



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS DIQUES E QUARTZO-SERICITA MILONITOS DO DEPÓSITO AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO – QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

Jéssica Luise Santos

MONOGRAFIA nº XX

Ouro Preto, Julho de 2020

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS DIQUES E
QUARTZO-SERICITA MILONITOS DO DEPÓSITO
AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO – QUADRILÁTERO
FERRÍFERO, MG**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. MSc. Edison Tazava

MONOGRAFIA

Nº XX

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS DIQUES E
QUARTZO-SERICITA MILONITOS DO DEPÓSITO
AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO – QUADRILÁTERO
FERRÍFERO, MG**

Jéssica Luise Santos

Orientador

Prof. Dr. Gustavo Henrique Coelho de Melo

Co-Orientador

Thiago Rolla Nunes

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2020/1.

OURO PRETO

2020

Universidade Federal de Ouro Preto – <http://www.ufop.br>
Escola de Minas - <http://www.em.ufop.br>
Departamento de Geologia - <http://www.degeo.ufop.br/>
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Jéssica Luise Santos

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S237c Santos, Jessica Luise .

Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio - Quadrilátero Ferrífero, MG.
[manuscrito] / Jessica Luise Santos. - 2020.
53 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Coelho de Melo.

Coorientador: Thiago Rolla Nunes.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia Geológica .

1. Metalogenia. 2. Petrografia. 3. Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Melo, Gustavo Henrique Coelho de. II. Nunes, Thiago Rolla. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 553.07

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS DIQUES E QUARTZO-SERICITA MILONITOS DO DEPÓSITO AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO – QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

AUTORA: Jéssica Luise Santos

ORIENTADOR: Gustavo Henrique Coelho de Melo

Aprovada em: 17 de julho de 2020

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gustavo Henrique Coelho de Melo  DEGEO/UFOP

Prof. MSc. Edison Tazava  DEGEO/UFOP

Prof^ª. Dr^ª. Cristiane de Paula de Castro Gonçalves  DEGEO/UFOP

Cristiane C.
Gonçalves

digital signed by cristiane c. goncalves
dn: cn=cristiane c. goncalves, o=ufop,
email=cristiane.pgoncalves@ufop.com.br,
c=br

Ouro Preto, 17/07/2020

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me guiar em seus propósitos. Aos meus pais Marcos e Edna por sempre acreditarem em mim e me apoiarem nas pequenas coisas. Ao meu irmão Gustavo, por se inspirar em mim e fazer disso a minha motivação para dar o meu melhor em tudo o que faço. Ao meu namorado Ênio Júnior, por estar ao meu lado ao longo destes sete anos, ouvindo, aconselhando, motivando e me dando carinho sempre.

Agradeço ao professor Dr. Gustavo Melo pela orientação, ensinamentos, ideias e pela incansável paciência para corrigir e discutir este texto. Ao geólogo Thiago Rolla pela coorientação, suporte para a realização deste trabalho e, acima de tudo, pela amizade construída.

À equipe de galpão da Gerência de Geologia e Exploração (GGE) da mina Córrego do Sítio pela colaboração e convivência: Édipo, Gilson, Ricardo, Adriano, Wenilton, Thaís, Milla, Patrício, Delsivaldo e Ubiratan. Agradeço aos geólogos Apolo Bhering, Marcelo Vieira, Camila Afonso e Thássio Queiroz, que contribuíram com ideias, discussões, incentivo e suporte em todas as etapas deste trabalho e, acima de tudo, pela confiança depositada em mim durante meu estágio em CDS.

Aos meus amigos e colegas de estágio em especial Natália Leal e Mariana Marra pela ajuda, troca de conhecimento, suporte e discussões no dia a dia. Não poderia esquecer de agradecer à Casa das 7 pelos bons momentos vividos.

Aos professores do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto e à gloriosa Escola de Minas por proporcionarem um ensino gratuito e de qualidade.

Ao Laboratório de Microscopia e Microanálises da Universidade Federal de Ouro Preto (LMic), integrante da rede de Microscopia e Microanálises de Minas Gerais – RMic/Brasil/FAPEMIG.

Aos amigos de Ouro Preto e todas as amizades construídas pela geologia meu eterno agradecimento. Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e proporcionaram uma experiência enriquecedora, muito obrigada!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	viii
SUMÁRIO	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xix
ABSTRACT	xvii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 JUSTIFICATIVA	2
1.3 LOCALIZAÇÃO.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	5
2 CONTEXTO GEOLÓGICO	9
2.1 QUADRILÁTERO FERRÍFERO	9
2.1.1 Estratigrafia	9
2.1.2 Evolução Estrutural-Metamórfica	12
2.2 GEOLOGIA DA PORÇÃO NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	13
2.2.1 Evolução Estrutural-Metamórfica	16
3 METALOGÊNESE DO OURO	19
3.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS DE OURO OROGÊNICO	19
3.2 DEPÓSITOS AURÍFEROS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO.....	20
3.3 O DEPÓSITO DE CÓRREGO DO SÍTIO: ESTUDOS ANTERIORES	23
4 RESULTADOS	29
4.1 GEOLOGIA DO DEPÓSITO DE CÓRREGO DO SÍTIO	29
4.1.1 Metapelito.....	31
4.1.2 Metagrauvaca.....	33
4.1.3 Dique Máfico (DB1).....	34
4.1.4 Dique quartzo-feldspático (DB3)	36
4.1.5 Quartzo-sericita milonito.....	39
4.2 PADRÕES DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL E ZONAS MINERALIZADAS.....	43
5 DISCUSSÕES	45
5.1 ROCHAS HOSPEDEIRAS.....	45
5.2 ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL E MINERALIZAÇÃO AURÍFERA.....	46

5.3 O SIGNIFICADO DOS QUARTZO-SERICITA MILONITOS: REMOBILIZAÇÃO OU BARREIRAS FÍSICO-QUÍMICAS?.....	46
6 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICE.....	55

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização e acessos à área de estudo a partir do município de Belo Horizonte e Ouro Preto.	4
Figura 2.1 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero. Na porção superior direita há um esboço do cráton São Francisco que destaca a localização do QF.	9
Figura 2.2 - Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (modificado de Alkmim & Marshak 1998).	11
Figura 2.3 - Porção nordeste do QF(modificado de Lobato et. al. 2001 b).....	14
Figura 2.4 – Coluna Estratigráfica proposta para a área com espessuras estimadas.....	15
Figura 3.1 – Ambientes tectônicos em que se desenvolvem depósitos minerais de ouro orogênico e outros tipos de depósitos. Modificado de Goldfarb et al. (1998).....	19
Figura 3.2 – Formação do depósito de Ouro Orogênico em diversas profundidades. Modificado de Goldfarb et al. (1998).....	20
Figura 3.3 – Relação dos tipos de rochas que hospedam os diferentes depósitos de ouro no greenstone belt Rio das Velhas	22
Figura 3.4 - Lineamento Córrego do Sítio com a área de estudo em destaque. Modificado de Ribeiro <i>et al.</i> 2013	24
Figura 3.5 – Principais estilos de mineralização encontrados com ouro incluso na arsenopirita (área circulada na imagem) disseminado	27
Figura 4.1 – Log esquemático do testemunho de sondagem UCS4908A do depósito	29
Figura 4.2 – Seção esquemática da região de cota 442 do corpo Laranjeiras, construída a partir dos testemunhos de sondagem utilizados no estudo petrográfico.....	30
Figura 4.3 – Metapelitos com diferentes intensidades de deformação por veios de quartzo....	31
Figura 4.4 – a) e b) Metapelito com matriz quartzo-carbonática e vênulas de muscovita marcando a foliação principal com fluxo de arsenopirita.....	32

Figura 4.5 – Esquerda: Contato entre a metagrauvaca e o metapelito venulado com o acamamento sedimentar (S0) bem marcado	33
Figura 4.6 – Rocha máfica com coloração verde e carbonatação e cloritização mais intensa no centro e mais clara nas bordas.....	34
Figura 4.7 – a) e b) Rocha máfica de caráter de borda com cloritização baixa (Cl) e baixa quantidade de anfibólio.....	35
Figura 4.8 – Esquerda: Fotomicrografia de luz transmitida, luz polarizada plana de magnetita euédrica	35
Figura 4.9 – Variação composicional ao longo da rocha quartzo-feldspática, com suas bordas com grande concentração de carbonatos (Cb)	36
Figura 4.10 – Transição de uma rocha de textura granoblástica (DB3) para uma rocha de textura lepidogranoblástica (ZTP)	37
Figura 4.11 – a) e b) Rocha quartzo-feldspática com matriz composta de quartzo, plagioclásio e carbonato (Cb).....	38
Figura 4.12 – a) e b) Rocha quartzo-feldspática com geração de carbonatos euédricos (Cb) sobrepondo a matriz quartzo feldspática	39
Figura 4.13 – Quartzo-sericita milonito (ZTP) em borda de rocha máfica (DB1) com contato sutil, marcado pela linha tracejada	40
Figura 4.14 – Quartzo-sericita milonito (ZTP) em borda de rocha quartzo-feldspática (DB3). a) testemunho molhado com vênulas de quartzo.....	41
Figura 4.15 – a) Quartzo-sericita milonito mineralizada com veios de quartzo (Qtz) e sericita (Ser) e piritas alongadas (Py)	41
Figura 4.16 – a) e b) Fotomicrografia da lâmina delgada UCS4908A-2. Quartzo-sericita milonito com textura de milonitização	42
Figura 4.17 – a) Quartzo-sericita milonito com fluxo de arsenopirita anédrica (Aspy) associado à venulação de muscovita (Msc), luz refletida sem nicóis.....	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Relação de seções delgadas confeccionadas e suas principais características.....	6
Tabela 2.1 - Resumo das principais características macroscópicas das rochas.....	16
Tabela 3.1 – Resumo das principais características macroscópicas dos diques. Modificado de Lima 2012.....	25
Tabela 4.1 – Alteração hidrotermal presentes nas rochas do depósito Córrego do Sítio.....	44

Resumo

O depósito de ouro orogênico Arqueano de Córrego do Sítio localiza-se na borda leste do Quadrilátero Ferrífero ao longo do Lineamento Córrego do Sítio. Ao longo deste lineamento, de 16 km de extensão e direção NE-SW, encontram-se as minas Rosalino, Cachorro Bravo, Laranjeiras e Carvoaria. O depósito é hospedado por rochas da Unidade Córrego do Sítio e Unidade Santa Quitéria pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas que compreendem sequências de rochas ressedimentadas e sequências clástico-químicas, respectivamente. A Unidade Córrego do Sítio é composta pela alternância de metagrauvacas e filitos, as rochas mais comumente encontradas na área, compondo uma sequência turbidítica. A mineralização aurífera no depósito Córrego do Sítio parece ocorrer em (i) disseminações ao longo dos planos da foliação principal das hospedeiras ou como (ii) disseminações em veios de quartzo, além de (iii) ouro livre em alguns casos. Todas as rochas do depósito são afetadas por alteração hidrotermal que ocorre desde zonas pouco deformadas, afastada da zona mineralizada, até zonas fortemente deformadas e mineralizadas. Quatro famílias de intrusões ígneas (DB1, DB2, DB3 e DB4), geralmente como diques, cortam as sequências metassedimentares das Unidades Córrego do Sítio e Santa Quitéria. A colocação dos diques DB3 cria no contato com as encaixantes zonas ricas em quartzo e sericita, que exibem uma forte foliação milonítica. Essas zonas parecem representar um outro importante estilo de mineralização aurífera no depósito, diferente dos três apresentados acima. Desta forma, este estudo consiste no estudo petrográfico, macroscópico e microscópico, das rochas encaixantes, diques e das zonas mineralizadas através de amostras coletadas em testemunhos de sondagem da mina Laranjeiras. Nos contatos com as rochas encaixantes os halos de alteração hidrotermal se intensificam e apresentam quantidades elevadas de carbonato, sericita e quartzo hidrotermais. Estas zonas permitiram a percolação de fluidos e a precipitação de sulfetos e ouro. Por outro lado, a presença dos diques que, por vezes, se associam às zonas de sericita-quartzo milonitos podem representar barreiras físico-químicas para os fluidos. Neste caso, eles facilitam a precipitação de sulfetos e ouro. Além disso, uma relação temporal entre os diques e a mineralização pode ser estabelecida como uma ocorrência de forma simultânea. Em um estágio onde ainda havia fluidos hidrotermais circulantes a alteração foi produzida nos quartzo-sericita milonitos e nas rochas hospedeiras do depósito.

Palavras chave: metalogênese, mineralizações auríferas, Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero.

Abstract

The Córrego do Sítio Archean orogenic gold deposit is located on the eastern edge of the Quadrilátero Ferrífero along the Córrego do Sítio Lineament. Along this NE-SW 16 km-long lineament, the Rosalino, Cachorro Bravo, Laranjeiras and Carvoaria orebodies outcrop. The deposit is hosted by rocks from the Córrego do Sítio and Santa Quitéria Units in Rio das Velhas Supergroup. These sequences correspond to resedimented rocks and clastic-chemical sequences, respectively. The Córrego do Sítio Unit is composed of alternating metagraywackes and phyllites, the most abundant rocks in the deposit, forming a turbiditic sequence. The gold mineralization in the Córrego do Sítio deposit occur in (i) disseminations along the main foliation planes of the host rock as (ii) disseminations in quartz veins, in addition to (iii) lode gold in some cases. The hydrothermal alteration affects all rocks in the deposit and extends from distal areas to the areas closest to the strongly deformed mineralized zone. Four families of dikes intrusions (DB1, DB2, DB3 and DB4) cut the metasedimentary sequences. The DB3 dike create a contact with areas rich in quartz and sericite that exhibit a strong milonitic foliation. These zones seem to represent another important style of gold mineralization during the deposit. In this way, this study consists of a description of drill core of the Laranjeiras orebody, combined with petrographic studies of the host rocks, dikes and mineralized zones. In the contacts with the embedding rocks, the hydrothermal alteration is more intense and present high amounts of carbonate, sericite, and hydrothermal quartz. The deformation and the development of shear zones form a primary control for the mineralization. These zones allowed the percolation of fluids and the precipitation of sulfides and gold. On the other hand, the presence of dikes associated with sericite-quartz mylonite zones could represent a physical-chemical barrier to fluids. In this case, they allow the precipitation of sulfides and gold. Furthermore, a temporal relationship between dikes and mineralization can be defined as a simultaneously occurrence. In a stage when the hydrothermal fluids are circulating, the foliation was produced in the dikes and in the host rocks of the deposit.

Keywords: metallogenesis, gold mineralization, Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é uma das províncias metalogenéticas mais importantes do mundo, sendo conhecida pela sua história de exploração de depósitos, em especial ouro e ferro (Azevedo *et al.* 2012). As sequências *greenstone belts* arqueanas, pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas, hospedam uma grande variedade de depósitos de Ouro Orogênico que incluem principalmente os depósitos de classe mundial de Morro Velho e Cuiabá além de outros importantes depósitos de tamanho intermediário (e.g. Raposos e São Bento) e diversas ocorrências menores (Lobato *et al.* 2001a,b; Vial *et al.* 2007).

Dentro deste contexto se insere o depósito de Au Orogênico de Córrego do Sítio, localizado na borda leste do QF. O Lineamento Córrego do Sítio, uma estrutura regional que ocorre na área, possui 14 km de extensão na direção NE-SW onde são encontradas sequências *greenstone belts* arqueanas que hospedam cerca de 17 alvos com um teor médio de 5.4 g/t, incluindo o depósito de Córrego do Sítio. Os recursos presentes neste lineamento totalizaram cerca de 4.68 Moz em 2018 (AGA Reports 2018).

Os principais corpos de minério do depósito de Córrego do Sítio são representados por Rosalino, Cachorro Bravo, Laranjeiras e Carvoaria. Ao longo do depósito ocorrem intrusões de diques que são classificados em quatro famílias distintas, de acordo com o *trend* estrutural e mineralogia predominante, denominados DB1, DB2, DB3 e DB4. A colocação desses diques cria nos xistos e filitos, que compõem as principais encaixantes, uma zona de transição de quartzo-sericita milonito (ZTP) aparentemente dominada por assembleia de metamorfismo de contato e/ou alteração hidrotermal. Eventualmente essas zonas se encontram mineralizadas, o que pode sugerir que a colocação dos diques tenha uma relação genética com a mineralização nessas porções. No entanto, se esses diques de fato trazem fluidos que podem influenciar mineralizações auríferas próximas às suas bordas, é algo ainda que merece ser mais bem compreendido. No depósito Laranjeiras, enfoque do estudo, temos a presença dos diques DB1 e DB3, que serão abordados no trabalho.

Este trabalho de conclusão de curso tem por finalidade a compreensão da relação da mineralização aurífera dos quartzo-sericita milonitos com a intrusão dos diques. Para isso, o trabalho é focado em descrição macro e microscópica detalhada dos testemunhos de sondagem e frentes de desenvolvimento de lavra no corpo de Laranjeiras. A melhor compreensão da relação temporal dos diques com a mineralização aurífera poderá servir como base para a exploração de novos alvos na área de estudo.

1.2 JUSTIFICATIVA

As mineralizações auríferas hospedadas nas sequências do Supergrupo Rio das Velhas tem sido consideradas como formadas durante o Neoarqueano (e.g. 2672 ± 14 Ma, U-Pb em monazita dos depósitos Cuiabá e Morro Velho, Lobato *et al.* 2007; 2730 ± 42 Ma, U-Pb em monazita no depósito Lamego, Martins *et al.* 2017). De forma análoga, o contexto geológico do depósito de Córrego do Sítio pode sugerir as mineralizações em uma idade similar. Entretanto, a colocação de alguns diques e a existência de eventos mineralizantes mais jovens não podem ser descartadas. Idades de mineralizações auríferas mais jovens têm sido registradas no Quadrilátero Ferrífero. São exemplos disso os depósitos de Passagem de Mariana ($496,3 \pm 2$ Ma) e Lamego ($518,5 \pm 9$ Ma), que mostraram a influência de eventos durante a orogênese Brasileira (Cabral *et al.* 2015; Martins *et al.* 2017).

Grande parte do minério aurífero da Mina de Córrego do Sítio é encontrado como (i) disseminações ao longo dos planos da foliação principal das hospedeiras ou como (ii) disseminações em veios de quartzo, além de (iii) ouro livre em alguns casos (Ribeiro *et al.* 2013). No entanto, zonas mineralizadas subordinadas também são encontradas em algumas porções no contato entre diques DB3 com as rochas encaixantes (i.e., filitos e xistos).

Nessas regiões, denominadas quartzo-sericita milonitos (ou ZTP's; Porto 2008), as rochas apresentam alteração hidrotermal e há disseminado em alguns casos. Tais relações e a ocorrência de importantes zonas mineralizadas em ouro (i.e., quartzo-sericita milonito) associadas aos diques podem sugerir um importante papel da colocação desses diques e mineralizações mais tardias.

Por outro lado, os diques do depósito de Córrego do Sítio (i.e. DB1, DB2, DB3 e DB4) carecem de uma caracterização mais ampla em relação à sua morfologia e distribuição com enfoque no corpo Laranjeiras. A melhor compreensão desses diques, também auxiliará no entendimento de possíveis eventos mineralizantes associados.

Nesse contexto, os resultados deste trabalho poderão auxiliar no entendimento dos corpos de minério relacionados aos quartzo-sericita milonitos em contato com os diques. Isto poderá servir de base de aplicação na exploração de novos alvos e pesquisas mais aprofundadas, especialmente relacionados aos corpos intrusivos.

1.3 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo encontra-se na região centro sul do estado de Minas Gerais (Figura 1.1), na região dos municípios de Santa Bárbara e Barão de Cocais. A região está inserida na área coberta pelas

folhas topográficas de Santa Bárbara, Catas Altas e Gandarela, na escala 1:50.000, porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, à noroeste da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Caraça (RPPN Caraça). Compreende uma região denominada Mina Córrego do Sítio I, que hospeda diversos depósitos e ocorrências auríferas, sendo os principais Rosalino, Cachorro Bravo, Laranjeiras, Carvoaria, Sangue de Boi, São Bento e Pinta Bem. O foco deste trabalho concentra-se no corpo de minério sulfetado denominado de Laranjeiras, localizado em uma mina que opera suas atividades em subsolo.

A região está localizada a cerca de 92 km de Belo Horizonte e o acesso à região é realizado a partir das rodovias BR-381, MG-436 e MG-129, que ligam a cidade de Barão de Cocais à Belo Horizonte e Barão de Cocais ao distrito de Brumal, Santa Bárbara, respectivamente. Ao adentrar o distrito de Brumal, segue-se por mais 3 km pelo distrito sentido Parque Nacional da Serra do Caraça e mais 6 km por uma estrada de terra até chegar à portaria da mineradora. Outro trajeto possível é feito via BR-356, que liga Belo Horizonte à Ouro Preto, e posteriormente via MG-129, que liga as cidades de Ouro Preto à Santa Bárbara, passando por Mariana e Catas Altas. Após passar pelo trevo de Santa Bárbara e seguir sentido Barão de Cocais, via rodovia Padre Jerônimo, encontra-se o trevo de Brumal.

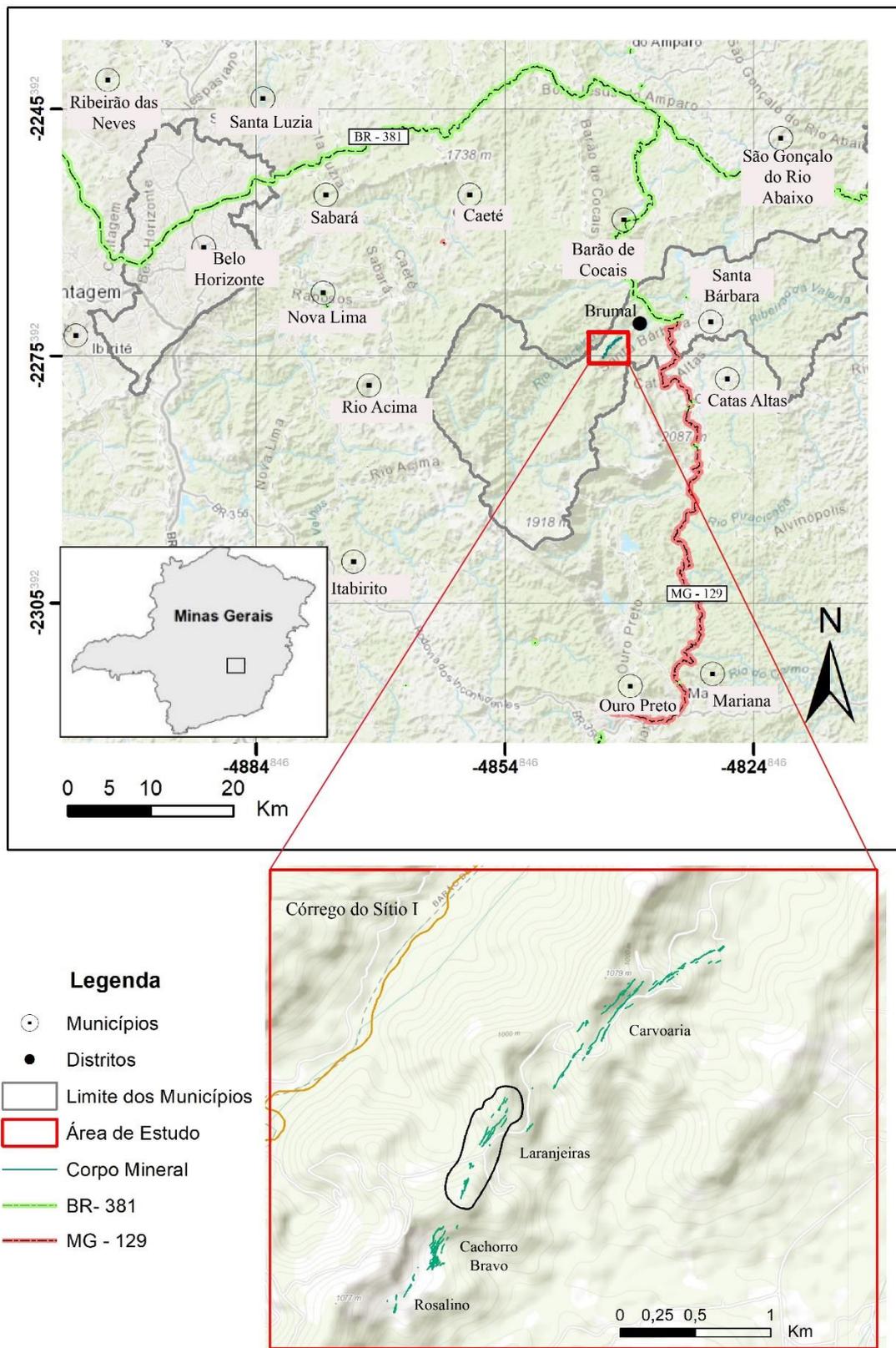


Figura 1.1 - Localização e acessos à área de estudo a partir do município de Belo Horizonte e Ouro Preto. Em detalhe o depósito de Córrego do Sítio I com as respectivas minas.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho consiste em analisar as relações de contato das rochas hospedeiras, dos quartzo-sericita milonitos (i.e. zonas de transição entre diques e encaixantes) com as diferentes famílias de diques encontrada na área de estudo e estabelecer uma relação de gênese das mesmas. Para o cumprimento desse objetivo, são propostos seguintes objetivos específicos:

- i. Determinação da distribuição e relação de contatos entre os diques e as rochas encaixantes;
- ii. Caracterização petrográfica dos diques e das rochas hospedeiras, incluindo mineralogia, texturas e microestruturas;
- iii. Identificação das paragêneses minerais e texturas na zona de contato entre os diques e as rochas encaixantes;
- iv. Compreensão da relação temporal e espacial dos diques com possíveis eventos de mineralização de ouro.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do estudo seguiu as seguintes etapas: revisão bibliográfica, trabalhos de campo, estudos petrográficos, compilação e geração de mapas, tratamento e interpretação de dados. Estas etapas são detalhadas a seguir.

1.5.1 – Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica foi realizada durante todo o trabalho, enfatizando o estudo do estado da arte do contexto geológico regional e local da área de estudo, a partir de publicações prévias. Ênfase foi dada também em trabalhos relativos à depósitos de ouro no Quadrilátero Ferrífero e processos genéticos relacionados.

1.5.2 – Trabalhos de campo

A etapa de campo consistiu em visitas à mina Laranjeiras, para a coleta de amostras e para que o contexto geológico fosse bem compreendido. Foi feita também a descrição e coleta de amostras de testemunhos de sondagem para compreender a natureza das rochas encaixantes, a distribuição e disposição dos diques DB3. As relações de contato entre os diques DB1, DB3 e as rochas encaixantes foram determinadas a partir da descrição dos testemunhos. Ao longo do ano de 2019 foram descritos pela autora aproximadamente 3448 metros de testemunhos de sondagem da mina Laranjeiras. Os principais testemunhos utilizados no trabalho foram UCS4909 e UCS4908A, totalizando cerca de 300 metros. Adicionalmente, novas etapas de campo foram realizadas com descrição dos testemunhos de sondagem e visitas a frentes de lavra.

1.5.3 – Estudos petrográficos

A etapa de petrografia visou a caracterização da mineralogia, texturas e microestruturas das rochas encaixantes, dos diques quartzo-feldspáticos, quartzo-sericita milonitos e metapelitos. A caracterização de assembleias hidrotermais desenvolvidas sobre as rochas hospedeiras e a identificação da mineralogia principal das zonas mineralizadas também foram enfoque dessa etapa.

A descrição dos testemunhos de sondagem UCS4909 e UCS49098A foi feita utilizando uma folha padrão da empresa, contendo as principais características mineralógicas, identificação das litologias presentes, relações de contato, e a presença de mineralizações nestes testemunhos. Posteriormente foram confeccionadas lâminas a partir de 7 amostras retiradas destes testemunhos. Além destas amostras foram cedidas pela empresa 18 lâminas do arquivo interno para a complementação das informações. A tabela 1.1 mostra a relação das lâminas microscópicas utilizadas no trabalho. Os estudos microscópicos foram feitos utilizando um microscópio ótico de luz refletida e transmitida, dos laboratórios de microscopia do Departamento de Geologia - DEGEO. Dessa forma, foi possível obter uma descrição mais detalhada da mineralogia dos diques, quartzo-sericita milonitos e rochas encaixantes, bem como a distribuição da mineralização nas mesmas.

Tabela 1.1 – Relação de seções delgadas confeccionadas e cedidas pela empresa e suas principais características.

Furo	Corpo/Nível	De (m)	Até (m)	Lâmina	Litologia
UCS4909	Laranjeiras 442	95,65	95,72	UCS4909-13	Metapelito mineralizado
UCS4908A	Laranjeiras 442	97,41	97,51	UCS4908A-5	Metapelito mineralizado
		58,01	58,11	UCS4908A-1	Zona de transição mineralizada
		92,68	92,76	UCS4908A-3	
		103,81	103,91	UCS4908A-9	Zona de transição
		58,74	58,84	UCS4908A-2	
		97,98	98,14	UCS4908A-6	Veio de quartzo/Metapelito mineralizado
UCS4012	Laranjeiras 560	171,43	171,75	VCS4012-1 VCS4012-2	Dique metabásico quartzo-feldspático
UCS4112	Carvoaria 552	39,18	39,44	VCS4112-1 VCS4112-2	
UCS3758	Cachorro Bravo 532	10,4	10,85	VCS3758-1 VCS3758-2	
UCS4185	Cachorro Bravo 423	13,05	13,65	VCS4185-1 VCS4185-2	
UCS4012	Carvoaria 552	62,06	63,33	VCS4012-1 (6206-6333) VCS4012-2 (6206-6333)	Dique metabásico máfico
UCS3950	Carvoaria 549	34,35	34,65	VCS3950-1 VCS3950-2	

1.5.4 – Compilação e geração de mapas e seções

A etapa visou a elaboração de mapa geológico de detalhe, em ambiente GIS a partir de mapas preexistentes, para a melhor compreensão da morfologia do depósito. Foi confeccionada uma seção geológica da mina Laranjeiras, utilizando os softwares *Leapfrog Geo* 4.5.1 e o *ArcGis* 10.3, englobando as informações das descrições dos furos de sondagem e das amostras coletadas na mina.

1.5.5 – Tratamento e interpretação dos dados

A partir da integração dos dados foi feita uma análise e o tratamento das informações coletadas de maneira integrada para geração do texto final, com conclusões acerca da influência dos diques quartzo-feldspáticos na mineralização aurífera do depósito Córrego do Sítio.

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

2.1 QUADRILÁTERO FERRÍFERO

2.1.1 Estratigrafia

O Quadrilátero Ferrífero (QF) localiza-se na borda sul do Cráton do São Francisco (Almeida 1977) e é dividido em três domínios tectono-estratigráficos principais: (i) terrenos granito-gnaissé-migmatíticos formando o embasamento cristalino, (ii) uma sequência do tipo *greenstone belt* – Supergrupo Rio das Velhas - e (iii) uma sequência supracrustal metassedimentar clástica e química, representada pelo Supergrupo Minas, Grupo Itacolomi e o Supergrupo Espinhaço como é mostrado na Figura 2.1 (Alkmim & Marshak 1998).

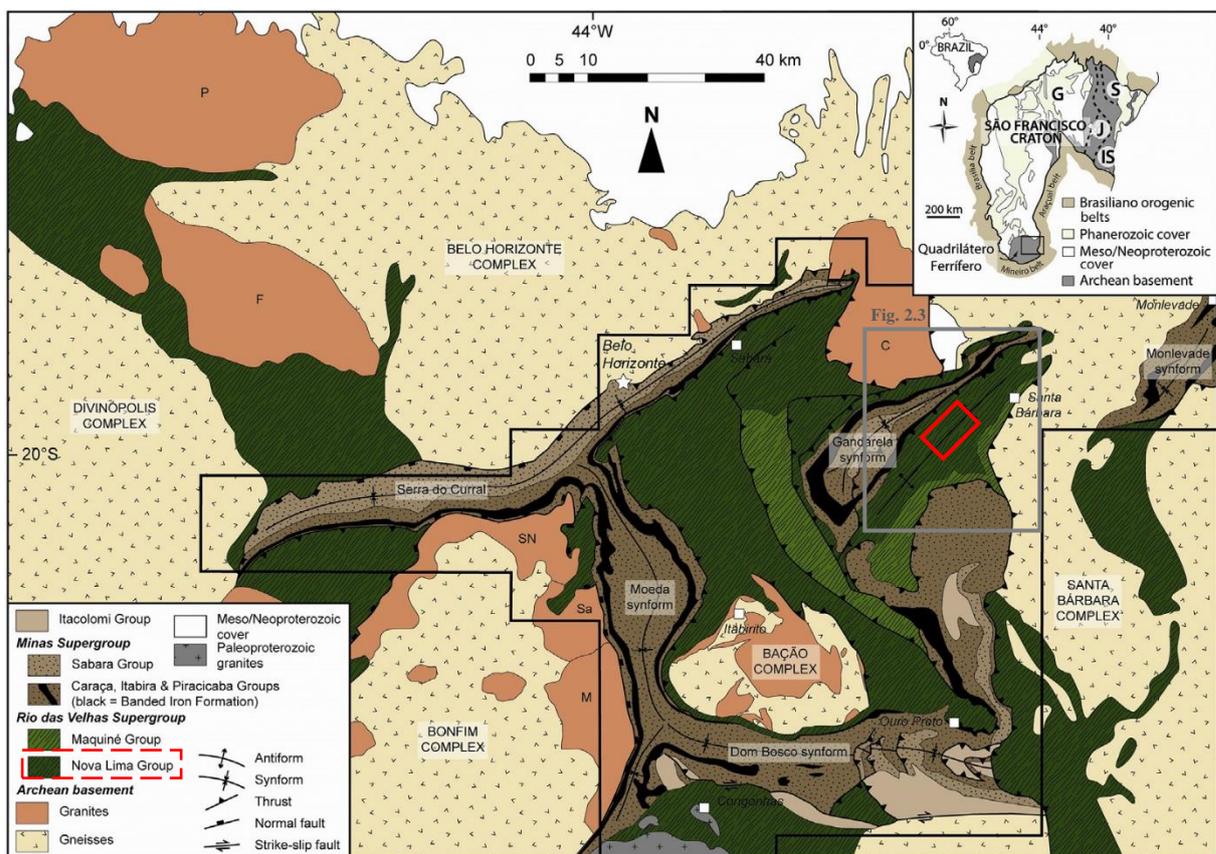


Figura 2.1 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero. Na porção superior direita há um esboço do Cráton São Francisco que destaca a localização do QF (em preto) e da área de estudo (em vermelho). Em Cinza: Área mostrada na Figura 2.3. Abreviaturas: C- Domo Caeté, F- Florestal, M- Mamona, P-Pequi, Sa-Samambaia; SN-Souza-Noschese; G, J, IS e S são os blocos Gavião, Jequié, Itabuna-Salvador-Curaça e Serrinha, respectivamente. Modificado de Farina *et al.* (2015).

Os terrenos granito-gnaissicos (Figura 2.1) formam o embasamento cristalino do QF e tem composição trondhjemítica-tonalítica-granodiorítica (TTG) representados por ortognaisses polideformados e intrusões máficas a ultramáficas (David 2006; Ribeiro *et al.* 2013; Pereira *et al.* 2013) nos complexos Bonfim, Caeté, Belo Horizonte, Bação e Santa Bárbara formados entre 3380Ma e 2900Ma (Teixeira *et al.* 1996).

As sequências metavulcano-sedimentares do Supergrupo Rio das Velhas (SGRV), de idade arqueana, representam a sequência mais importante do tipo *greenstone belt* da porção sul do Cráton São Francisco (David 2006). Sua base é delimitada pelo Grupo Nova Lima e o topo pelo Grupo Maquiné e consiste, de forma geral, em um cinturão de rochas verdes de basalto e komatiito, lava riolítica e uma intercalação de rochas sedimentares no topo (Alkmim & Marshak 1998). Segundo Baltazar & Zucchetti (2007) o Grupo Nova Lima é formado por uma sequência vulcânica toleítica-komatiítica intercalada com rochas sedimentares químicas na base, uma unidade vulcanoclástica félsica na porção intermediária e uma unidade superior formada por sedimentos clásticos (Figura 2.2). O Grupo Maquiné é formado, de um modo geral, por rochas sedimentares clásticas. É dividido nas Formações Palmital, mais velha e formada por quartzitos e quartzo filito, e Casa Forte, mais jovem composta por quartzitos e conglomerados (Ribeiro *et al.* 2013).

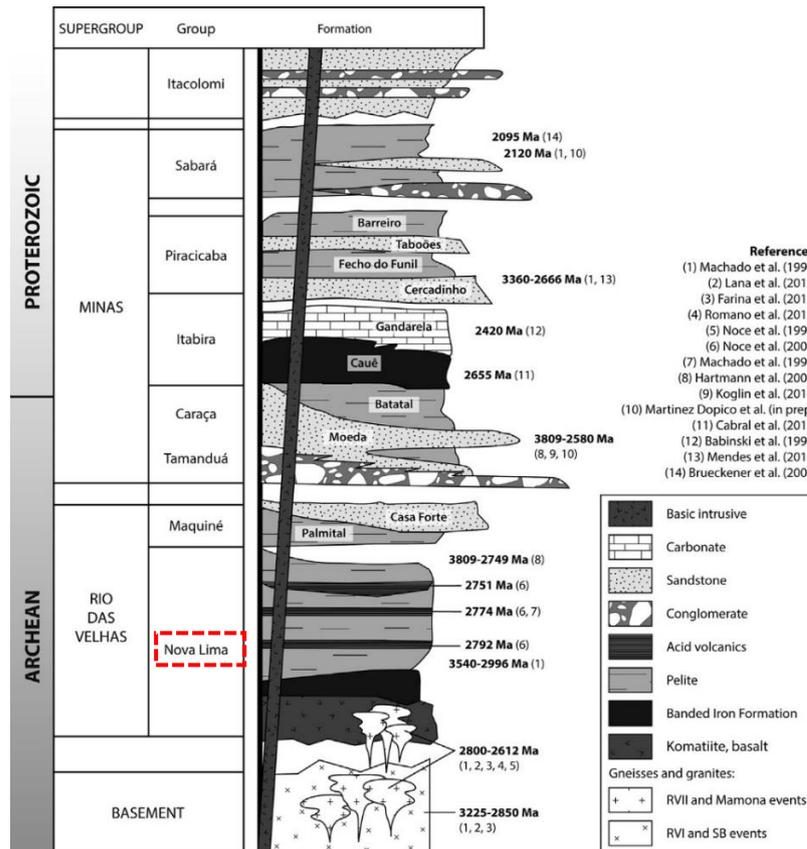


Figura 2.2 - Coluna Estratigráfica das seqüências supracrustais do Quadrilátero Ferrífero com o Grupo Nova Lima em destaque (vermelho). Abreviaturas: RVI e RVII são eventos do Rio das Velhas I e II, SB é o evento magmático Santa Barbara. (Modificado de Farina *et al.* 2015).

Foi proposto por Baltazar & Zucchetti (2007) uma subdivisão das rochas do Supergrupo Rio das Velhas em sete subdivisões, de acordo com associação de litofácies, são elas:

- i) Associação Máfica-ultramáfica: Composta por lavas máficas e ultramáficas, intrusões menores de gabro, anortosito e peridotito, intercalações de BIF, chert ferruginoso, pelito carbonoso, turbiditos e, raramente, rochas vulcanoclásticas félsicas. Essa associação é encontrada no grupo Quebra Osso e a Unidade Ouro Fino, pertencentes ao Grupo Nova Lima;
- ii) Associação Vulcanosedimentar Química: Toleítos intercalados com BIF e chert ferruginoso e, em menor proporção, rochas sedimentares clásticas com abundantes turbiditos e pelitos carbonosos;
- iii) Associação Metassedimentar Clástica-Química: Corresponde à Unidade Santa Quitéria que é composta pela alternância de rochas sedimentares clásticas e químicas, de granulometria fina. Pelitos (micas e clorita xistos) são intercalados com camadas finas de BIF e, subordinadamente, chert e xistos carbonosos. Os pelitos são marcados por lentes milimétricas a decamétricas, geralmente intercalados com filitos carbonosos e de cor cinza escura e variada espessura;

- iv) Associação Metavulcanoclástica: Formada por rochas vulcanoclásticas félsicas e máficas. É dividida em quatro litofácies - monomítica e polimítica, brechas e conglomerados, grauvacas, grauvaca-arenito e grauvaca-argilito;
- v) Associação Ressedimentada: Inclui três sequências de litofácies de grauvaca-argilito – duas com metamorfismo na fácies xisto verde e uma na fácies anfíbolito. Corresponde às unidades Mindá e Córrego do Sítio com grauvacas, grauvacas quartzosas, arenitos e siltitos com camadas cíclicas e contatos basais abruptos entre os ciclos;
- vi) Associação Costeira: Ocorrência restrita a uma área a noroeste do Complexo Bação, formada por arenitos com estrutura sedimentar preservada. É possível observar arenitos com estratificação cruzada de médio a grande porte, marcas de onda, estratificação cruzada espinha de peixe e arenitos-siltitos;
- vii) Associação Não-marinha: Formada por arenitos-conglomerados e arenitos de granulometria grossa a fina.

As sequências supracrustais proterozóicas são divididas entre o Supergrupo Minas (SM) e Grupo Itacolomi e sobrepõem o Supergrupo Rio das Velhas. O Supergrupo Minas delimita a geometria das bordas do QF através de serras contornadas por rochas menos resistentes, pertencentes aos SGRV e ao embasamento cristalino (Porto 2008). É dividido nos Grupos Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará e possui idade de sedimentação entre 2580Ma e 2050Ma (Machado *et. al.* 1996; Porto 2008). O Grupo Caraça forma a base do Supergrupo Minas e é composto por uma unidade clástica enquanto as formações intermediárias, Grupo Itabira e Piracicaba, são compostas por unidades químicas e clásticas, respectivamente (Porto 2008). É importante ressaltar que o Grupo Itabira é expresso por dolomitos e por formações ferríferas bandadas do tipo Lago Superior, com corpos de minério de alto teor (Porto 2008). De acordo com Alkmim & Marshak (1998) o Grupo Sabará, a unidade mais jovem, é constituída de uma unidade de sedimentação com turbiditos, rochas vulcanoclásticas, conglomerados e diamictitos. O Grupo Itacolomi é a unidade mais jovem do Supergrupo Minas (Almim & Marshak 1998), composto por sedimentos costeiros proximais, com a presença de protoquartzitos, conglomerados e quartzo-sericita filitos (Dorr 1969).

2.1.2 Evolução Estrutural-Metamórfica

Segundo Alkmim & Marshak (1998) o Quadrilátero Ferrífero é uma província com o embasamento formando domos (e.g. Bação, Bonfim, Santa Bárbara, Caeté e Belo Horizonte) e o SGRV e o SM formando as quilhas. A geometria é delineada por megadobras, sinformes e antiformes, truncadas por falhas de empurrão com direção Norte-Sul (Lobato *et. al.* 2005). Os sinclinais delimitam a porção

norte do QF e, ao sul, oeste e leste são delimitados pelo homoclinal da Serra do Curral, Sinclinal Dom Bosco e Moeda, respectivamente (Ribeiro *et al.* 2013).

As interpretações acerca da evolução tectono-estrutural do QF mostram que mais de um evento deformacional e de metamorfismo foi responsável pelas estruturas regionais. Baltazar e Zucchetti (2007) sugerem quatro estágios de deformação que preservaram estruturas planares e lineares. Tais estágios (D1, D2, D3 e D4) foram gerados em três eventos distintos, que contribuíram para a formação das estruturas do QF. A primeira e a segunda geração de estruturas (D1 e D2) são atribuídas a um evento de compressão nearqueano, que consolidou o *greenstone belt* Rio das Velhas, denominado Ciclo Jequié. A terceira geração (D3) é atribuída a um evento distensional paleoproterozoico, chamado Ciclo Transamazônico (ou Orogenia Riacciana), responsável pelo soerguimento das sequências supracrustais do Supergrupo Minas e dos sinclinais regionais. A quarta e última geração (D4) é formada por um evento compressivo de leste para oeste, de idade neoproterozóica, chamado Ciclo Brasileiro, responsável pelas falhas de empurrão norte-sul.

O metamorfismo regional é de fácies xisto verde a anfibolito, predominantemente, com o aumento do grau metamórfico de oeste para leste (Dorr 1969; Alkmim & Marshak, 1998). Segundo Ribeiro-Rodrigues & Lobato (1999) o QF pode ser dividido em dois domínios metamórficos através do sistema de falhas Cambotas-Fundão. A região a leste das falhas possui metamorfismo de fácies xisto verde superior a anfibolito, com deformação elevada. Já no domínio a oeste das falhas, a deformação é baixa e o grau metamórfico predominante de fácies xisto verde inferior. Os TTG's apresentam metamorfismo progressivo de fácies anfibolito à granulito, também apresentando retrometamorfismo na fácies xisto verde, enquanto o metamorfismo nas sequências supracrustais varia de xisto verde a anfibolito médio (Ribeiro-Rodrigues & Lobato 1999).

2.2 GEOLOGIA DA PORÇÃO NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

A área de estudo está inserida na porção nordeste do QF com rochas pertencentes ao Grupo Nova Lima, unidades Santa Quitéria e Córrego do Sítio, além da presença de diques e sills, subparalelos a discordantes com as outras unidades como mostra a Figura 2.3 (Porto 2008). A região é também conhecida como Lineamento Córrego do Sítio, termo proposto inicialmente por Lima (2012), que inclui todas as ocorrências de depósitos auríferos da região. Esse lineamento apresenta cerca de 1 km de comprimento e é composto por dezessete escavações minerais e duas anomalias geoquímicas de ouro em um *trend* NE-SW (Lima 2012). De acordo com Baltazar e Zucchetti (2007) as unidades litoestratigráficas desta área estão divididas, segundo a associação de litofácies, em uma unidade metassedimentar clástico-química (i.e. Unidade Santa Quitéria) e uma unidade ressedimentada (i.e. Unidade Córrego do Sítio).

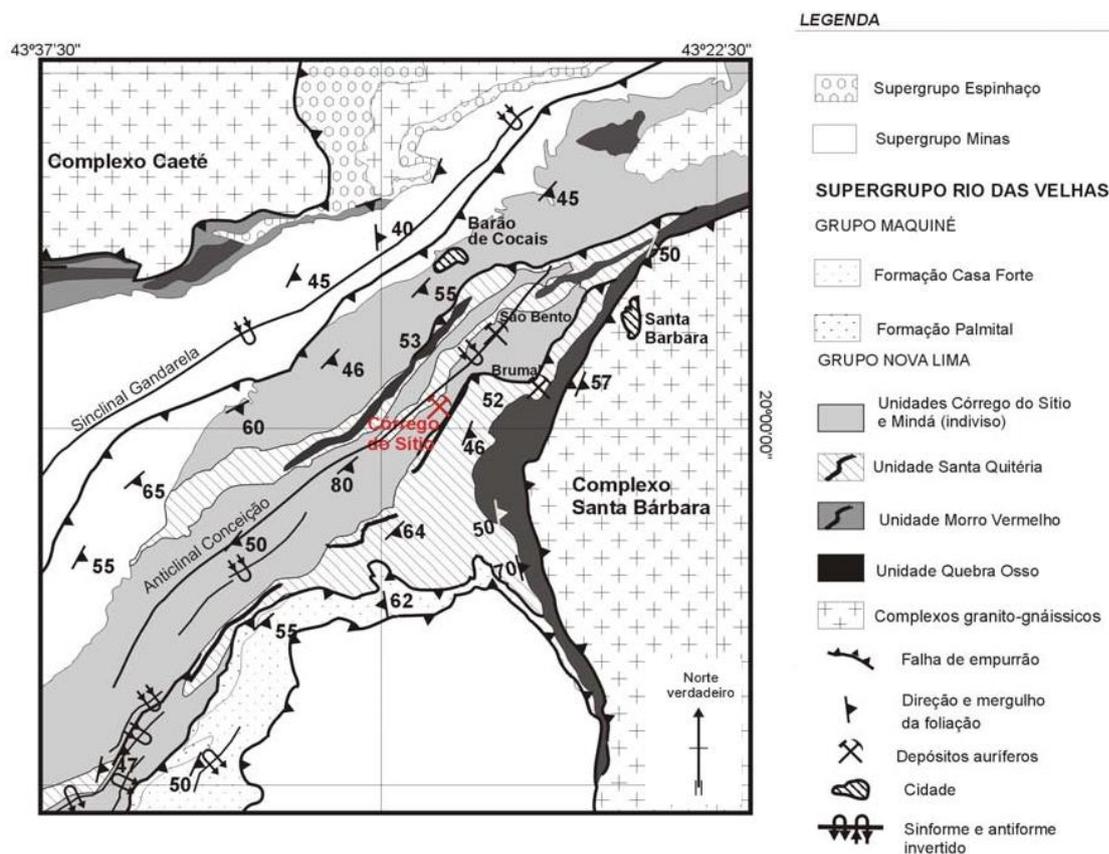


Figura 2.3 – Porção nordeste do QF e as principais unidades aflorantes na região (modificado de Lobato *et al.* 2001 b).

A Unidade Santa Quitéria é encontrada no município de Santa Bárbara e Catas Altas onde situam-se as minas Pilar (Brumal), São Bento e Santa Quitéria, que deu o nome à unidade. Estratigraficamente, a unidade forma a base do depósito de Córrego do Sítio e está em contato com as unidades Ribeirão Vermelho (superior) e Morro Vermelho (inferior). Caracteriza-se por conter mica-quartzo, clorita-quartzo e sericita-clorita xistos, de granulação fina, intercalados com xisto carbonoso, BIF e metachert. (Zucchetti *et al.* 1998).

A Unidade Córrego do Sítio é a de maior distribuição geográfica dentro do Grupo Nova Lima e pode ser encontrada na área de estudo, no município de Santa Bárbara. A mesma está estratigraficamente em contato com as unidades Catarina Mendes (superior) e unidade Mindá (Inferior), que também é definida como uma unidade ressedimentada (Zucchetti *et al.* 1998). É caracterizada, em geral, por filitos, metapelitos e metapsamitos carbonosos ou não, produtos do metamorfismo em fácies xisto verde a partir de grauvas, arenitos e pelitos (Ribeiro *et al.* 2013). As principais rochas encontradas são quartzo-carbonato-mica-clorita-xisto, quartzo-mica-xistos, filito carbonoso, sericita-quartzo-xisto e formação ferrífera subordinada (Zucchetti *et al.* 1998). Segundo Porto (2008) estes litotipos formam uma

sequência turbidítica com intercalação de metapelitos e metagrauvacas, cujos predomínios variam regionalmente (Figura 2.4).

Também é observado um enxame de diques com idade ainda incerta, com orientação predominante NE-SW (Ribeiro *et al.* 2013). Segundo Porto (2008) os grupos de diques presentes na área estudada são divididos em quatro famílias, para fins de identificação, DB1, DB2, DB3 e DB4, sem que haja uma conotação cronológica associada. A espessura e o comprimento destes diques ao longo do depósito variam de unidades decimétricas a decamétricas.

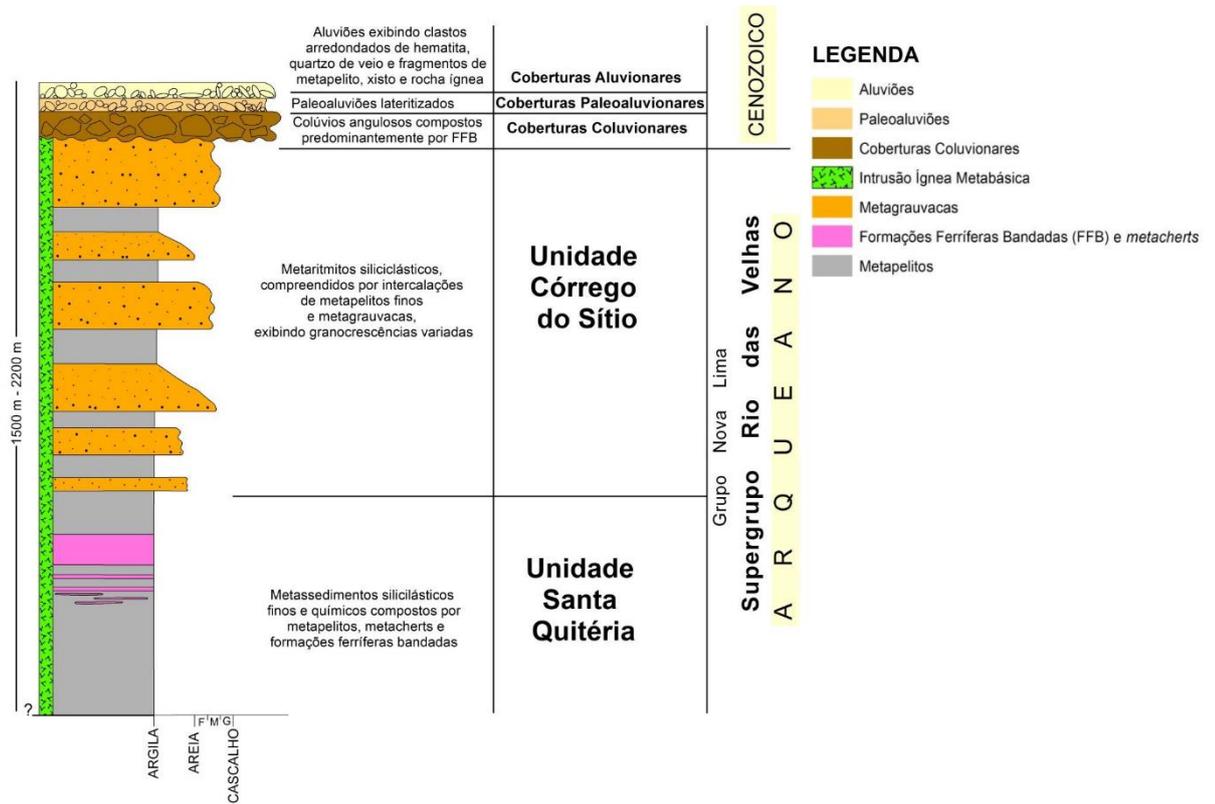


Figura 2.4 – Coluna Estratigráfica proposta para a área com espessuras estimadas. Modificado de Muniz 2017.

Lima (2012) subdivide a Unidade Córrego do Sítio em três subunidades, que incluem: (1) Superior, formada por lentes intercaladas de metagrauvacas e filitos carbonosos e micáceos; (2) Intermediária, com filitos carbonoso a micáceos e quartzo-clorita-xistos com foliação milonítica, onde é hospedada a mineralização aurífera; (3) Inferior composta por uma sequência de filitos carbonosos a micáceos, intercalados com metagrauvacas e BIF. Tais características são resumidas na Tabela 2.1

Tabela 2.1 – Resumo das principais características macroscópicas das rochas metassedimentares do Lineamento Córrego do Sítio (modificado de Lima 2012)

Unidade	Subdivisão	Litologia	Características Macroscópicas
Unidade Córrego do Sítio	Superior	Metagrauvascas intercaladas com lentes de metapelitos carbonosos e sercíticos	Predomínio de metagrauvascas com raras venulações
	Intermediária	Metapelitos carbonosos intercalados com lentes de metagrauvascas	Predomínio de metapelitos carbonosos; Veios e venulações de quartzo com sulfetos e sulfossais; Dobras apertadas a isoclinais; Zonas de cisalhamento e foliação milonítica.
	Inferior	Metapelitos carbonosos intercalados com lentes de metagrauvascas e formação ferrífera bandada	Alternância de metapelitos carbonosos com metagrauvascas; Formação ferrífera bandada intercaladas com metachert e bandas de filito carbonoso
Unidade Santa Quitéria	Indiviso	Metapelitos carbonosos, sercíticos e cloríticos e formação ferrífera bandada	Metapelitos carbonoso, sercíticos e cloríticos Dobras apertadas e transpostas Formação ferrífera bandada com forte magnetismo

2.2.1 Evolução Estrutural-Metamórfica

Segundo Alkmim & Marshak (1998) dois conjuntos de estruturas presentes na área de estudo, são importantes para o desenvolvimento da conformação tectônica local, são elas as dobras regionais de grande escala com um *trend* NE (Sinclinal Gandarela e Anticlinal Conceição) e as falhas de empurrão com vergência para oeste, relativas à orogenia Brasileira. As Unidades Santa Quitéria e Córrego do Sítio encontram-se inseridas sobre o traço axial do Anticlinal Conceição. Nesta região as rochas sofreram inversão parcial ou total durante o cavalgamento do Complexo Santa Bárbara sobre as unidades supracrustais, com um movimento de leste para oeste, ao longo do sistema de falhas Fundão-Cambotas como mostra a Figura 2.3 (Chemale Jr. *et al.* 1994; Alkmim & Marshak 1998).

As rochas do depósito exibem feições de metamorfismo regional que incluem foliação S_n paralela ao acamamento sedimentar S_0 . É comum a presença de dobras com foliação plano axial S_{n+1} . Todas essas feições são resultado possivelmente dos quatro estágios deformacionais que atuaram sobre o QF. Segundo Porto (2008) o primeiro evento deformacional, denominado D_n é caracterizado por uma foliação progressiva NNE com mergulho ESE, produzindo dobras assimétricas e isoclinais. O segundo evento, D_{n+1} , forma uma clivagem de crenulação de direção NNE, que corta a foliação regional com alto ângulo para NW. O evento D_{n+2} gera dobras suaves e pouco marcadas que arqueiam S_0 , S_n e S_{n+1} , mantendo um alto ângulo com as duas últimas. Por fim, o evento D_{n+3} é responsável por reativação de fraturas espaçadas com vergência W/NW ao longo de dobras abertas com alto ângulo vertical.

Os contatos da Unidade Santa Quitéria com as outras unidades do SGRV são, em sua maioria tectônicos, de característica compressiva com componente transpressiva gerado através de falhas de empurrão (Porto 2008; Pereira *et al.* 2013). Segundo Ribeiro *et al.* (2013) as rochas mineralizadas do Lineamento Córrego do Sítio estão associadas a zonas de cisalhamento dúctil NE-SW de movimento dextral. São citados pelo menos três eventos deformacionais atuantes na área, gerando diversas estruturas, descritas abaixo.

Segundo Porto (2008), é possível observar feições de granodecrescência, laminação, acamamento plano paralelo e estratificações cruzadas de pequena escala nos litotipos metassedimentares. Apesar da evolução policíclica de deformação impressas nas rochas dessa região, estruturas primárias ainda são preservadas. O acamamento S_0 é a principal estrutura planar encontrada nestes litotipos apresenta atitude média de $N24^\circ E/59^\circ SE$ e encontra-se dobrado pela fase de deformação S_n .

A foliação S_n apresenta direção predominante $N15-25^\circ E/61^\circ SE$, com clivagem plano axial penetrativa, marcada por clastos reorientados e uma nova geração de mica branca e outros minerais planares em rochas metassedimentares. Ocorrem também faixas com foliação milonítica, denominada S_n milonítica, que se encontra subparalela a S_n e foi interpretada como cogenética a S_n . Nos diques tal foliação é marcada por clorita. Ainda, os litotipos metassedimentares e os diques apresentam a foliação S_n penetrativa mais bem marcada em pacotes menores. Nos diques a foliação não adentra o núcleo dos corpos mais espessos, prevalecendo atuante nas bordas. Um dobramento F_n com vergência para NW também é observado formando dobras assimétricas e, em alguns casos, com zona de charneira espessa e flancos adelgaçados. Ambas estruturas, são associadas a um primeiro evento deformacional, denominado D_n (Porto 2008; Ribeiro *et al.* 2013). De acordo com Leal (2020) os diques podem ter sido gerados durante uma fase de relaxamento crustal, após um evento compressional, fazendo com que o magma aproveitasse falhas e fraturas pré-existentes para se formar.

Uma clivagem de crenulação S_{n+1} , posterior a F_{n+1} ocorre com direção $N14^\circ E/41^\circ NW$, com mergulho oposto à foliação S_n . Esta clivagem é formada no segundo evento deformacional, D_{n+1} . É mais penetrativa nos níveis metapsamíticos e pouco observada nos níveis metapelíticos e não observada nos diques. A clivagem é descontínua, com matéria carbonosa marcando seus planos e com deformação intensa nas metagrauvas promovendo reorientação mineral (Porto 2008; Ribeiro *et al.* 2013).

O terceiro evento, D_{n+2} , gera dobras suaves e pouco marcadas que arqueiam S_0 , S_n e S_{n+1} , mantendo um alto ângulo com as duas últimas. Este evento é mais bem observado em níveis próximos à superfície e diminui de intensidade conforme a profundidade aumenta. É possível observar ainda evidências de zonas de cisalhamento dúctil NE-SW atuando nas regiões de intrusão de diques máficos. A análise microscópica dessas regiões evidencia planos S-C, associados com a deformação D_n (Porto

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

2008; Ribeiro *et al.* 2013). Por fim, o último evento denominado D_{n+3} apresenta caráter compressivo e é responsável pela reativação de falhas com vergência para W/NW, transcorrente e de empurrão preexistentes. Tal fase é observada apenas em bordas de intrusões máficas através de uma foliação subparalela a S_n (Muniz 2017).

CAPÍTULO 3

METALOGÊNESE DO OURO

3.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS DEPÓSITOS DE OURO OROGÊNICO

Uma das classificações mais aceitas atualmente para os depósitos de ouro foi definida por Goldfarb *et al.* (1998) e leva em conta as principais características do ambiente de formação. O autor sugeriu a classificação de depósitos hospedados em terrenos metamórficos como do tipo “Ouro Orogênico”. Estes depósitos são caracterizados pela origem hidrotermal dos fluidos mineralizantes derivados do metamorfismo. As mineralizações podem se formar em diversas profundidades, variando de 3km a 20km. O termo “*Orogenic Gold Deposits*” (ou Ouro Orogênico) é usado para denominar as mineralizações formadas durante a deformação, que varia de compressional a transpressional, ao longo das margens de placas convergentes dos orógenos colisionais ou acrecionários (Figura 3.1). Os terrenos metamórficos são zonas complexas que sofrem espessamento da crosta continental através de acreção ou colisão. Neste contexto depósitos auríferos podem ser formados em todos os estágios da evolução de um orógeno (Goldfarb & Groves 2015).



Figura 3.1 – Ambientes tectônicos em que se desenvolvem depósitos minerais de ouro orogênico e outros tipos de depósitos. Modificado de Goldfarb *et al.* (1998).

As principais características de um depósito do tipo Ouro Orogênico incluem (i) rochas hospedeiras com grau de deformação e metamorfismo variável; (ii) baixo volume de sulfetos; (iii) alteração com assembleia constituída por carbonato-sulfeto + clorita e + sericita; (iv) fluidos mineralizadores ricos em CO₂ com valores de $\delta^{18}\text{O}$ que vão de 5 a 10‰ e, normalmente, (v) uma associação espacial com compressão em larga escala para estruturas transpressivas (Colvine *et al.*, 1984;

Hodgson 1993; Robert 1996 in Goldfarb *et al.* 2001). Os depósitos de ouro orogênico normalmente consistem de assembleias abundantes em veios de carbonato e quartzo que mostram evidências de formação de fluidos em pressões supralitostáticas. Os veios mineralizados são formados a pressões e temperaturas de crosta média, entre cerca de 1-5 kbar e 200-650°C (Groves *et al.* 1995).

Em relação às profundidades de formação da mineralização, os depósitos de ouro orogênico são subdivididos em epizonal (<6km), mesozonal (6 a 12km) e hipozonal (12 a 20km) (Figura 3.2). A maioria dos depósitos classificados como do tipo Ouro Orogênico são de fácies xisto verde (mesozonais) a fácies anfibolito (hipozonais) (Goldfarb & Groves 2015).

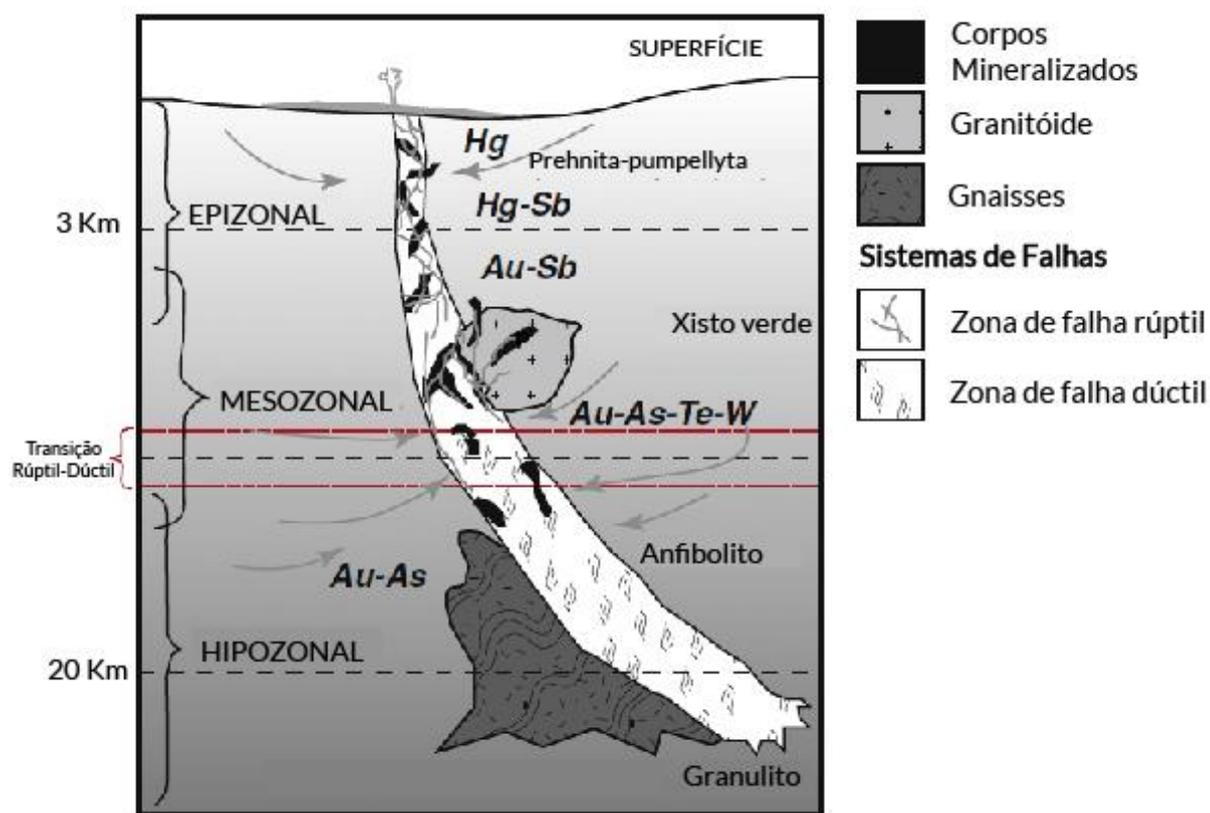


Figura 3.2 – Formação do depósito de Ouro Orogênico em diversas profundidades. Modificado de Goldfarb *et al.* (1998).

3.2 DEPÓSITOS AURÍFEROS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

De uma forma geral os depósitos auríferos do Quadrilátero Ferrífero são formados durante o Neorqueano (3.0 a 2.5 Ga). Cuiabá, Lamego, Morro Velho e Córrego do Sítio são alguns exemplos de depósitos arqueanos do QF. Nesta fase também estão classificadas as mineralizações formadas nos

blocos cratônicos a oeste da Austrália, Índia, África Central e Sul e na porção norte da América do Sul. (Lobato *et al.* 2001b).

Vial *et al.* (2007) classificou os depósitos auríferos do QF, baseado nas idades das rochas hospedeiras, em dois grupos principais: (i) depósitos hospedados em rochas arqueanas do *greenstone belt* Rio das Velhas; (ii) depósitos hospedados em rochas do Supergrupo Minas, de idade paleoproterozoica. O primeiro grupo, ainda é dividido em seis tipos de depósitos:

- 1) Ouro associado à BIF's – alternância de camadas com carbonatos e sulfetos (i.e. pirita nos depósitos de Raposos, Cuiabá e Lamego e pirrotita no depósito de São Bento), acompanhados de arsenopirita;
- 2) Ouro associado à lapa seca – caracterizado por corpos sulfetados associados a veios de quartzo. Os principais depósitos deste tipo no QF são Morro Velho, Bela Fama e Bicalho;
- 3) Ouro associado a veios de quartzo – geralmente apresentam zonas de alteração hidrotermal com corpos sulfetados, principalmente por pirita. Os principais depósitos são Juca Vieira, Descoberto, Fernandes e Carrapato de Baixo;
- 4) Ouro associado a sulfetos disseminados e veios de quartzo – os principais depósitos são Córrego do Sítio e Alto Gago;
- 5) Ouro associado a anfíbolitos – o minério é composto por uma alternância de camadas de sulfetos e anfíbólios. A principal mina é a de Pari;
- 6) Ouro associado a sulfetos disseminados – depósito Bico de Pedra.

Atualmente no QF as principais minas de ouro em atividade se concentram em depósitos auríferos arqueanos do SGRV (Ribeiro-Rodrigues & Lobato 1999). O depósito de Córrego do Sítio, hospedado em rochas metapelíticas com ouro disseminado em sulfetos e em veios de quartzo, foi classificado por Vial *et al.* (2007) como um depósito arqueano do *greenstone belt* Rio das Velhas do tipo 4.

Segundo Lobato *et al.* (2001b) cerca de 47% dos depósitos auríferos do QF estão alojados em BIF's metamorfizadas (tipo 1), 49% em lapa seca (tipo 2) e apenas 4% estão hospedadas em rochas metavulcânicas máficas, ultramáficas e metassedimentares (Figura 3.3). Os principais depósitos que perfazem estes 4% são Santana e Descoberto, na Serra Piedade, alojados em sequências vulcânicas ultramáficas, Juca Vieira, em sequências vulcânicas máficas, Engenho d'Água em sequências vulcanoclásticas e Córrego do Sítio (Cachorro Bravo e Rosalino), alojado em sequências metassedimentares clásticas (Lobato *et al.* 2001b; Vial *et al.* 2007; Porto 2008).

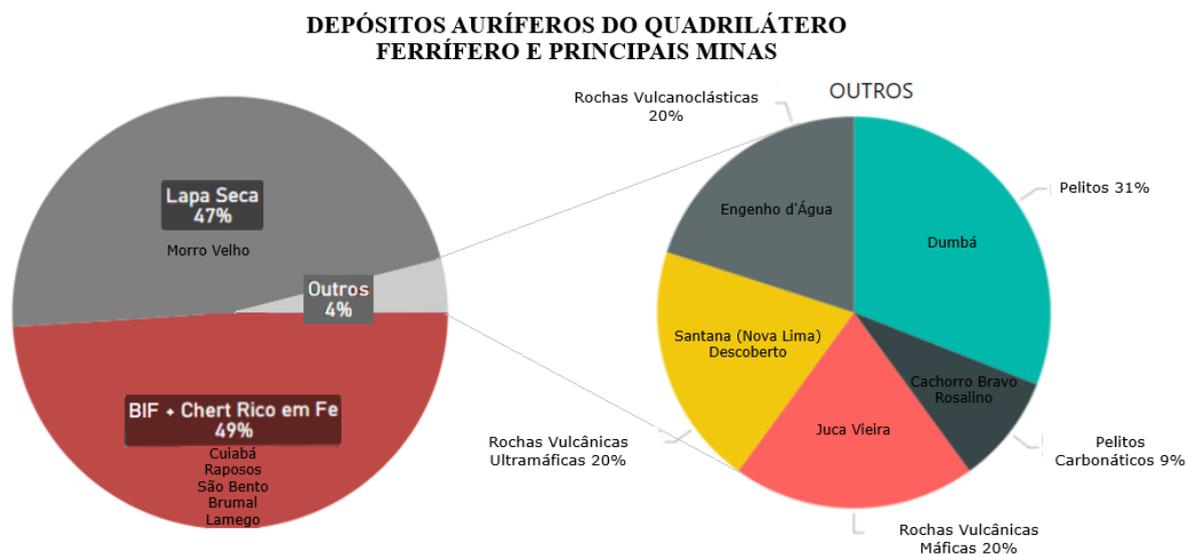


Figura 3.3 – Relação dos tipos de rochas que hospedam os diferentes depósitos de ouro no *greenstone belt* Rio das Velhas na região do Quadrilátero Ferrífero, em termos de ouro contido (modificado de Lobato *et al.* 2001b).

As características dos fluidos hidrotermais, mineralogia e geoquímica dos depósitos arqueanos do QF (i.e. Cuiabá, Lamego, Morro Velho e Córrego do Sítio) são semelhantes às características de outros depósitos arqueanos classificados como do tipo Ouro Orogênico. Estes depósitos arqueanos do QF apresentam, de forma geral, os seguintes aspectos: (i) são relacionados a eventos tectônicos de colisão; (ii) controlados por sistemas de falhas, zonas de cisalhamento e dobras; (iii) as rochas hospedeiras são variadas, incluindo BIF, granitos e rochas vulcano-sedimentares e (iv) são associadas a alteração hidrotermal com uma paragênese mineral formada por pirita, arsenopirita e pirrotita e outros sulfetos em menor proporção (Martins *et al.* 2017).

A alteração das sequências de rochas ultramáficas são dominadas por uma assembleia de talco-clorita-carbonato ferroso e carbonato ferroso-fuchsite-sulfetos-albita com clorita dominante em zonas alteração incipiente e com mica branca e sulfeto dominantes em regiões de alteração avançada. O quartzo está presente em todos os estágios de alteração, tanto nas rochas máficas quanto ultramáficas (Lobato *et al.* 2001b). Além disso a alteração hidrotermal envolve adição de H₂O, K, CO₂, S, Au, As, B e Ba (Lobato & Vieira 1998).

A influência dos eventos colisionais Transamazônico e Brasileiro no QF geraram estruturas tectônicas complexas que dificultam a definição do momento de formação do ouro no QF (Goldfarb *et al.* 2001). Lobato *et al.* (2001b) datou as mineralizações de algumas minas através de análises de Pb-Pb e U-Pb em rutilos e sulfetos relacionados à mineralização variando entre 2.71 e ≥ 2.58 Ga.

O modelo genético proposto por Lobato *et al.* (2001b) para a evolução metalogenética do QF defende que uma salinidade baixa foi responsável por reduzir um fluido metamórfico aquacarbônico. Este fluido foi canalizado através de um sistema de falhas arqueanas e de zonas de cisalhamento, em que as maiores concentrações de ouro ficam associadas a estruturas *strike-slip* de segunda ordem. Os fluidos interagiram com as rochas do *greenstone belt* Rio das Velhas, promovendo uma evolução química complexa e gerando a precipitação da alteração hidrotermal e do ouro. A mineralização, por sua vez, foi concentrada nas sequências clásticas metassedimentares, máficas vulcânicas, BIF's e lapa seca. Nas formações ferríferas a mineralização pode ter ocorrido em resposta à grande quantidade de ferro, enquanto nos pelitos carbonosos o *footwall* e o *hanging wall* atuaram como um aprisionador dos fluidos mineralizados.

3.3 O DEPÓSITO DE CÓRREGO DO SÍTIO: ESTUDOS ANTERIORES

O mapeamento geológico da região de Córrego do Sítio I mostra que a região apresenta rochas inseridas no contexto do *Greenstone belt* Rio das Velhas do Anticlinal Conceição, uma dobra homoclinal com direção NE-SW com mergulho para SE, como mostra a Figura 2.3 (Dorr *et al.* 1969). O mesmo se localiza entre o sistema de falhas Fazendão a leste, de direção NNW-SSE e o Sinclinal Gandarela a oeste com direção NE-SW (Chemale Jr. *et al.* 1994).

A Unidade Córrego do Sítio preenche a maior porção da área de estudo e da região do corpo Laranjeiras, apresentando uma associação ressedimentada formada por metaritimitos, metapelitos e metagrauvas intercaladas. A Unidade é dividida de acordo com Lima (2012) em Unidade Córrego do Sítio Inferior, Intermediária e Superior de acordo com a predominância dos litotipos presentes em cada região.

A Unidade Santa Quitéria é uma associação metassedimentar clástica-química formada por micas e clorita xistos marcados por lentes milimétricas a decamétricas, geralmente intercalados com filitos carbonosos de cor cinza escura e variada espessura. O Grupo Quebra Ossos, base do SGRV, se encontra no topo da sequência, indicando uma inversão da estratigrafia. É formado por uma associação de rochas máfica-ultramáfica composta de forma geral por lavas máficas e ultramáficas, intrusões de gabro, anortosito e peridotito. As principais minas localizadas ao longo do lineamento Córrego do Sítio são mostradas no mapa da Figura 3.4, sendo i) Rosalino; ii) Cachorro Bravo; iii) Laranjeiras e iv) Carvoaria.

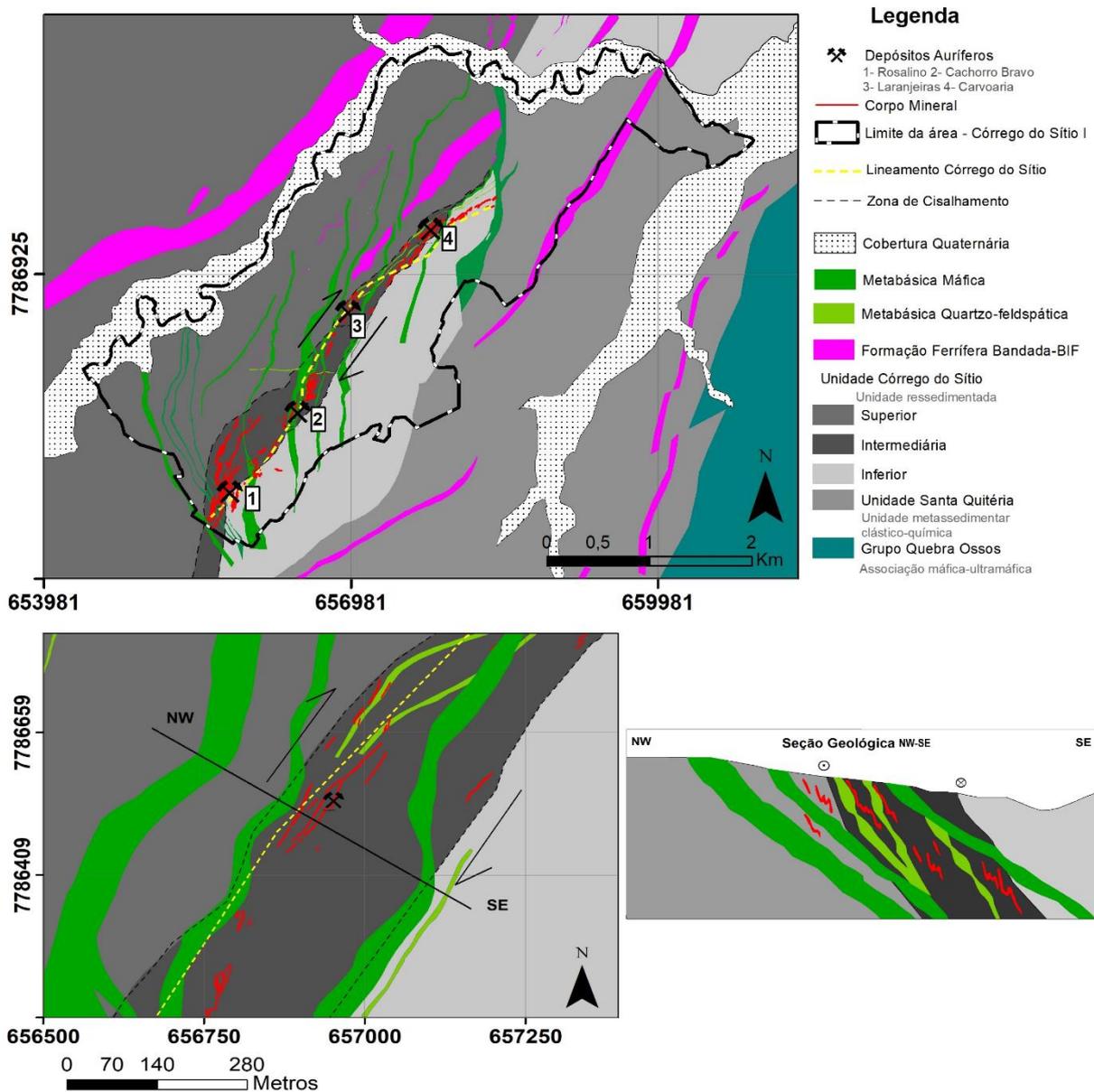


Figura 3.4 – Mapa Litológico do Lineamento Córrego do Sítio com a área de estudo em destaque. Modificado de Pereira *et al.* 2013.

Segundo Porto (2008) os diques e sills encontrados na região de estudo ocorrem em forma de enxames e servem como unidades guia de prospecção em meio à sequência metassedimentar clástica que constitui o Lineamento Córrego do Sítio. Os corpos intrusivos aparecem de forma tabular, com espessura métrica a decamétrica e continuidade quilométrica, com orientação predominante NE-SW com mergulho para SE (Porto 2008). Os corpos intrusivos são divididos em quatro famílias distintas denominadas DB1, DB2, DB3 e DB4 (Tabela 3.1). As idades destes corpos ainda são incertas e,

portanto, as nomenclaturas adotadas são dadas em relação às suas características petrográficas, exclusivamente.

Tabela 3.1 – Resumo das principais características macroscópicas dos diques (modificado de Lima 2012)

Litologia	Espessura (m)	Mineralogia		Principais Características	
		Essenciais	Acessórios	Centro	Borda
DB2/DB3	0,1 a 7	Carbonato, muscovita, quartzo, clorita e tremolita-actinolita	Pirita, pirrotita e calcopirita	Cristais médios a finos com porfiroblastos de carbonato, textura maciça a homogênea e venulações raras	
DB1	10 a 40	Hornblenda, plagioclásio, tremolita-actinolita, clorita, epidoto, carbonato, quartzo, muscovita e biotita	Magnetita, titanita, ilmenita, rutilo, pirita, pirrotita e calcopirita	Cristais grossos a médios, textura ígnea preservada e xistosidade incipiente	Cristais médios a finos, xistosidade penetrativa e <i>stockwork</i> com venulações milimétricas a centimétricas
DB4	6 a 100	Piroxênio, anfibólio, biotita, plagioclásio, clorita, quartzo, titanita e carbonato	Magnetita, ilmenita, pirita, pirrotita, apatita, calcopirita e esfalerita		

Os corpos DB1 são tabulares, com orientação N10°-30°E/50°SE, cujas espessuras variam de 10 a 50 metros, podendo atingir cerca de 100 metros, localmente (Porto 2008). O núcleo destes diques possui granulação média, maciços e pouco foliado, com as bordas de granulação mais fina e mais foliadas, apresentando um zoneamento (Pereira *et al.* 2013). Segundo Porto (2008) tais características de núcleo e borda podem variar a depender da espessura do corpo, sendo que quanto mais estreitos, mais foliados eles se encontram. A mineralogia é caracterizada pela alteração por cloritização e carbonatação subordinada, classificados como clorita xistos e metagabros (Porto 2008; Ribeiro *et al.* 2013). O contato deste dique com as rochas encaixantes metassedimentares é abrupto, geralmente marcado por um halo de alteração com clorita, sericita silicificação e sulfetação (Pereira *et al.* 2013). Ainda de acordo com Porto (2008) no corpo Cachorro Bravo os diques do tipo DB1 possuem uma relação espacial muito próxima à mineralização aurífera.

Os corpos tabulares DB2 e DB3 possuem mineralogia semelhante, porém o dique DB2 não apresenta continuidade espacial, aflorado apenas em regiões específicas da área de estudo e, devido à sua estruturação E-W, é agrupado separadamente (Pereira *et al.* 2013). Os diques DB2 são formados por dois corpos tabulares que ocorrem somente no corpo da mina Cachorro Bravo e na Cava Cristina, com direção transversal aos diques DB1 (Pereira *et al.* 2013; Porto 2008). Apresentam textura granoblástica, com a matriz bem preservada com cristais de plagioclásio alterados para mica branca e epidoto, com quartzo, carbonato, clorita e, em menor proporção, mica branca, epidoto e albita (Porto 2008).

Os corpos DB3 possuem de 0,1 a 7 metros em média e orientação NNE/75°SSE. São formados por rochas metabásicas com alteração carbonática e sericítica apresentando associação com quartzo,

mica branca, plagioclásio e clorita. A parte central do corpo é maciça e homogênea, com as bordas foliadas e venuladas. Nos contatos com as rochas encaixantes os halos de alteração apresentam carbonato, sericita, silicificação e pouca clorita. É comum a ocorrência de zonas mineralizadas proximais aos contatos com esses corpos. (Ribeiro *et al.* 2013; Pereira *et al.* 2013).

Os corpos DB4 apresentam composição metabásica, com alteração por cloritização e relictos de piroxênio (Ribeiro *et al.* 2013). Sua direção é NW-SE, apresenta espessura de cerca de 60 metros e textura lepidogranoblástica, com cristais de anfibólio preservados (Porto 2008). O dique DB4 é o mais preservado dos quatro diques e aflora no contato entre as unidades Santa Quitéria e Córrego do Sítio, no extremo nordeste da área (Porto 2008).

Em terrenos *greenstone belts* arqueanos é comum a formação de veios de quartzo auríferos, denominados *lode gold*, característicos de terrenos de baixo a médio grau metamórfico formados em cinturões supracrustais deformados de todas as idades geológicas (Hodgson 1993). Boa parte do ouro se associa aos minerais de alteração da rocha encaixante que pode aparecer incluso em pirita, pirrotita e arsenopirita e berthierita. O corpo Laranjeiras, no depósito Córrego do Sítio, constitui-se por um conjunto de corpos de minério caracterizados por veios de quartzo do tipo *lode gold* e por microlentes anastomosadas em quartzo-sericita-xistos carbonosos ou metagrauvascas da Unidade Córrego do Sítio (Lima 2012).

A mineralização de ouro orogênico no Lineamento Córrego do Sítio é controlada pela alteração hidrotermal que resultou na alteração dos minerais primários para clorita, carbonato, sericita e sulfetos (Ribeiro *et al.* 2013). Lima (2012) classificou cinco texturas minerais onde podem ocorrer ouro no depósito Córrego do Sítio, são elas: (1) ouro livre e *electrum* disseminado em veio de quartzo-carbonato; (2) ouro incluso em arsenopirita, ocorrendo de forma disseminada e paralela à foliação Sn, associada a porções micáceas da rocha; (3) ouro incluso em berthierita; (4) ouro incluso em pirita e pirrotita, disseminados e paralelos à foliação Sn nas porções micáceas da rocha; (5) ouro incluso em silicatos (quartzo ou micas). A Figura 3.5 mostra alguns exemplos de mineralização encontrados na área de estudo.

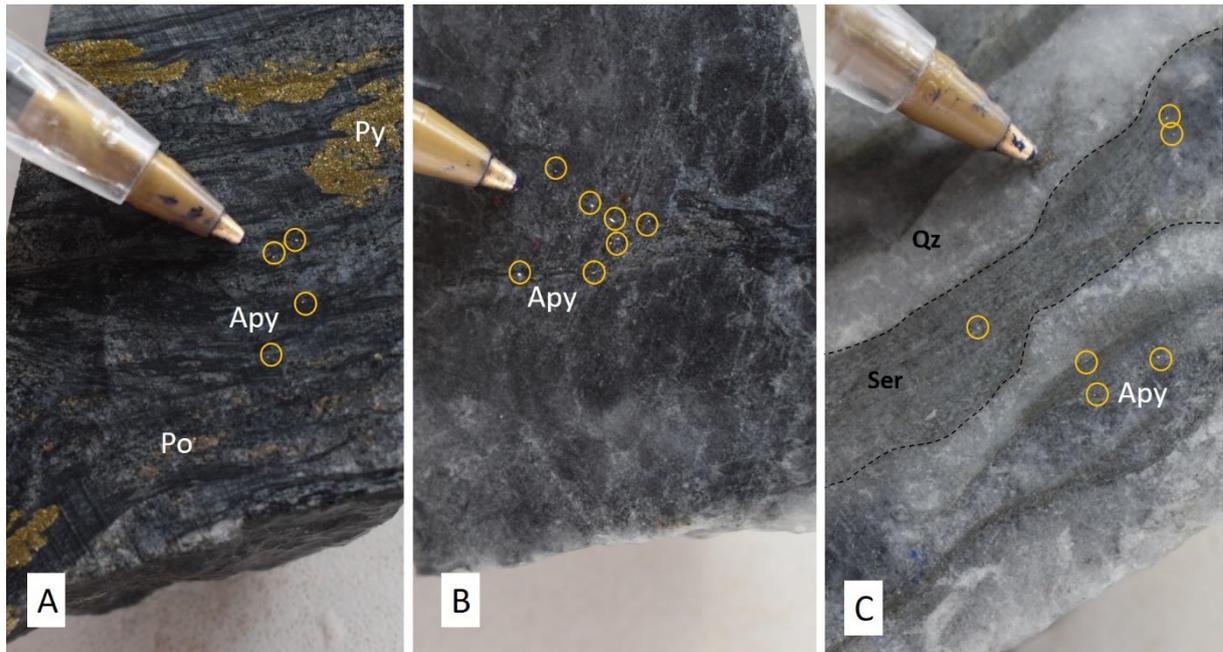


Figura 3.5 – Principais estilos de mineralização encontrados com ouro incluído na arsenopirita (área circulado na imagem), disseminado, ocorrendo em vênulas de minerais micaceos. a) Metapelito com pirita (Py) e pirrotita (Po) disseminadas na rocha. b) Veio de quartzo com ouro electrum em arsenopirita. c) Quartzo-sericita milonito com vênulas de quartzo (Qtz) e Sericita (Ser) com ouro incluído em arsenopirita.

Porto (2008) e Lima (2012) classificam três faixas mineralizadas nesta mina, denominadas séries 300, a mais importante, 200 e 100. O corpo de minério da série 300 pertence à unidade Córrego do Sítio intermediária e corresponde aos veios de quartzo com carbonato do tipo *lode gold* contendo ouro livre, berthierita e arsenopirita, além de outros sulfossais. A série 200 encontra-se no centro da Unidade Córrego do Sítio e é representado por venulações de quartzo intercaladas com lâminas da rocha encaixante, com textura laminada, acompanhando a foliação principal. Por fim, o corpo de série 100 pertence à subunidade Córrego do Sítio inferior e é marcado por lentes de minério hospedadas em metagrauvas e sericita-quartzo xistos com feições de brecha e *stockwork*.

O ouro em Córrego do Sítio parece apresentar quatro paragêneses minerais principais, que incluem (i) pirita + pirrotita; (ii) arsenopirita + pirrotita + pirita com texturas finas e orientadas; (iii) arsenopirita com pirrotita e sulfossais em veios de quartzo e (iv) pirita grossa pervasiva em todas as rochas hospedeiras (David 2006). A arsenopirita do segundo estágio pode ter sido gerada por um processo de substituição da pirita do primeiro estágio, induzido por um evento metamórfico ou térmico, gerando uma circulação de fluidos ricos em ferro através dos metapelitos. Um terceiro evento cristalizou a segunda geração de arsenopirita e sulfossais, como berthierita, em veios de quartzo. A pirita grossa formada no último estágio se formaria em um último evento hidrotermal Neoproterozoico (David 2006).

Segundo Porto (2008) a arsenopirita é formada a partir do consumo da pirita ou da pirrotita. A arsenopirita originada a partir do consumo da pirrotita só ocorre nas lentes da série 200, que se encontram junto aos diques. Já a arsenopirita gerada a partir da pirita só ocorre em lentes mineralizadas distantes dos diques metamáficos, associados a veios de quartzo fumê com berthierita e estibinita.

Análises de inclusões fluidas realizadas por Ribeiro *et al.* (2013) sugerem que o corpo Carvoaria, pertencente ao lineamento Córrego do Sítio, formou-se a partir de um fluido mineralizante aqua-carbônico, de baixa a média salinidade com temperatura mínima de deposição para o ouro de $330 \pm 17^\circ\text{C}$, que são valores típicos de um depósito de Ouro Orogênico. Os dados de P e T das inclusões fluidas analisadas no corpo Carvoaria, sugerem que o mesmo foi formado em um ambiente crustal mesozonal (Ribeiro *et al.* 2013).

Estudos da composição isotópica Pb,Sr e Nd feitos por David (2006) mostram que os fluidos mineralizantes tem sua fonte nas rochas hospedeiras do depósito, que passaram por eventos metamórficos e hidrotermais a 2.2-2.0Ga superpostos a ~600Ma. Sugere-se ainda que os metais formadores do minério depositaram-se em 2.2Ga provenientes das BIF do tipo São Bento, remobilizados por fluidos através de falhas reversas.

4.1 GEOLOGIA DO DEPÓSITO DE CÓRREGO DO SÍTIO

Tendo em mente o contexto das mineralizações e os estudos anteriores acerca do lineamento Córrego do Sítio, apresenta-se neste capítulo a descrição detalhada dos testemunhos de sondagem utilizados no trabalho, bem como as descrições microscópicas das amostras coletadas.

A descrição detalhada e sistemática dos testemunhos de sondagem permitiu definir quatro litotipos predominantes que incluem uma sequência de rochas metassedimentares representadas por metapelitos e metagrauvas. São reconhecidos também ao menos duas gerações de diques que cortam as rochas metassedimentares. A partir da descrição feita faz-se uma correlação com o que foi apresentado no item anterior, na Tabela 3.1. Os diques encontrados nos testemunhos são representados por um dique máfico (DB1) e um dique quartzo-feldspático (DB3). A Figura 4.1 representa um perfil esquemático, da zona distal da mineralização e da zona mineralizada, construído a partir das informações macroscópicas coletadas no testemunho de sondagem UCS4908A.

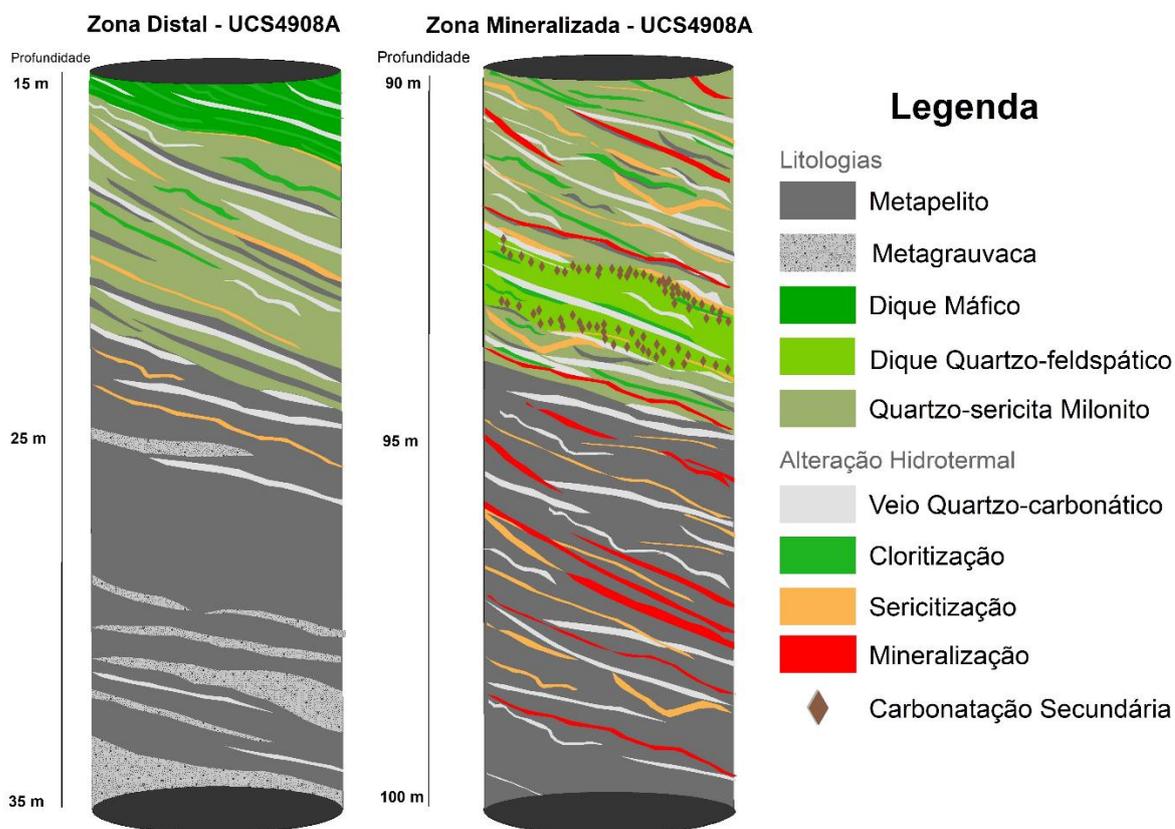


Figura 4.1 – Log esquemático do testemunho de sondagem UCS4908A do depósito Córrego do Sítio utilizado no estudo. As zonas mineralizadas (em vermelho) são formadas por vênulas de quartzo e *fronts* de alteração sericítica.

As mineralizações se concentram principalmente nos quartzo-sericita milonitos em contato com as os diques quartzo-feldspáticos. São observadas também, em uma porção mais distal dos diques, corpos mineralizados associados a metapelitos de venulação intensa e a metagrauvascas com sericitização alta. A Figura 4.2 mostra um perfil esquemático do corpo Laranjeiras na região de cota 442m com a distribuição dos principais litotipos e corpos mineralizados.

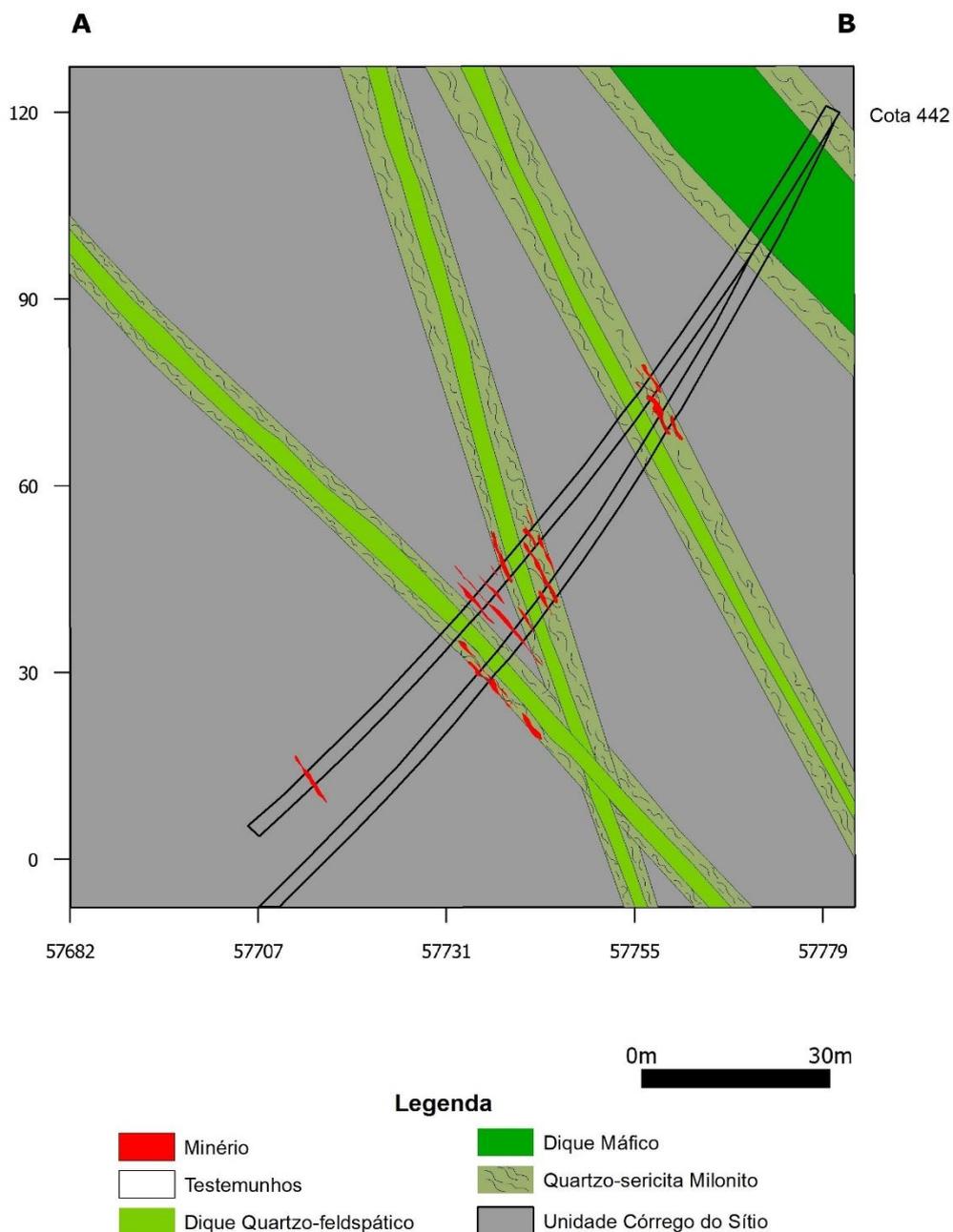


Figura 4.2 – Seção esquemática da região de cota 442m do corpo Laranjeiras, construída a partir dos testemunhos de sondagem utilizados no estudo petrográfico.

4.1.1 Metapelito

As rochas metapelíticas constituem um pacote de rochas de cor cinza escura a preta, granulação muito fina a fina com textura lepidogranoblástica e granolepidoblástica. Essas rochas exibem uma foliação S_n possivelmente paralela à S_0 . Em alguns locais é possível perceber dobras plano axiais S_{n+1} . É comum a ocorrência de intercalações com as metagrauvas, por vezes em pacotes rítmicos. Nas regiões onde há a presença de metagrauvas a granulação varia de fina a média.

Embora na maioria das vezes seja possível reconhecer os pacotes de metapelitos com estruturas primárias e S_n e S_{n+1} preservadas, estruturas de cisalhamento (i.e. foliação milonítica) comumente modificam os metapelitos. Em geral, a milonitização é acompanhada de minerais de alteração, venulações quartzo-carbonáticas e sulfetos.

A deformação das vênulas quartzo-carbonáticas varia de pouco deformado a intensamente deformados (Figura 4.3a-c). Nas regiões menos deformadas a venulação é fraca e espaçada. Ocorrem também veios espessos de quartzo leitoso com carbonato de até 20 milímetros, acompanhando as foliações S_n e S_{n+1} . Estes veios variam de espessura ao longo dos metapelitos, podendo ser representado por laminações milimétricas ou vênulas centimétricas.

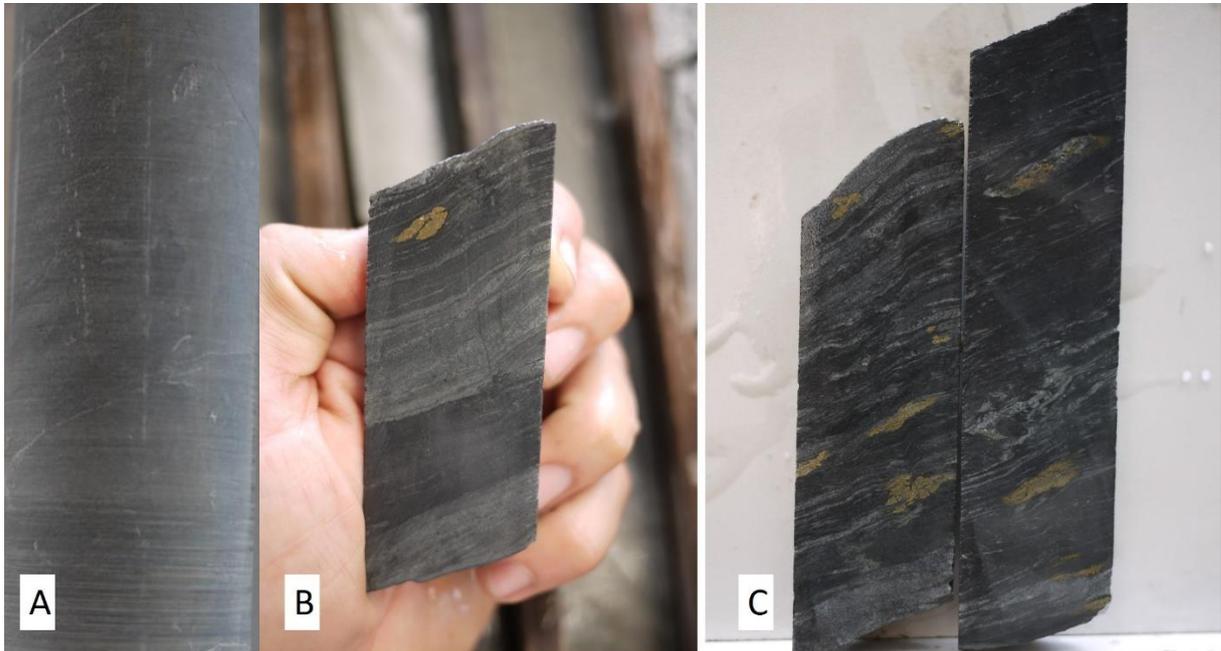


Figura 4.3 – Principais aspectos macroscópicos das rochas metapelíticas. a) Feição de Metapelito indeformado com venulação quartzo-carbonática fraca. b) e c) Metapelito milonitizado com diferentes intensidades de deformação observada em veios de quartzo e carbonato e pirita disseminada.

A foliação é marcada por muscovita (20% - 30%) com proporção variada ao longo das lâminas. A matriz é fina a média e formada por carbonato (20% - 30%), quartzo (30-40%), muscovita e plagioclásio (15%). Os grãos de quartzo mostram contatos poligonais e de forma xenomórfica, enquanto os grãos de carbonato são idiomórficos. A muscovita marca a foliação principal da rocha, com *fronts* de alteração por vezes crenulados que se intercalam com a matriz quartzo feldspática, formando laminações altamente dobradas e deformadas (Figura 4.4 a-d). Os *fronts* de alteração hidrotermal de muscovita estão associadas à quartzo, plagioclásio e sulfetos, principalmente à arsenopirita.

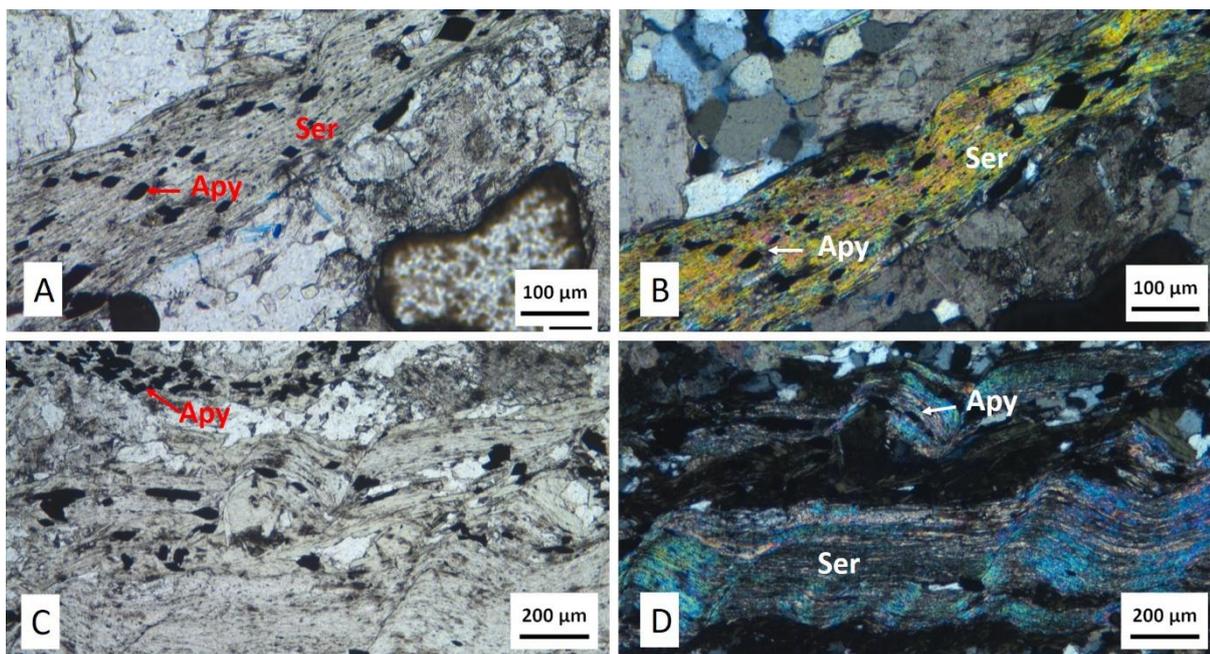


Figura 4.4 – a) e b) Metapelito com matriz quartzo-carbonática e vênulas de muscovita marcando a foliação principal com presença de arsenopirita. c) e d) Vênulas de muscovita crenulada. Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana (a e c) e luz polarizada cruzada (b e d).

A ocorrência de pirita e arsenopirita é baixa onde a deformação (i.e. milonitização) é menos intensa. A arsenopirita ocorre nas regiões onde ocorre o processo de milonitização. Nas porções com baixa deformação os sulfetos ocorrem em cristais anédricos de até 10 milímetros. Nas regiões mais intensamente deformadas, a concentração de veios de quartzo e a quantidade de pirita aumentam. Os cristais de pirita nessas zonas apresentam feições de deformação, por vezes ocorrendo um estiramento que acompanha os veios quartzo-carbonáticos.

Os principais minerais acessórios observados nos metapelitos são pirita, pirrotita, arsenopirita, clorita, titanita e opacos, todos com abundância menor que 5%. A arsenopirita é abundante, possui formato idiomórfico e se concentra ao longo dos *fronts* micáceos em grande quantidade. A pirita e a pirrotita são em sua maioria anédricas e se encontram sobrecrecidas na matriz e nos veios de quartzo e nas bandas de muscovita. A titanita perfaz menos de <5% da rocha e ocorre como mineral acessório.

4.1.2 Metagrauvaca

A metagrauvaca ocorre em intercalação com porções milimétricas a métricas de metapelitos de textura granolepidoblástica e granulação muito fina. Esta rocha possui coloração cinza claro, caráter arenoso com textura variando de granoblástica a granolepidoblástica e granulação variando de muito fina a fina. No contato da metagrauvaca com o metapelito pouco deformado é possível observar, em algumas porções da rocha, o acamamento sedimentar preservado (S_0) (Figura 4.5).

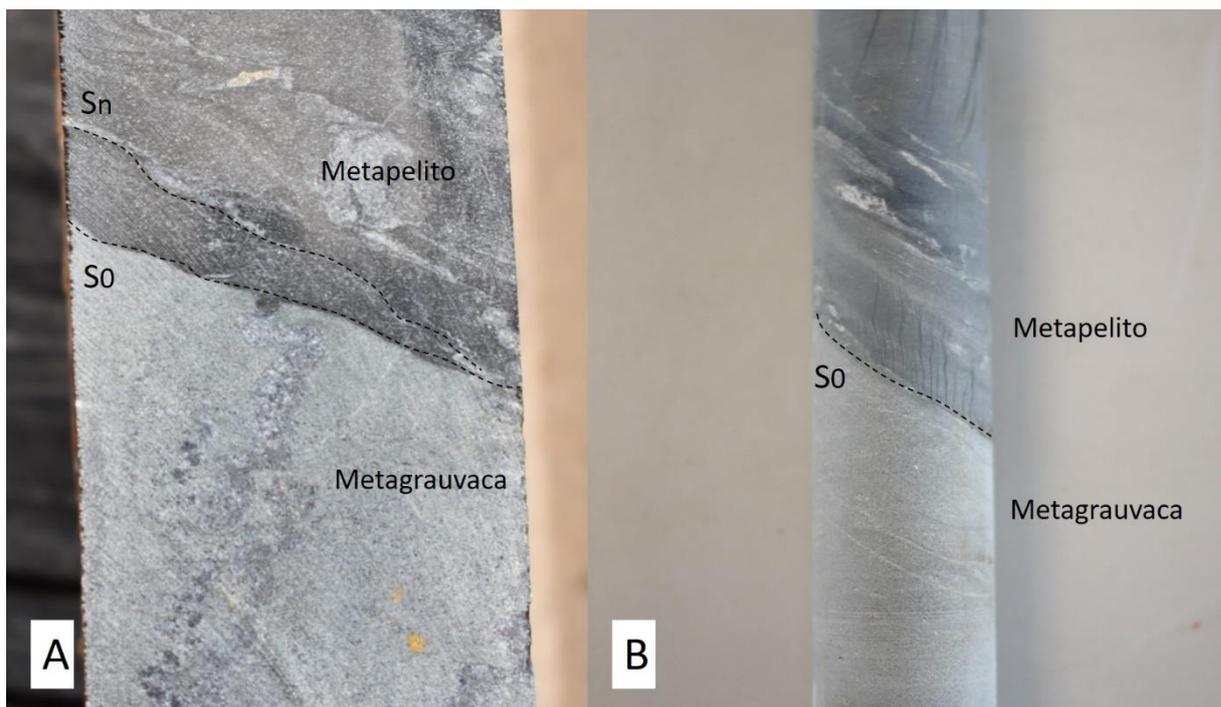


Figura 4.5 – Aspectos macroscópicos em testemunho de sondagem das metagrauvas. a) Contato entre a metagrauvaca e o metapelito venulado com o acamamento sedimentar (S_0) bem marcado e apresentando obliquidade à foliação principal (S_n). b) Contato entre a metagrauvaca e o metapelito psamítico com venulação fraca com o acamamento sedimentar (S_0) bem marcado.

A metagrauvaca também pode ser observada associada a veios de quartzo fumê, leitoso e carbonatos com venulação intensa, porém se apresenta pouco dobrada e deformada. A venulação de quartzo e carbonato nas metagrauvas é moderada com deformação de moderada a baixa. A sulfetação ocorre por pirita e pirrotita anédricas acompanhando a venulação em S_n .

Nas regiões com textura granolepidoblástica ocorrem lentes sericíticas milimétricas a centimétricas com textura granolepidoblástica e granulação média. Nessas zonas geralmente são encontradas magnetita, pirita e pirrotita.

4.1.3 Dique Máfico (DB1)

O dique máfico é uma rocha de coloração verde escuro com textura granoblástica e granulação média. As extremidades da rocha, próximas ao contato, são de cor cinza escuro com baixa concentração de clorita. A região central, com maior concentração de clorita, possui cor verde escura (Figura 4.6a-b). A venulação de quartzo é fraca, espaçada e moderadamente deformada com orientação Sn. Alguns veios possuem orientação próxima à da foliação Sn+1. Os carbonatos são milimétricos, anédricos a subédricos, mais expressivos no centro da rocha e menos expressivo nas bordas, próximo ao contato com a encaixante. A presença de pirita é pouco expressiva, com tamanhos variando de 0,3 mm a 10 mm. Também é possível observar cristais milimétricos de magnetita euédrica a subédrica de até 5 milímetros. O contato com o quartzo-sericita milonito por vezes é marcado por um halo de alteração de clorita.

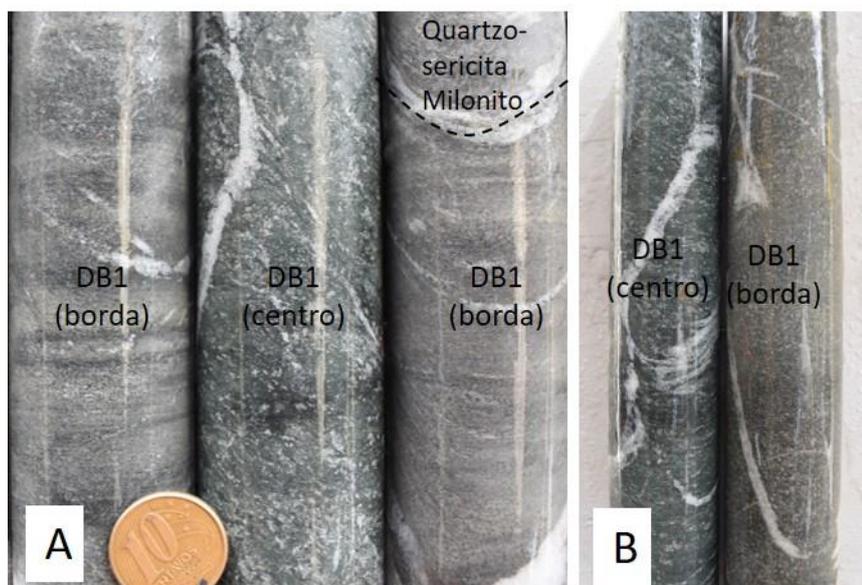


Figura 4.6 – a) e b) Rocha máfica com coloração verde e carbonatação e cloritização mais intensa no centro e mais fraca nas bordas.

Observa-se foliação intensa marcada por clorita (50%-65%), actinolita (10%-15%) e epidoto (10% - 15%) contornando grãos de quartzo (10%-20%), plagioclásio (5%-10%) e carbonato (10%-15%) como mostra a Figura 4.7a e 4.7b. Alguns cristais de plagioclásio apresentam macla do tipo carlsbad. A quantidade de titanita é representativa (15%), com formato subdiomórfico a xenomórfico associado aos veios quartzo carbonáticos.

A clorita perfaz grande parte da rocha, marcando a foliação, associada à actinolita e ao epidoto (zoisita; Figura 4.7 c e d). Finos cristais de epidoto são observados associados ao anfibólio e à clorita.

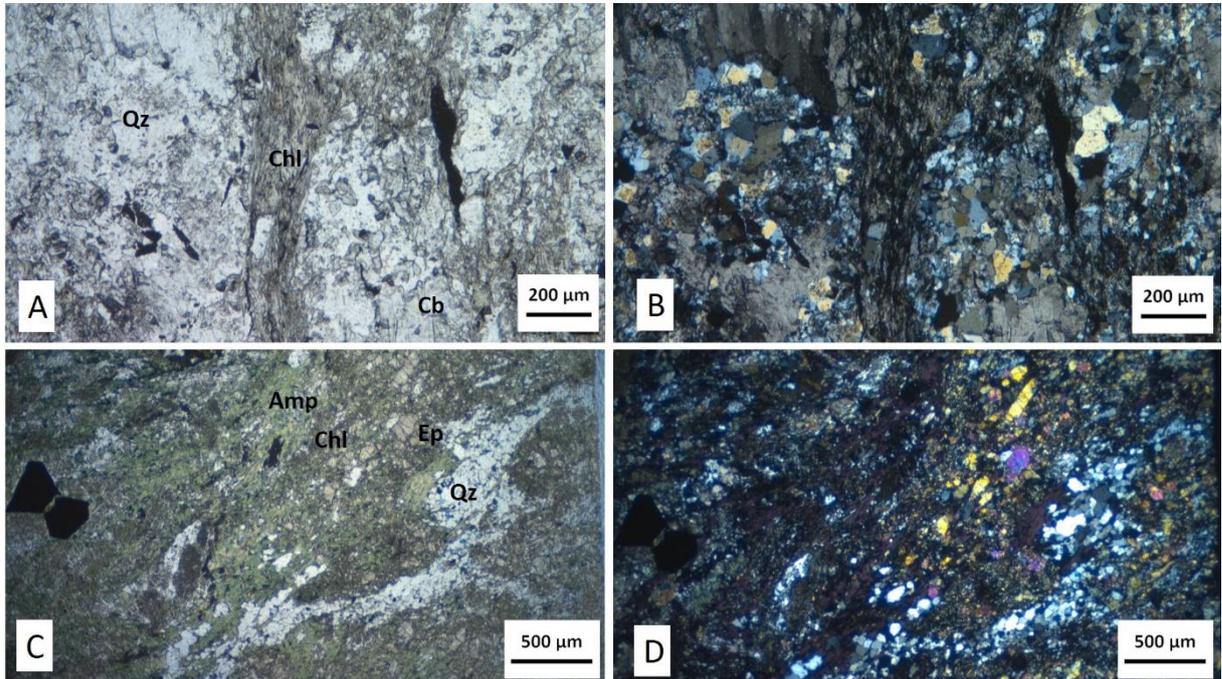


Figura 4.7 – a) e b) Rocha máfica de caráter de borda com cloritização baixa (Chl) e baixa quantidade de anfibólio e abundância em matriz formada por quartzo (Qz) e Carbonato (Cb). c) e d) Rocha máfica com grande quantidade de zoisita (Ep), actinolita (Amp) e clorita (Chl) e pequenas venulações de quartzo (Qz). Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana (a e c) e luz polarizada cruzada (b e d).

A mineralogia acessória inclui pirita, pirrotita, calcopirita e magnetita. A pirita, calcopirita e a pirrotita são anédricas e ocorrem de forma disseminada na rocha. A magnetita possui formato idiomórfico a subidiomórfico e também se encontra disseminada ao longo da rocha (Figura 4.8a-b).

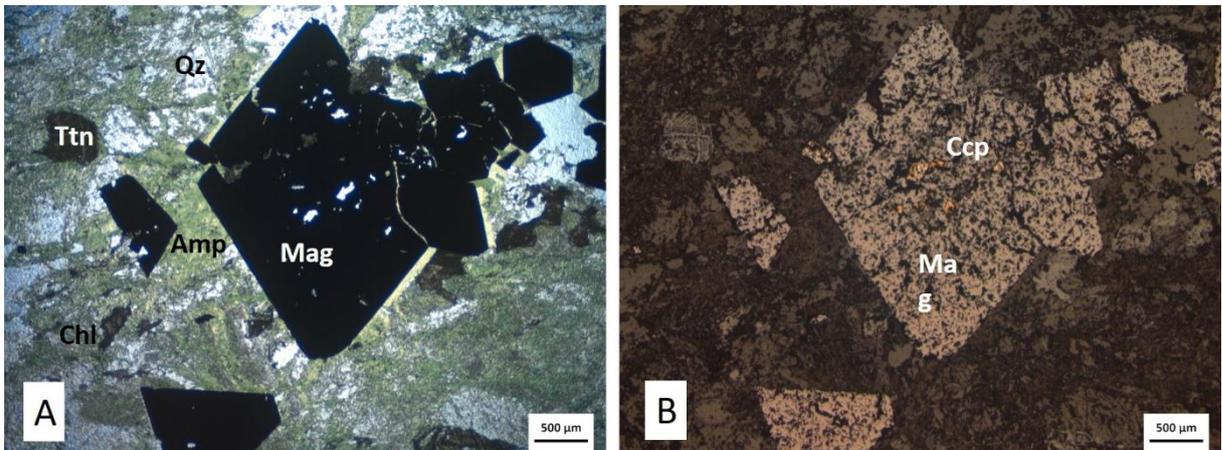


Figura 4.8 – a) Fotomicrografia de luz transmitida, luz polarizada plana de magnetita euédrica associada à titanita em rocha máfica. b) Fotomicrografia de luz refletida, luz polarizada plana de magnetita associada à calcopirita.

4.1.4 Dique quartzo-feldspático (DB3)

O dique quartzo-feldspático apresenta cor cinza, textura granoblástica e granulação média. O dique corta tanto a sequência de metapelitos quanto a sequência de metagrauvas. Apresenta grande quantidade de cristais grossos de carbonato idiomórfico, com tamanho médio de 5 mm.

A carbonatação se torna menos intensa no centro como mostrado na Figura 4.9a-b. A venulação de quartzo leitoso é fina, pouco abundante e espaçada acompanhando a foliação principal. A sulfetação por pirita e pirrotita ocorre de forma anédrica, milimétrica e centimétrica concentradas próximas às venulações de quartzo, porém é pouco expressiva. Também é observada a presença de minerais opacos milimétricos e cristais de quartzo cristalino de 1 mm a 5 mm.



Figura 4.9 – Variação composicional ao longo da rocha quartzo-feldspática. a) Bordas com grande concentração de carbonatos (Cb) bem formados. b) região central com carbonatação menos intensa.

As zonas mais centrais do DB3 são marcadas por um incremento na deformação associado à uma intensa sericitização e cloritização. Por vezes, essas zonas podem apresentar veios de quartzo leitoso espessos. Há um aumento gradual na deformação e na alteração hidrotermal até porções onde já não são reconhecidas feições do DB3. Nessas porções, a rocha exibe textura lepidoblástica, fortemente deformada e com teores elevados de ouro, denominada de quartzo-sericita milonitos (ou ZTP, Figura 4.10a-c).

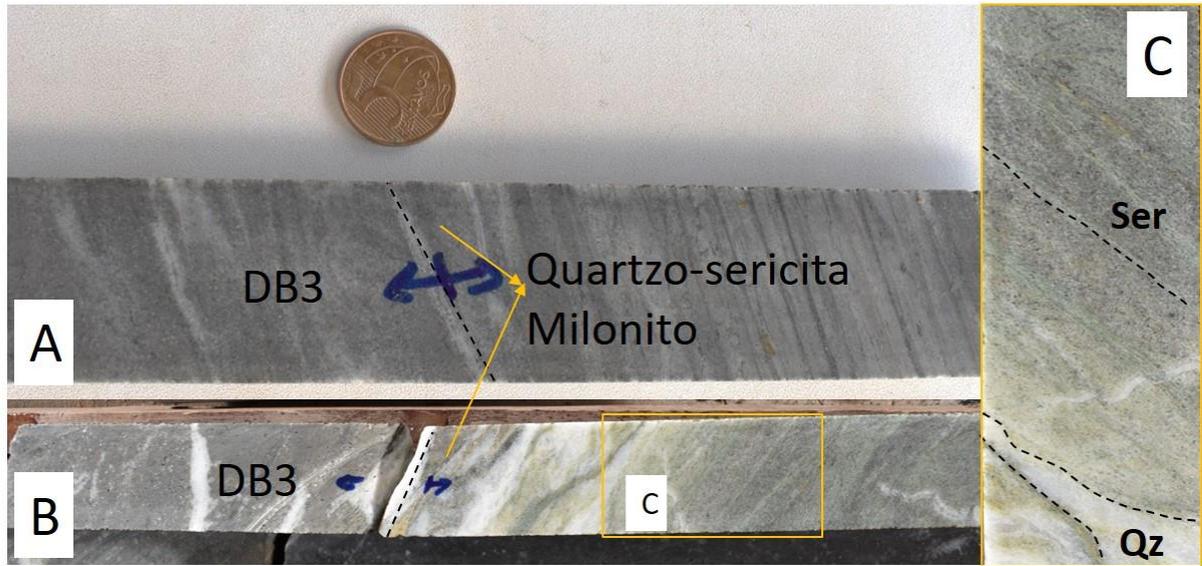


Figura 4.10 – Transição do dique quartzo-feldspático (DB3) para uma rocha de textura lepidogranoblástica (Quartzo-sericita Milonito). a) Contato gradacional entre a rocha quartzo-feldspática e o quartzo-sericita milonito. b) Contato abrupto entre a rocha quartzo-feldspática e o quartzo-sericita milonito marcado com venulações intensas de quartzo e sericita. c) Zoom nas lentes sericíticas e nas venulações de quartzo próximas ao contato.

A matriz é composta por quartzo (30%), Fe-clorita (15%- 25%), muscovita (10%), plagioclásio (15%) carbonato (15%-20%) e zoisita (5%) com suas porcentagens variando em cada rocha. A Fe-Clorita perfaz grande parte da matriz, cortando minerais como o quartzo e o plagioclásio e determinando a foliação da rocha (Figura 4.11). O plagioclásio está presente na matriz e nos veios de quartzo da rocha e pode apresentar macla do tipo carlsbad em alguns casos (Figura 4.11 c). Em alguns locais é possível encontrar o plagioclásio sendo alterado para muscovita (sericitização) e epidoto (saussuritização).

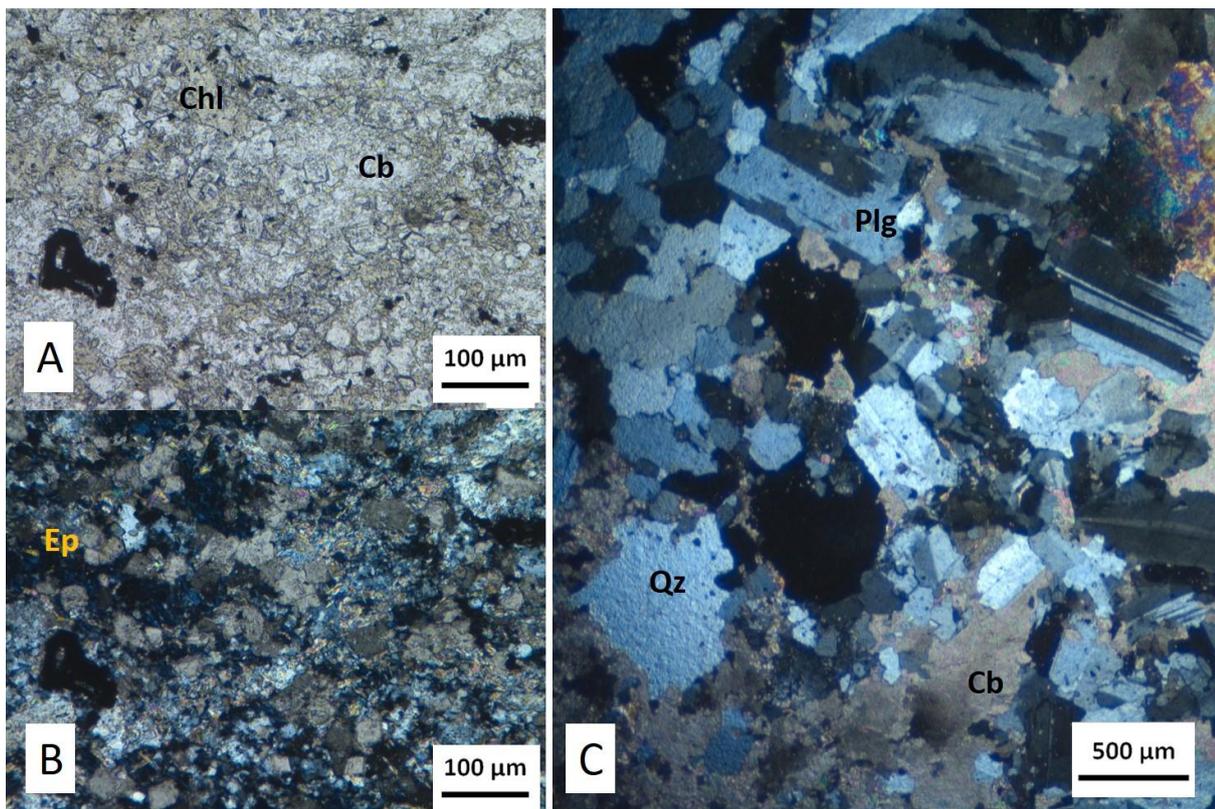


Figura 4.11 – a) e b) Rocha quartzo-feldspática com matriz composta de quartzo, plagioclásio e carbonato (Cb) cortado por *fronts* de alteração de clorita (Chl) com pequena quantidade de epidoto (Ep). c) Cristais de plagioclásio maclado na matriz quartzo-carbonática. Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana (a) e luz polarizada cruzada (b e c) da lâmina VCS3758-1.

O carbonato presente na matriz é subdiomórfico a xenomórfico. É possível observar também uma segunda geração de carbonato idiomórfico a subdiomórfico sobrepondo a matriz e a cloritização em algumas lâminas. Estes carbonatos não são cortados pela cloritização que marca a foliação principal, porém apresenta inclusões de muscovita (Figura 4.12 a, b). O carbonato presente nos veios apresenta extinção ondulante e formato xenomórfico. A muscovita presente na matriz da rocha possui grãos formados a partir da alteração do plagioclásio. Ela se associa à geração mais tardia de carbonato que sobrepõe a matriz. Quando sobrepõe outros minerais, apresenta pelo menos duas orientações preferenciais: uma perpendicular à foliação principal da matriz e outra oblíqua à matriz (Figura 4.12 c, d).

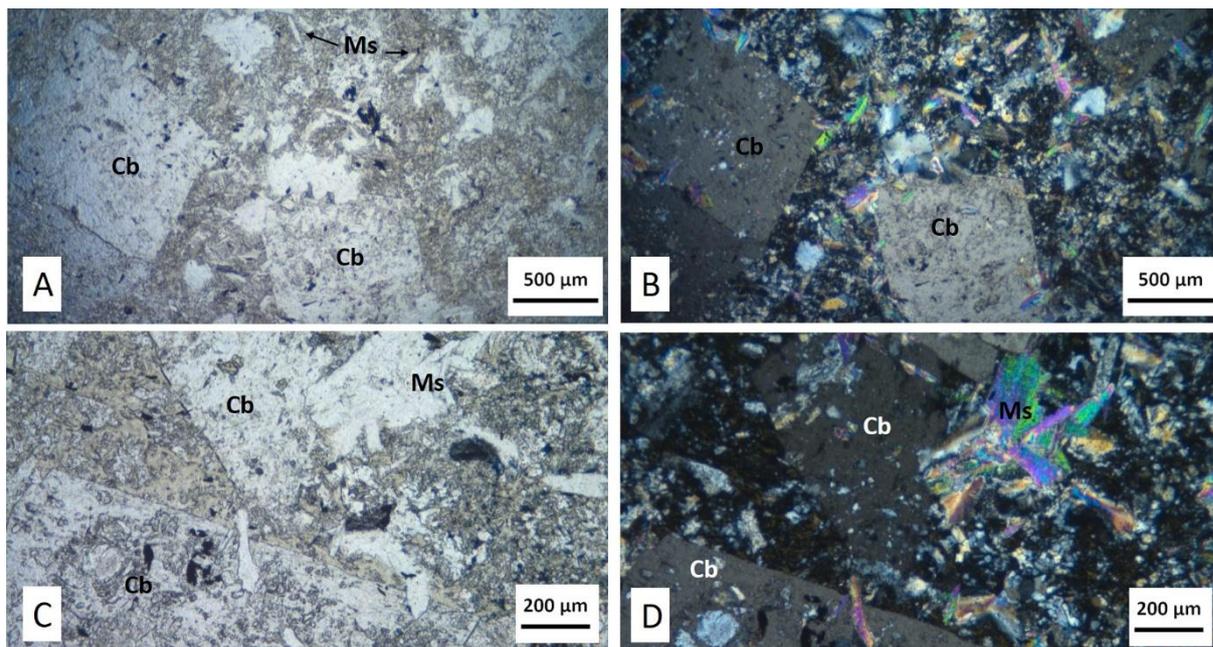


Figura 4.12 – a) e b) Rocha quartzo-feldspática com geração de carbonatos idiomórfico (Cb) sobrepondo a matriz quartzo feldspática. c) e d) Cristais de carbonato sobrepondo a matriz com geração de muscovita associada (Ms). Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana (a e c) e luz polarizada cruzada (b e d).

A pirita, pirrotita, esfalerita e calcopirita são minerais acessórios da rocha e se encontram disseminados. A pirita, apesar de pouco abundante, apresenta formato idiomórfico a subidiomórfico. A esfalerita possui tamanho $<0,5\text{mm}$ e formato xenomórfico, por vezes preenchendo fraturas ao longo da geração de carbonatos que sobrepõe a matriz. A calcopirita é anédrica, pouco abundante e de tamanho milimétrico e se encontra disseminada ao longo de toda a rocha.

4.1.5 Quartzo-sericita milonito

O quartzo-sericita milonito ocorre especialmente entre diques e sequências de rochas metasedimentares e é marcado por porções fortemente milonitizadas associadas à um intenso processo de alteração hidrotermal (Figura 4.13). São nessas zonas que se encontram os maiores teores de ouro associados a intensa deformação e alteração hidrotermal.

O quartzo-sericita milonito em borda do dique quartzo-feldspático (DB3) possui cor verde clara, textura granolepidoblástica e lepidogranoblástica e granulação muito fina. Essa zona é marcada pelo desenvolvimento de uma foliação milonítica penetrativa associada a minerais de alteração hidrotermal (i.e. sericita, carbonato e sulfetos).

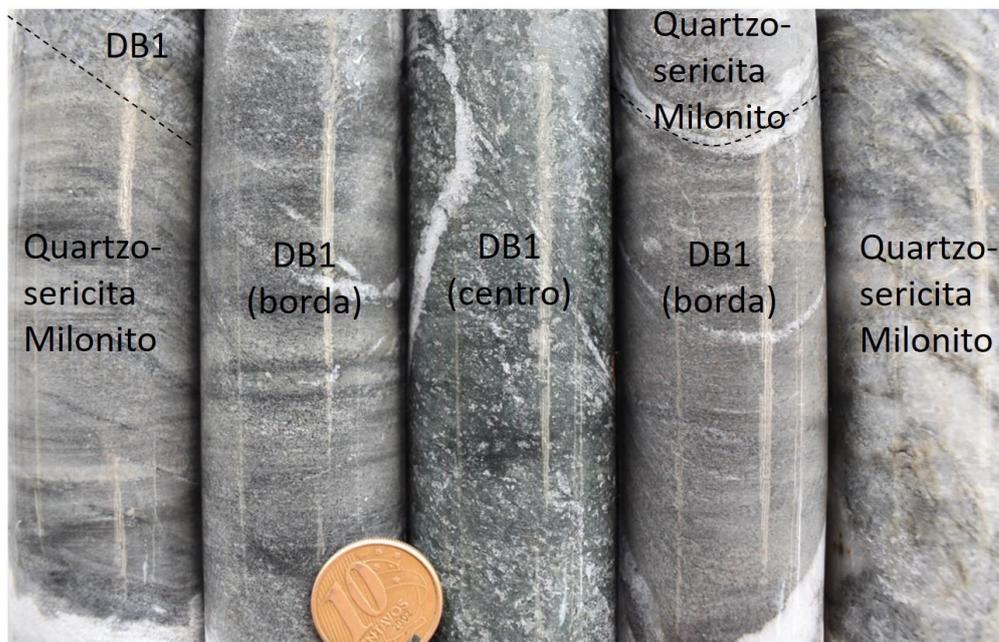


Figura 4.13 – Quartzo-sericita milonito em borda de rocha máfica (DB1) com contato sutil, marcado pela linha tracejada.

A sericitização é alta nas porções mineralizadas, com deformação variando de média a alta em veios que acompanham Sn (Figura 4.14 a). A venulação de quartzo leitoso é fraca, espaçada e pouco deformada, geralmente acompanhada por carbonatos. Ocorre a presença de pirita e pirrotita, centimétrica e milimétrica e moderadamente estirada, e arsenopirita euédrica e muito fina. A berthierita ocorre de forma granular presente nos veios sericíticos e de quartzo fumê. O contato com o dique quartzo-feldspático pode ocorrer de forma abrupta, marcado por um *front* de alteração sericítico (Figura 4.15 b) ou de forma gradacional (Figura 4.14 c).

Adicionalmente, o quartzo-sericita milonito também ocorre em borda de dique máfico (DB1) caracterizado por uma rocha de coloração verde claro com textura granolepidoblástica e granulação que varia de muito fina a média. A intensidade de deformação e os padrões hidrotermais associados são muito semelhantes aos desenvolvidos no quartzo-sericita milonito adjacente ao DB3.

O contato com o dique máfico por vezes é gradual (Figura 4.13). A venulação de quartzo e carbonato é fraca e pouco deformada, seguindo predominantemente a foliação principal (Sn), por vezes orientados segundo Sn+1. A sericitização ocorre em vênulas de espessura centimétrica e milimétrica em Sn com intensidade variando de moderada a baixa.

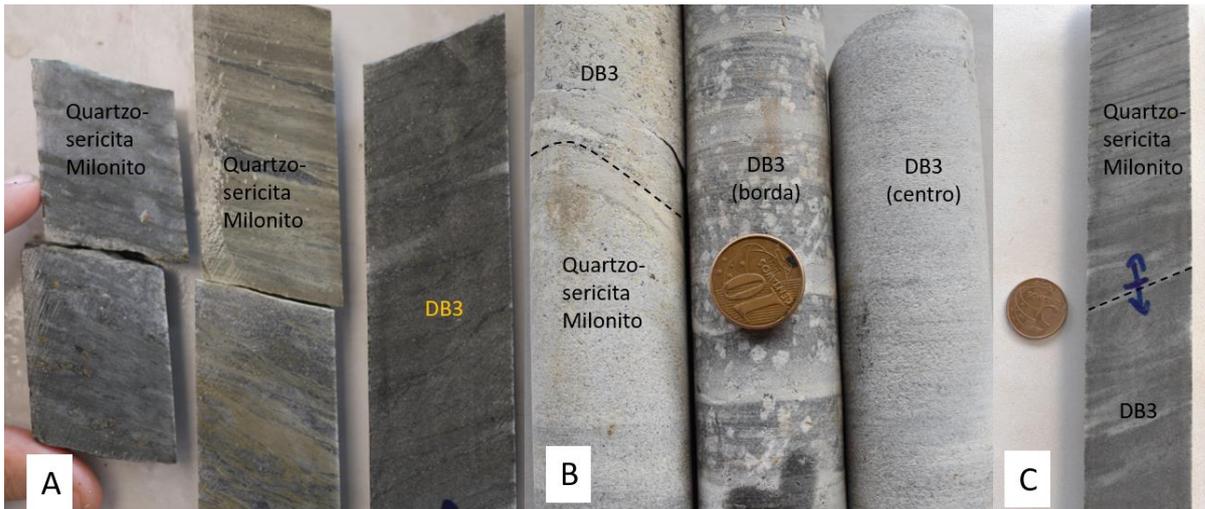


Figura 4.14 – Quartzo-sericita milonito em borda de rocha quartzo-feldspática (DB3). a) vênulas de quartzo e sericita acompanhando a foliação principal; b) testemunho seco mostrando o contato abrupto (em linha pontilhada) do quartzo-sericita milonito e a rocha quartzo-feldspática. c) testemunho molhado evidenciando o contato gradacional em linha pontilhada do quartzo-sericita milonito com rocha quartzo-feldspática.

É possível observar grande quantidade de sulfetos milimétricos e de quartzo fumê e leitoso nos quartzo-sericita milonitos (Figura 4.15 a). Quartzo, carbonato e sericita também perfazem grande parte dessas zonas. O conteúdo de sericita e quartzo varia muito nessas porções (Figura 4.15 b, c).

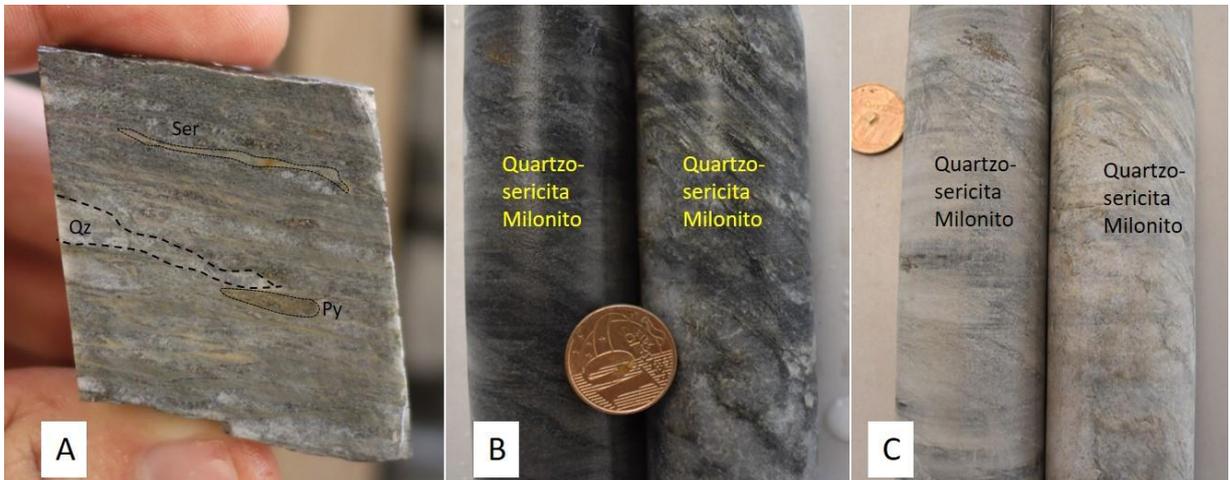


Figura 4.15 – a) Quartzo-sericita milonito com veios de quartzo (Qtz) e sericita (Ser) e piratas alongadas (Py), todos acompanhando a foliação principal. b) e c) Variação da intensidade de venulação de quartzo e mica no quartzo-sericita milonito.

O quartzo-sericita milonito apresenta foliação milonítica bem desenvolvida marcada por muscovita (20% - 30%) e clorita (5%-10%) contornando uma matriz com clastos de quartzo (20% - 30%), plagioclásio (15% - 20%) e carbonato nematoblástico (10% - 20%) como mostra a Figura 4.16a-b. É possível observar em algumas lâminas a presença de veios de quartzo e carbonato boudinados, por vezes com o quartzo com contato poligonal, intercalado com *fronts* de muscovita e clorita que marcam a foliação da rocha (Figura 4.16c-d).

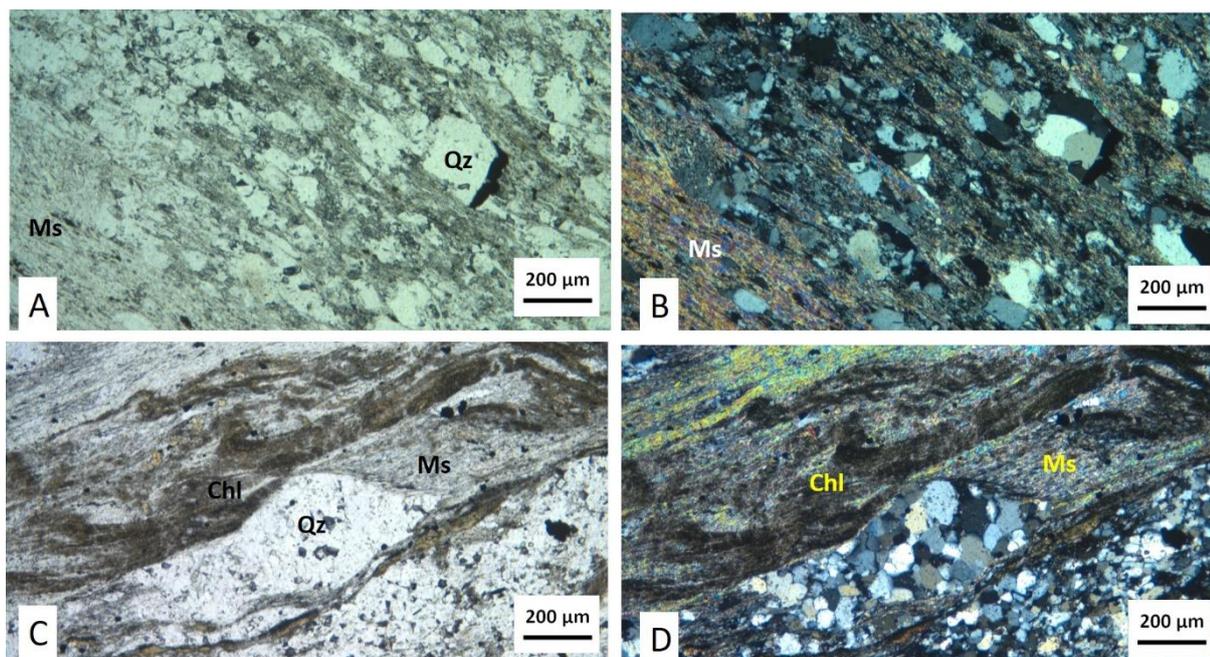


Figura 4.16 – a) e b) Fotomicrografia da lâmina delgada UCS4908A-2 com zona de transição com textura de milonitização com clastos de quartzo (Qz) contornados por muscovita (Ms). c) e d) Fotomicrografia da lâmina UCS4908A-3 com zona de transição com veios de quartzo boudinados (Qz), contornados por muscovita (Ms) e Clorita (Chl). Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana (a e c) e luz polarizada cruzada (b e d).

A quantidade de sulfetos é baixa, encontrados de forma disseminada ao longo da matriz e acompanhando os veios, sendo considerados como minerais acessórios. Dentre estes os mais comuns são pirita, pirrotita, calcopirita, titanita, esfalerita e arsenopirita que se encontram disseminados ao longo de toda a rocha. A pirita e a calcopirita são anédricas, euédricas e subédricas, pouco abundantes e de tamanho ≤ 1 mm. A pirrotita também é anédrica e pouco abundante sendo encontrada de forma disseminada, porém mais concentrada na região rica em muscovita. A titanita é pouco abundante e de tamanho ≤ 1 mm. A esfalerita é pouco abundante, de formato anédrico e está concentrada nos veios de muscovita e clorita, associados à arsenopirita.

A arsenopirita é anédrica, abundante e fina. São encontradas em maior concentração associadas às venulações de quartzo, feldspato e carbonato e próxima às regiões mais ricas em muscovita onde apresentam formato anédrico. É possível observar que a arsenopirita se encontra alongada ao longo destes *fronts* na foliação principal como mostra a Figura 4.17.

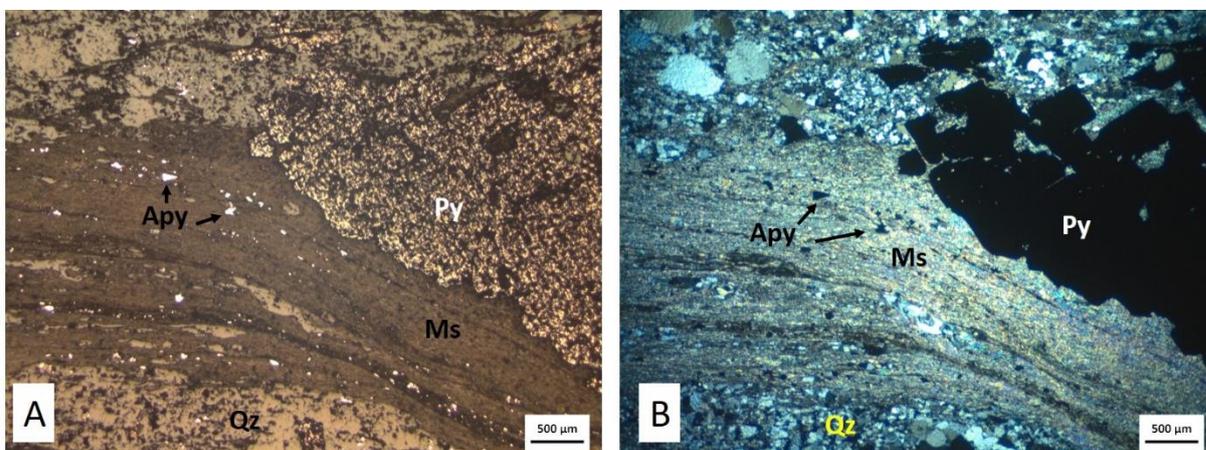


Figura 4.17 – a) Quartzo-sericita milonito com arsenopirita anédrica (Apy) associado aos *fronts* de muscovita (Ms), luz refletida sem nicóis. b) Luz transmitida, luz polarizada cruzada com piritas (Py) euédricas e subédricas. Ambas as fotomicrografias são da lâmina delgada UCS4908A-1.

4.2 PADRÕES DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL E ZONAS MINERALIZADAS

O Corpo Laranjeiras exibe um padrão de alteração hidrotermal que se estende desde zonas distais pouco deformadas até as zonas mais próximas à zona mineralizada. A alteração hidrotermal é mais intensa onde a deformação dúctil é mais proeminente. Isso é especialmente observado nos quartzo-sericita milonitos, entre os diques e as sequências de rochas metassedimentares. O sistema hidrotermal parece evoluir de halos externos de cloritização (subordinada) e carbonatação para zonas internas de sericitização associadas à silicificação.

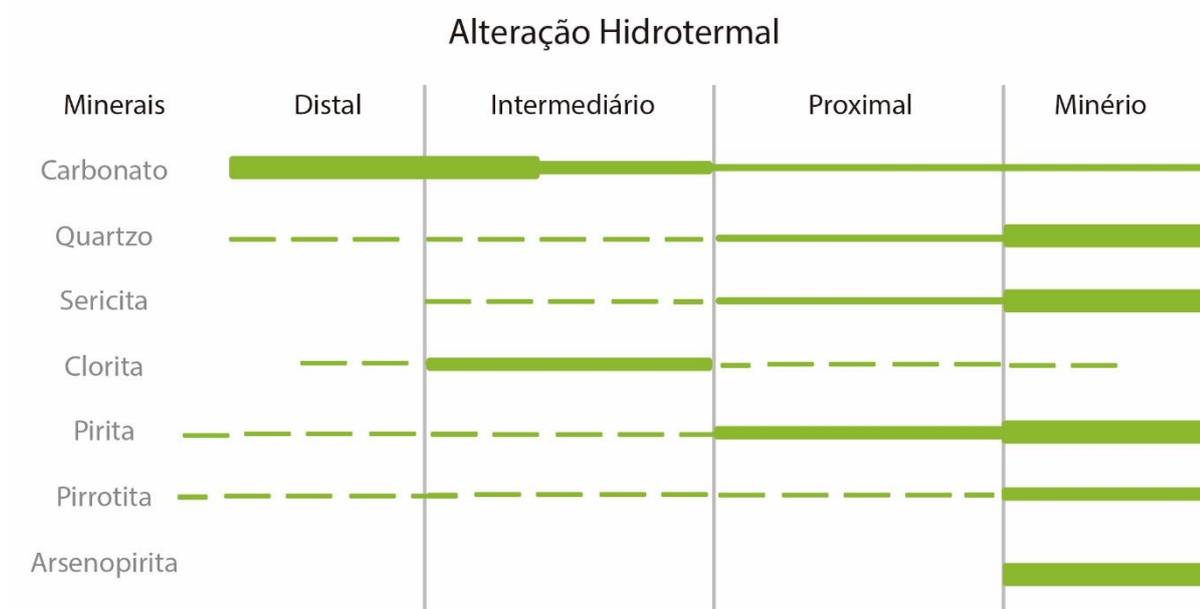
A carbonatação é abundante no depósito e principalmente observada em porções distais à zonas mineralizadas. Neste caso, são observados agregados de cristais de carbonato na matriz das rochas hospedeiras (e.g. metapelitos). É comum a ocorrência de cristais grossos de carbonato nos diques quartzo-feldspáticos. Nas porções mais próximas às zonas mineralizadas, o carbonato é pouco expressivo e é comum a ocorrência principalmente de sericita e, subordinadamente, clorita.

A sulfetação ocorre de forma disseminada ao longo de todas as rochas do depósito. A arsenopirita, associada ao minério, é comum em zonas de alta deformação inclusive em vênulas

sericíticas. A pirita e a pirrotita são mais abundantes na região próxima aos *lodes* mineralizados e em menor expressão em regiões distais.

A partir dos dados coletados na caracterização petrográfica dos litotipos identificados nos testemunhos estudados foi elaborada uma tabela esquemática da alteração hidrotermal que ocorre no depósito (Tabela 4.1). As discussões acerca da paragênese do minério são discutidas no Capítulo 5.

Tabela 4.1 – Tabela com evolução espacial da alteração hidrotermal nas rochas do depósito Córrego do Sítio.



No corpo Laranjeiras a mineralização aurífera está associada a corpos de (i) veio de quartzo fumê, (ii) veios de silicatos (i.e. quartzo e mica) e (iii) incluso em arsenopirita. Esses corpos ocorrem preferencialmente nos metapelitos e nos quartzo-sericita milonitos, associados a maior deformação dúctil.

As zonas de sericitização estão diretamente relacionadas a regiões com milonitização mais intensa. As zonas mineralizadas estão diretamente relacionadas a essa alteração hidrotermal de sericita, quando associada à arsenopirita na foliação principal da rocha. Isso mostra que quanto mais intenso o processo de milonitização, maior a alteração hidrotermal por sericita. Com isso, a chance de ocorrência de ouro associado a arsenopirita, contida nos *fronts* sericíticos, também é maior.

5.1 ROCHAS HOSPEDEIRAS

As principais rochas hospedeiras da mineralização no corpo Laranjeiras, no depósito Córrego do Sítio, compreendem principalmente metapelitos e metagrauvas. Essa sequência metassedimentar é pertencente a Unidade Córrego do Sítio, uma unidade ressedimentada turbidítica dividida em três segmentos (i.e. inferior, intermediária e superior) de acordo com a proporção de metapelitos e metagrauvas presentes (Lima 2012).

Os diques máficos (DB1) e quartzo-feldspáticos (DB3) cortam toda a sequência de rochas metassedimentares, mas também parecem estar paralelizados com as foliações regionais. Além disso, a relação espacial entre os diques mostra que a rocha máfica (i.e. DB1) é mais jovem que a família de corpos quartzo-feldspáticos (DB3) pois a primeira corta toda a sequência de rochas do depósito, como mostra a Figura 3.4. É possível observar que os diques seguem um padrão estrutural predominantemente NE-SW, semi-paralelo à mineralização, como é o mostrado no perfil da Figura 4.2. Zonas de cisalhamento e feições de milonitização são desenvolvidas em porções restritas nas rochas metassedimentares.

O contato dos diques máfico e quartzo-feldspático com o quartzo-sericita milonito varia de abrupto a suave, não apresentando nenhum tipo de padrão. O contato abrupto entre o quartzo-sericita milonito e os diques ocorre quando há maior concentração de minerais micáceos e veios de quartzo na borda do quartzo-sericita milonito, gerando uma diferença textural que pode ser vista macroscopicamente.

Os diques apresentam variação textural com relação ao seu centro e bordas, sendo a rocha quartzo-feldspática com carbonatação secundária nas bordas e textura menos alterada no centro. A rocha máfica apresenta uma maior cloritização nas bordas enquanto o centro possui maior quantidade de minerais relíctos ígneos. Além disso é possível perceber que o dique quartzo-feldspático não apresenta minerais relíctos que possam indicar seu protólito e se encontra, de uma forma geral, mais alterada do que a máfica. Tais observações sugerem que quanto mais estreito é o corpo intrusivo, mais alterado ele se encontra, visto que a rocha quartzo-feldspática apresenta uma espessura consideravelmente menor do que as rochas máficas ao longo de todo o depósito.

5.2 ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL E MINERALIZAÇÃO AURÍFERA

A alteração hidrotermal no corpo Laranjeiras é envelopada por halos que evoluem desde porções com clorita e carbonato até porções com concentração de sericita, quartzo e sulfetos. As zonas mineralizadas são marcadas por uma intensa sericitização e silicificação que parece refletir a evolução paragenética da alteração hidrotermal no depósito.

O minério aurífero ocorre na forma de veios de quartzo e *fronts* de alteração por sericita disseminados ao longo das rochas hospedeiras e dos quartzo-sericita milonitos presentes no depósito. Macroscopicamente podemos relacionar a mica sericítica de cor verde pálido com a presença de minério. As regiões com maior concentração dessas vênulas estão ligadas à presença de arsenopirita, que está associada à presença de “ouro invisível” do tipo *Electrum*. Microscopicamente é possível confirmar que a arsenopirita se desenvolve através de filmes de cristas alinhados nos *fronts* de muscovita, associando a mesma ao fluido hidrotermal que carrega a mineralização.

A geração secundária de carbonatos euédricos sobre a matriz do dique quartzo-feldspático e a geração secundária de micas relacionadas sugere uma alteração intensa da rocha primária. Tal geração tardia pode ter sido formada a partir do consumo do carbonato e da muscovita presente na matriz, gerando uma recristalização dos elementos e formando os carbonatos euédricos e a muscovita tardia.

5.3 O SIGNIFICADO DOS QUARTZO-SERICITA MILONITOS: REMOBILIZAÇÃO OU BARREIRAS FÍSICO-QUÍMICAS?

Ribeiro *et al.* (2013) considera que o minério aurífero da Mina de Córrego do Sítio I pode ocorrer como (i) disseminações ao longo dos planos da foliação principal das hospedeiras ou como (ii) disseminações em veios de quartzo, além de (iii) ouro livre em alguns casos. O contato entre os diques e as rochas metassedimentares também produzem zonas auríferas.

O estilo de mineralização de Córrego do Sítio é diferente da maioria dos depósitos de Au Orogênico do Quadrilátero Ferrífero, cuja principal hospedeira são formações ferríferas e metacherts (e.g. Cuiabá, Lamego e São Bento), além de rochas intensamente carbonatizadas (e.g. Morro Velho; Lobato *et al.* 2001).

No caso de Córrego do Sítio, o estilo da mineralização no corpo Laranjeiras não parece ser diferente daqueles reportados para os outros corpos de minério (e.g. Carvoaria e Cachorro Bravo, Pereira *et al.* 2013, Ribeiro *et al.* 2013). As zonas de transição entre diques e rochas metassedimentares, marcada pela presença de sericita-quartzo milonitos (ou ZTP's, Porto 2008) também representam um importante estilo de mineralização em Laranjeiras.

O quartzo-sericita milonito nas bordas dos diques pode ter sido formado durante ou após o surgimento das intrusivas na rocha encaixante. A percolação de fluidos hidrotermais foi favorecida pela intrusão dos diques, gerando alteração das rochas hospedeiras, que se encontravam em contato com as intrusivas, formando o quartzo-sericita milonito.

Os controles primordiais na mineralização de Córrego do Sítio são a deformação e o desenvolvimento de zonas de cisalhamento locais. Essas zonas permitiram a percolação de fluidos e a precipitação de sulfetos e ouro. Por outro lado, a presença dos diques que, por vezes, se associam às zonas de quartzo-sericita milonitos, podem representar barreiras físico-químicas para os fluidos. Neste caso, eles seriam facilitadores para a precipitação de sulfetos e ouro.

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

O corpo Laranjeiras, no depósito de Córrego do Sítio é hospedado principalmente pelas rochas da Unidade Córrego do Sítio. Essa unidade mostra uma sequência clástico-química formada por uma rocha de matriz quartzo-feldspática com porfiroclastos de quartzo e plagioclásio, por vezes com textura de milonitização, com alteração hidrotermal de clorita e sericita e sulfetadas por pirita e pirrotita, predominantemente.

O estilo principal do minério, além dos veios de quartzo, pode ser definido com a presença ouro incluso em arsenopirita disseminada e paralela à foliação milonítica, associada a porções micáceas da rocha. Estas regiões formadas por fluidos metamórficos podem ser um bom guia prospectivo para o depósito.

Com base nos estudos realizados não foi possível realizar um controle da mineralização através das litologias para o local, já que o minério se encontra de forma disseminada ao longo de todas as rochas do depósito, exceto nos diques. A distribuição das lentes mineralizadas em estruturas com um *trend* NE-SW, concordantes com a foliação principal, sugerem um controle estrutural para o depósito. O alojamento bem orientado e subparalelo dos diques, com *trend* NE-SW, ocorre de forma oblíqua à orientação das mineralizações.

A intrusão dos diques é responsável pela formação do quartzo-sericita milonito em contato com as rochas hospedeiras. Dessa forma a relação temporal entre os diques e a mineralização pode ser estabelecida como simultânea, em um momento em que ainda havia fluidos hidrotermais circulantes, capazes de produzir uma alteração nas rochas hospedeiras e no quartzo-sericita milonito. Além disso os diques podem ter sido uma espécie de barreira mecânica e geoquímica para os fluidos mineralizantes, gerando a concentração deles em suas bordas (quartzo-sericita milonitos) e nos metapelitos e metagrauvas da Unidade Córrego do Sítio.

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aga Reports 2018. Mineral Resource and Ore Reserve Report 2018. Disponível em <http://www.aga-reports.com/18/>. Acessado em 14 Mai 2019.
- Alkmim F.F., Marshak S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, **90**: 29-58.
- Almeida F.F.M de 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **7**: 349-364.
- Baltazar O.F., Zucchetti M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews*, **32**: 471-499.
- Cabral A.R., Zeh A. 2015. Detrital zircon without detritos: a resultado f 496-Ma-old fluid-rock interaction during the gold-lode formation of passagem, Minas Gerais, Brasil. *Lithos*, **212-215**: 415-427.
- Chemale F., Rosière C.A., Endo I. 1994. *The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. *Precambrian Research*, **65**: 25-54.
- David M.E.V. 2006. *Composição isotópica de pb – sr e nd da mineralização de ouro do depósito Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero (m.g.): implicações na modelagem conceitual*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 84 p.
- Dorr II J.V. 1969. Physiographic stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *United States Geological Survey Professional Paper* 614-A, 110 p.
- Farina F., Albert C., Martinez Dopico C., Aguiar Gil C., Moreira H., Hippert J.P., Cutts K., Alkmim F.F., Lana C., 2015. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero - (Brasil): Current models and open questions. *Journal of South American Earth Sciences* **30**: 1-18.
- Groves D.I., Gebre-Mariam M., Hagemann S.G. 1995. A classification scheme for epigenetic Archean lode-gold deposits. *Mineralium Deposita*, **30**:408-410.
- Groves D.I., Goldfarb R.J., Gebre-Mariam M., Hagemann S.G., Robert F., 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, **13**:7-27.
- Goldfarb R.J., Groves D.I., Gardoll S., 2001. Orogenic gold and geologic time: a global synthesis *Ore Geology Reviews*, **18**:1-75

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

Goldfarb R.J., Groves D.I., 2015. Orogenic gold: Common or evolving fluid and metal sources through time. *Lithos*, **23**: 2-26

Hodgson C.J. 1993. *Mesothermal Lode-gold Deposits*. In: R.V. Krikham; W.D. Sinclair; R.I. Thorpe and J.M. Duke (eds.), *Mineral Deposit Modeling*: Geological Association of Canada, *Special Paper 40*: p. 635-678.

Leal N. D., 2020. *Caracterização e análise estrutural em testemunhos de sondagem do Corpo Laranjeiras, depósito aurífero de Córrego do Sítio (Quadrilátero Ferrífero, MG)*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Ouro Preto, 119p.

Lima L.C. 2012. *Depósito lode Au-As-Sb Laranjeiras, em metaturbitos do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 306 p.

Lobato L.M., Vieira F.W.R., 1998. Styles of hydrothermal alteration and gold mineralization associated with the nova lima group of the quadrilátero ferrífero: part II, the archean mesothermal gold-bearing hydrothermal system. *Revista Brasileira de Geociências*, **28(3)**:355-366.

Lobato L.M., Ribeiro-Rodrigues L.C. & Vieira, F.W. 2001 a. *Brazil's premier gold province. Part I: The tectonic, magmatic and structural setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero*. *Mineralium Deposita*, **36**, p. 228-248.

Lobato L.M., Ribeiro-Rodrigues L.C. & Vieira, F.W. 2001 b. *Brazil's premier gold province. Part II: geology and genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero*. *Mineralium Deposita*, **36**, p. 249-277.

Lobato L.M., Baltazar, O.F.; Baars F.J.; Lobato, L.M.; Reis, L.B.; Achtschin, A.B.; Berni, G.V.; Silveira, V.D. 2005. **Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero** na Escala 1: 50.000 com Nota Explicativa. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. CODEMIG. Belo Horizonte.

Machado N., Schrank, A., Noce, C.M., Gauthier, G. 1996. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences. Implications for greenstone belt setting and evolution of a transamazonian foreland basin in the Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. *Earth Planet. Sci. Lett*, **141**: 259-276.

Martins B.S., Lobato L.M., Rosière C.A., Hagemann S.G., Santos J.O.S., Villanova F.L.S.P., Silva R.C.F., Lemos L.H.A. 2017. The Archean BIF-hosted Lamego gold deposit, Rio das Velhas greenstone

belt, Quadrilátero Ferrífero: Evidence for Cambrian structural modification of an Archean orogenic gold deposit. *Ore Geology Reviews*, **72**: 963-988.

Muniz E. S., 2017. *Mapeamento geológico de campo em escala 1:10.000 no contexto de um projeto de exploração mineral do tipo Brownfield, Região da Mina de Córrego do Sítio I, Santa Bárbara - MG*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Ouro Preto, 79p.

Pereira M.A.S., Lobato L.M., Rosière C.A., Silva R.C.F. 2013. Classificação dos veios quartzo-carbonáticos de depósitos auríferos no lineamento córrego do sítio, QF, MG. *Geonomos*, **21(2)**:53-71.

Porto C.G.N. 2008. *A mineralização aurífera do depósito Córrego do Sítio e sua relação com o enxame de diques metamórficos no corpo Cachorro Bravo, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 117 p.

Ribeiro-Rodrigues L.C., Lobato L.M. 1999. Classificação dos depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Revista de Ciências* (Fundação Educacional de Caratinga), **1(2)**: 35-50.

Ribeiro Y., Silva R.C.F., Lobato L.M., Lima L.C. 2013. Estudo de inclusões fluidas em veios de quartzo e carbonato (\pm sulfetos-sulfossais) do depósito carvoeira velha, lineamento aurífero córrego do sítio, Santa Bárbara, quadrilátero ferrífero, MG. *Geonomos*, **21(1)**:7-28.

Ruchkys U. R., Machado M. M. M., Castro P. de T. A., Renger F.E., Beato D. A. C., 2012. Geoparque Quadrilátero Ferrífero /MG – proposta. In: Schobbenhaus C. & Silva C. R. da. 2012. *Geoparques do Brasil: propostas*. Rio de Janeiro, CPRM. p. 183-220.

Teixeira W., Carneiro M.A., Noce C.M., Machado N., Sato K., Taylor P.N. 1996. Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneissic–granitoid complexes in the southern São Francisco craton, Brazil. *Precambrian Research*, **78**:151-164.

Vial D.S; Abreu, G.C.; Schubert, G.; Ribeiro-Rodrigues, L.C. 2007. *Smaller gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil*. *Ore Geology Reviews*: (no prelo), 23 p.

Zucchetti M. 1998. *Geoquímica dos Metabasaltos do Grupo Nova Lima, Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Dissertação de Mestrado, 97 p.

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

APÊNDICE

Descrição dos Testemunhos de Sondagem

Furo: UCS4908A			Local: Laranjeiras nível 442	Profundidade total: 164,34 m
De (m)	Até (m)	Tam.	Litologia	Descrição
0,00	4,15	4,15	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde claro em borda de dique de coloração verde escuro do tipo "DB1". Textura granolepidoblástica e granulação fina com contato pouco marcado com o dique. Venulação e deformação fracas de quartzo e carbonato. Sericitização moderada a baixa com baixa sulfetação por pirita, centimétrica na foliação Sn e milimétrica nos veios de quartzo. Não foi observada a presença de Pirrotita.
4,15	21,45	17,30	Dique máfico	Rocha máfica de coloração verde escuro com bordas pouco cloritizadas, de cor cinza escuro, e o centro com maior concentração de clorita, de cor verde escuro. Textura granobástica e granulação média. Venulação fraca de quartzo, espaçada e moderadamente deformada. Alguns veios possuem orientação próxima à da foliação Sn+1. Carbonatação milimétrica, anédrica a subédrica mais intensa no centro da rocha e menos expressiva nas bordas, próximas ao contato com a encaixante. Sulfetação por pirita pouco expressiva, milimétrica e centimétrica. Presença de magnetitas euédricas e subédricas milimétricas. Não foi observada pirrotita. O contato com o quartzo-sericita milonito é marcado por um halo de alteração de clorita.
21,45	28,45	7,00	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de coloração verde em borda de rocha de coloração verde escuro do tipo "DB1". Textura granolepidoblástica e granulação variando de muito fina a média. Sericitização moderada a alta, com deformação de moderada a baixa com vênulas de sericita acompanhando a foliação Sn. Venulação de quartzo pouco deformada, por vezes acompanhando a foliação Sn+1 e predominantemente acompanhando a orientação da foliação Sn. Sulfetação baixa de pirita

28,45	34,95	6,50	Metapelito psamítico	Metaritimito de cor preta com textura granolepidoblástica e granulação variando de muito fina a fina e média nas regiões onde há a presença de metagrauvacas. Venulação fraca e espaçada de quartzo, com veios de quartzo leitoso acompanhando as foliações Sn e Sn+1. Sulfetação por pirita anédrica centimétrica nas porções de metapelito intercaladas.
34,95	52,35	17,40	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza claro, arenosa com textura granolepidoblástica e granulação fina. Intercalação com porções milimétricas a métricas de metapelitos e metaritimitos. Venulação moderada de quartzo com deformação baixa. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas nas porções de metapelito e acompanhando a venulação.
52,35	57,50	5,15	Metapelito	Metapelito milonitizado de coloração cinza a preto com textura granolepidoblástica e granulação fina. Intercalação com porções centimétricas de metagrauvaca. Venulação moderada de quartzo leitoso com deformação moderada. Sulfetação por pirita, acompanhando os veios e sobreposta ao xisto.
57,50	58,27	0,77	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde claro com textura granolepidoblástica e granulação muito fina nos veios sericíticos e média nos veios de quartzo. Sericitização alta com deformação variando de média a alta em veios que acompanham Sn. Grande quantidade de quartzo fumê e leitoso e presença de carbonatos junto as porções mais quartzosas. Sulfetação por pirita centimétrica, moderadamente estirada, e arsenopirita muito fina presente nos veios de sericita. Contato com o quartzo-sericita milonito não mineralizada marcado por um veio de sericita.
58,27	59,25	0,98	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito verde claro em borda de rocha quartzo-feldspática cinza do tipo "DB3". Textura granolepidoblástica e granulação média. Venulação de quartzo leitoso fraca, espaçada e pouco deformada. Sericitização moderada concentrada em vênulas espaçadas. Sulfetação por pirita e pirrotita centimétricas, pouco abundantes. O contato com o dique é marcado por um halo de sericitização mais intensa.

59,25	62,25	3,00	Dique quartzo-feldspático	Rocha quartzo-feldspática de cor cinza, textura granoblástica e granulação média. Grande quantidade de carbonatos euédricos centimétricos e milimétricos. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada acompanhando a foliação principal, por vezes acompanhando Sn+1. Sulfetação por pirita, pouco abundante.
62,25	64,16	1,91	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito verde claro em borda de rocha quartzo-feldspática de textura granolepidoblástica e granulação fina. Sericitização moderada com deformação baixa. Venulação fraca de quartzo, pouca quantidade de pirita e pirrotita, centimétrica. Possível presença de magnetita.
64,16	66,12	1,96	Metagrauvaca	Metagrauvaca com coloração cinza claro de textura granoblástica e granulação arenosa fina a muito fina. Região de possível falha com material fraturado de baixa resistência. Venulação e deformação moderadas de quartzo. Sulfetação por pirita anédrica.
66,12	67,25	1,13	Metagrauvaca hidrotermalizada	Metagrauvaca de coloração verde claro com textura granolepidoblástica e granulação arenosa média. Região hidrotermalizada com lentes sericíticas milimétricas a centimétricas. Presença de minerais opacos milimétricos (possivelmente magnetita). Sulfetação por pirita e pirrotita.
67,25	83,44	16,19	Metagrauvaca	Metagrauvaca cinza claro com textura granoblástica e granulação fina a muito fina. Intercalação com metarritmitos de textura granolepidoblástica e granulação muito fina. Venulação e deformação moderadas de quartzo. Sulfetação por pirita anédrica.
83,44	91,92	8,48	Metapelito	Metapelito de cor preta com textura granolepidoblástica e granulação fina. Venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação moderada e intercalação com porções de metagrauvaca de textura granoblástica e granulação fina. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a a foliação principal Sn.

91,92	93,12	1,20	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde, em borda de rocha de cor cinza do tipo "DB3". Textura lepidogranoblástica e granulação fina a muito fina. Venulação intensa e deformação alta dos veios de quartzo fumê, quartzo leitoso e sericita. Sulfetação por arsenopirita fina e milimétrica e berthierita granular presente predominantemente nos veios sericíticos e nos veios de quartzo fumê. Grande quantidade de minerais opacos milimétricos e sulfetação por pirita e pirrotita pequenas, anédricas e por vezes estiradas ao longo dos veios.
93,12	94,63	1,51	Dique quartzo-feldspático	Rocha quartzo-feldspática de cor cinza, textura granoblástica e granulação média. Carbonatação milimétrica baixa. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada. Sulfetação por pirita e pirrotita anédrica, milimétrica e centimétrica concentradas próximas às venulações de quartzo. Presença de minerais opacos milimétricos também são observados.
94,63	95,83	1,20	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde em borda de rocha do tipo "DB3". Textura lepidogranoblástica e granulação fina a muito fina. Venulação intensa de quartzo fumê, leitoso e sericita. Grande quantidade de minerais opacos milimétricos e sulfetação por Arsenopirita euédrica, pirita e pirrotita pequenas, anédricas e por vezes estiradas ao longo dos veios. A sulfetação de arsenopirita fina e milimétrica inicia-se a partir de 94,83m. A deformação é menos expressiva nesta região.
95,83	96,83	1,00	Metapelito	Metapelito e cor preta com textura granolepidoblástica milonítica e granulação fina. Venulação e deformação forte de quartzo fumê e leitoso e baixa sulfetação por pirita.
96,83	97,56	0,73	Metapelito	Metapelito milonitizado de cor preta com textura granolepidoblástica e granulação fina. Sulfetação por arsenopirita, pirita e pirrotita, com as duas últimas predominantemente estiradas ao longo dos veios de tamanho centimétrico e formato anédrico.

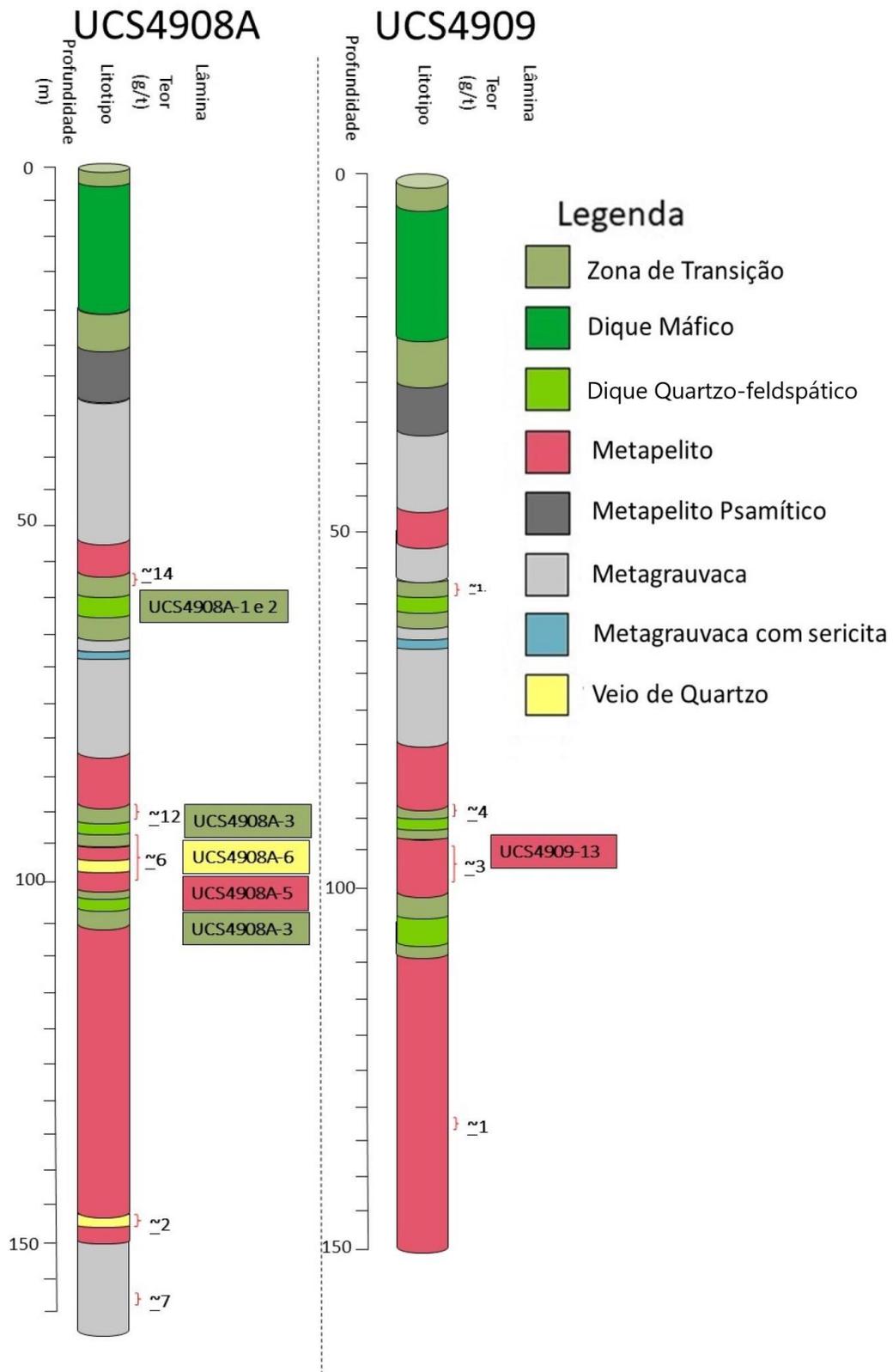
97,56	98,71	1,15	Veio de quartzo	Veio de quartzo leitoso e fumê sulfetado por arsenopirita e pirita. Textura granolepidoblástica com porções lepidoblásticas formadas por metapelitos. Cor esverdeada pela presença de sericita em grande quantidade. A arsenopirita encontra-se concentrada nas porções metapelíticas do veio enquanto as piritas são centimétricas anédricas e que acompanham a venulação.
98,71	99,80	1,09	Metapelito	Metapelito milonitizado de cor preta com textura granolepidoblástica e granulação fina. Cor preta nas porções metapelíticas, com granulação fina a muito fina e textura lepidoblástica. Sulfetação por arsenopirita, pirita e pirrotita, predominantemente estiradas ao longo dos veios e por vezes centimétrica e anédrica.
99,80	102,17	2,37	Metapelito	Metapelito e cor preta com textura granolepidoblástica protomilonítica e granulação fina. Venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação moderada e intercalação com porções de metagrauvas. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.
102,17	102,77	0,60	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde clara em contato com rocha quartzo-feldspática de cor cinza. A região se encontra altamente fraturada, indicando possível zona de falha. Sericitização de moderada a baixa e deformação baixa com porções de metapelito. Sulfetação milimétrica de pirita.
102,77	103,50	0,73	Dique quartzo-feldspático	Rocha quartzo-feldspática de cor cinza, granulação média, textura granoblástica com carbonatação baixa. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada. Sulfetação por pirita e pirrotita milimétrica e centimétrica, anédrica próximas às venulações de quartzo. Presença de minerais opacos milimétricos também são observados.
103,50	105,72	2,22	Quartzo-sericita milonito	Rocha transicional de cor verde em contato com a rocha do tipo "DB3". Textura lepidoblástica e granulação muito fina. Sericitização alta e deformação baixa dos veios de quartzo e sericita. Sulfetação baixa e carbonatação moderada.

105,72	148,09	42,37	Metapelito	Metapelito de coloração preta, textura granolepidoblástica milonítica e granulação muito fina. Venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação alta, dobradas e falhadas e intercalação com porções de metagrauvacas. Sulfetação baixa por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.
148,09	149,07	0,98	Veio de quartzo	Veio de quartzo leitoso e fumê de textura granolepidoblástica com porções lepidoblásticas nas concentrações de porções de metapelito. Sulfetação por Arsenopirita, pirita e pirrotita. Pirritas e pirrotitas são centimétricas e milimétricas anédricas e que acompanham a venulação.
149,07	150,35	1,28	Metapelito	Metapelito milonítico de cor preta com venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação alta com dobras e falhas. Intercalação com porções centimétricas de metagrauvaca. Sulfetação baixa por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.
150,35	159,38	9,03	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza, com textura granolepidoblástica e granulação fina. Porções metapelíticas intercaladas de espessura centimétrica e milimétrica. Sulfetação por pirita anédrica baixa.
159,38	160,09	0,71	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza, com textura granolepidoblástica e granulação fina. Venulação de quartzo fume, leitoso e carbonatos intensa, porém pouco dobrada e deformada. Porções de metapelito intercaladas e sulfetação por pirita anédrica acompanhando a deformação e arsenopirita fina.
160,09	164,34	4,25	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza, com textura granolepidoblástica e granulação fina. Porções de metapelito intercaladas de espessura centimétrica e milimétrica. Sulfetação por pirita anédrica baixa.

Furo: UCS4909			Local: Laranjeiras nível 442	Profundidade total: 150,63 m
De (m)	Até (m)	Tam.	Litologia	Descrição
0,00	5,00	5,00	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde claro em borda de rocha de coloração verde escuro do tipo "DB1" com textura granolepidoblástica e granulação fina. Contato pouco marcado com o DB1. Venulação baixa de quartzo e carbonato pouco deformadas. Sericitização moderada a baixa com baixa sulfetação por pirita, centimétrica em Sn e milimétrica nos veios de quartzo. Ausência de pirrotita (não foi observada).
5,00	24,30	19,30	Dique máfico	Rocha máfica com as bordas menos cloritizadas, de cor cinza escuro, e o centro com maior concentração de clorita, de cor verde escuro. Granulação média e textura granoblástica. Venulação fraca de quartzo, espaçada e moderadamente deformada. Alguns veios possuem orientação próxima à de S4. Carbonatação milimétrica, anédrica a subédrica mais intensa no centro e menos expressiva nas bordas. Sulfetação por pirita pouco expressiva, milimétrica e centimétrica. Presença de magnetitas subédricas. Não foi observada pirrotita. O contato com a quartzo-sericita milonito é marcado por um halo de alteração de clorita e sericita.
24,30	30,85	6,55	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde claro em borda de DB1. Textura lepidogranoblástica e granulação variando de muito fina a média. Sericitização alta e com deformação de moderada. As vênulas de sericita acompanham Sn. Venulação de quartzo intensa acompanhando a orientação de Sn. Sulfetação baixa de pirita.
30,85	37,15	6,30	Metapelito psamítico	Metaritimito de cor preta com textura granolepidoblástica e granulação variando de muito fina a fina, venulação fraca e espaçada de quartzo, com veios de quartzo leitoso acompanhando Sn. Sulfetação por pirita anédrica centimétrica nas porções metapelíticas.
37,15	47,24	10,09	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza claro, arenosa com textura granolepidoblástica e granulação fina. Venulação moderada de quartzo com deformação moderada a baixa acompanhando Sn. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas nas porções de metapelito e acompanhando a foliação Sn.
47,24	52,41	5,17	Metapelito	Metapelito milonitizado de cor preta, textura granolepidoblástica e granulação fina. Venulação e deformação moderada de quartzo leitoso com dobras e fraturas. Sulfetação por pirita, acompanhando os veios e sobreposta ao metapelito.
52,41	56,05	3,64	Metagrauvaca	Metagrauvaca de coloração cinza claro, arenosa com textura granolepidoblástica e granulação fina. Intercalação com porções milimétricas a métricas de metapelitos e metaritimitos. Venulação moderada de quartzo com deformação moderada a baixa, predominantemente acompanhando Sn. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas nas porções metapelíticas e acompanhando a venulação.

56,05	58,07	2,02	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde claro em borda de rocha do tipo "DB3" de textura granolepidoblastica e granulação muito fina. Amostra de 60cm em XXX com arsenopirita muito fina nos veios de sericita. Grande quantidade de quartzo fumê e leitoso na porção mineralizada. Sericitização alta com deformação moderada e com os veios acompanhando Sn. Sulfetação por pirita e pirrotita centimétricas, pouco abundantes. O contato com a rocha é marcado por um halo com sericitização mais intensa.
58,07	60,44	2,37	Dique quartzo-feldspático	Rocha quartzo-feldspática de cor cinza, granulação média, textura granoblástica com grande quantidade de carbonatos euédricos centimétricos e milimétricos. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada, por vezes em S4.
60,44	64,27	3,83	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de granulação média a grossa, cor verde e textura granolepidoblastica. Sericitização moderada com deformação baixa. Venulação fraca de quartzo, pouca quantidade de pirita e pirrotita, centimétrica. Possível presença de magnetita e minerais opacos;
64,27	65,58	1,31	Metagrauvaca	Metagrauvaca com granulação arenosa fina a muito fina, textura granoblástica. Venulação e deformação moderada de quartzo. Intercalação com porções com sericita e com metapelitos. Região de possível falha com material de resistência mais baixa. Sulfetação por pirita anédrica.
65,58	66,82	1,24	Metagrauvaca hidrotermalizada	Metagrauvaca de coloração verde claro com textura granolepidoblástica e granulação arenosa média. Região hidrotermalizada com lentes sericíticas milimétricas a centimétricas. Sulfetação por pirita e pirrotita
66,82	80,89	14,07	Metagrauvaca	Metagrauvaca com granulação arenosa fina a muito fina, cor cinza e intercalação com porções de metapelito. Venulação moderada de quartzo com deformação moderada. Sulfetação por pirita anédrica. Possível zona de fratura de 69,91m a 74,5m.
80,89	89,57	8,68	Metapelito	Metapelito milonitizado com textura granolepidoblastica e granulação fina. Venulação e deformação moderada a alta de quartzo leitoso, intercalado com porções de grauvacas. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação. Dobras e falhas presentes nos veios de quartzo.
89,57	90,73	1,16	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde em borda de rocha de cor cinza, granulação fina a muito fina e textura lepidogranoblástica. Mineralização por arsenopirita fina e milimétrica. Venulação intensa de quartzo fume, leitoso e sericita. Grande quantidade de minerais opacos milimétricos e sulfetação por pirita e pirrotita pequenas, anédricas e por vezes estiradas ao longo dos veios.
90,73	92,06	1,33	Dique quartzo-feldspático	Rocha de cor cinza, granulação média, textura granoblástica com carbonatação baixa e milimétrica. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada em Sn. Sulfetação por pirita e pirrotita milimétrica e centimétrica, anédrica próximas às venulações de quartzo. Presença de minerais opacos milimétricos também são observados.
92,06	93,21	1,15	Quartzo-sericita milonito	quartzo-sericita milonito de cor verde em borda de dique, granulação fina a muito fina e textura lepidogranoblástica. Venulação intensa de quartzo fumê, leitoso e sericita. Grande quantidade de minerais opacos milimétricos e sulfetação por pirita e pirrotita pequenas, anédricas e por vezes estiradas ao longo dos veios.
93,21	95,39	2,18	Metapelito	Metapelito de cor preta, textura granolepidoblastica e granulação fina com venulação e deformação forte de quartzo fumê e leitoso e baixa sulfetação por pirita e pirrotita.

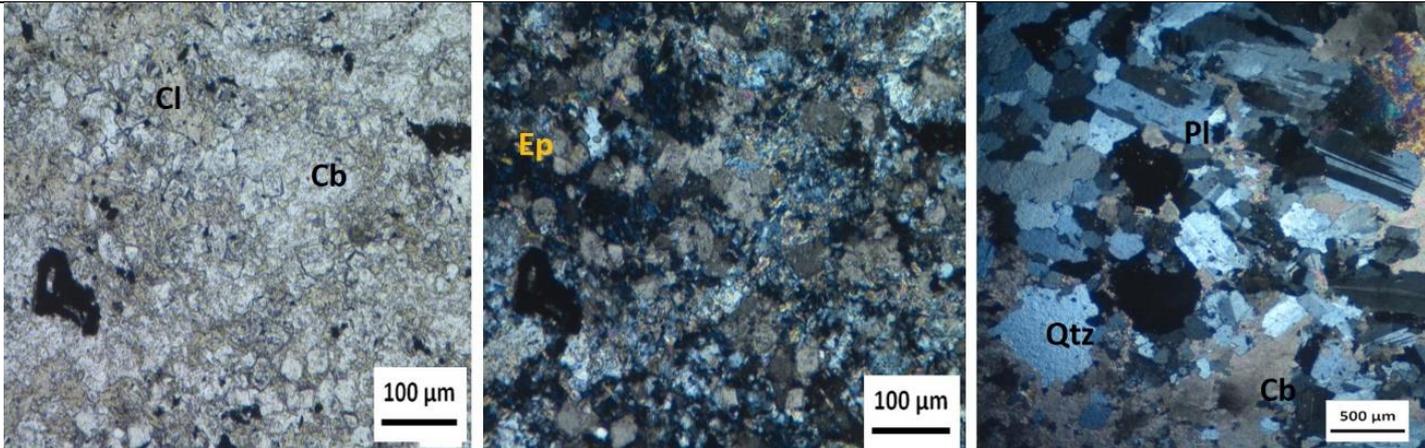
95,39	96,22	0,83	Metapelito	Metapelito de cor preta, textura granolepidoblastica, granulação fina com mineralização por arsenopirita. Sulfetação por pirita e pirrotita, predominantemente estiradas ao longo dos veios e por vezes centimétrica e anédrica.
96,22	97,97	1,75	Metapelito	Metapelito preto com venulação e deformação forte de quartzo fumê e leitoso e baixa sulfetação. Grande quantidade de carbonatos e pouca concentração de pirita. A região apresenta alto grau de fraturamento sugerindo a presença de falha
97,97	99,12	1,15	Metapelito	Metapelito preto, textura granolepidoblástica e granulação fina mineralizado com arsenopirita. Cor preta nas porções metapelíticas, granulação fina a muito fina. Sulfetação por pirita e pirrotita, predominantemente estiradas ao longo dos veios e por vezes centimétrica e anédrica.
99,12	102,95	3,83	Metapelito	Metapelito de cor preta com venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação moderada e intercalação com porções de grauvacas. Sulfetação por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.
102,95	104,00	1,05	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito verde claro fraturada (possível zona de falha) que se encontra em borda de rocha cinza. Sericitização de moderada a baixa com porções xistosas e deformação baixa. sulfetação milimétrica de pirita.
104,00	108,93	4,93	Dique quartzo-feldspático	Rocha de cor cinza, granulação média, textura granoblástica com carbonatação baixa. Venulação de quartzo leitoso fina, pouco abundante e espaçada, por vezes acompanhando S4. Sulfetação por pirita e pirrotita milimétrica e pouco abundante. Presença de minerais opacos milimétricos também são observados.
108,93	109,60	0,67	Quartzo-sericita milonito	Quartzo-sericita milonito de cor verde em borda de rocha metabásica com sericitização alta e deformação baixa dos veios. Textura lepidogranoblástica e granulação muito fina. Sulfetação baixa e carbonatação moderada.
109,60	133,42	23,82	Metapelito	Metapelito com venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação alta, dobradas e falhadas e intercalação com porções de grauvacas. Sulfetação baixa por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.
133,42	134,19	0,77	Metapelito	Metapelito mineralizado com arsenopirita. Cor preta nas porções pelíticas, granulação fina a muito fina e textura lepidoblástica. Sulfetação por pirita e pirrotita, predominantemente estiradas ao longo dos veios e por vezes centimétrica e anédrica.
134,19	150,63	16,44	Metapelito	Metapelito com venulação moderada a alta de quartzo leitoso, com deformação alta, dobradas e falhadas e intercalação com porções de grauvacas. Sulfetação baixa por pirita e pirrotita anédricas, centimétricas que acompanham a deformação da venulação.

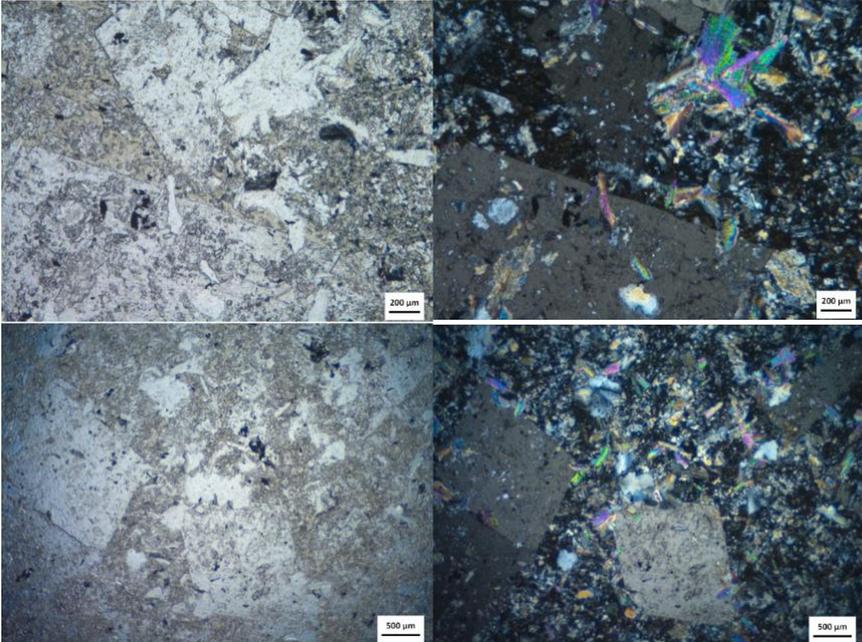


Log esquemático dos testemunhos de sondagem do depósito Córrego do Sítio utilizados neste estudo.

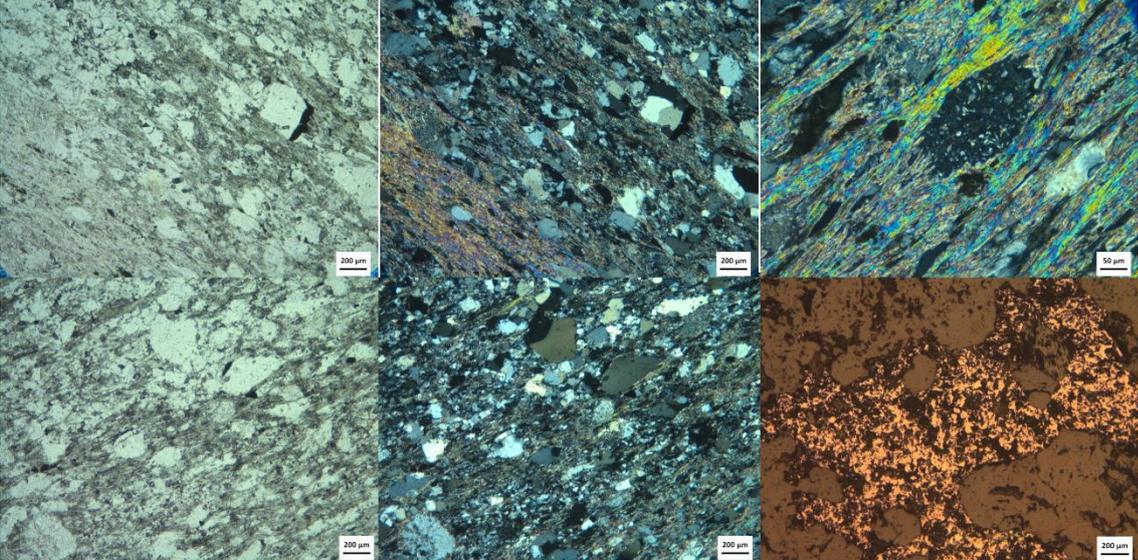
Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG

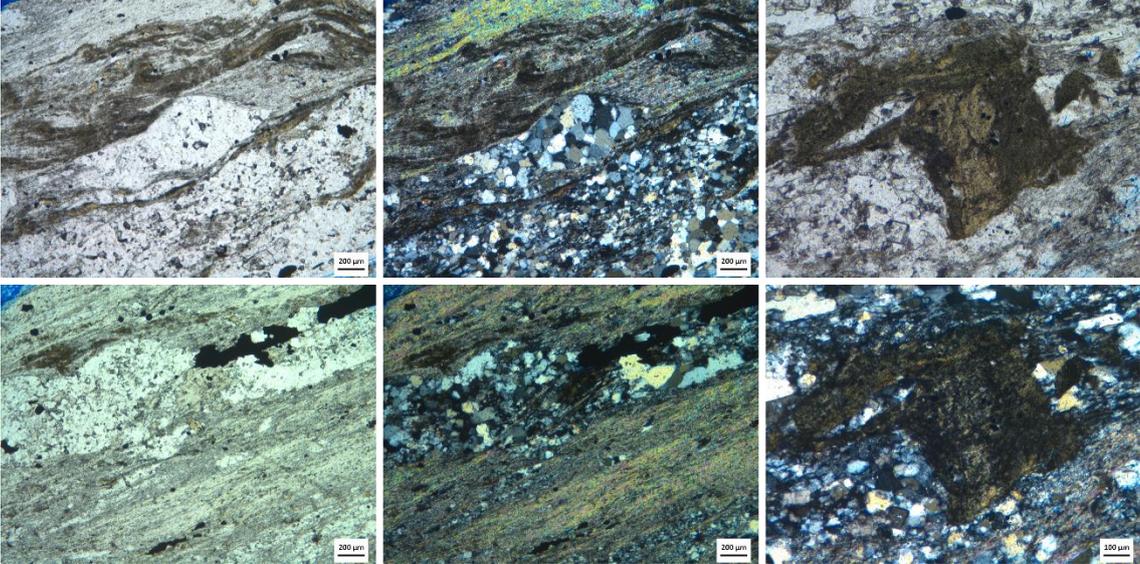
Descrição das Lâminas Delgadas

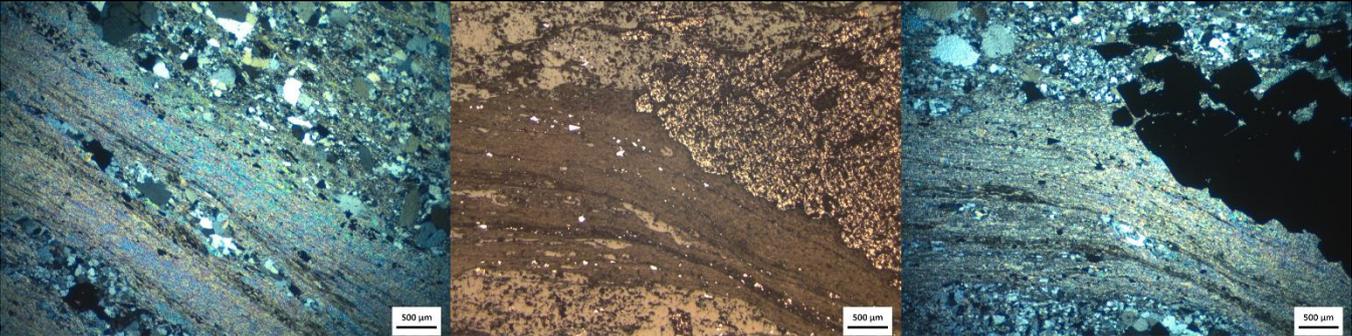
Lâmina: VCS3758-1 e VCS3758-2	Rocha: Dique quartzo-feldspático	Local: Cachorro Bravo 532
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica de matriz composta por quartzo, por vezes com contato poligonal, fe-clorita, muscovita, plagioclásio maclado e carbonato. O plagioclásio da matriz possui vestígios de macla e em alguns locais está sendo alterado para muscovita (sericitização) e (talvez) epidoto (saussuritização). Os carbonatos presentes na matriz são subdiomórficos a xenomórficos. Também ocorre a formação de carbonatos idiomórficos a subdiomórficos sobrepondo a matriz, porém em menor proporção na rocha. Presença de veios de quartzo com quartzo poligonal e interlobado, plagioclásio maclado e carbonato (possivelmente) com extinção ondulante.</p>		
<p>Minerais e abundância: Quartzo (30%), Carbonato (20%), Plagioclásio (15%), Fe-Clorita (15%), Muscovita (10%), Pirita (<5%), Esfalerita (<5%), Calcopirita <5%, Opacos <5%</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: O mineral possui tamanho variando de 0,1mm a 3mm e perfaz grande parte da matriz da rocha e também aparece na forma de veio, associado a outros minerais. Apresenta contato poligonal em algumas porções da matriz, em sua predominância o mesmo aparece com contato interlobado e com clorita sobrepondo-o. No veio a predominância é de quartzo poligonal. Carbonato: O carbonato perfaz grande parte da matriz de forma subdioblástica a xenoblástica formado em pequenos aglomerados. Possui tamanho variando de 0.1 mm a 0.5mm e aparentemente é sobreposto à cloritização, não sendo afetado por ela. Também ocorre no veio, com textura “ondulante” e formato xenomórfico. Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz e no veio da rocha, em ambos se encontra maclado. No veio o plagioclásio apresenta feição mais preservada enquanto na matriz o mesmo é alterado, com alguns resquícios de macla e muscovita sobrecrecida. Fe-Clorita: A Fe-Clorita apresenta coloração azul a luz polarizada cruzada. Perfaz grande parte da matriz, sobrepondo minerais como o quartzo e o plagioclásio e determinando a foliação da rocha. Não é observado ao longo do veio. Muscovita: A muscovita encontra-se na matriz da rocha com grãos <0.1mm formados a partir da alteração dos plagioclásios, inclusos nos mesmos Pirita: A pirita perfaz <5% da rocha e é pouco abundante. Apresenta formato anédrico e > 0.5mm. Esfalerita: A esfalerita perfaz <5% da rocha e possui tamanho <0.1mm e formato anédrico, por vezes preenchendo fraturas ao longo da 2 geração de carbonatos. Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha.</p>		
		
<p>Fotomicrografia –Rocha quartzo-feldspática com matriz composta de quartzo, plagioclásio e carbonato (Cb) cortado por veios de clorita (Cl) com pequena quantidade de epidoto (Ep). c) Cristais de plagioclásio maclado na matriz quartzo-carbonática. Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p>		

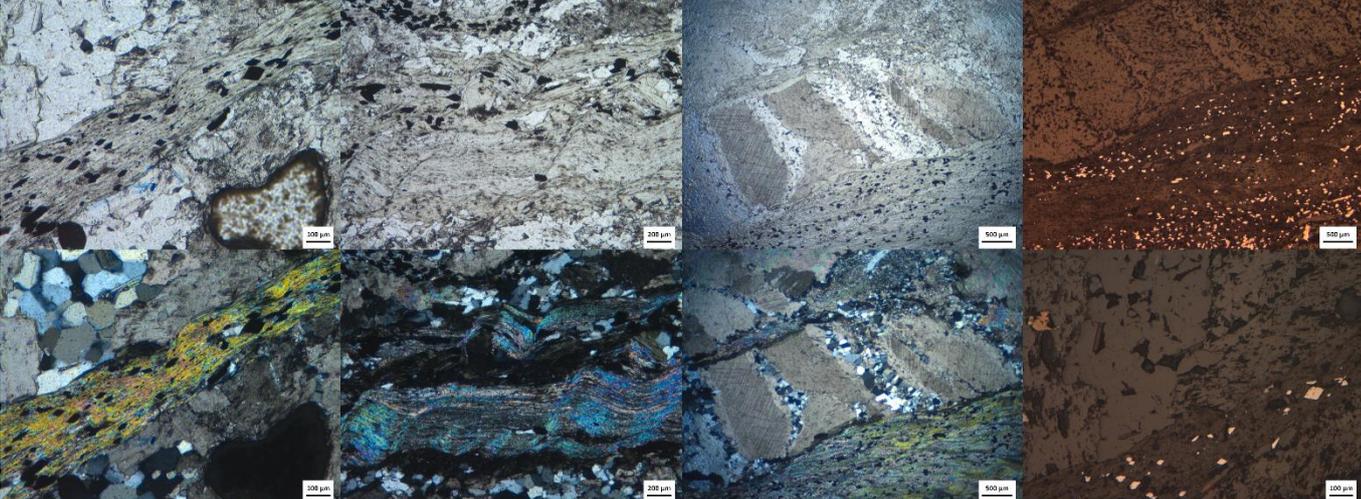
Lâmina: VCS4012-1 e VCS4012-2	Rocha: Dique quartzo-feldspático	Local: Laranjeiras 560
Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica com matriz fina, composta por quartzo, plagioclásio, carbonato e Fe-clorita. Não é possível diferenciar o plagioclásio e o quartzo na matriz pois os mesmos se encontram muito pequenos e o plagioclásio não apresenta macla. Há uma geração de carbonatos idiomórficos a subdiomórficos e uma geração de muscovita, ambas sobrepondo a matriz. Também há a ocorrência de um veio composto por quartzo com contato poligonal, carbonatos, muscovita (por vezes dobrada). Nesta lâmina a clorita da matriz se encontra com coloração amarronzada.		
Minerais e abundância: Quartzo (45%), Carbonato (15%), Muscovita (15%), Fe-clorita (15%), Pirita (<5%), Esfalerita (<5%), Opacos (<5%)		
Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: O mineral perfaz grande parte da matriz da rocha e também aparece na forma de veio, associado a outros minerais. Apresenta contato poligonal em algumas porções da matriz, em sua predominância o mesmo aparece com contato interlobado e cortado por clorita. No veio a predominância é de quartzo poligonal. Carbonato: O carbonato perfaz grande parte da matriz de forma subdioblástica a xenoblástica formado em pequenos aglomerados. Os blastos possuem tamanho variando de 0.1 mm a 0.5mm e aparentemente é sobreposto à cloritização, não sendo afetado por ela. Também ocorre no veio, com textura “ondulante” e formato xenomórfico. Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz e no veio da rocha. Em ambos ele tem formato xenomórfico, com pouca diferenciação para o quartzo. Fe-Clorita: A Fe-Clorita apresenta coloração azul a luz polarizada cruzada. Perfaz grande parte da matriz, cortando minerais como o quartzo e o plagioclásio e determinando a foliação da rocha. Não é observado ao longo dos veios quartzo-feldspáticos. Muscovita: A muscovita encontra-se na matriz da rocha com grãos <0.1mm formados a partir da alteração dos plagioclásios, inclusos nos mesmos Pirita: A pirita perfaz <5% da rocha e é pouco abundante. Apresenta formato anédrico e tamanho (> 0.5mm). Esfalerita: A esfalerita perfaz <5% da rocha e possui tamanho muito pequeno (<0.1mm) e formato anédrico, por vezes preenchendo fraturas ao longo da 2 geração de carbonatos.		
		Fotomicrografia —Rocha quartzo-feldspática com matriz composta de quartzo, plagioclásio e carbonato (Cb) com muscovita e carbonatos sobrecrecidos na matriz. Fotomicrografias de luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.

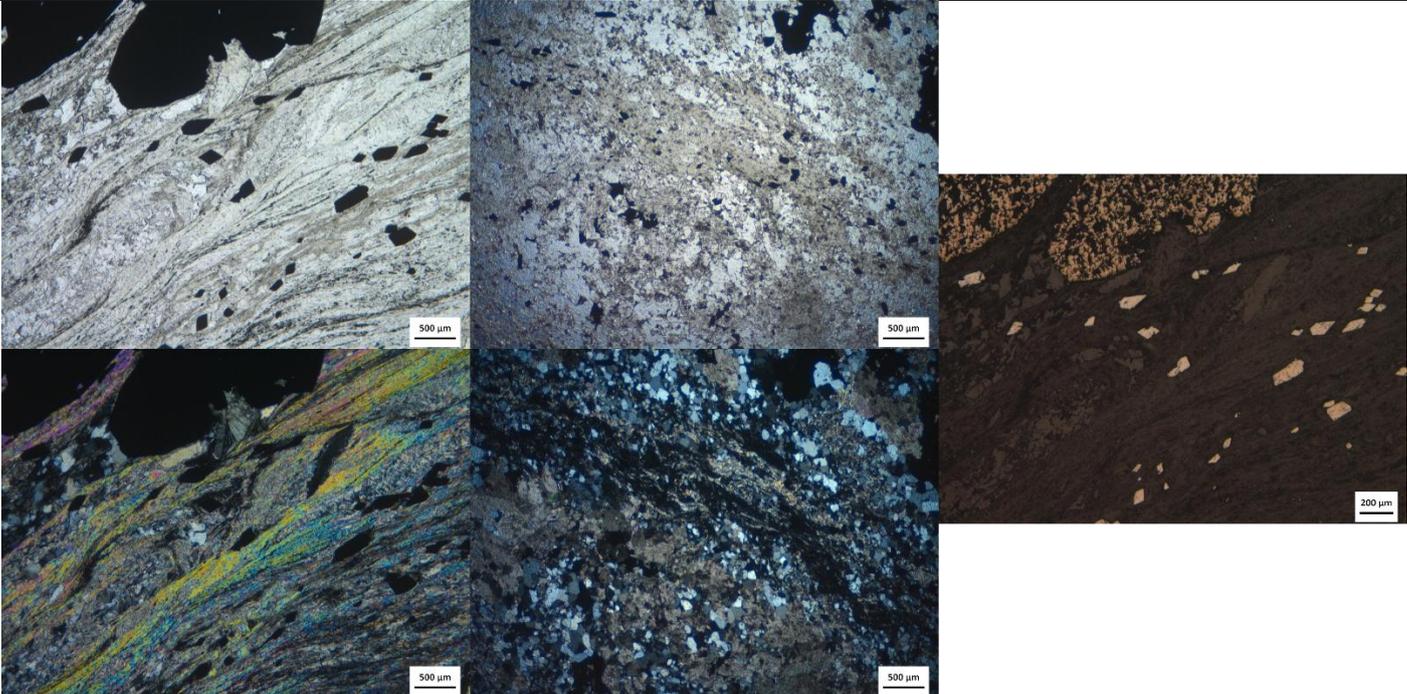
Lâmina: VCS4112-1 e VCS412-2	Rocha: Dique quartzo-feldspático	Local: Carvoaria 552
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica foliada com matriz fina, composta por Fe-Clorita, carbonato, plagioclásio e quartzo. Não é possível distinguir os quartzos e os feldspatos da matriz por serem muito finos. São observados fenoblastos de carbonatos idiomórficos a subdiomórficos e muscovita com pelo menos duas orientações preferenciais predominantes que sobrepõem a matriz.</p>		
<p>Minerais e abundância: Fe-Clorita (25%), Quartzo (35%), Carbonato (20%), Muscovita (10%), Plagioclásio 15% Pirita (<5%), Esfalerita (<5%), Calcopirita (<5%), Opacos (<5%)</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: Perfaz grande parte da matriz da rocha e encontra-se em contato interlobado e cortado pela clorita. Tamanho <0.1mm e xenomórfico. Carbonato: Perfaz grande parte da rocha como grãos idiomórficos e subdiomórficos sobrepondo a foliação de tamanho aproximado de 5 mm. Por vezes apresenta inclusão de muscovita. Muscovita: Perfaz 10% da rocha sendo visto como um mineral sobrepondo a matriz e a foliação e os carbonatos. Por vezes é encontrado em zonas de acúmulo na matriz que sugere que a muscovita foi formada a partir do consumo de outro mineral (não identificado). Quando sobrepõe todos os outros minerais, apresenta pelo menos duas orientações preferenciais: uma perpendicular à foliação principal da matriz e outra oblíqua à matriz. Fe-Clorita: A Fe-Clorita apresenta coloração azul a luz polarizada cruzada e incolor a luz polarizada plana. Perfaz grande parte da matriz, sobrepondo o quartzo e determinando a foliação da rocha. Não é observado sobrepondo o carbonato. Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz e nos veios da rocha. Em ambos ele tem formato xenomórfico, com pouca diferenciação para o quartzo. Pirita: A pirita perfaz <5% da rocha e é pouco abundante. Apresenta formato anédrico e tamanho > 0.5mm. Esfalerita: A esfalerita perfaz <5% da rocha e possui tamanho <0.1mm e formato anédrico, por vezes preenchendo fraturas ao longo da 2 geração de carbonatos. Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes e de tamanho muito pequeno. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha.</p>		

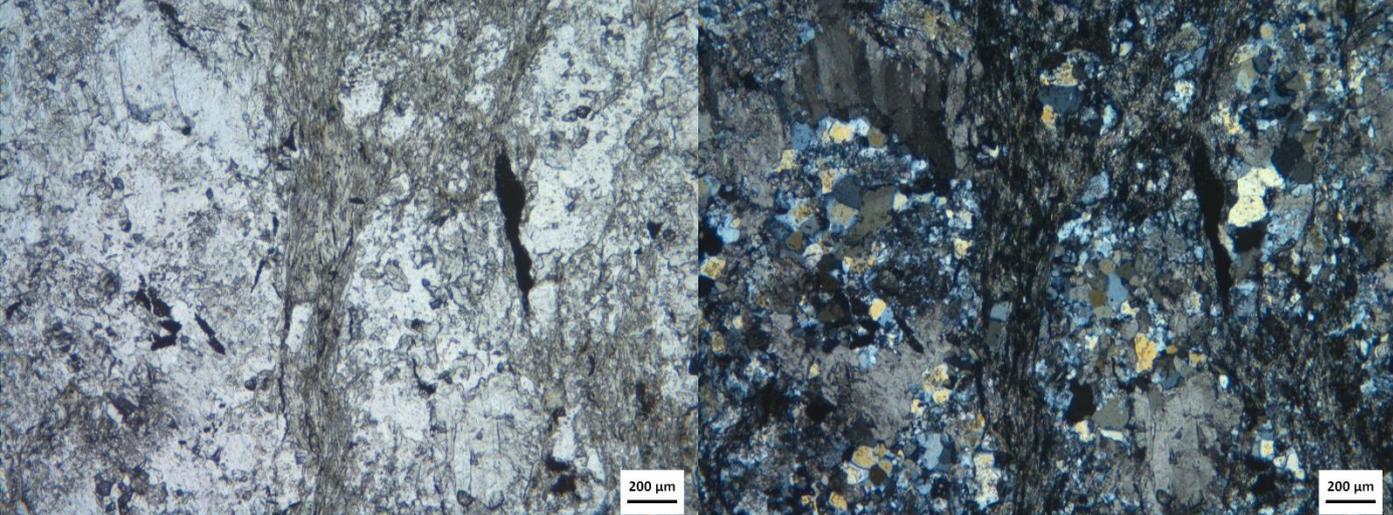
Lâmina: UCS4908A-2	Rocha: Quartzo-sericita milonito	Local: Laranjeiras 442
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica, foliada e com textura de milonitização. Os clastos são formados por carbonato anédrico, quartzo anédrico a subédrico e plagioclásio anédrico. Presença de veios de quartzo e carbonato, por vezes com o quartzo com contato poligonal, intercalados com muscovita que marcam a foliação da rocha. Pouca quantidade de sulfetos disseminados ao longo da matriz e acompanhando os veios.</p>		
<p>Minerais e abundância: Calcopirita <5%, Quartzo (20-30%), Carbonato (10% - 15%), Feldspato (15-20%), Muscovita (20% - 30%), Pirita (5%), Arsenopirita (<5%), Esfalerita (<5%), Opacos <5%,</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Muscovita: Apresenta-se marcando a foliação da rocha contornando o quartzo e o carbonato e gerando textura milonítica. Por vezes aparece com a venulação dobrada. Quartzo: apresenta-se de tamanho variado, menor na matriz da rocha e maior nos clastos e nas vênulas. Apresenta formato anédrico com contato interlobado na matriz enquanto nas vênulas apresenta contato interlobado e poligonal. Está associado a plagioclásio e carbonato e é contornado por muscovita, que marca a foliação milonítica. Não é possível distinguir o quartzo do feldspato devido ao tamanho dos grãos. Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz, em clastos que sobrepõem a matriz da rocha e nos veios acompanhando o quartzo e o carbonato. Em ambos ele tem formato xenomórfico, com pouca diferenciação para o quartzo. Carbonato: É encontrado tanto nas porções da matriz quanto em forma de clastos nos veios de quartzo e feldspato, ambos de forma anédrica. Pirita: As piritas são anédricas, pouco abundantes. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha. Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes e de tamanho <0.1mm. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha. Arsenopirita: São anédricas, abundantes. São encontradas em maior concentração associadas às venulações de quartzo, feldspato e carbonato.</p>		
		
<p>Fotomicrografia –Quartzo-sericita milonito com matriz composta de quartzo, plagioclásio e carbonato cortado por veios de muscovita e textura milonítica. Sombras de pressão e piritas anédricas. Fotomicrografias de luz transmitida e refletida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p>		

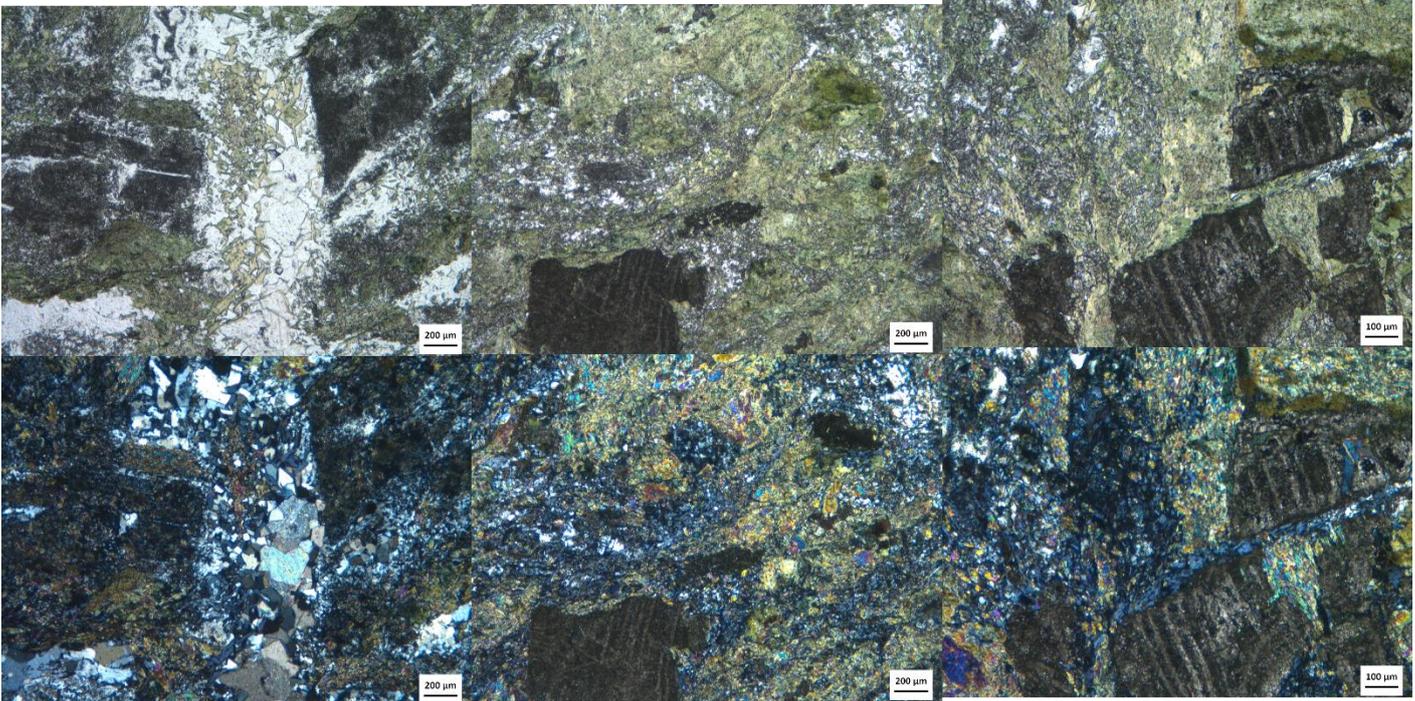
Lâmina: UCS4908A-3	Rocha: Quartzo-sericita milonito	Local: Laranjeiras 442
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura lepidogranoblástica, com foliação intensa marcada por muscovita associada a titanita. A matriz é fina e formada do carbonato, quartzo, muscovita e plagioclásio. Apresenta veios de quartzo, feldspato e carbonato e clastos de quartzo e carbonatos nematoblásticos.</p>		
<p>Minerais e abundância: Calcopirita (<5%), Titanita (<5%), Clorita (5%), Quartzo (10-20%), Carbonato (10% - 20%), Feldspato (10%), Muscovita (20% - 30%), Pirita 5%, Arsenopirita (<5%), Esfalerita (<5%), Opacos (<5%)</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas:</p> <p>Muscovita: Apresenta-se marcando a foliação da rocha, intercalada com veios quartzo feldspáticos com carbonato que se encontram boudinados. Contorna alguns clastos maiores de quartzo e carbonato, gerando textura milonítica.</p> <p>Quartzo: apresenta-se de tamanho variado, menor na matriz da rocha e maior nas vênulas. Está associado a plagioclásio e carbonato e é contornado por muscovita, que marca a foliação principal e cria a textura milonítica. Não é possível distinguir o quartzo do feldspato devido ao tamanho dos grãos. Nos veios apresenta estrutura boudinada.</p> <p>Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz, em forma de clastos maiores que sobrepõem a rocha e nos veios da rocha. Em ambos ele tem tamanho muito pequeno e formato xenomórfico, com pouca diferenciação para o quartzo.</p> <p>Carbonato: É encontrado tanto nas porções da matriz quanto em forma de clastos e nos veios de quartzo e feldspato, ambos de forma anédrica.</p> <p>Pirita: As piritas são anédricas, em alguns locais euédricas e subédricas. São pouco abundantes e de tamanho muito pequeno. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha.</p> <p>Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes e de tamanho <0.1mm. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha.</p> <p>Arsenopirita: São anédricas, abundantes e de tamanho <0.1mm. São encontradas em maior concentração associadas às venulações de quartzo, feldspato e carbonato.</p> <p>Titanita: A titanita perfaz <5% da rocha. É pouco abundante e de tamanho muito pequeno.</p> <p>Esfalerita: Perfaz <5% da rocha e é pouco abundante, de tamanho pequeno e formato anédrico. Mais concentrada nos veios de muscovita e clorita, associados à arsenopirita.</p>		
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>Fotomicrografia – Quartzo-sericita milonito com veios de quartzo boudinados contornados por veios de muscovita. Titanita sobrecrescida na matriz. Luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p> </div> </div>		

Lâmina: UCS4908A-1	Rocha: Quartzo-sericita milonito	Local: Laranjeiras 442
Características gerais da lâmina: Rocha com textura lepidogranoblástica, foliada com matriz fina composta por muscovita com clastos de plagioclásio, quartzo e carbonatos. A muscovita e a clorita marcam a foliação principal da rocha contornando clastos de quartzo, feldspato e carbonato nematoblásticos.		
Minerais e abundância: Clorita (2%), Calcopirita (<5%), Quartzo (20-30%), Carbonato (5% - 10%), Feldspato (15- 20%), Muscovita (20% - 30%), Pirita (5%), Titanita (< 5%), Arsenopirita (<5%), Opacos (<5%), Pirrotita (<5%)		
Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Muscovita: Apresenta-se marcando a foliação da rocha. Contorna alguns clastos maiores de quartzo, plagioclásio e carbonato, gerando textura milonítica. Quartzo: apresenta-se de tamanho variado, menor na matriz da rocha e maior nas vênulas. Está associado a plagioclásio e carbonato e é contornado por muscovita e clorita, que marcam a foliação principal e cria a textura milonítica. Não é possível distinguir o quartzo do feldspato devido ao tamanho dos grãos. Plagioclásio: O plagioclásio está presente em forma de clastos maiores que sobrepõem a rocha e nos veios da rocha. Ele tem tamanho muito pequeno e formato xenomórfico, com pouca diferenciação para o quartzo. Carbonato: É encontrado de tamanho variado em forma de clastos sendo contornado pela matriz e nos veios de quartzo e feldspato, ambos de forma anédrica. Pirita: As piritas são cúbicas, bem formadas e euédricas e subédricas. São pouco abundantes e de tamanho muito pequeno. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha. Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes e de tamanho muito pequeno. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha. Arsenopirita: São anédricas a subédricas, abundantes e de tamanho muito pequeno. São encontradas em maior concentração associadas às venulações de quartzo, feldspato e carbonato. Próxima às regiões mais ricas em muscovita apresentam formato anédrico Titanita: A titanita perfaz <5% da rocha. É pouco abundante e de tamanho muito pequeno. Pirrotita: São anédricas e pouco abundantes, perfazendo menos de 5% da rocha e encontrada de forma disseminada, porém mais concentradas na região rica em muscovita.		
		
Fotomicrografia –Quartzo-sericita milonito com veios de quartzo boudinados contornados por veios de muscovita com arsenopirita. luz transmitida e refletida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.		

Lâmina: UCS4909-5 e UCS4909-13	Rocha: Metapelito	Local: Laranjeiras 442
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica, com foliação marcada por muscovita. A matriz é fina a média e formada do carbonato, quartzo, muscovita e plagioclásio. O quartzo se encontra em contato poligonal e de forma anédrica, enquanto o carbonato se encontra de forma anédrica. Presença de pirita, pirrotita e arsenopirita. A pirita e a pirrotita se encontram anédricas.</p>		
<p>Minerais e abundância: Quartzo (30-40%), Muscovita (20% - 30%), Carbonato (20% - 30%), Feldspato (15%), Pirita (<5%), Arsenopirita (10%), Pirrotita (<5%), Clorita (<5%), Titanita (<5%), Opacos (<5%)</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: O mineral perfaz grande parte da matriz da rocha de formato anédrico e também aparece na forma de veio. Apresenta contato poligonal em algumas porções da matriz. Carbonato: O carbonato perfaz grande parte da matriz de forma subdioblástica a xenoblástica com diversos tamanhos. formado em pequenos aglomerados. Preserva pelo menos uma direção de clivagem em alguns clastos da rocha. Plagioclásio: O plagioclásio está presente na matriz e nos veios da rocha, dificilmente diferenciável do quartzo. Encontra-se associado ao quartzo e ao carbonato. Muscovita: A muscovita marca a foliação da rocha formando veios altamente dobrados e deformados. As bandas de muscovita se intercalada com bandas da matriz quartzo-feldspática. Está associada à quartzo plagioclásio e sulfetos, principalmente à arsenopirita. Arsenopirita: A arsenopirita é bem formada e anédrica e se concentra ao longo dos veios micáceos em grande quantidade. Pirita: é anédrica se encontra de tamanho maior, sobrecrecida na matriz e nos veios e menor nos veios de muscovita. Pirrotita: é anédrica se encontra de tamanho maior, sobrecrecida na matriz e nos veios e menor nos veios de muscovita. Titanita: A titanita perfaz <5% da rocha. É pouco abundante e de tamanho muito pequeno.</p>		
		
<p>Fotomicrografia –Quartzo-sericita milonito com veios de quartzo boudinados contornados por veios de muscovita. Titanita sobrecrecida na matriz. Luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p>		

Lâmina: UCS4908A-6	Rocha: Veio de quartzo hidrotermalizado/ Metapelito	Local: Laranjeiras 442
Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica, com foliação fraca, marcada por sericita. A matriz é fina a média e formada do carbonato, quartzo e plagioclásio. O quartzo se encontra em contato poligonal e de forma anédrica, enquanto o carbonato se encontra de forma anédrica. Presença de pirita, pirrotita e arsenopirita. A pirita e a pirrotita se encontram anédricas enquanto a arsenopirita se encontra euédrica.		
Minerais e abundância: Quartzo (50%-60%), Arsenopirita (10%), Carbonato (20% - 30%), Feldspato (15%), Muscovita/Sericita (10% - 15%), Pirita (5%), Pirrotita (5%), Clorita (<5%), Titanita (<5%), Opacos (<5%)		
Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: O mineral perfaz grande parte da rocha. Apresenta contato poligonal em algumas porções da matriz, em sua predominância o mesmo aparece com contato interlobado e cortado por sericita e muscovita Carbonato: O carbonato perfaz grande parte da matriz de forma subdioblástica a xenoblástica formado em pequenos aglomerados. Ocorrem de diversos tamanhos e não apresenta clivagem visível. Plagioclásio: O plagioclásio está presente associado ao quartzo e ao carbonato. Sericita/Muscovita: se encontra em forma de bandas, por vezes crenuladas que se intercalam com a matriz quartzo feldspática. Arsenopirita: são bem formadas e se concentram ao longo dos veios micáceos. Possuem formato euédrico e são abundantes. Pirita e pirrotita: são anédricas e se encontram de tamanho maior, sobrecrescidas na matriz e nos veios e menor nos veios de muscovita e sericita.		
		
Fotomicrografia –Quartzo-sericita milonito com veios de quartzo boudinados contornados por veios de muscovita. Titanita sobrecrescida na matriz. Luz transmitida e refletida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.		

Lâmina: VCS4185-1 e VCS4185-2	Rocha: Dique máfico	Local: Cachorro Bravo 423
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura granolepidoblástica com a matriz marcada por sericita/muscovita e clorita contornando grãos de quartzo e carbonato grandes, gerando uma textura milonitizada.</p>		
<p>Minerais e abundância: Quartzo (30%), Plagioclásio (15%), Carbonato (20%), Sericita (10%- 15%), Clorita (15%-20%), Titanita (<5%), Calcopirita (<5%), Esfalerita (<5%), Pirita (<5%), Opacos (<5%)</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: O mineral perfaz grande parte da rocha. Apresenta contato poligonal em algumas porções da matriz, em sua predominância o mesmo aparece com contato interlobado e cortado por sericita, muscovita e clorita. Carbonato: O carbonato perfaz grande parte da matriz de forma subdioblástica a xenoblástica formado em pequenos aglomerados. Ocorrem de diversos tamanhos e não apresenta clivagem visível. Plagioclásio: O plagioclásio está presente associado ao quartzo e ao carbonato. Sericita: se encontra associada à clorita, em forma de veios que marcam a foliação da rocha, que se intercalam com a matriz quartzo feldspática e gera a textura milonítica. Clorita: Se encontra associada a muscovita, formando uma textura de milonitização contornando grãos quartzo feldspáticos. Calcopirita: As calcopiritas são anédricas, pouco abundantes e de tamanho muito pequeno. Se encontram disseminadas ao longo de toda a rocha. Esfalerita: Perfaz <5% da rocha e é pouco abundante, de tamanho pequeno e formato anédrico. Mais concentrada nos veios de muscovita e clorita, associados à arsenopirita. Titanita: A titanita perfaz <5% da rocha. É pouco abundante e de tamanho muito pequeno. Pirita: são anédricas, de tamanho muito pequeno sobrecrescidas de forma disseminada na rocha.</p>		
		
<p>Fotomicrografia –Dique máfico com clorita, carbonato e quartzo como aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p>		

Lâmina: VCS4012-1 e VCS4012-2 (62,06/62,33)	Rocha: Dique máfico	Local: Laranjeiras 560
Características gerais da lâmina: Rocha com textura lepidogranoblástica com a foliação intensa marcada por clorita, actinolita e epidoto contornando grãos de quartzo, feldspato e carbonato. A rocha possui titanita associada aos veios da foliação de formato anédrico e os veios quartzo carbonáticos por vezes são boudinados.		
Minerais e abundância: Quartzo (10%-15%), Plagioclásio (5%-10%), Carbonato (10%-15%), Epidoto (10%), Clorita (50%-60%), Magnetita (<5%), Calcopirita (<5%), Titanita (15%), Actinolita (15%), Opacos (<5%)		
Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: Compõe a matriz da rocha juntamente com o plagioclásio. Tamanho muito pequeno, por vezes forma veios. Carbonato: O carbonato está associado ao quartzo e ao feldspato na matriz da rocha de forma xenoblástica, de tamanho pequeno formado em pequenos aglomerados e por vezes forma veios. Plagioclásio: O plagioclásio está presente associado ao quartzo e ao carbonato. Alguns plagioclásios apresentam macla visível. Clorita: Perfaz grande parte da rocha, marcando a foliação, associada a actinolita e ao epidoto. Epidoto: Está associado ao anfibólio e à clorita. Apresenta tamanho pequeno e cor de interferência alta. Actinolita: Anfibólio com cor anômala azul de berlim, associado à clorita formando vênulas. Titanita: Mineral abundante na rocha, com formato subdiomórfico a xenomórfico e tamanho aproximado de 1mm a 2mm. Ocorre de forma disseminada ao longo de toda a rocha e cortado por clorita e veios de quartzo.		
		
Fotomicrografia –Dique máfico com grande quantidade de actinolita, clorita, titanita. Luz transmitida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.		

Lâmina: VCS3950-1 e VCS39502-2	Rocha: Dique máfico	Local: Carvoaria 549
<p>Características gerais da lâmina: Rocha com textura lepidogranoblástica com a foliação intensa marcada por clorita, actinolita e epidoto contornando grãos de quartzo, feldspato e carbonato. A rocha possui titanita associada aos veios da foliação de formato anédrico e os veios quartzo carbonáticos por vezes são boudinados.</p>		
<p>Minerais e abundância: Quartzo (15%-20%), Plagioclásio (5%-10%), Carbonato (10%-15%), Epidoto (15%), Clorita (55%-65%), Magnetita (<5%), Calcopirita (<5%), Titanita (15%), Actinolita (10%), Opacos (<5%)</p>		
<p>Descrição detalhada dos minerais e suas relações mútuas: Quartzo: Compõe a matriz da rocha juntamente com o plagioclásio. Tamanho muito pequeno, por vezes forma veios. Carbonato: O carbonato está associado ao quartzo e ao feldspato na matriz da rocha de forma xenoblástica, de tamanho pequeno formado em pequenos aglomerados e por vezes forma veios. Plagioclásio: O plagioclásio está presente associado ao quartzo e ao carbonato. Alguns plagioclásios apresentam macla visível. Clorita: Perfaz grande parte da rocha, marcando a foliação, associada a actinolita e ao epidoto. Epidoto: Está associado ao anfibólio e à clorita. Apresenta tamanho pequeno e cor de interferência alta. Actinolita: Anfibólio com cor anômala azul de berlim, associado à clorita formando vênulas. Titanita: Mineral abundante na rocha, com formato subidiomórfico a xenomórfico e tamanho aproximado de 1mm a 2mm. Ocorre de forma disseminada ao longo de toda a rocha Pirita: são anédricas, de tamanho muito pequeno sobrecrecidas de forma disseminada na rocha.</p>		
<p>Fotomicrografia –Dique máfico com grande quantidade de actinolita, clorita, titanita, epidoto e muscovita. Luz transmitida e refletida, luz polarizada plana e luz polarizada cruzada.</p>		

Santos, J. L. 2020, Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio – Quadrilátero Ferrífero, MG