



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA ASSOCIADA A DISTRIBUIÇÃO DE
TEORES DE AU DO ALVO MUTUCA - MINA CÓRREGO DO SÍTIO.**

Nathan Davi Ribeiro Massote

MONOGRAFIA nº 424

Ouro Preto, Março de 2022

**CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA ASSOCIADA A
DISTRIBUIÇÃO DE TEORES DE AU DO ALVO MUTUCA –
MINA CÓRREGO DO SÍTIO**



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. José Alberto Naves

Vice-Diretor

Prof. Dr. Claudio Eduardo Lana

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. MSc. Edison Tazava

MONOGRAFIA

Nº 424

CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA ASSOCIADA A DISTRIBUIÇÃO DE TEORES DE AU DO ALVO MUTUCA – MINA CÓRREGO DO SÍTIO

Nathan Davi Ribeiro Massote

Orientador

Prof. Dr. Gustavo Henrique Coelho Melo

Co-Orientadora

Larissa Andrade Meirelles

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 2021/1.

OURO PRETO

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M421c Massote, Nathan Davi Ribeiro.

Caracterização geoquímica associada a distribuição de teores de Au do alvo Mutuca - Mina Córrego do Sítio. [manuscrito] / Nathan Davi Ribeiro Massote. - 2022.

64 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Coelho Melo.

Coorientador: Larissa Meirelles Andrade.

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

1. Geologia econômica. 2. Ouro - Minas e mineração. 3. Geoquímica. I. Andrade, Larissa Meirelles. II. Melo, Gustavo Henrique Coelho. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 553.411:550.4

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

Ficha de Aprovação

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA ASSOCIADA A DISTRIBUIÇÃO DE TEORES DE AU DO ALVO MUTUCA – MINA CÓRREGO DO SÍTIO

AUTOR: Nathan Davi Ribeiro Massote

ORIENTADOR: Gustavo Henrique Coelho Melo

Aprovado em: 10/03/2022

BANCA EXAMINADORA:

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

M.Sc. Marco Antônio Sartori Castoldi *Marco Sartori* ANGLOGOLD ASHANTI/UFRGS

Prof. Dr. Emílio Evo Magro Corrêa Urbano *Emílio Urbano* DEGEO/UFOP

Ouro Preto, 10/03/2022

Agradecimentos

Primeiramente, sou grato a Deus por me guiar e iluminar em todos os momentos da minha vida, à Ele toda honra e toda glória! Agradeço aos meus pais por sempre me apoiarem e confiarem nas minhas decisões, sempre com muito amor. À minha irmã Naira por fazer parte da minha motivação diária e me dar tanto apoio. Ao meu padraсто Pablo por também ser base de apoio em muitos momentos. Ao meu cunhado Wilcson por aparecer em nossa família trazendo tanta alegria. A minha prima Daniela por sempre confiar e apoiar o meu esforço. A minha namorada Isabela e sua família por me acolherem tão bem durante essa jornada

Agradeço ao professor Dr. Gustavo Melo pela orientação, ensinamentos, pela paciência e disponibilidade. A geóloga Larissa Andrade pela coorientação, e ensinamentos não somente profissionais, mas também para vida. A todo time de Córrego do Sítio, especialmente a equipe da Avaliação de Recursos com quem convivi: Bruno Figuinha, Bruno Afonseca, Édipo Pessoa, Francisco Camilo, Mariana Marra, Pauliney da Rocha, Thyago Oliveira e Roberto Cobra. Um agradecimento também especial a equipe de geologia e exploração por todos os ensinamentos e discussões: Antonio Ferreira, Luana Piermatei, Marco Castoldi e Edgar Sanches.

À grandiosa República Katapulta, seus atuais moradores, ex-alunos e homenageados, que fizeram possível eu lançar a minha história nessa cidade fora do normal e me fizeram crescer como pessoa e formar amigos para a vida toda. Também aos meus companheiros de Santa Bárbara Rasga e Tumé, por todo apoio.

Aos amigos de Cristais e Campo Belo, que são parte da minha história e sempre torceram por mim. À geogalera, à SGA, à SEG e à todas as amizades construídas pela geologia, em especial 2G, Boia Fria, Gabriel, Ricardo, Zangado, Maria Laura, Sfyrra, Camila, Milla, Jéssica, Héktor, Bruna, que me mostraram o quanto fica leve quando se estuda com pessoas tão legais.

Aos grandes amigos que a cidade de Ouro Preto histórica me deu. A todas as repúblicas amigas, principalmente Santa Casa, Birinaite, Antares, Malibu, Namoradeiras e Cruz Vermelha, além de todas as repúblicas da Barra, que compartilharam comigo os melhores momentos de Ouro Preto.

Por fim, agradeço ao Departamento de Geologia, à Escola de Minas, à Universidade Federal de Ouro Preto e à Fundação Gorceix, por terem me proporcionado um ensino público superior de qualidade durante toda a minha graduação.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	viii
SUMÁRIO	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xix
ABSTRACT	xvii
INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 JUSTIFICATIVA	4
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	6
1.5.1 Revisão bibliográfica	6
1.5.2 Levantamento de banco de dados	6
1.5.3 Descrição de testemunhos de sondagem	6
1.5.4 Análise química de rocha total via ICP-MS	6
1.5.5 Análise qualitativa	7
2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	8
2.1 INTRODUÇÃO	8
2.2 ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO	9
2.2.1 Supergrupo Rio das Velhas	13
2.3 EVOLUÇÃO TECTÔNICA E ESTRUTURAL	14
2.4 METALOGÊNESE DO OURO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	20
3 O LINEAMENTO AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO	24
3.1 QUADRO ESTRATIGRÁFICO LOCAL	24
3.2 O DEPÓSITO CÓRREGO DO SÍTIO	27
4 RESULTADOS	30
4.1 GEOLOGIA DO ALVO MUTUCA.....	30
4.1.1 Rochas hospedeiras	33
4.1.2 Metagabro	35
4.1.3 Quartzo-sericita milonito	36
4.1.4 Zonas de alteração hidrotermal e zonas mineralizadas do alvo Mutuca	38
4.2 GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL	39
4.2.1 Correlações geoquímicas entre todos os litotipos.....	42

4.2.2	Correlações geoquímicas da zona mineralizada	43
4.2.3	Correlações geoquímicas no quartzo-sericita milonito	46
4.2.4	Log Geoquímico	48
5	DISCUSSÕES	54
5.1	Geologia do alvo Mutuca	54
5.2	Assinatura geoquímica do alvo Mutuca	55
6	CONCLUSÕES	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Lineamento Córrego do Sítio com alvo estudado representado em vermelho, modificado de Lima (2012).	2
Figura 1.2 - Mapa de acesso à área de estudo, com delimitações de Córrego do Sítio I destacada em vermelho, retirado de Muniz (2017).	4
Figura 1.3 - Elementos analisados quimicamente no laboratório ALS e seus respectivos limites de detecção.	7
Figura 2.1 - Localização do Quadrilátero Ferrífero em relação ao Cráton do São Francisco, modificado de Alkmim e Martins Neto (2012).	8
Figura 2.2 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero simplificado, retirado de Endo et al. (2020).	9
Figura 2.3 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, retirada de Endo (2019).	12
Figura 2.4 - Evolução tectono-estratigráfica do Supergrupo Rio das Velhas, retirado de Baltazar e Zucchetti (2007).	18
Figura 2.5 - Eventos magmáticos arqueanos e suas interpretações geotectônicas, retirado de Farina et al. (2015).	20
Figura 2.6 - Ambientes de formação de depósitos de ouro com destaque para Au orogênico, modificado de Groves et al. 1998.	21

Figura 2.7 - Modelo esquemático evidenciando as zonas metamórficas de precipitação aurífera em fonte metamórfica, retirado de Groves, Santosh e Deng et al (2020), modificado de Groves e Santosh (2016).	22
Figura 3.1 - Mapa geológico de detalhe da região de Córrego do sítio, modificado de Lobato et al. (2001).	25
Figura 3.2 - Coluna estratigráfica de Córrego do Sítio I, retirado de Muniz (2017).	26
Figura 3.3 - Principais corpos de minério de Córrego do Sítio I. 1 – Rosalino (Mutuca encontra-se neste complexo limitado pelo polígono vermelho); 2 – Cachorro Bravo; 3 – Laranjeiras; 4 – Carvoaria. Retirado de Santos (2020) modificado de Pereira et al. (2013). ...	28
Figura 4.1 – Modelo geológico esquemático de uma seção do alvo Mutuca, mostrando os dois testemunhos de sondagem utilizados na análise geoquímica.	31
Figura 4.2 – Log esquemático com detalhe em zona mineralizada.	33
Figura 4.3 - Principais feições macroscópicas dos litotipos hospedeiros do Alvo Mutuca. a) Contato entre metapelito de cor mais escura e metagrauvaca cinza claro. b) Predominância de metapelitos com finas venulações intercaladas. c) Contato entre rochas dobrado. d) Predominância de metagrauvaca com venulações plano-paralelas a foliação e pirritas associadas.	35
Figura 4.4 - Aspectos gerais dos diques de metagabros. a) e b) Zonas com grãos de carbonato subédricos, venulações pouco espessas e foliações bem marcadas. c) e d) Metagabro com mais distante da zona de interação com quartzo-sericita milonito.	36
Figura 4.5 - a) Zona de transição entre metagabro e quartzo-sericita milonito. b) Quartzo-sericita milonito esverdeado. c) Zona de contato entre metagabro e quartzo-sericita milonito.	37
Figura 4.6 - a) Rocha hidrotermalizada com formação de carbonatos. b) e c) Rochas com intensificação de venulações mas sem sulfetação associada. d) Veio quartzo-carbonático com pirritas subédricas no intervalo.	38
Figura 4.7 - a) Zona mineralizada intensamente deformada com sericitização dando aspecto sutilmente esverdeado a rocha b) Sericitização e agregados de arsenopirita aciculares em zona intensamente deformada. c) e d) Alteração carbonática de coloração amarelada e	

sericitização além de sulfetação com presença marcante de pirrotita, pirita e arsenopirita. e) e f) Zona com pequenas dobradas apertadas e por vezes rompidas.	39
Figura 4.8 - a) Rocha hospedeira. b) Zona mineralizada. c) Zona hidrotermalizada. d) Veio quartzo-carbonático. e) Metagabro. f) Quartzo-sericita milonito.	41
Figura 4.9 – <i>Boxplot</i> dos elementos de maior correlação positiva no alvo.	44
Figura 4.10 - Gráficos de correlações positivas e linha de tendência considerando somente a zona mineralizada. a) Ag x Au. b) S x Au. c) As x Au. d) Sb x Au. e) Pb x Au. f) Te x Au. g) Cd x Au. h) Zn x Au.	45
Figura 4.11 – Log geoquímico dos elementos maiores dentro do depósito.	49
Figura 4.12 - <i>Boxplots</i> dos elementos maiores por zonas litogeoquímicas.	50
Figura 4.13 - Log geoquímico dos elementos maior correlação positiva a Au dentro dos intervalos mineralizados.	51
Figura 4.14 – Log geoquímico dos elementos de maior correlação negativa a Au dentro dos intervalos mineralizados.	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Ambiente de formação e unidades litoestratigráficas do Supergrupo Rio das Velhas, modificado de Baltazar et al. (1996).	14
Tabela 2.2 - Evolução geotectônica do QFe e seus regimes e características segundo Alkmin e Marshak (1998), modificado de Muniz (2017).	15
Tabela 2.3 - Sequência de eventos e suas características ao longo do tempo geológico, relacionadas a evolução do Quadrilátero Ferrífero, modificado de Endo et al. (2020). (Continua).	16
Tabela 2.4 - Estilos de mineralizações das ocorrências de Au nos depósitos de idade Arqueano do QFe, retirado de Vial et al. (2007).	23
Tabela 3.1 - Características mineralógicas dos diques e <i>sills</i> de Córrego do Sítio, retirado de Lima (2012).	29
Tabela 4.1 - Litotipos individualizados para análise química e suas características. ...	40

Tabela 4.2 – Correlações positivas mais marcantes levando em consideração todos os litotipos.....	42
Tabela 4.3 – Correlações negativas mais marcantes levando em consideração todos os litotipos.....	43
Tabela 4.4 - Correlações positivas mais marcantes levando em consideração somente a zona mineralizada.	43
Tabela 4.5 - Correlações negativas mais marcantes levando em consideração somente a zona mineralizada.....	46
Tabela 4.6 – Correlações positivas com base nos teores de Au para quartzo-sericita milonito.....	47
Tabela 4.7 – Correlação com elementos que possuem correlação positiva na zona mineralizada principal.....	47
Tabela 4.8 – Correlações negativas com base nos teores de Au para quartzo-sericita milonito.....	48

Resumo

A região do Quadrilátero Ferrífero (QFe), sudeste do Cráton São Francisco, possui historicamente seu desenvolvimento atrelado às atividades de mineração, especialmente no que se refere a depósitos de ferro e ouro. Este último é representado por diversos depósitos e minas de importância nacional e mundial referente à produção de ouro e conhecimento geológico. Dentre eles, a Mina de Córrego do Sítio (CDS), localizada em Santa Bárbara/MG, representa hoje uma das principais jazidas de ouro da região. Assim como as principais ocorrências de ouro do QFe, as mineralizações auríferas de CDS são hospedadas por rochas arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas e são interpretadas como depósitos do tipo Au orogênico, controlados estruturalmente pelo lineamento Córrego do Sítio, de direção NE/SW. Neste contexto se encontra o alvo Mutuca, onde a compreensão da geologia e a relação com domínios geoquímicos é essencial na sua caracterização e identificação de particularidades dentro do próprio lineamento. O alvo é dividido em 5 domínios litogeoquímicos conforme suas características litológicas e quantidade de Au em: rocha hospedeira, rocha hidrotermal, veio de quartzo, metagabro, quartzo-sericita milonito e zona mineralizada. Os 2 últimos domínios apresentam teores de Au >0.1 ppm e correlações positivas comuns de As e S. Entretanto, a zona mineralizada também mostra proporcionalidade de Sb, Ag, Cd, Pb, Te, Zn e Ca, enquanto as demais correlações positivas no quartzo-sericita milonito se destacam os elementos W, Li, Ni e Cr. Com isso, as zonas mineralizadas são caracterizadas pela presença de arsenopirita, pirrotita e pirita, com possíveis ocorrências de esfalerita, berthierita, jammesonita e/ou boulangerita conforme as correlações vistas. Já os intervalos do quartzo-sericita milonito que possuem teores de Au, mostram uma limitação da variedade de sulfetos em relação à zona mineralizada, ocorrendo comumente pirita, pirrotita e arsenopirita em menor concentração. Esta zona é caracterizada por uma sericitização mais intensa. As diferenças entre ambos podem ser explicadas pela influência da composição das rochas hospedeiras no mecanismo de alteração hidrotermal na interação da rocha e fluido.

Palavras-chave: Geologia Econômica, Córrego do Sítio, Ouro, Geoquímica.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é mundialmente famoso por hospedar minas gigantes de ferro e depósitos de classe mundial de ouro. Os depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero são comumente classificados como do tipo Au Orogênico hospedados em sequências *greenstone belts* (Baltazar e Lobato 2020). A porção nordeste do QF é marcada pela presença de depósito e ocorrências de Au Orogênico controlados estruturalmente em um *trend* de mineralização NNE/SSW com cerca de 16 Km de extensão (Figura 1.1). Este lineamento é denominado de Lineamento Córrego do Sítio (Lima 2012, Ribeiro et al. 2013, Roncato et al. 2015).

O depósito de Córrego do Sítio ocorre ao longo dos 16 Km do lineamento e é composto por vários corpos de minério segmentados e ocorrências minerais ao longo de sua extensão. Essas mineralizações encontram-se hospedadas em rochas arqueanas do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, principalmente associadas a rochas metassedimentares interpretadas como sequências turbidíticas de Bouma incompletas, variando de metapelitos à metagrauvacas e a formações ferríferas bandadas (Lima 2012). As características descritivas e genéticas sugerem que o depósito Córrego do Sítio é do tipo Au Orogênico (Ribeiro et al. 2013).

Nesse contexto, na porção mais a sul do depósito encontra-se o corpo de minério denominado Mutuca. Recentemente sondado, esse corpo ainda carece de informações geológicas relacionados à sua porção mineralizada, cuja compreensão petrográfica e mineralógica é essencial na caracterização e definição do alvo em maiores profundidades. A assinatura geoquímica das zonas mineralizadas, embasada pela correlação dos teores de ouro às concentrações de outros elementos, é produto dos litotipos já existentes no depósito combinados a alteração causada por fluidos hidrotermais. O detalhamento dessas interfaces é uma questão que ainda precisa ser melhor compreendida.

Depósitos de Au Orogênico são formados em terrenos metamórficos resultantes de eventos tectônicos de regime compressional ou transpressional, hospedadas comumente ao longo de grandes lineamentos estruturais, e que podem ser classificados de acordo com sua profundidade (Groves et al. 1998; Goldfarb e Groves 2015): hipozonal (profundidade maior que 12 km), mesozonal (entre 6 e 12 km) e epizonal (profundidades menores que 6 km).

Esses depósitos contêm sua mineralização aurífera associada a percolação de fluidos hidrotermais em sequências metamorfizadas predominantemente em fácies xisto verde intermediário a superior. Essa atividade hidrotermal é responsável pela formação de assembleias minerais

Massote, N. D. R. 2021, caracterização geoquímica da distribuição de teores de au do alvo mutuca – mina córrego do sítio

características destes tipos de depósitos, onde comumente encontram-se, das zonas distais às proximais, processos de cloritização, carbonatação, sericitização e sulfetação (Groves et al. 1998), de forma análoga ao observado em Córrego do Sítio.

Assim, é comum também que esses depósitos tenham sua assinatura geoquímica constantemente associada a conteúdos formadores de sulfetos em suas zonas proximais como o próprio S e predominantemente As e Sb, além de Cu, Pb e Zn em menores concentrações, assim como forte correlação com os elementos W, Ag, Te, Bi e B em zonas de aumento de teor de Au (Groves et al. 1998; Goldfarb e Groves 2015). Essa assinatura pode ser reflexo da composição das próprias rochas hospedeiras combinadas principalmente a composição do fluido mineralizante.



Figura 1.1 - Lineamento Córrego do Sítio com alvo estudado representado em vermelho, modificado de Lima (2012).

O alvo Mutuca tem sido correlacionado aos alvos adjacentes pertencentes ao lineamento Córrego do Sítio como Cachorro Bravo, Laranjeiras e Carvoaria, estudados nos trabalhos de Ribeiro et al. (2013) e Roncato et al. (2015). Entretanto, apesar da proximidade, possui particularidades que se diferem de alvos anteriormente estudados com maior nível de detalhe, relacionado também a sua assinatura geoquímica. A compreensão dessa assinatura geoquímica pode revelar informações a respeito da composição dos fluidos mineralizantes bem como a influência das rochas hospedeiras.

Neste contexto, este trabalho de conclusão de curso visa a caracterização geoquímica do alvo Mutuca. A compreensão da geologia do alvo Mutuca e a relação com domínios geoquímicos é essencial nessa caracterização, permitindo individualizar cada um conforme suas particularidades composicionais e correlacionar macroscopicamente aos minerais da rocha. A variação da assinatura geoquímica entre suas rochas ao longo do depósito pode auxiliar no entendimento da mineralização do alvo e como se dá a alteração de suas rochas no campo geoquímico.

1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo é situada no município de Santa Bárbara, Minas Gerais (Figura 1.1), próxima ao município de Barão de Cocais, cerca de 100 km da capital do estado, Belo Horizonte. Esta área tem aproximadamente 7 Km² e abrange a fronteira de três folhas geológicas, na escala 1:25.000, sintetizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM): Catas Altas (SF.23-X-B-I-1-NO), Conceição do Rio Acima (SF.23-X-A-III-2-NE) e Santa Bárbara (SE.23-Z-D-IV-3-SO), relativas ao Programa Geologia, mineração e transformação mineral.

O trajeto partindo de Belo Horizonte é realizado pela rodovia BR-381 no sentido Vitória - ES, até o acesso à rodovia MG-436, que fica por volta de 75 km do início da rota. Percorre-se aproximadamente 30 km até a entrada para o distrito de Brumal, pertencente à Santa Bárbara, onde se acessa a via asfaltada que também dá acesso ao santuário do Caraça. Segue-se por aproximadamente 30 km até o trevo de Brumal, distrito de Santa Bárbara, percorrendo-se mais 3 km até a estrada rural sentido à comunidade de Sumidouro, onde se encontra o alvo estudado (Figura 1.2).

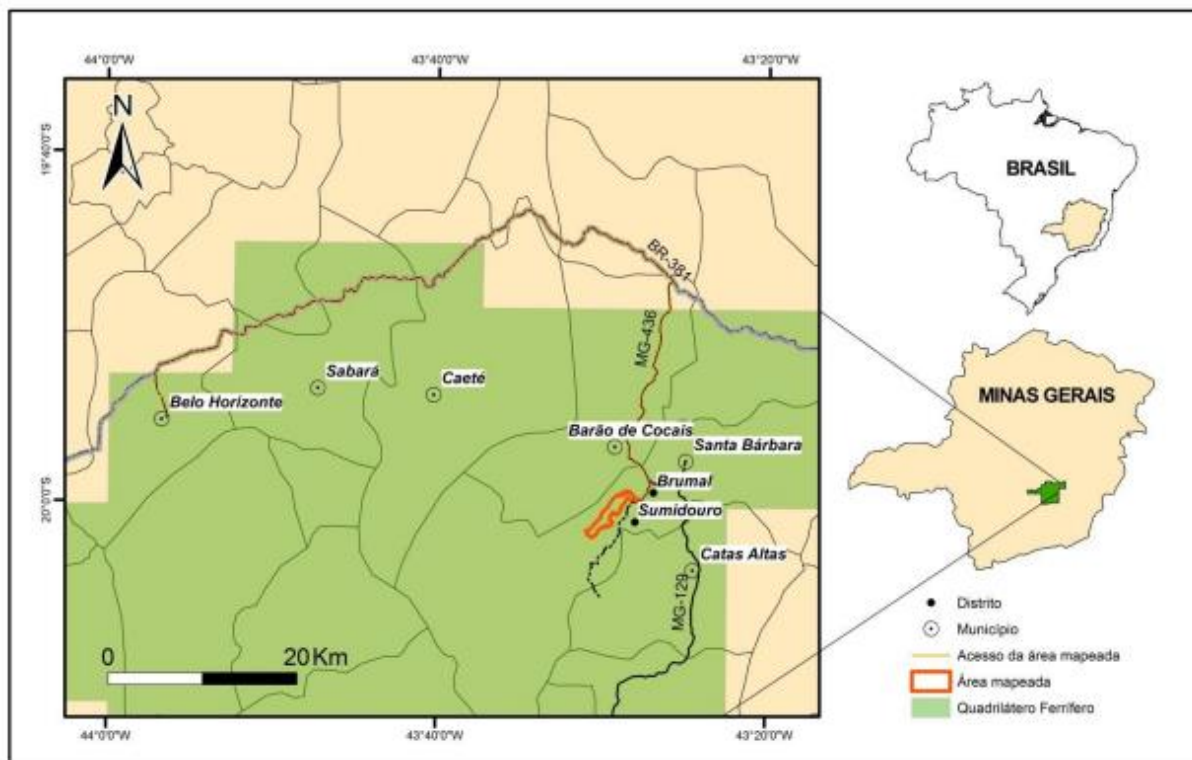


Figura 1.2 - Mapa de acesso à área de estudo, com delimitações de Córrego do Sítio I destacada em vermelho, retirado de Muniz (2017).

1.3 OBJETIVOS

O objetivo primordial deste trabalho é a caracterização e compreensão da assinatura geoquímica do alvo Mutuca. Para o cumprimento desse objetivo propõe-se:

- i. Caracterização da distribuição de rochas hospedeiras e relações com zonas hidrotermais e mineralizadas;
- ii. Caracterização dos estilos e da distribuição das zonas mineralizadas e adjacências;
- iii. Definição de domínios litogeoquímicos do alvo Mutuca;
- iv. Correlação dos teores de ouro com outros elementos químicos (e.g. enxofre, arsênio e antimônio);
- v. Definição das principais características geoquímicas da alteração hidrotermal do depósito Mutuca.

1.4 JUSTIFICATIVA

Depósitos de Au Orogênico possuem comumente assinatura geoquímica com teores fortemente correlacionados positivamente de S, As, Sb, W, Te, Ag e B, além de Cu, Pb, Zn, Sn e Mo

subordinados (Groves et al. 1998; Goldfarb e Groves 2015). No entanto, essa assinatura pode variar entre depósitos ou mesmo entre corpos de minério dentro de um mesmo depósito. Isso pode ser reflexo principalmente das variações na composição do fluido hidrotermal, rocha hospedeira, condições físico-químicas de formação e influência de outros fatores geológicos, ou mesmo a combinação desses mecanismos concomitantemente (Goldfarb e Groves 2015), e ainda ter atuação de processos posteriores (i.e. intemperismo).

A comparação das concentrações de ouro com diferentes associações, como em sulfetos e em sulfossais, por exemplo, é essencial no entendimento das zonas mineralizadas e das alterações que marcam as regiões de enriquecimento do depósito. Além disso, a variação química das zonas mais distais à medida que se aproximam da zona mineralizada também são muito importantes para definir padrões de alteração característico do depósito, levando em consideração reações químicas que podem ser notadas com a presença diferenciada de alguns minerais ao longo de um testemunho de sondagem.

No caso do depósito de Córrego do Sítio, nos alvos Laranjeiras, Carvoaria e Cachorro Bravo, adjacentes ao corpo Mutuca, as mineralizações auríferas se hospedam principalmente em sequências metassedimentares turbidíticas que, assim como a grande parte dos depósitos do tipo Au orogênico, ocorrem geralmente com forte controle estrutural, comumente marcado por zonas de cisalhamento ou dobras (Ribeiro et al. 2013, Roncato et al. 2015).

Estes depósitos são caracterizados por conteúdos relacionados a reações por alteração hidrotermal das rochas que refletem na presença de clorita, carbonatos, sericita e de sulfetos (pirita, arsenopirita, pirrotita) e/ou sulfossais (berthierita) (Ribeiro et al. 2013, Roncato et al. 2015), os quais podem ser estudados através da análise das concentrações dos principais elementos formadores e sua correlação as diferentes rochas do depósito.

A compreensão dessas características geológicas das rochas encaixantes, fluido hidrotermal e a consequência de sua interação é fundamental para as etapas posteriores da pesquisa mineral, visto que podem ser utilizadas como guias prospectivos dentro do próprio depósito ou também para encontrar regiões mineralizadas nas proximidades (Goldfarb e Groves 2015).

Logo, é importante buscar se entender o controle das mineralizações e como se comportam os corpos de minério e distribuição dos teores de interesse relacionados à sua paragênese e química mineral, visto que isso pode indicar as condições e características iniciais do ambiente para que tenha sido possível a formação de um depósito mineral. Com isso, o trabalho tem como intuito estudar o alvo Mutuca para caracterizar suas particularidades geológicas macroscópicas correlacionadas aos dados de composições químicas de rocha total a fim de identificar os padrões de associações elementares relacionadas ao enriquecimento de Au e seus possíveis condicionantes.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso e a concretização dos objetivos, os materiais e métodos serão detalhados a seguir.

1.5.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica inclui principalmente os trabalhos já realizados na região do lineamento Córrego do Sítio, principalmente os localizados nos depósitos mais ao sul do lineamento, na porção denominada Córrego do Sítio I, além de trabalhos que abrangem todo contexto de ocorrência de Au no Quadrilátero Ferrífero (QFe) e províncias correlatas.

1.5.2 Levantamento de banco de dados

Os principais dados englobados nesta análise incluem (i) a descrição das litologias encontradas na jazida; (ii) teores de ouro do testemunho; (iii) análise multielementar via ICP-MS de rocha total dos testemunhos de sondagem CS1BSD0552 E CS1BSD0553 cedidos pela empresa AngloGold Ashanti.

1.5.3 Descrição de testemunhos de sondagem

As descrições de testemunhos serão realizadas em galpão de amostragem disponibilizado pela AngloGold Ashanti, em que a marcação dos contatos litológicos e descrições dos minerais presentes em cada litologia serão feitos, além da identificação das zonas com maior grau de alteração hidrotermal e das zonas mineralizadas para amostragem de teor. Além dos furos com análise multielementar, outro testemunho foi descrito para complementar o estudo: CS1BSD0641A.

1.5.4 Análise química de rocha total via ICP-MS

Os testemunhos CS1BSD0552 E CS1BSD0553 foram enviados para análise química multielementar realizada pelo laboratório ALS onde foi realizada a análise química via Espectrometria de mas com Plasma Indutivamente Acoplada (ICP-MS) e também Espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES) dos seguintes elementos: Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr. O ICP-MS utiliza a análise de massa atômica dos elementos pela carga dos íons excitados à partir do plasma acoplado, já o ICP-AES utiliza a análise dos comprimentos de onda de fótons gerados à partir dessa excitação dos átomos. Os limites de detecção em cada elemento são mostrados na figura 1.3.

Os resultados foram tratados no excel e no *software ioGas-64-7.4*®. Este método retorna a concentração em porcentagem de peso dos elementos maiores e a composição em partes por milhão (ppm) dos elementos menores e traço, em intervalos de amostras escolhidos para o trabalho de 60 a 120 cm ao longo do testemunho de sondagem (apêndices).

Multi-elementos nível super traço por quatro ácidos e ICP-MS				
Descrição	Código	Preço sem Impostos (USD)	Impostos	Preço Final (USD)
48 elementos por digestão com quatro ácidos e determinação por ICP-AES e ICP-MS.	ME-MS61L	13.26	27%	16.84
Analitos e Faixas (ppm)				
Ag 0.002-100	Cu 0.02-10,000	Na 0.001-10 (%)	Sr 0.02-10,000	
Al 0.01-25 (%)	Fe 0.002-50 (%)	Nb 0.005-500	Ta 0.01-500	
As 0.05-10,000	Ga 0.05-10,000	Ni 0.08-10,000	Te 0.04-500	
Ba 1-10,000	Ge 0.05-500	P 0.001-1 (%)	Th 0.004-10,000	
Be 0.02-1,000	Hf 0.004-500	Pb 0.01-10,000	Ti 0.001-10 (%)	
Bi 0.005-10,000	In 0.005-500	Rb 0.02-10,000	Tl 0.004-10,000	
Ca 0.01-25 (%)	K 0.01-10 (%)	Re 0.002-50	U 0.1-2,500	
Cd 0.005-1,000	La 0.005-10,000	S 0.01-10 (%)	V 0.1-10,000	
Ce 0.01-500	Li 0.2-10,000	Sb 0.02-10,000	W 0.008-10,000	
Co 0.005-10,000	Mg 0.01-25 (%)	Sc 0.01-10,000	Y 0.01-500	
Cr 0.3-10,000	Mn 0.2-50,000	Se 0.2-1,000	Zn 0.2-10,000	
Cs 0.01-500	Mo 0.02-10,000	Sn 0.02-500	Zr 0.1-500	

Figura 1.3 - Elementos analisados quimicamente no laboratório ALS e seus respectivos limites de detecção.

Vale ressaltar que os teores de Au foram realizados separadamente para o mesmo testemunho no laboratório de Córrego do Sítio da mineradora AngloGold Ashanti processado na metodologia *fire assay* e atribuído ao banco de dados considerando os mesmos intervalos amostrados pelo laboratório ALS. Este método é utilizado frequentemente para a análise química de Au e elementos do grupo da platina visto que é possível a individualização destes elementos em uma solução ácida após uma sequência de etapas que envolvem a extração através de uma fusão coletora com Pb (Margatho 2017). O limite de detecção inferior neste caso é 0.025 ppm.

1.5.5 Análise qualitativa

A partir do banco de dados geoquímicos, foi gerado o banco de dados de amostras localizados geograficamente em profundidade para a localização 3D das zonas mineralizadas. Posteriormente se utilizará o *software Studio RM*® para visualização dos testemunhos espacialmente no depósito, além da visualização da distribuição dos teores. Para a análise geoquímica, foi utilizado o *software ioGas-64-7.4*®, versão temporária, além do *Microsoft Excel*® para tratamento do banco de dados.

CAPÍTULO 2

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1 INTRODUÇÃO

A região estudada neste trabalho de conclusão de curso encontra-se na porção meridional do Crátão do São Francisco definido por Almeida (1977), na província mineral do Quadrilátero Ferrífero (QFe). O QFe é delimitado a leste e a sul pelas faixas móveis Araçuaí e Ribeira, respectivamente. O QFe representa uma importante província mineral devido à sua diversidade de ocorrências minerais economicamente viáveis e historicamente exploradas na região como ouro, topázio imperial, esmeralda, alumínio, manganês e ferro (Figura 2.1).

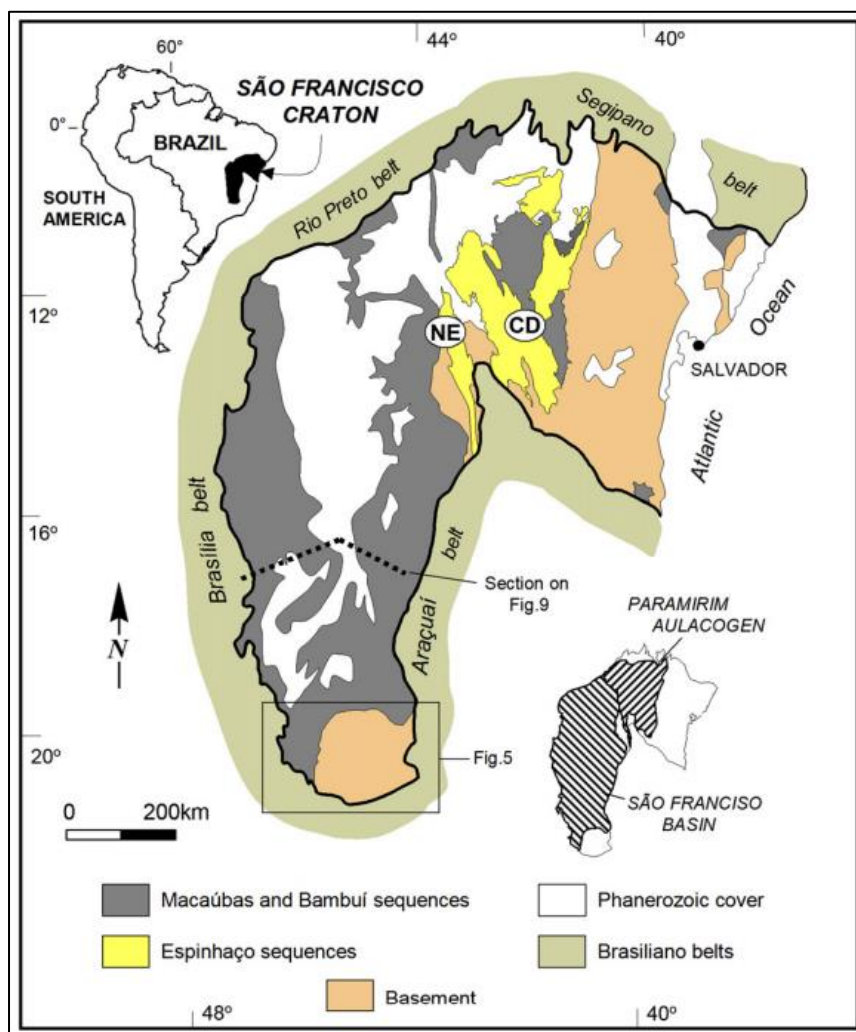


Figura 2.1 - Localização do Quadrilátero Ferrífero em relação ao Crátão do São Francisco, modificado de Alkmim e Martins Neto (2012).

Por ser uma área de grande relevância econômica desde o tempo de Brasil colônia, os trabalhos geológicos para se buscar um entendimento da região datam desde o século XIX. A partir dele e de contribuições ao longo da segunda metade do século XX, foi possível subdividir o QFe tectono-estratigraficamente em três tipos de terrenos: embasamento cristalino arqueano, também conhecidos como complexos metamórficos; as sequências metavulcano-sedimentares do Greenstone Belt Rio das Velhas; e os terrenos paleoproterozoicos, reconhecidos como sequências sedimentares clásticas e químicas do Supergrupo Minas e do Supergrupo Estrada Real (Alkmim e Marshak 1998; Endo et al. 2020).

Endo et al. (2020) reinterpretou algumas unidades estratigráficas cartografadas e à geologia estrutural e evolução tectônica do QFe. A figura 2.2 mostra a cartografia geológica simplificada do QFe segundo esse trabalho mais recente.

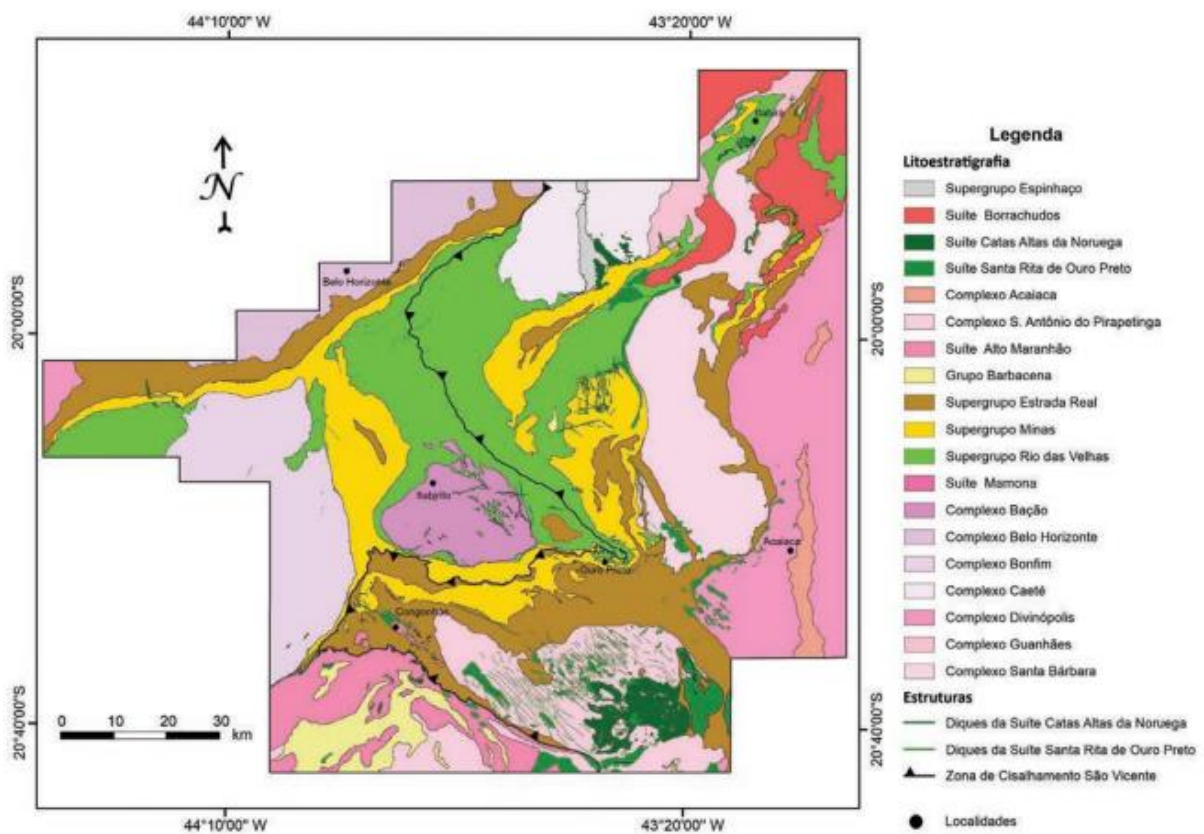


Figura 2.2 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero simplificado, retirado de Endo et al. (2020).

2.2 ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO

Segundo trabalho de Endo et al. (2020) o QFe é subdividido, da base para o topo, nas seguintes unidades litoestratigráficas (Figura 2.3):

- i) Complexos Metamórficos: englobam o embasamento granito-gnáissico além da presença local de anfibolitos, migmatitos e rochas de características ultramáficas, máficas e félsicas (Guimarães et al. 1967, Herz 1970, Cordani et al. 1980, Gomes 1986, Carneiro 1992, Schorscher 1992, Noce 1995, Endo 1997, Lana et al. 2013, Farina et al. 2016). Quatro eventos arqueanos foram datados nestes complexos: O mais antigo trata-se do evento tectono-magmático Santa Bárbara, que data de 3220 Ma a 3200 Ma; O evento Rio das Velhas I, de idade entre 2930 e 2850 Ma, quando foram formados os gnaisses de composição TTG (Tonalito-Trondjhemito-Granodiorito) predominantes nos complexos metamórficos; O evento Rio das Velhas II já é marcado por rochas graníticas de médio-K, de idades entre 2800 Ma e 2750 Ma; O último evento arqueano considerado é o chamado evento Mamona, marcado pela presença de rochas de origem granítica com alto teor de K e que obtiveram idades de 2760 Ma a 2680 Ma (Lana et al. 2013, Romano et al. 2013, Farina et al. 2015).
- ii) Supergrupo Rio das Velhas (SGRV): Baltazar e Zucchetti (2007) caracterizam essa unidade como um típico Greenstone Belt arqueano, formado por seqüências metavulcano-sedimentares que, da base para o topo, possuem a seguinte associação de litofácies: Rochas metavulcânicas de características ultramáficas, máficas e félsicas pertencentes ao Grupo Quebra Osso; Rochas metavulcanoclásticas, metavulcano-sedimentares químicas e rochas metassedimentares clásticas de ambiente marinho, constituem o Grupo Nova Lima; e as rochas metassedimentares de ambiente costeiro, pertencentes ao Grupo Maquiné.
- iii) Supergrupo Minas (SGM): Esta unidade paleoproterozoica constitui uma seqüência deposicional continental-marinha interpretada como a evolução de uma bacia de margem passiva (Alkmim e Martins Neto, 2012). Endo et al. (2020) considera a seguinte subdivisão para o SGM, da base para o topo: Grupo tamanduá, que registra a fase inicial de rifteamento e transição para margem passiva (Alkmim e Marshak, 1998) subdividido na Formação Cambotas (Unidade inferior) composta por quartzitos, quartzitos ferruginosos e xistos quartzosos e argilosos (Dorr, 1969) e a unidade superior do grupo, denominada por Endo et al. (2020) como Formação Morro Grande, constituída por xistos filíticos, quartzosos e ferruginosos e também por formações ferríferas dolomíticas; Grupo Caraça, também relacionado ao início da evolução de bacia de margem passiva, subdividido na unidade inferior Formação Moeda e na superior Formação Batatal. A primeira é constituída por rochas siliciclásticas metamorfizadas como quartzitos, filitos e metaconglomerados. Já a Formação Batatal é composta também por rochas ortoquímicas como formações ferríferas bandadas, metacherts e mármore dolomíticos, mas predominantemente por filitos; O Grupo Itabira, segundo Alkmim e Marshak (1998), é considerado o registro integral da bacia de margem passiva desenvolvida, composto

basicamente por sequências metassedimentares de ambiente marinho (Dorr 1969). É nesta unidade onde estão os itabiritos que justificam o nome do QFe, em sua subdivisão inferior, denominada Formação Cauê que, além de itabiritos, possui a presença de itabiritos dolomíticos, itabiritos anfíbolíticos e de maneira subordinada algumas ocorrências de quartzitos, filitos e mármore dolomíticos. A porção superior do Grupo Itabira, denominada de Formação Gandarela, é demarcada pela presença de rochas dolomíticas e também por filitos e itabiritos; O Grupo Piracicaba por sua vez, forma estratos de rochas metassedimentares de ambiente raso e deltaico (Alkmim e Marshak 1998) composta, do mais antigo para o mais novo, por quartzitos ferruginosos e filitos prateados da Formação Cercadinho; esta é sobreposta gradacionalmente pela Formação Fecho do Funil, composta por filitos, metassiltitos, dolomitos característicos. No topo da sequência do Grupo Piracicaba tem-se os ortoquartzitos da Formação Taboões e, por último, a Formação Barreiro, com filitos grafitosos, filitos e xistos. Até o trabalho de Endo et al. (2020) o Grupo Sabará (Gair 1958) era considerado como sequência superior do Supergrupo Minas, entretanto a partir de reinterpretações e novas evidências foi agrupado ao Grupo Itacolomi, e a esse agrupamento se deu o nome de Supergrupo Estrada Real (Endo et al. 2020).

- iv) Supergrupo Estrada Real (SGER): É composto por Grupo Sabará e Grupo Itacolomi, e foram agrupados no SGER por Endo et al. (2020) tendo como base o trabalho de Barbosa (2018) que identificou a interdigitação entre as rochas dos dois grupos. Esta unidade é interpretada como sucessões do tipo flysch e molassa sin-orogênicas. O Grupo Sabará é subdividido em Formação Córrego do Germano (Endo et al. 2020), localizada na base do grupo e composta por formação ferrífera granular e quartzitos ferruginosos. A Formação Saramenha (Almeida et al. 2005), é composta principalmente por clorita xistos, mica xistos intercaladas por rochas siliciclásticas e formação ferrífera bandada, além de conter de maneira subordinada rochas metavulcânicas félsicas (Noce 1995) e ultramáficas. No topo encontra-se a Formação Catarina Mendes (Freitas 2019) composta por biotita-quartzo xistos, filitos e quartzitos. O grupo Itacolomi é composto pela unidade inferior Formação Florália, constituída basicamente por ortoquartzitos, e no topo pela formação Pico do Itacolomi que é constituída por quartzitos com a presença de óxido de ferro nas estruturas sedimentares preservadas e metaconglomerados.

A ocorrência do Grupo Barbacena é correlata ao Grupo Sabará, na porção sul do QFe (Cabral et al. 2019), com a presença de xistos, queluzitos, gonditos quartzitos e filitos intercalados por rochas metaultramáficas e anfíbolitos.

Adicionalmente, diversas presenças de suítes intrusivas máficas e ultramáficas de idades posteriores aos eventos de deposição do SGM são reconhecidas (Endo et al. 2020). Unidades cenozoicas também estão presentes no QFe, além de depósitos sedimentares recentes como aluviões, elúvios/colúvios e cangas ferríferas.

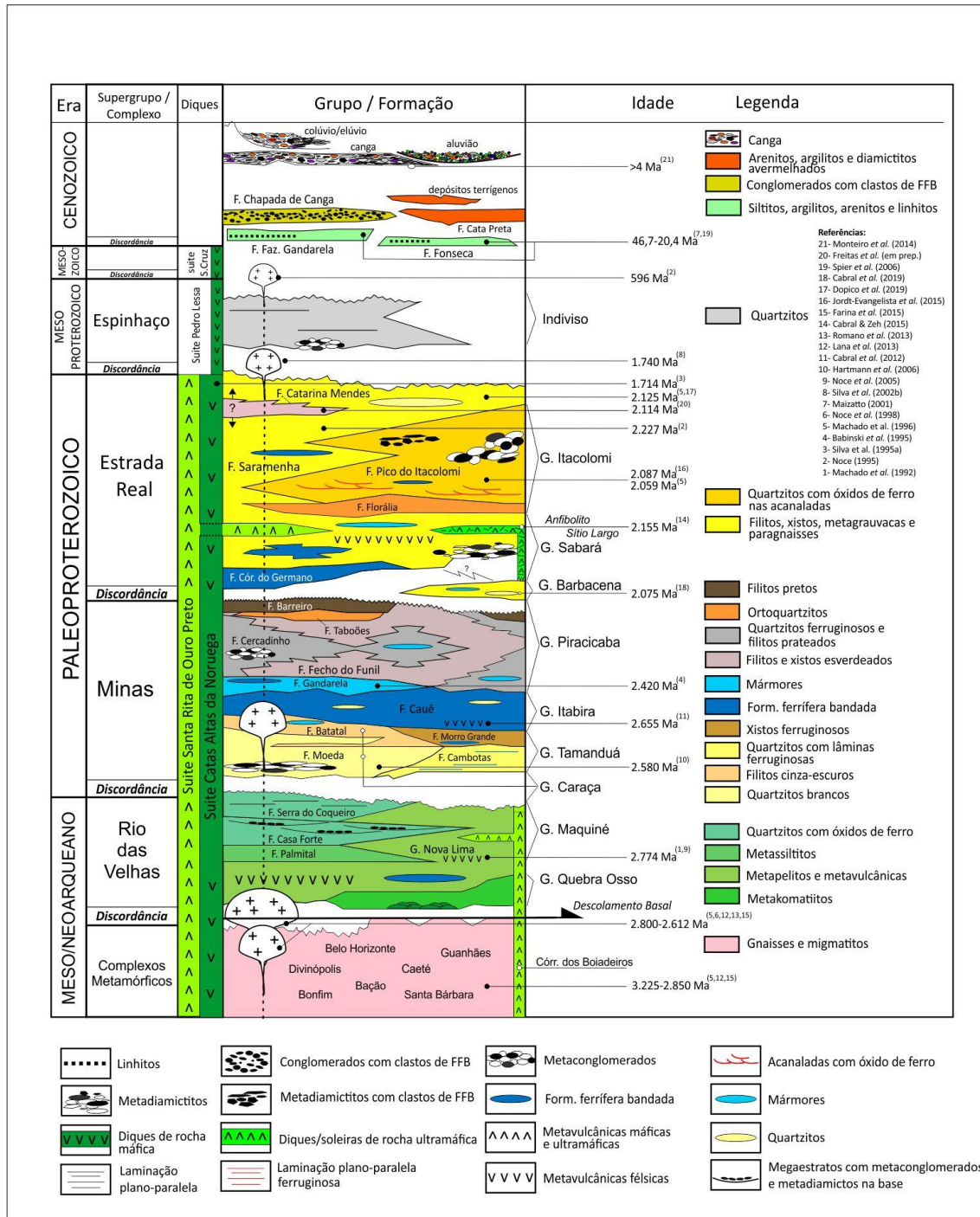


Figura 2.3 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, retirada de Endo (2019).

2.2.1 Supergrupo Rio das Velhas

O Supergrupo Rio das Velhas (SGRV) compreende um terreno greenstone belt que inclui, de base para topo, o Grupo Quebra Osso, Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné (Endo et al. 2020) (Figura 2.3).

O Grupo Quebra Osso (Schorscher 1976) consiste em rochas interpretadas como derrames vulcânicos máficos-ultramáficos subaquáticos que remetem à uma composição da crosta terrestre arqueana, que possui em seu registro geológico metakomatiitos com textura spinifex além de rochas félsicas subordinadas Endo et al. (2020).

Zucchetti e Baltazar (1996) dividem o Grupo Nova Lima da Base, da base para o topo, em (i) associação máfica-ultramáfica e metavulcânica plutônica; (ii) associação metavulcano-sedimentar química, que compreende os metapelitos e as formações ferríferas bandadas da unidade Santa Quitéria; (iii) associação metassedimentar química pelítica que contém as unidades Ribeirão Vermelho e Mestre Caetano, a primeira com sequências metaturbidíticas e metavulcanoclásticas e a segunda contendo além de metavulcanoclásticas a ocorrência de metagrauvas e; (iv) associação metavulcano-sedimentar clástica e metassedimentar clástica-marinha (ressedimentada).

Nesta última metavulcano-sedimentar está localizado o depósito aurífero de Córrego do Sítio, subdividida em Formação Córrego do Sítio e Formação Mindá, com a ocorrência de rochas calcissiliciclásticas e metagrauvas, e na porção superior metaturbiditos arenosos e argilosos (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Ambiente de formação e unidades litoestratigráficas do Supergrupo Rio das Velhas, modificado de Baltazar et al. (1996).

		Ambiência	Formação/Unidade	Litotipo	
Supergrupo Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Associação metassedimentar clástica não marinha (litorânea e fluvial)	Casa Forte	Quartzito, conglomerado	
			Palmital	Quartzito xisto	
	Grupo Nova Lima	Associação metassedimentar clástica marinha (ressedimentada)	Mindá	Cór. Da Paina Faz. Velha	Metaturbiditos arenosos e argilosos
			Cór do Sítio	Pau d'Óleo Catarina Mendes	Metagrauvas, calcissilicáticas
		Associação metavulcanosedimentar clástica	Mestre Caetano		Metagrauvas, metavulcanoclásticas
			Ribeirão Vermelho		Metavulcanoclásticas, metaturbiditos
		Associação metassedimentar química-pelítica		Santa Quitéria	Metapelitos e BIF's
		Associação metavulcanosedimentar química		Morro Vermelho	Metavulcânicas, metapelitos, BIF's
Associação metavulcânica plutônica	Ouro Fino		Metavulcânicas básicas e ultrabásicas		
	Quebra Osso	Complexo Cór. Do Boiadeiros	Metavulcânicas ultrabásicas Sill básico-ultrabásico		

O Grupo Maquiné representa as seqüências de sedimentação siliciclástica litorânea e fluvial do Supergrupo Rio das Velhas (Baltazar et al. 1996), que na base é formada basicamente pelos quartzos-xistos da Formação Palmital, pelos metaconglomerados, metarenitos, diamictitos e quartzos mica-xistos subordinados da Formação Casa Forte, e pelos Quartzitos sericíticos da Formação Serra do Coqueiro no topo (Endo et al. 2020).

2.3 EVOLUÇÃO TECTÔNICA E ESTRUTURAL

A evolução estrutural e metamórfica do QFe é objeto de muita discussão e debate dentro da comunidade científica, visto que se trata de um terreno antigo que sofreu ao longo de sua história geológica diversas influências tectônicas. Alkmim e Marshak (1998) trouxeram interpretações acerca dessa evolução dispostas na tabela 2.2, até a formação do supercontinente Gondwana, englobando os eventos responsáveis pela formação do QFe.

Tabela 2.2 - Evolução geotectônica do QFe e seus regimes e características segundo Alkmin e Marshak (1998), modificado de Muniz (2017).

Idade (Ma)	Fases	Evento Geotectônico	Regime tectônico e outras características
700 a 450	D2	Uma das colisões orogênicas que formou o supercontinente Gondwana	Evento Brasileiro de caráter compressivo, responsável por gerar cinturão de empurrões e dobramentos com vergência para W
1750	DE	Intrusão de diques básicos	Abertura da bacia ensialica do rifte Espinhaço a NE do QF. Não se sabe se o colapso do orógeno Transamazônico e a abertura do rifte do Espinhaço são eventos interligados
2095	DC	Deformação extensional que proporcionou a formação de bacias estreitas que serviram de calha para os sedimentos do Grupo Itacolomi	Colapso extensional do orógeno Transamazônico. Ascensão dos complexos cristalinos e afundamentos das sequências supracrustais, resultando em dompos e quilhas que moldaram o relevo de todo o QF.
2100	D1	Eventos compressivos ocorreram posteriormente à deposição da Formação Sabará, marcada como sedimentação do tipo flysch	Evento Transamazônico caracterizado por empurrões e dobramentos para NW, formando zonas de cisalhamento regionais. Contudo gerou-se uma foliação pouco expressiva.
<2600 a >2400	–	Formação da Bacia Minas em plataforma continental.	Região E e SE do QF envolveram-se em bacia ensialica ou de margem passiva. O início desta bacia se envolveu num evento extensivo, ocorrendo a deposição dos sedimentos correspondentes aos grupos Caraça e Tamanduá.
2700-2800	–	Formação de terreno granito <i>greenstone</i> , onde as rochas do Supergrupo Rio das Velhas foram depositadas ou colocadas tectonicamente	Possivelmente num contexto de margem convergente

No trabalho de Endo et al. (2020) o autor faz uma atualização acerca de informações de trabalhos que ocorreram ao longo do século XXI, além de evidenciar as consequências de cada evento nas feições e estruturas do terreno. A tabela 2.3 mostra essa última versão atualizada.

Tabela 2.3 - Sequência de eventos e suas características ao longo do tempo geológico, relacionadas a evolução do Quadrilátero Ferrífero, modificado de Endo et al. (2020). (Continua).

Era	Eventos Tectônicos	Regime Tectônico	Fase de Deformação	Processos e Produtos Tectônicos	
				Domínio da Nappe Curral	Domínio do Sistema de Nappes Ouro Preto
Cenozoico	Sul-Atlântico			Formação de depósitos terrígenos, aluviões, elúvios e colúvios	
		Compressão	F5	Fase de fraturamentos, falhamentos e reativações de descontinuidades crustais herdadas.	
		Extensão	Deposição dos sedimentos das formações superiores do QFe.		
Mesozoico		Extensão	Magmatismo máfico; Duíte Santa Cruz		
Neoproterozoico	Brasiliano	Compressão NS	F4	Nucleação dos Sistemas Dom Bosco, Nova Lima-Brumal e Itabira e antiformes Furquim e João Monlevade de direções axiais EW por processo de indentação do bloco Barbacena com movimento de sul para norte. Redobramento do sinforme Dom Bosco: Dobra em "L" de Almas-Segredo. Formação de clivagens de crenulação E-W e dobras de escala mesoscópica vergentes para N. Intrusão de corpos graníticos e pegmatíticos no domínio do Sinforme Dom Bosco. Reativação de falhas Marinho da Serra, Cata Branca, Congonhas e correlatas (cinemática dextral). Rotação horária de aproximadamente 45°, dos diques das suítes Santa Rita de Ouro Preto e Catas Altas da Noruega no domínio de influência do bloco Barbacena. Amplificação e rotação dos sinclínios de Itabira e João Monlevade-Rio Piracicaba por mecanismo de <i>flanking folds</i> .	
		Compressão EW	F3	Formação de clivagens de crenulação N-S e dobras de escala mesoscópica vergentes para W e, localmente, para E. Inversão do flanco E do Sinclinal Moeda. Nucleação do Sinclinal Claudio Manoel e Anticlinal Acaiaca. Reativação de descontinuidade pretéritas com geração de foliação nas rochas máficas e ultramáficas. Geração dos sinclinais Alegria e Fábrica Nova por mecanismos de <i>flanking folds</i> sem geração de clivagem plano-axial associada. Geração de estruturas Andersonianas posteriormente basculadas para E. Fraturas de alívio NS preenchidas por veios de quartzo e de tração preenchidas por corpos de hematítio. Falhas Marinho da Serra, Cata Branca, Congonhas e correlatas (cinemática Sinistral).	
		Extensão	Magmatismo Máfico: Suíte Pedro Lessa		
Mesoproterozoico	Espinhaço	Extensão	Formação da bacia Espinhaço		
Paleoproterozoico	Pós-Minas	Extensão	Magmatismo máfico/ultramáfico e alcalino: diques de direção E-W e N-S;		
	Minas	Compressão	F2	Fase 2: Localmente presente no domínio da estrutura pop-up delimitado pelas falhas Casa Branca e Serra das Gaivotas. Dobras de propagação da falha Cata Branca: Morro do Chapéu e Pau Branco. Xistosidade plano-axial S2 associada na dobra de Morro do Chapéu.	Fase 2: Nucleação do sistema de Nappes Ouro Preto por redobramento coaxial da nappe F1. Polaridade metamórfica crescente para NNE de fácies xisto-verde para anfíbolito. Xistosidade plano-axial S2 associada. Nucleação da Anticlinal de Mariana por ramificação de uma falha cega na lapa da Zona de Cisalhamento São Vicente (Descolamento Basal), na etapa tardia da fase F2

Tabela 2.3 - Sequência de eventos e suas características ao longo do tempo geológico, relacionadas a evolução do Quadrilátero Ferrífero, modificado de Endo et al. (2020). (Continuação)

Era	Eventos Tectônicos	Regime Tectônico	Fase de Deformação	Processos e Produtos Tectônicos	
		Compressão	F1	Fase F1: Nucleação da Nappe Curral com vergência para NNE. Polaridade metamórfica crescente para SSW de fácies xisto-verde para anfíbolito. Xistosidade plano-axial S1 associada. Intrusão de corpos graníticos no domínio de antepaís (Sinclinal Mangabeiras e Serra do Curral): Ex. Morro do Papagaio.	Nucleação da Nappe da fase F1 com vergência para sul: Pré-Sistema de Nappes Ouro Preto
Inversão da Bacia Minas					
Arqueano	Mamona, Rio das Velhas (I e II) e Santa Bárbara	Eventos tectono-metamórficos pré-Minas			

No âmbito da evolução do Supergrupo Rio das Velhas, Baltazar e Zucchetti (2007) interpretam as fases de evolução tectônica de bacias sedimentação em 4 ciclos (Figura 2.4). O ciclo 1 representa a fase inicial de espriamento oceânico em um contexto arqueano, representados pelas unidades basais do SGRV. O ciclo 2 está associado a dois ambientes tectono-sedimentares relacionados às fases finais de extensão da bacia e início da subducção, trata-se de uma bacia de margem passiva gradadando para o ambiente instável com plútons félsicos associados. O ciclo 3 representa a fase de inversão de bacia, com a deposição de sedimentos em bacias de *Back-arc* advindos de arcos de ilha. Por fim, o ciclo 4 corresponde à unidade superior do SGRV, e é interpretada como uma bacia de antepaís da etapa final de orogênese.

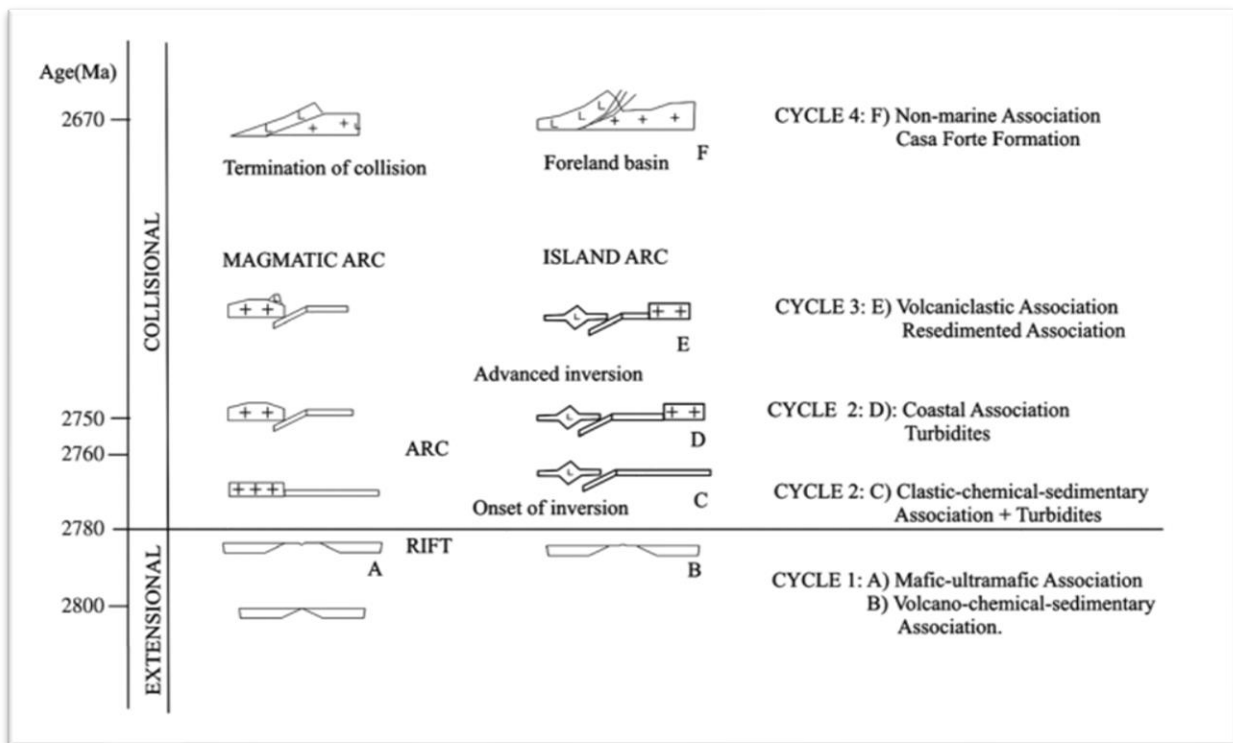


Figura 2.4 - Evolução tectono-estratigráfica do Supergrupo Rio das Velhas, retirado de Baltazar e Zucchetti (2007).

Baltazar e Zucchetti (2007) propuseram a evolução para o terreno em quatro fases deformacionais principais: D1, D2, D3 e D4. As mais antigas, D1 e D2, têm idade arqueana (~2700Ma) de regime compressivo e indicam transporte tectônico de N para S (D1) e de NE para SW (D2). A fase D1 possui falhas de cavalgamento, assim como dobras apertadas a isoclinais vergentes para sul, com *plunge* das dobras ENE. A foliação plano-axial S1 é subparalela ao acamamento (S0), com lineação de interseção paralela ao eixo das dobras e lineação de estiramento mineral ao longo do mergulho das camadas. Já a fase D2 possui falhas de cavalgamento de direção NW, e dobras apertadas a isoclinais com o mesmo *trend* e vergência para SW. A foliação plano-axial S2 é tida como foliação milonítica direção de mergulho NE, assim como a lineação mineral dessa fase.

A fase D3 é tida como Transamazônica, de idades entre 2100-1900 Ma e é interpretada como de regime extensional de direção WNW para ESE. É caracterizada pela nucleação dos sinclinais e pela deposição do SGM. Nesta fase também ocorrem a intrusão dos corpos granito-gnáissicos dos complexos metamórficos.

Por último, com idades entre 650 e 500 Ma, está a fase D4 Brasileira, de regime compressional novamente transporte tectônico de E para W. Com estruturas de direção NS e vergência tanto das falhas de cavalgamento quanto das dobras para W. Estas dobras podem estar apertadas ou

abertas e são identificadas dobras miloníticas e foliação plano-axial S4. As lineações minerais caem para ESSE.

A correlação de dados obtidos a partir das rochas dos complexos metamórficos aliadas a dados estruturais existentes do QFe definem 4 eventos magmáticos arqueanos responsáveis por suas acomodações e suas configurações geotectônicas: Rio das Velhas I, Rio das Velhas II e Mamona (Figura 2.5) (Farina et al. 2015).

O evento Rio das Velhas I (2920-2850 Ma) é interpretado como múltiplas zonas de subducção com a formação de arcos de ilha consolidando uma crosta continental incipiente, com a presença de granitos do tipo TTG.

Com a crosta continental um pouco mais consolidada, o evento Rio das Velhas II (2800-2760 Ma) é caracterizado pela presença de granitos de médio K, que foi interpretado como consequência da mistura de magmas provenientes de crosta oceânica e magmas de crosta continental reciclada.

Por fim, o Evento Mamona foi considerado a colisão entre dois blocos continentais formando granitos de alto K pela contribuição de rochas sedimentares no processo de subducção. Este evento também foi o responsável pela formação de bacia sedimentar onde se depositaram os sedimentos de unidades basais do QFe.

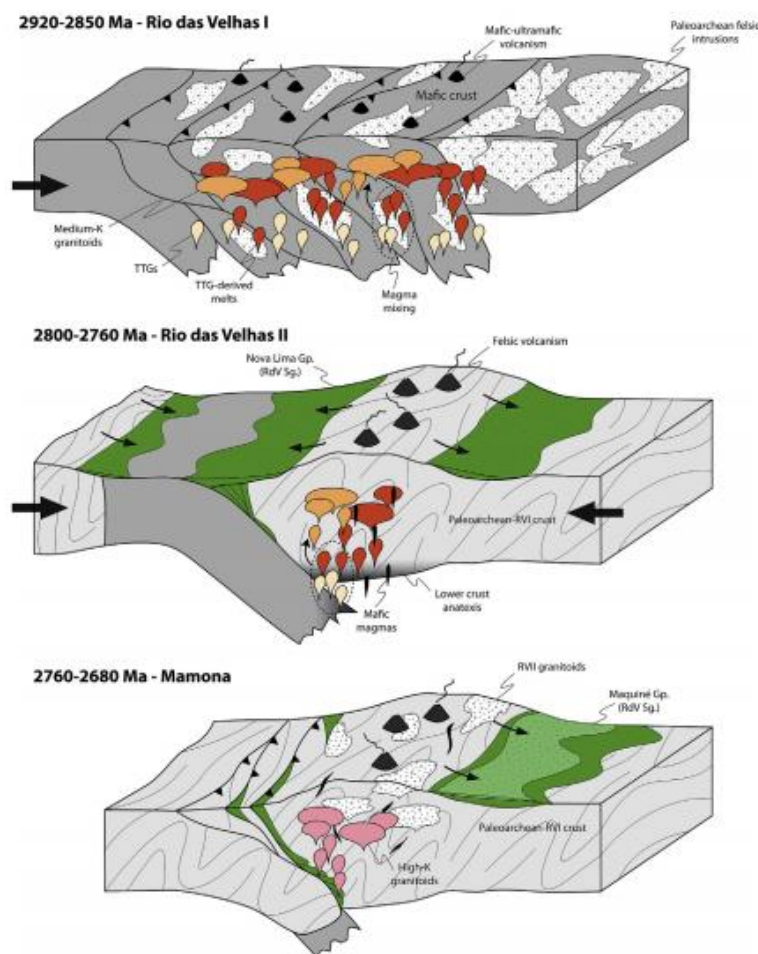


Figura 2.5 - Eventos magmáticos arqueanos e suas interpretações geotectônicas, retirado de Farina et al. (2015).

2.4 METALOGÊNESE DO OURO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Os depósitos de ouro do QFe encontram-se majoritariamente distribuídos ao longo das seqüências de rochas do SGRV. Lobato et al. (2020) destaca o controle estrutural desses depósitos e a dificuldade na interpretação de cada jazida aurífera, devido às orogêneses acontecidas no terreno. Os principais depósitos se encontram no Grupo Nova Lima, demarcado pelos lineamentos regionais de duas características que influenciam na quantidade de minério: 1) Os relacionados a falhas transcorrentes de direção E-W subverticais, que contém os maiores depósitos. 2) Associados a zonas de cisalhamento causadas por falhas de empurrão (Lobato et al. 2001b). A mesma autora interpreta estes depósitos como do tipo ouro orogênico, conforme o esquema proposto por Groves et al. (1998) (Figura 2.6).

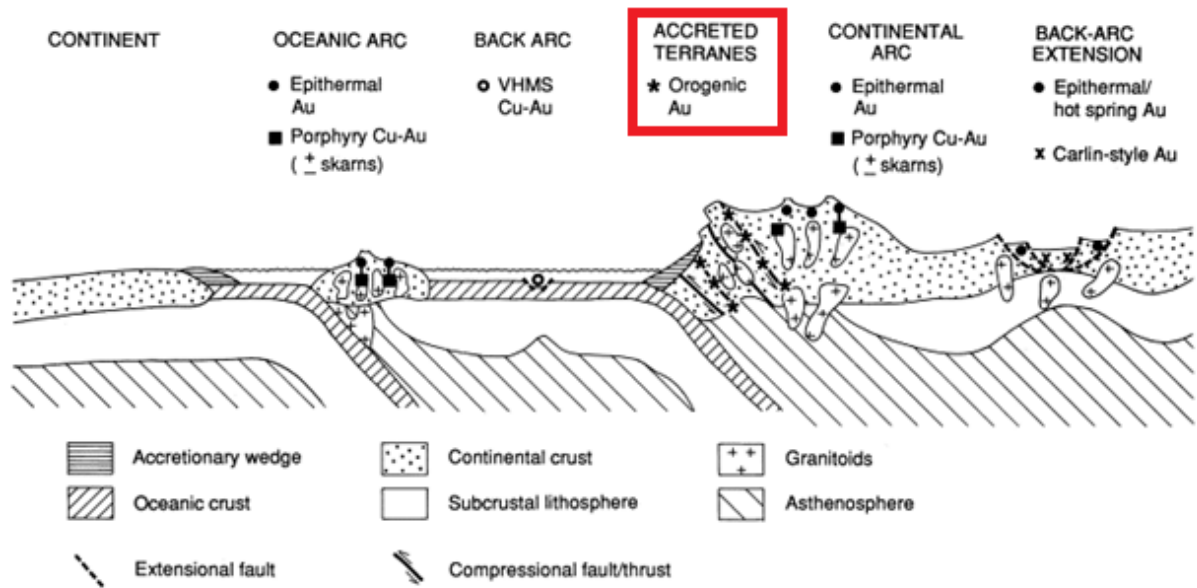


Figura 2.6 - Ambientes de formação de depósitos de ouro com destaque para Au orogênico, modificado de Groves et al. 1998.

Esse tipo de depósito é formado ao longo de cinturões colisionais orogênicos compressionais ou transpressionais, em todos os seus estágios de evolução, cuja classificação se baseia em zonas metamórficas, em que a mineralização provém de fluidos hidrotermais de origem metamórfica. A zona mais superficial, de fácies xisto verde inferior é denominada de epizonal, os depósitos de profundidades e fácies intermediárias são chamados de mesozonais e as regiões de fácies anfíbolito a granulito, formados em regiões mais profundas da colisão, são denominados hipozonais Groves et al. 1998; Goldfarb e Groves 2015) (Figura 2.7).

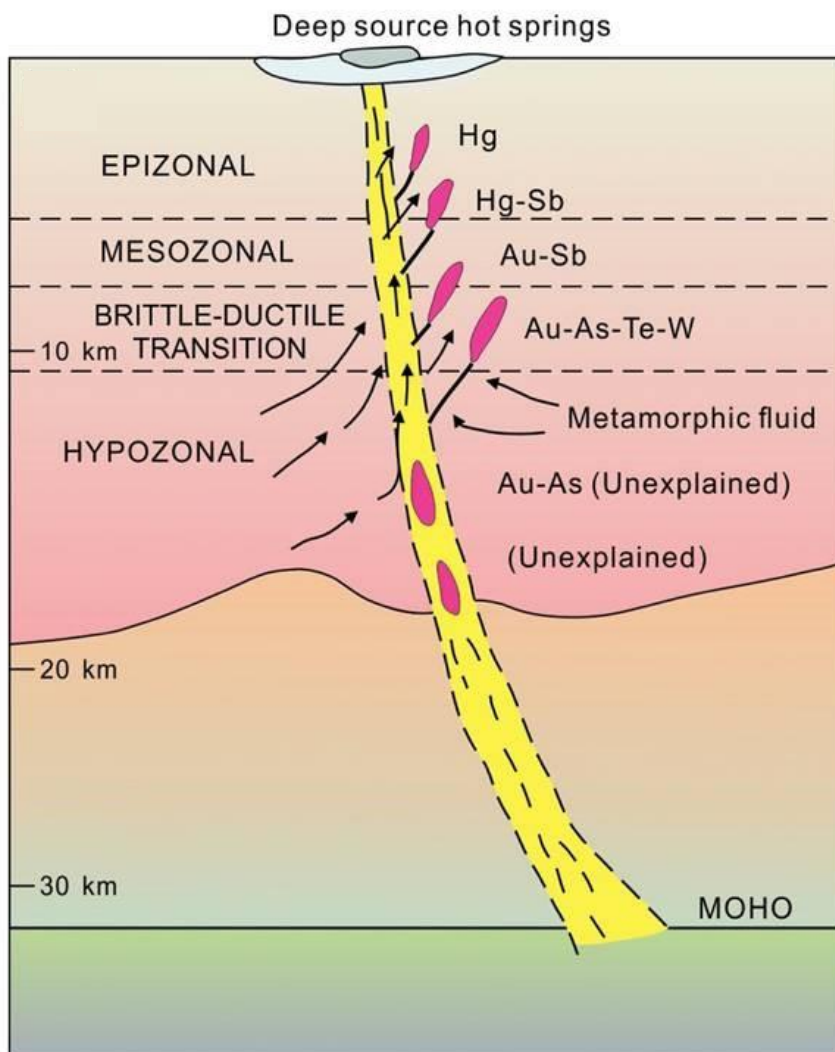


Figura 2.7 - Modelo esquemático evidenciando as zonas metamórficas de precipitação aurífera em fonte metamórfica, retirado de Groves, Santosh e Deng et al (2020), modificado de Groves e Santosh (2016).

Vial et al. (2007) estudaram os estilos de mineralização de ouro no QFe e conseguiram sumarizar através de um quadro síntese (Tabela 2.4) alguns exemplos no SGRV contendo rochas hospedeiras e principais minerais associados, sendo que os mais recorrentes e de maior conteúdo metálico são os relacionados às BIFs do tipo Algoma e as chamadas “Lapa Seca”, que juntas perfazem 96% dos depósitos auríferos do QFe (Lobato et al. 2001b).

Os 4% restantes estão hospedados em rochas metassedimentares, metavulcânicas máficas e ultramáficas, com a presença de veios de quartzo e sulfetos associados. O depósito de Córrego do Sítio se encaixa nessa porção, especificamente porque o ouro ocorre hospedado principalmente em zonas de intercalação entre metapelitos e metagrauvacas, que podem ser interpretadas como sequências metassedimentares turbidíticas (Porto 2008; Lima 2012).

No contexto de processos de formação geral, Lobato et al. (2001) define que estes depósitos do Grupo Nova Lima podem ser formados como resultado de substituição da formação ferrífera por

sulfetação contendo ouro; hidrotermalismo em zonas de cisalhamento com a presença de sulfetos disseminados; e através de veios quartzo-carbonáticos com ouro e sulfetos. Martins et al. (2017) propõem uma paragênese mineral a partir de alteração hidrotermal formadas principalmente por pirita, arsenopirita e pirrotita.

Tabela 2.4 - Estilos de mineralizações das ocorrências de Au nos depósitos de idade Arqueano do QFe, retirado de Vial et al. (2007).

Estilo de mineralização	Hospedeiras	Principais depósitos	Minerais associados
DEPÓSITOS HOSPEDADOS NO GREENSTONE BELT RIO DAS VELHAS DE IDADE ARQUEANA			
A1	BIF do tipo algoma	Raposos, Cuiabá, Lamego; Morro da Glória Farias, Carrapato de Cima, Bruacas, Luis Soares, Boa Vista.	Pirita, pirrotita e arsenopirita.
A2	Lapa seca*	Morro Velho, Bela Fama, Bicalho.	Sulfetos maciços
A3	Veios de quartzo em zonas de alteração hidrotermal simétrica	Juca Vieira, Descoberto, Fernandes, e Carrapato de baixo.	Pirita
A4	Rochas metassedimentares e veios de quartzo	Córrego do Sítio , Moita, Alto Gago.	Sulfetos
A5	Anfibolitos	Pari	Sulfetos e camadas de anfibólios.
A6		Bico de Pedra	Sulfetos de metais base disseminados ou maciços.
DEPÓSITOS HOSPEDADOS NOS GRUPOS MINAS E CARAÇA DE IDADE PROTEROZOICA			
B1	Filitos carbonosos e quartzitos do Grupo Caraça, itabiritos do Grupo Minas e quartzo-biotita xistos do Grupo Nova Lima	Passagem de Mariana; Rocinha, Morro Santana, Mata Cavalo, Veloso, Chico Rey, Taquaral, Cibrão e Lavras Novas.	Veios de quartzo com turmalina e arsenopirita.
B2	Itabiritos do Grupo Minas, tipo Jacutinga	Gongo Sôco, Maquiné, Itabira, Taquaril, Antônio Pereira.	Especularita, quartzo, caolinita, óxidos de manganês, talco e ouro livre. Bonanzas de alto teor em Au.
B3	Conglomerados do tipo Witwatersrand no Grupo Caraça	Mina Palmital	Au livre, pirita, anomalias de urânio.

Esse fluido hidrotermal é composto pela adição de CO₂, K, S, Au, As, B e Ba, e pode se estender por uma distância considerável a partir do caminho do fluido, provocando modificações composicionais nas rochas encaixantes. No caso do QFe, o fluido inicialmente dominado por H₂O foi responsável pela formação de clorita na alteração incipiente das rochas e que hoje representam a porção mais distal em relação à zona mineralizada. A presença de carbonatos se torna mais marcante nas zonas mais proximais ao caminho do fluido, indicando a evolução de sua composição com maiores razões de CO₂/H₂O. A sulfetação está correlacionada a variação dessa concentração de CO₂ e ocorre mais frequentemente nas zonas de alteração relacionadas a estágios avançado de hidrotermalismo (Lobato e Vieira 1998).

CAPÍTULO 3

O LINEAMENTO AURÍFERO DE CÓRREGO DO SÍTIO

3.1 QUADRO ESTRATIGRÁFICO LOCAL

A região do lineamento Córrego do Sítio possui em seu registro litoestratigráfico, predominantemente, a presença de três unidades do Grupo Nova Lima: Santa Quitéria, Córrego do Sítio e Mindá. Essas unidades são cortadas por diques metabásicos de orientação NNE-SSW e mergulho para SE (Lima 2012). Também existem algumas ocorrências adjacentes das rochas efusivas do Grupo Quebra Osso em menor expressão local (Figura 3.1) (Lobato et al. 2001 b).

A unidade Santa Quitéria aflorante na região é resultado de uma inversão estratigráfica caracterizada por Zucchetti e Baltazar (1998) e interpretada por Lima (2012) como possivelmente resultado de uma falha de empurrão com vergência para oeste, em contato tectônico com a unidade Córrego do Sítio. Nesta unidade também se têm minas de ouro importantes como a responsável pelo nome da mesma, Santa Quitéria, e pelas minas de São Bento e Pilar.

Entre a Unidade Santa Quitéria e a Unidade Córrego do Sítio há a ocorrência de um dique metabásico que as separa. A unidade que dá nome ao depósito de ouro Córrego do Sítio, por sua vez, é subdividida informalmente em subunidade Inferior, Intermediária e Superior (Lima 2012), as quais estão inseridas o corpo Mutuca.

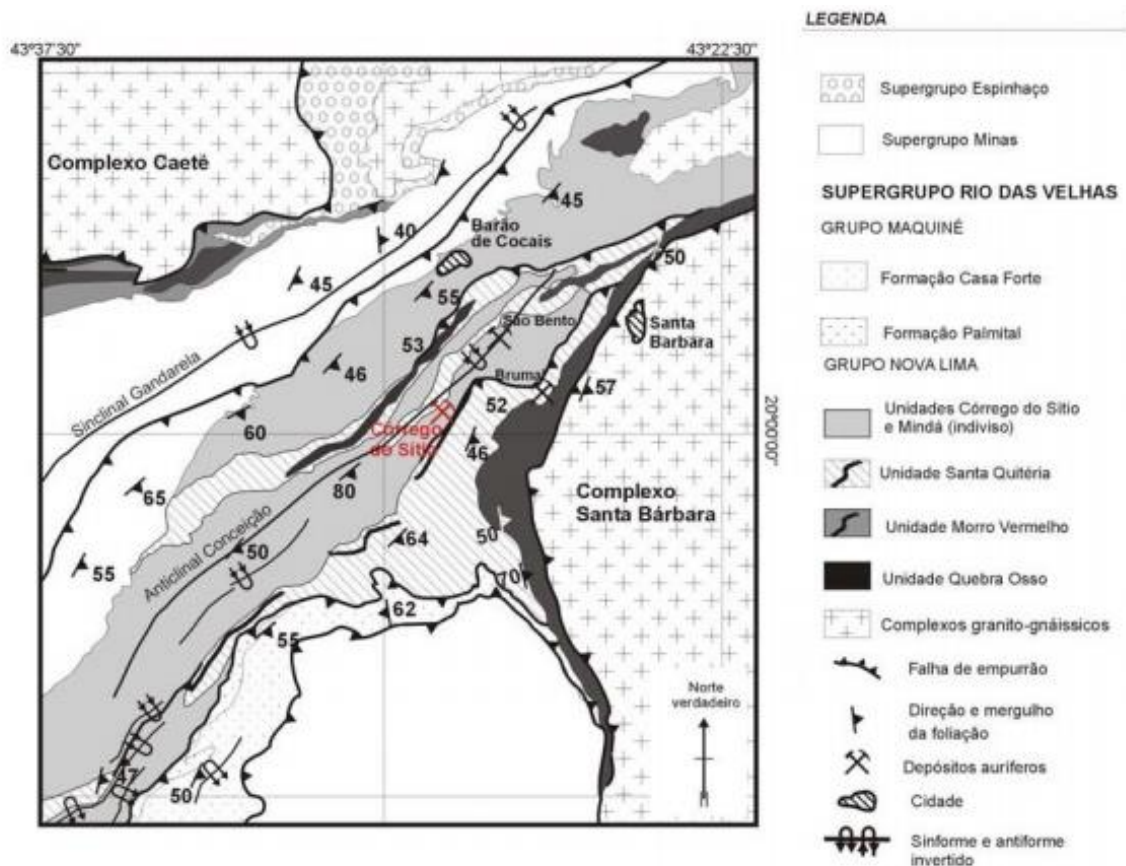


Figura 3.1 - Mapa geológico de detalhe da região de Córrego do sítio, modificado de Lobato et al. (2001).

A Unidade Inferior é composta por rochas que podem ser interpretadas como resultado de ciclos incompletos de Bouma (Bouma 1962) e contém predominantemente metapelitos carbonosos e metagrauvas, ambas intercaladas a lentes de formação ferrífera bandada. Muniz (2017) detalha as ocorrências desta unidade presentes na localidade no mapeamento realizado em seu trabalho na escala de 1:10.000 (Figura 3.2).

Segundo Lima (2012), a Unidade Intermediária encontra-se em contatos bruscos com as unidades adjacentes e é formada principalmente por metapelitos carbonosos, por muitas vezes alterados hidrotermalmente por veios quartzo-carbonáticos e, conseqüentemente com porção mineralizada contendo sulfetos e sulfossais associados.

O característico ciclo de Bouma incompleto também se faz presente na Unidade Superior, em seqüências de metagrauvas e lentes de filito carbonoso, normais ou invertidas, que refletem o contexto de falhas e dobras ao qual está inserida. A Unidade Córrego do Sítio é descrita como metarritimitos siliciclásticos com intercalações de metapelitos e metagrauvas, sempre apresentando relações de granodecrescência ascendente (Muniz 2017).

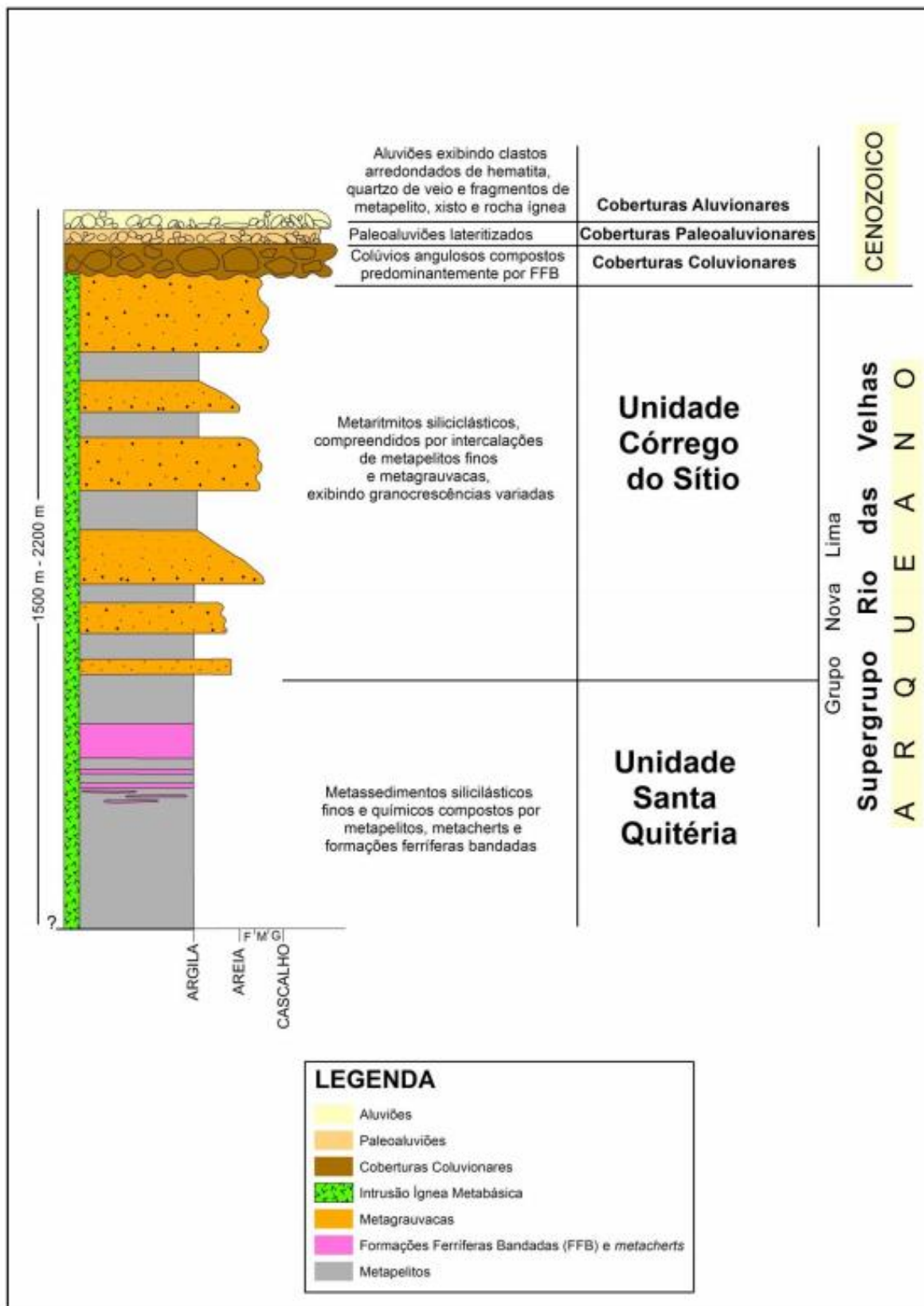


Figura 3.2 - Coluna estratigráfica de Córrego do Sítio I, retirado de Muniz (2017).

3.2 O DEPÓSITO CÓRREGO DO SÍTIO

O lineamento Córrego do Sítio compreende três zonas de cisalhamento principais de direção NE-SW que, de NW para SE são denominadas: Cristina, São Bento-Donana e Córrego do sítio (Lima 2012). Estas zonas de cisalhamento agrupam todas as ocorrências auríferas do complexo (Figura 1.1). No segmento SW do lineamento encontra-se a porção denominada de Córrego do Sítio I (CDSI), separada da porção NE por uma falha inferida, esta região por sua vez é denominada de Córrego do Sítio II (CDSII). Os principais corpos de minério de Córrego do Sítio I são: Laranjeiras, Carvoaria, Cachorro Bravo e Rosalino (Figura 3.3). Este último é subdividido pela presença de diques que cortam as sequências e demarcam os subalvos Grota Funda, Oeste, Sul, Pneu e por fim, Mutuca, o alvo de estudo.

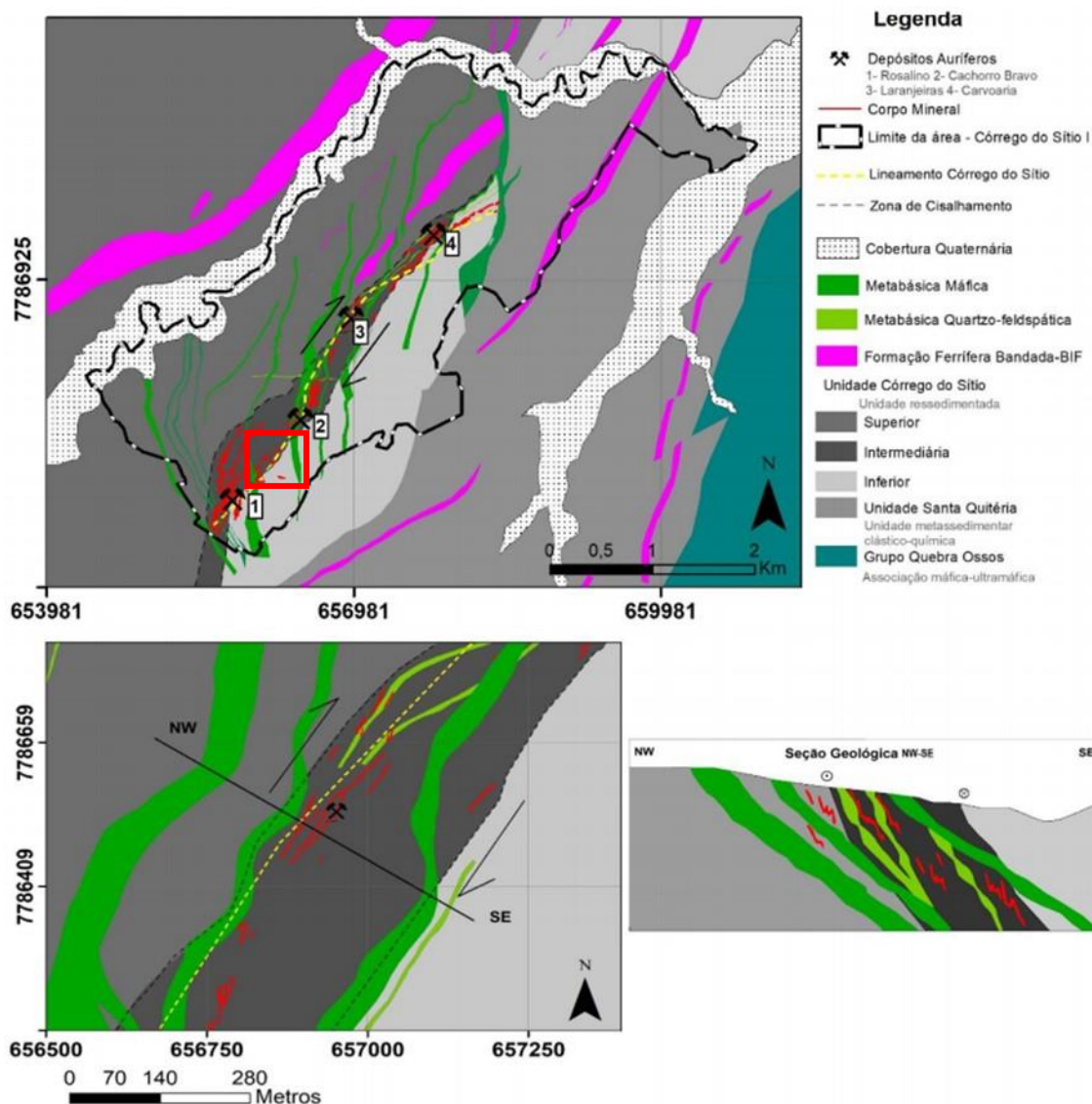


Figura 3.3 - Principais corpos de minério de Córrego do Sítio I. 1 – Rosalino (Mutuca encontra-se neste complexo limitado pelo polígono vermelho); 2 – Cachorro Bravo; 3 – Laranjeiras; 4 – Carvoaria. Retirado de Santos (2020) modificado de Pereira et al. (2013).

Lima (2012) mostra a correlação da mineralização de Córrego do Sítio com o modelo de depósitos do tipo ouro orogênico proposto por Groves et al. (1998), já que o depósito, hospedado em intercalações entre metagrauvacas e metapelitos carbonosos, se encontram polideformados em zonas de cisalhamento mineralizados por veio de quartzo-carbonato-sulfetos e paragênese mineral composta por ouro livre, e sulfetos e sulfossais como: Berthierita, arsenopirita, estibnita, pirrotita, pirita, calcopirita e esfalerita.

Três estilos de mineralização em CDSI, levando em consideração a combinação entre paragênese mineral, configuração deformacional e rocha encaixante: 1) veios de quartzo fumê e

carbonato hospedados em metaturbiditos carbonosos próximos às regiões de contato entre a Unidade Córrego do Sítio intermediária e Superior. Estes veios formam uma zona contínua com ouro livre e/ou associado principalmente à berthierita, arsenopirita, pirrotita e pirita; 2) presença de microvenulações de quartzo fumê e carbonato com ouro incluso ou nas bordas de sulfetos disseminados como arsenopirita, pirita ou pirrotita em metapelitos carbonosos; e 3) veios de quartzo com arsenopirita, pirita e pirrotita brechados hospedados por metagrauvas da Unidade Inferior (Lima 2012).

Os diques e sills que intrudem nas unidades encaixantes têm forma tabular e direção NE-SW também têm grande importância, visto que servem como guias de prospecção dentro do complexo (Porto 2008), muitas vezes subdividindo os alvos principais em subalvos. Os corpos intrusivos são petrograficamente subdivididos em 4 tipos: DB1, DB2, DB3 e DB4. Lima (2012) sintetiza suas características mineralógicas e texturais segundo a tabela 3.1. Santos (2020) faz uma descrição detalhada destes corpos intrusivos e sugere a simultaneidade temporal entre a mineralização com a formação de quartzo-sericita-milonitos em suas bordas, que concentram fluidos mineralizantes, reforçando que estes corpos intrusivos poderiam ter sido barreiras para concentração do fluido.

Tabela 3.1 - Características mineralógicas dos diques e *sills* de Córrego do Sítio, retirado 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		

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 GEOLOGIA DO ALVO MUTUCA

A caracterização da geológica do alvo Mutuca envolveu a identificação dos principais litotipos hospedeiros, padrões de alteração hidrotermal e zonas mineralizadas. As rochas foram ainda subdivididas de acordo com seu grau de alteração hidrotermal para identificação do efeito do fluido hidrotermal em sua composição mineralógica e química.

O alvo Mutuca é caracterizado por uma intercalação entre metapelitos e metagrauvasas a exemplos de outros corpos de Córrego do Sítio. Esses litotipos aumentam o grau de alteração hidrotermal e deformação dúctil (i.e., cisalhamento) à medida que se aproximam das zonas mineralizadas. Com isso, as rochas preservadas foram agrupadas como rochas hospedeiras e os intervalos onde essa alteração mais intensa foram denominados de rochas hidrotermalizadas. Em alguns desses intervalos são encontradas as zonas mineralizadas. Todas essas rochas são cortadas na região por sequências de metagabros que provocam uma alteração de contato em suas encaixantes, descrita como um quartzo-sericita-milonito. Nestas zonas pode também ocorrer mineralização.

Os metapelitos e metagrauvasas apresentam bandamento primário marcando o acamamento sedimentar (S_0) evidenciado pelas zonas de contato entre eles mostradas no próximo capítulo (figura 4.3a). Subparalelas ao acamamento sedimentar é possível notar o desenvolvimento de xistosidade (S_n) marcada pela formação de filossilicatos nas rochas (figura 4.3). Em algumas zonas, há o desenvolvimento de foliação milonítica paralela à xistosidade. Essas foliações controlam a maioria das venulações do depósito. Esta última foliação é deslocada por uma foliação (S_{n+1}) (figuras 4.3a e 4.3b) formando dobras plano-axiais na primeira.

A figura 4.1 mostra um modelo esquemático do depósito vista em uma seção perpendicular a estrutura que controla a estratigrafia local.

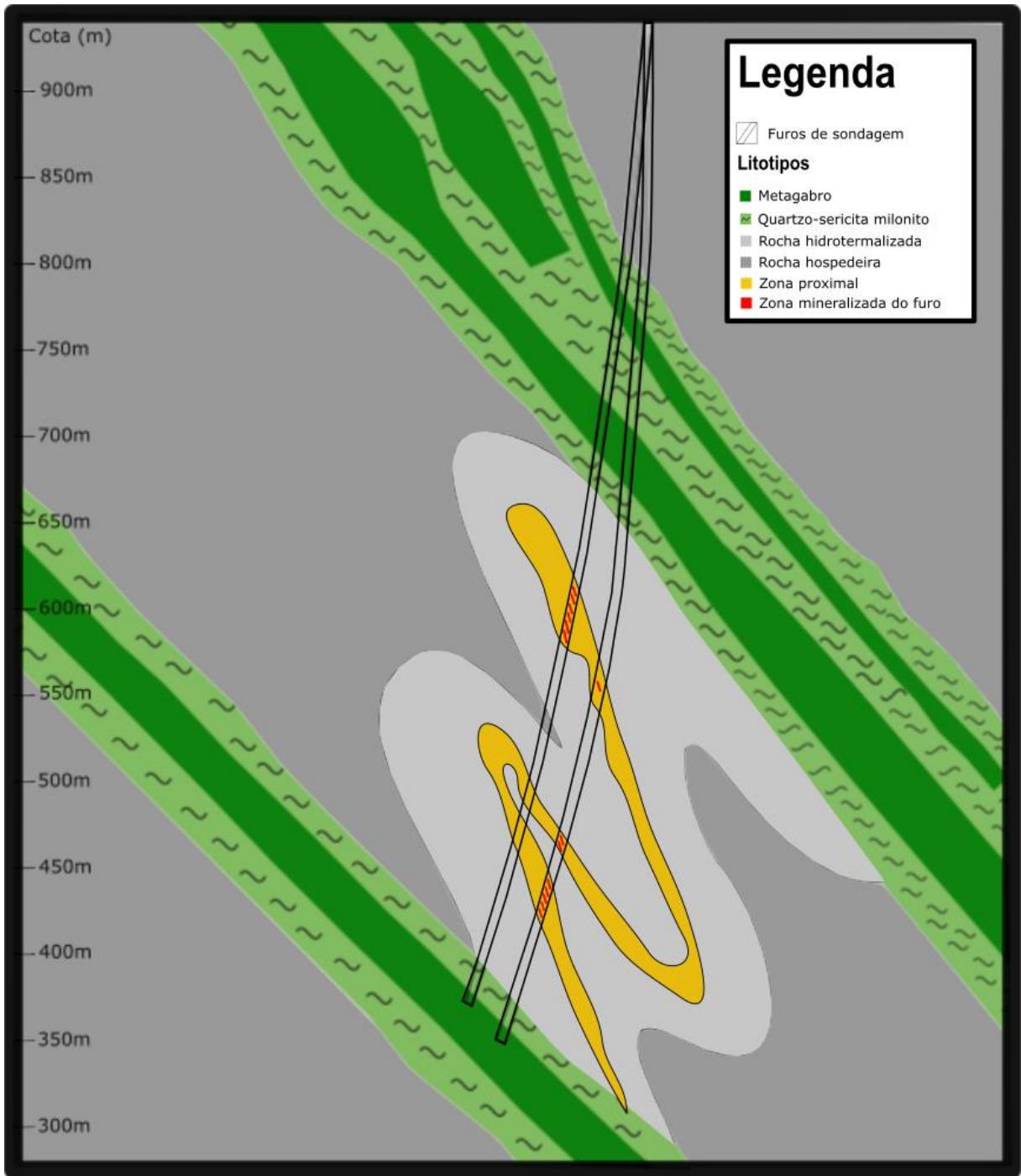


Figura 4.1 – Modelo geológico esquemático de uma seção do alvo Mutuca, mostrando os dois testemunhos de sondagem utilizados na análise geoquímica.

A figura 4.2 esquematiza resumidamente o padrão de alteração das rochas ao longo de um testemunho do alvo mutuca. Para fins de exemplificação foram utilizados os termos distal, intermediário e proximal para referenciar as zonas hospedeiras, hidrotermais e mineralizadas, respectivamente, a fim de evidenciar a relação com o grau de alteração hidrotermal.

De maneira geral, as rochas possuem cloritização em quase todo o intervalo, com menor intensidade em zonas proximais à mineralização. A sericitização, assim como as venulações, ocorrem também em todo o depósito, entretanto com maior proporção em zonas proximais.

A sulfetação é marcada pela presença de pirita e observada ao longo da extensão de todo o testemunho em cristais grossos que podem estar estirados e rotacionados ao longo dos planos de Sn e, mais restrita no depósito, ocorrendo com a maior atividade hidrotermal são formadas piritas euédricas em agregados na rocha. Pirrotita e arsenopirita formam agregados minerais nas zonas proximais às zonas mineralizadas. A arsenopirita forma cristais aciculares que podem estar dobrados em zonas deformadas acompanhando as venulações e se concentrando em zonas de charneira (Figura 4.2).

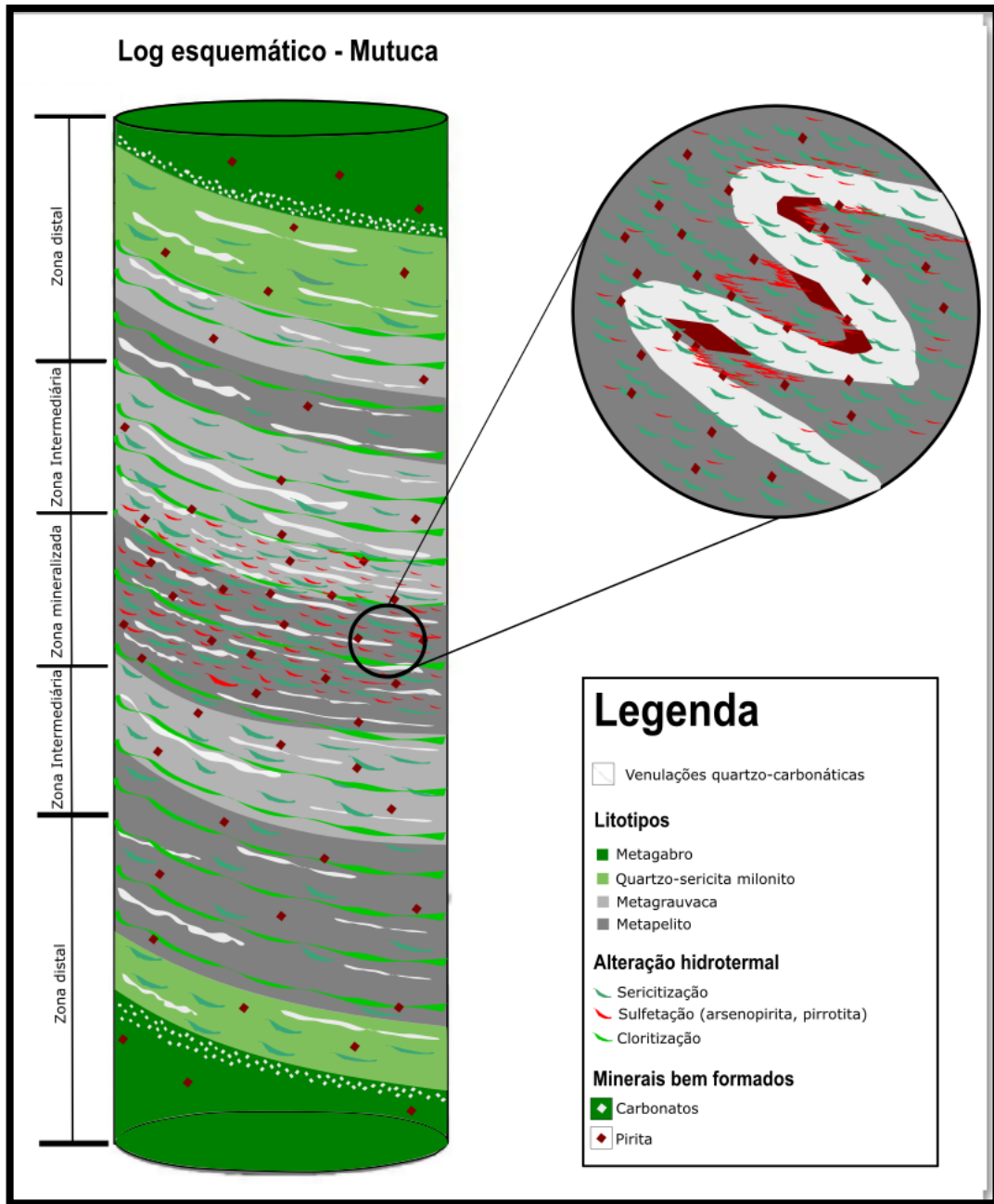


Figura 4.2 – Log esquemático com detalhe em zona mineralizada.

4.1.1 Rochas hospedeiras

O alvo Mutuca por vezes possui predominância de metapelitos e metagrauvacas que comumente se intercalam. A intercalação dessas rochas muitas vezes marca o acamamento sedimentar S_0 (Figura 4.3a).

Os metapelitos são rochas cinza escuro de granulação fina, composta principalmente por quartzo, plagioclásio, mica branca (possivelmente muscovita) e biotita em pequenos cristais marcando

a xistosidade em zonas menos alteradas hidrotermalmente. Em zonas mais hidrotermalizadas, são observados minerais como carbonato, clorita e sericita. Associados a esses minerais, podem ocorrer também diversas venulações quartzo-carbonáticas (figura 4.3b e 4.3d).

As metagrauvasas são litotipos cinza claro, com granulação relativamente mais grossa do que os metapelitos, mas possuindo aspecto arenoso muito fino e composta por maior quantidade de quartzo comparada ao metapelito, além de também possuir mica branca e pequenos cristais de biotita disseminados na rocha. Características composicionais de alteração hidrotermal são observadas de maneira análoga aos metapelitos formando clorita, carbonato e biotita em quantidades proporcionais ao grau de alteração hidrotermal e intensidade de venulações (figura 4.3c).

Em ambas as rochas a presença de pirita é observada em quase todo o intervalo no testemunho em pequenos cristais bem formados ou em grãos maiores estirados seguindo o plano da foliação milonítica da rocha (figura 4.3c e 4.3d).

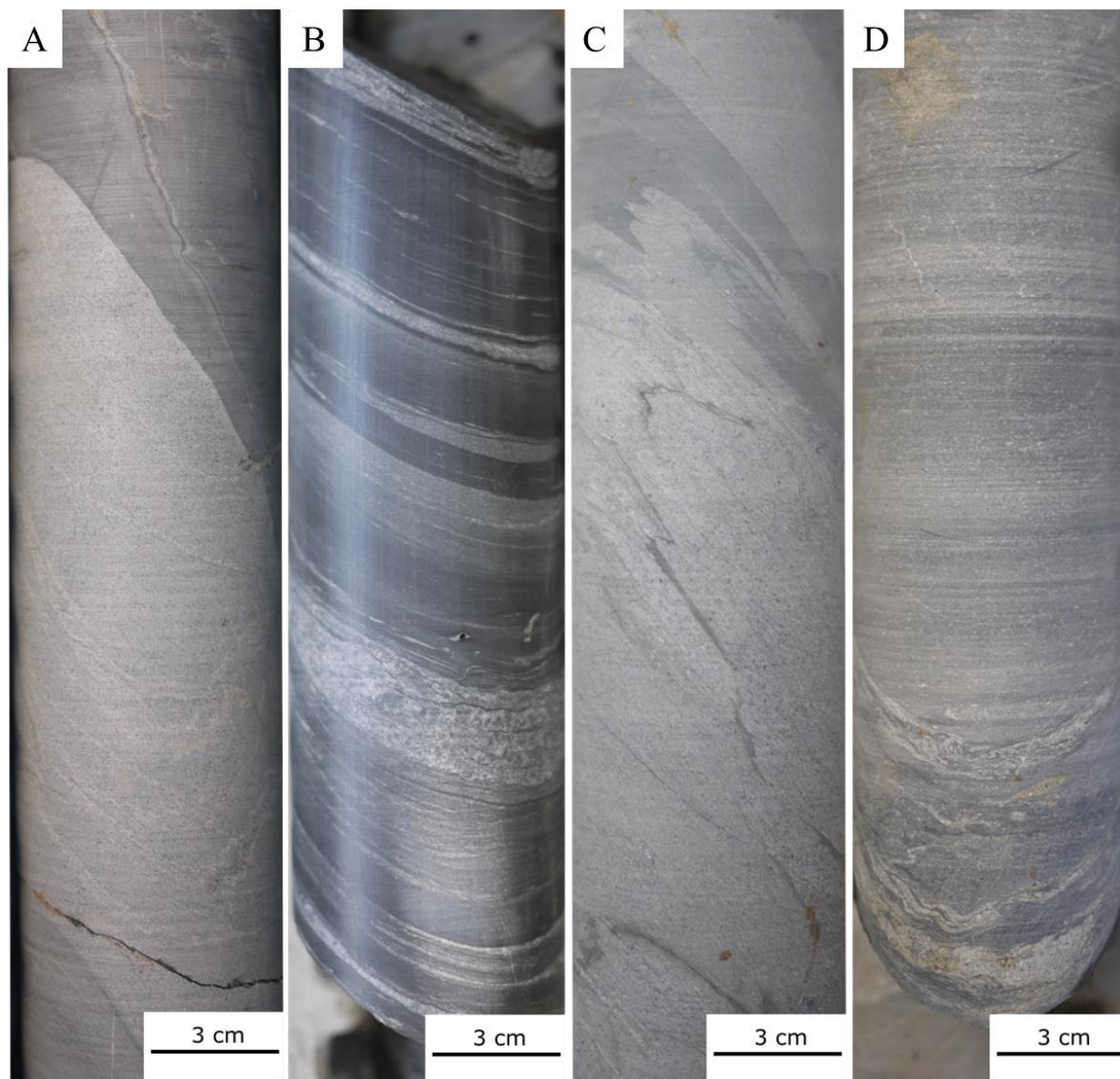


Figura 4.3 - Principais feições macroscópicas dos litotipos hospedeiros do Alvo Mutuca. a) Contato entre metapélito de cor mais escura e metagrauvaca cinza claro. b) Predominância de metapelitos com finas venulações intercaladas. c) Contato entre rochas dobrado. d) Predominância de metagrauvaca com venulações plano-paralelas a foliação e pirritas associadas.

4.1.2 Metagabro

Diques máficos são comumente observados no alvo Mutuca e denominados neste de trabalho de metagabros. Os metagabros são compostos predominantemente por minerais máficos e exibem granulação fina. A rocha possui cor verde escura e ainda tem em sua composição plagioclásio, piroxênio, clorita, biotita e magnetita, além de quartzo em menor quantidade.

É comum a presença de grãos mais grossos de carbonato idiomórfico no contato com o quarto-sericita milonito. Também há presença de pirita dispersa dentro dos intervalos dos diques,

estiradas ou em pequenos cristais bem formados. A figura 4.4 mostra esse tipo de dique e sua interação com a zona de transição milonitizada.

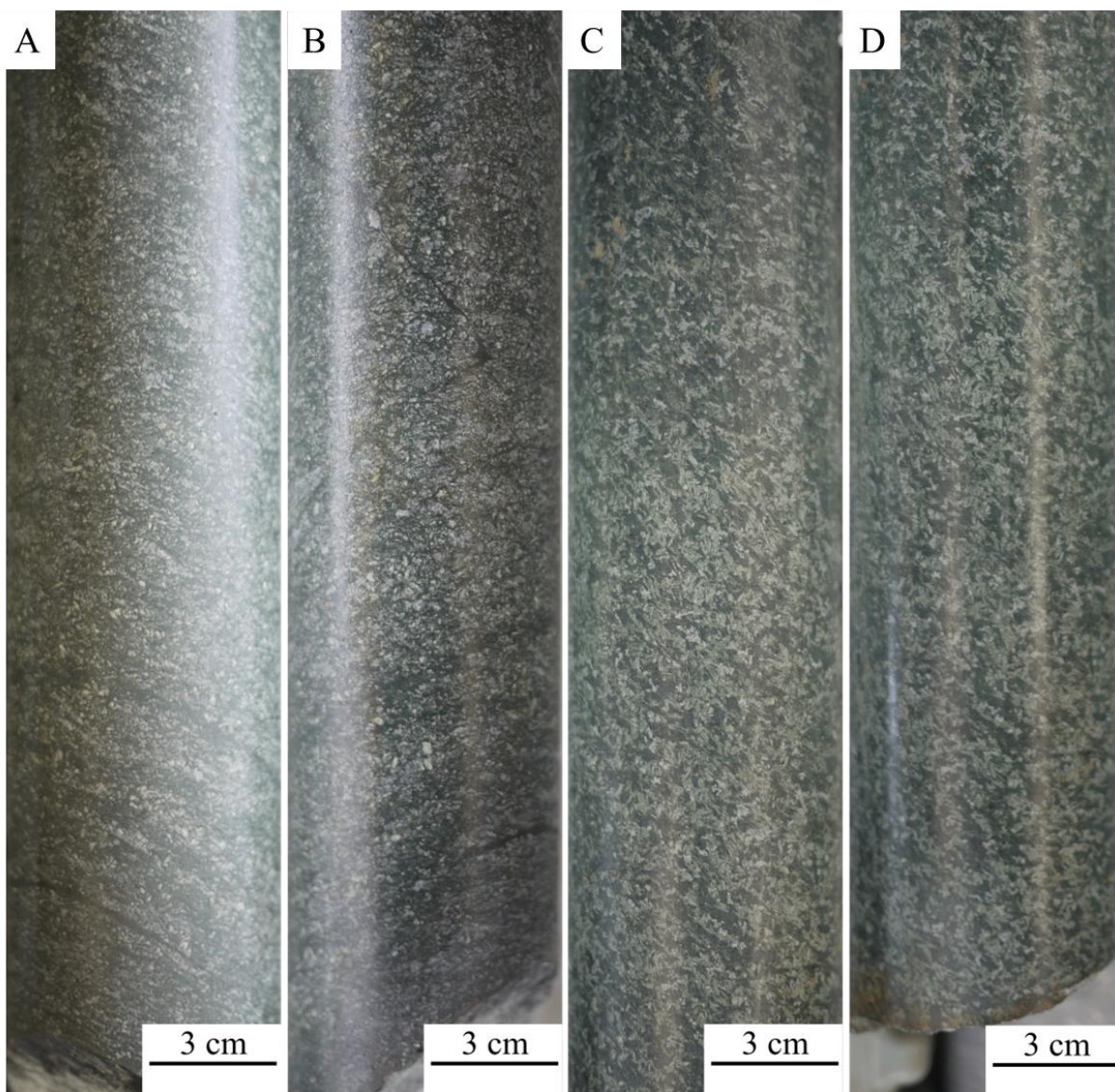


Figura 4.4 - Aspectos gerais dos diques de metagabros. a) e b) Zonas com grãos de carbonato subédricos, venulações pouco espessas e foliações bem marcadas. c) e d) Metagabro com mais distante da zona de interação com quartzo-sericita milonito.

4.1.3 Quartzo-sericita milonito

A zona transição entre as rochas encaixantes (i.e., metapelitos e metagrauvas) e metagabros são responsáveis pela geração de uma rocha intensamente deformada que foi classificada por Santos (2020) como Quartzo-sericita milonito, para o depósito de Laranjeiras-Carvoaria. Essa rocha também ocorre no alvo Mutuca (Figura 4.5), entretanto as principais zonas mineralizadas não estão nessas regiões. Zonas mineralizadas restritas são reconhecidas nos quartzo-sericita milonitos, porém em menor quantidade quando comparada a outros alvos de Córrego do Sítio.



Figura 4.5 - a) Zona de transição entre metagabro e quartzo-sericita milonito. b) Quartzo-sericita milonito esverdeado. c) Zona de contato entre metagabro e quartzo-sericita milonito.

A rocha possui coloração verde-acinzentada com tonalidade mais clara e granulação fina a média, composta principalmente por quartzo e sericita, com cloritização proeminente que proporciona a cor esverdeada à rocha (figura 4.5). Venulações percorrem os planos de foliação da rocha com ocorrência de sericitização intensa (figura 4.5a e 4.5c). Carbonato também faz parte da composição, muitas vezes nos planos da foliação e também ocorrem idiomórficos próximo aos contatos com o dique máfico. A pirita é encontrada dispersa em algumas regiões do testemunho estiradas segundo o plano de foliação principal da rocha.

4.1.4 Zonas de alteração hidrotermal e zonas mineralizadas do alvo Mutuca

A alteração hidrotermal no alvo Mutuca compreende pequenos halos de alguns metros. A maioria das rochas hospedeiras ainda preservam suas estruturas, texturas e mineralogia primárias. Em algumas porções das rochas hospedeiras as venulações quartzo-carbonáticas se tornam mais intensas e frequentes, com a formação de agregados de carbonato (ankerita) e sericitização pervasiva (figura 4.6a, 4.6b e 4.6c). Estes intervalos são caracterizados como zona de alteração hidrotermal e podem estar bastante deformadas, com venulações dobradas (figuras 4.6) e em alguns casos podem apresentar flancos rompidos em pequena escala (figura 4.6b).

Alguns veios de quartzo também podem ser individualizados no testemunho e foram considerados como tal quando apresentaram espessura acima de 0.6 m (figura 4.6c).

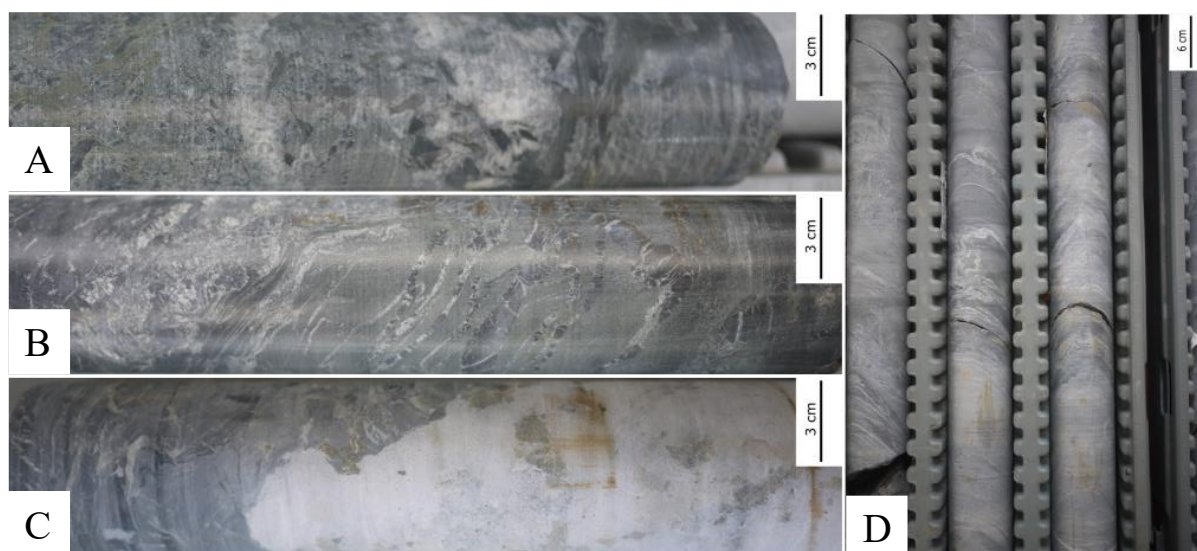


Figura 4.6 - a) Rocha hidrotermalizada com formação de carbonatos. b) e c) Rochas com intensificação de venulações mas sem sulfetação associada. d) Veio quartzo-carbonático com piritas subbédricas no intervalo.

Nessas regiões a presença de sulfetos pode aumentar, com pirita e por vezes pirrotita, calcopirita e esfalerita, além de arsenopirita acicular disseminada ou formando agregados como a principal associação e caracterizando a região mineralizada (Figura 4.7). As venulações de quartzo apresentam predominantemente aspecto leitoso, mas também pode acontecer na forma de quartzo fumê. A mineralização pode ocorrer tanto nas rochas metapelíticas quanto nas metagrauvacas, mas sempre associadas a um alto grau de alteração hidrotermal e sulfetação. Essas zonas encontram-se intensamente deformadas, formando dobras que, em algumas regiões, podem estar com flancos rompidos.

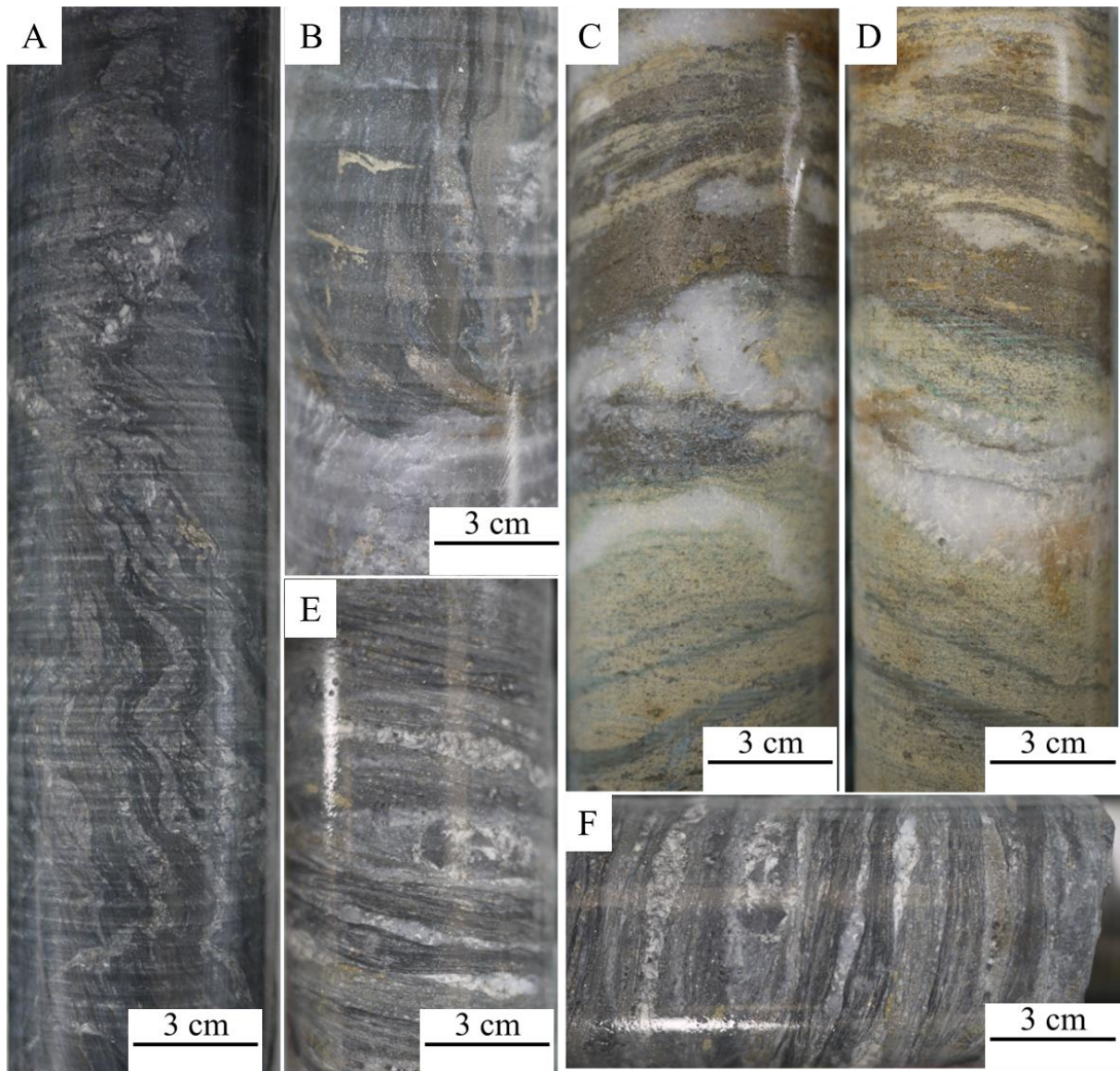


Figura 4.7 - a) Zona mineralizada intensamente deformada com sericitização dando aspecto sutilmente esverdeado a rocha b) Sericitização e agregados de arsenopirita aciculares em zona intensamente deformada. c) e d) Alteração carbonática de coloração amarelada e sericitização além de sulfetação com presença marcante de pirrotita, pirita e arsenopirita. e) e f) Zona com pequenas dobradas apertadas e por vezes rompidas.

4.2 GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL

A caracterização geoquímica do alvo Mutuca foi realizada a partir dos dados de geoquímica de rocha total de obtidos por ICP-MS de rochas inalteradas e rochas alteradas hidrotermalmente. Adicionalmente, os resultados químicos foram associados ao litotipo descrito de cada intervalo amostrado.

Para a análise dos resultados geoquímicos as rochas foram subdivididas com o intuito de individualizar alguns domínios onde a variação composicional poderia enviesar a análise dos dados. (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Litotipos individualizados para análise química e suas características.

Litotipos	Características	Valores de Au (ppm)
Rocha hospedeira	Metapelitos e metagrauvas inalteradas hidrotermalmente.	Abaixo de 0,1 ppm
Metagabro	Metagabros máficos de cor esverdeada.	Abaixo de 0,1 ppm
Rocha hidrotermal	Rochas com intensificação na quantidade de venulações quartzo-carbonáticas.	Abaixo de 0,1 ppm
Veio de quartzo	Veio quartzo-carbonático leitoso com mais de 0.60 cm de espessura no testemunho.	Abaixo de 0,1 ppm
Zona mineralizada	Rocha com intenso hidrotermalismo e sulfetação intensa.	Acima de 0,1 ppm
Quartzo-sericita milonito	Zona de alteração na transição entre as rochas hospedeiras e o Metagabro de cor verde claro.	Acima de 0,1 ppm

Dentre os litotipos, foram incluídos metagabro (figura 4.8e), quartzo-sericita milonito (figura 4.8f), rocha hospedeira (figura 4.8a), rocha hidrotermal (figura 4.8c), veio de quartzo-carbonato (4.8d) e zona mineralizada (4.8b) e expressos na tabela 1.

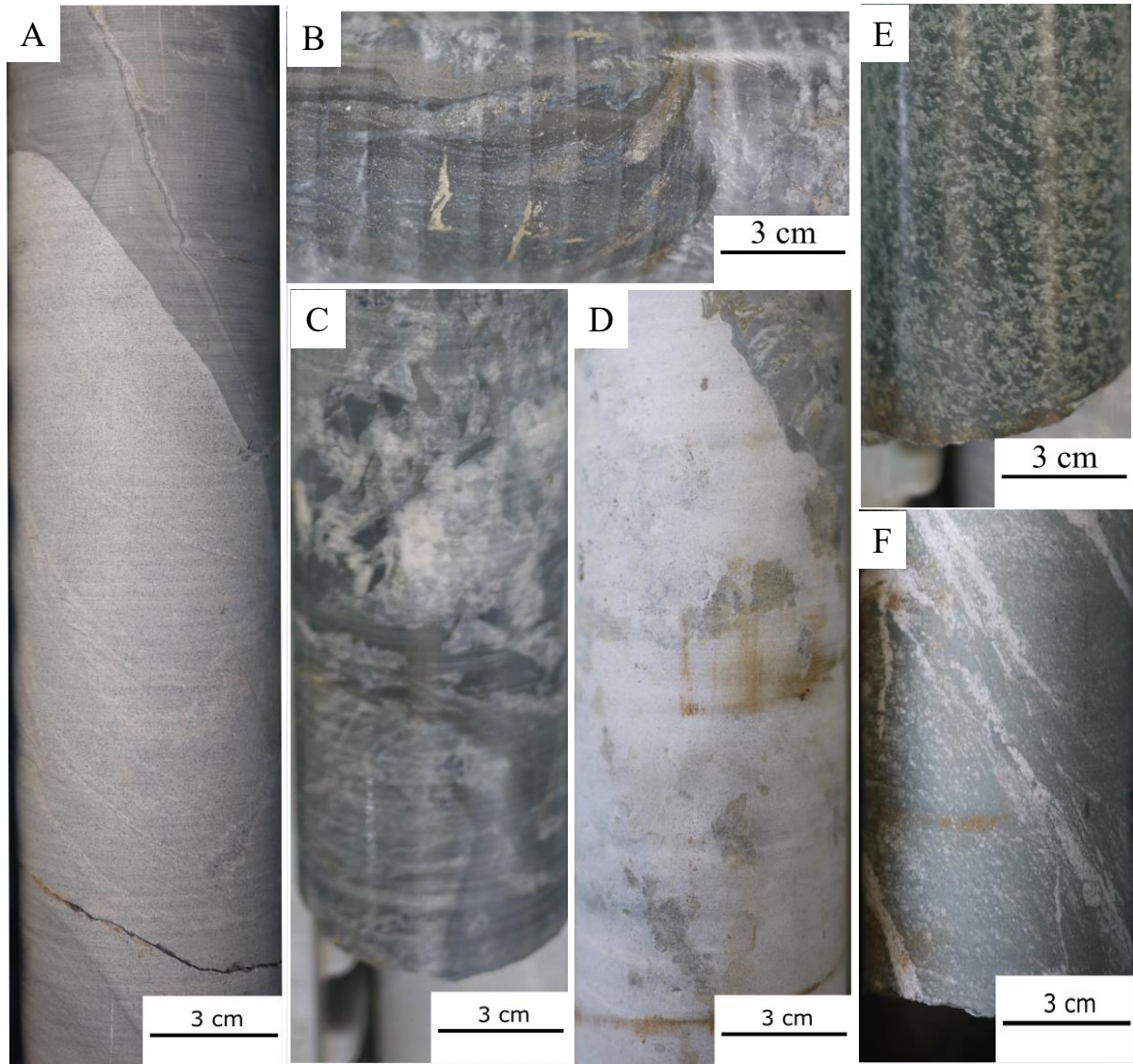


Figura 4.8 - a) Rocha hospedeira. b) Zona mineralizada. c) Zona hidrotermalizada. d) Veio quartzo-carbonático. e) Metagabro. f) Quartzo-sericita milonito.

Para a observação do comportamento dos elementos químicos no contexto, primeiramente foi criada uma matriz de correlação entre os elementos analisados sem a subdivisão por domínios, puramente para identificar a característica geral do depósito em relação aos teores de Au e destacar as relações direta e inversamente proporcionais à mineralização do alvo Mutuca (apêndices). Posteriormente foi feita a mesma análise restringindo as amostras para a zona mineralizada e para o quartzo-sericita milonito, para identificar possíveis diferenças entre as duas regiões de ocorrência de Au.

A Correlação foi calculada pelo método de correlação de Pearson (R), onde 1 é o caso em que o elemento comparado possui correlação positiva máxima, -1 é o caso em que há máxima correlação negativa e 0 onde não há correlação. Correlações acima de 0.3 e menores que 0.6 são consideradas

moderadas e acima de 0.6 são correlações fortes, tanto positiva quanto negativamente (Dancey e Reidy 2005; Figueiredo Filho e Silva Júnior 2009).

4.2.1 Correlações geoquímicas entre todos os litotipos

Nas matrizes de correlação para todos os litotipos do depósito foram selecionados os elementos químicos que possuem correlação positiva ou negativa de relativamente maior destaque para evidenciar quais são as principais características químicas do depósito como um todo, sem individualização das zonas supracitadas.

A partir dela foi possível evidenciar que com o aumento dos teores de ouro ao longo do testemunho de sondagem, há um forte aumento universal dos elementos As (R=0.801), S (R=0.736) e Sb (R=0.697). Adicionalmente, o ouro também evidencia correlação positiva moderada com Pb (R=0.519) e Cd (R=0.386) e fraca correlação com Te (R=0.201) e Zn (R=0.188) (tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Correlações positivas mais marcantes levando em consideração todos os litotipos.

	Au_ppm	As_ppm	Cd_ppm	Pb_ppm	S_perc	Sb_ppm	Te_ppm	Zn_ppm
Au_ppm	1							
As_ppm	0.801	1						
Cd_ppm	0.386	0.315	1					
Pb_ppm	0.519	0.396	0.325	1				
S_perc	0.736	0.837	0.315	0.358	1			
Sb_ppm	0.697	0.503	0.427	0.578	0.513	1		
Te_ppm	0.201	0.244	0.089	0.270	0.138	0.138	1	
Zn_ppm	0.188	0.091	0.734	0.182	0.077	0.180	0.039	1

Dentre os elementos que possuem uma correlação negativa, no alvo Mutuca, destacam-se, mesmo que de maneira menos intensa, Al (R=-0.158), Ga (R=-0.166), Na (R=-0.155), Sc (R=-0.145), Sn (R=-0.133) e V (R=-0.129). Além destes elementos, Hf (R=-0.109), Li (R=-0.153), P (R=-0.116) e Zr (R=-0.112) também possuem uma correlação negativa relativamente considerável, porém menor ainda (apêndice). Entretanto não é observado a nível de rocha total uma correlação negativa forte ou mesmo moderada destes elementos (tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Correlações negativas mais marcantes levando em consideração todos os litotipos.

	Au_ppm	Al_perc	Ga_ppm	Hf_ppm	Li_ppm	Na_perc	P_perc	Sc_ppm	Sn_ppm	V_ppm	Zr_ppm
Au_ppm	1										
Al_perc	-0.158	1									
Ga_ppm	-0.166	0.892	1								
Hf_ppm	-0.109	0.500	0.691	1							
Li_ppm	-0.153	0.324	0.454	0.376	1						
Na_perc	-0.155	0.493	0.651	0.582	0.317	1					
P_perc	-0.116	0.075	0.384	0.696	0.464	0.578	1				
Sc_ppm	-0.145	0.645	0.743	0.369	0.422	0.681	0.328	1			
Sn_ppm	-0.133	0.667	0.769	0.648	0.232	0.447	0.336	0.391	1		
V_ppm	-0.129	0.479	0.618	0.351	0.437	0.684	0.421	0.924	0.323	1	
Zr_ppm	-0.112	0.392	0.631	0.968	0.420	0.602	0.808	0.356	0.584	0.363	1

4.2.2 Correlações geoquímicas da zona mineralizada

Para analisar o grau de correlação da zona mineralizada confeccionou-se também matrizes de correlação (tabela 4.4 e 4.5) selecionando os intervalos de zonas mineralizadas (i.e., teores de Au acima de 0,1 ppm), e evidenciando os elementos que possuem correlação moderada e forte. Com isso, foi possível plotar os dados dos principais comportamentos diretamente proporcionais ao aumento dos teores de Au. Assim, nota-se correlação positiva moderada entre Au e Ag ($R=0.65$) e Au e Zn ($R=0.43$), antes não observada na correlação total.

Tabela 4.4 - Correlações positivas mais marcantes levando em consideração somente a zona mineralizada.

	Au_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Ca_perc	Cd_ppm	Pb_ppm	S_perc	Sb_ppm	Te_ppm	Zn_ppm
Au_ppm	1									
Ag_ppm	0.65	1								
As_ppm	0.74	0.43	1							
Ca_perc	0.35	0.24	0.29	1						
Cd_ppm	0.54	0.55	0.40	0.38	1					
Pb_ppm	0.54	0.63	0.37	0.23	0.40	1				
S_perc	0.79	0.49	0.88	0.30	0.51	0.42	1			
Sb_ppm	0.65	0.57	0.41	0.37	0.60	0.60	0.55	1		
Te_ppm	0.43	0.43	0.47	0.15	0.35	0.44	0.41	0.22	1	
Zn_ppm	0.43	0.49	0.26	0.21	0.88	0.25	0.40	0.35	0.26	1

Para avaliar o impacto associado a concentração absoluta dos seis elementos de maior correlação no testemunho, fez-se necessário a apresentação de suas medidas estatísticas, levando em consideração dados de medida central como média e mediana, além da subdivisão em percentis para identificação de *outliers*. (figura 4.9).

Com isso, é possível observar que Ag e Cd, apesar de forte correlação positiva, possuem baixas concentrações medianas (<1 ppm). Os elementos Sb e Pb possuem maiores concentrações nas zonas mineralizadas e nos veios de quartzo, com teores medianos de 75.9 ppm de Sb na porção mineralizada e 60 ppm nos veios de quartzo, e aproximadamente 14 ppm de Pb na região mineralizada e nos veios de quartzo. Já as concentrações medianas nas zonas mineralizadas de S (0.84%) e As (3460 ppm) mostram evidente destaque relativo as demais divisões litogeoquímicas da rocha.

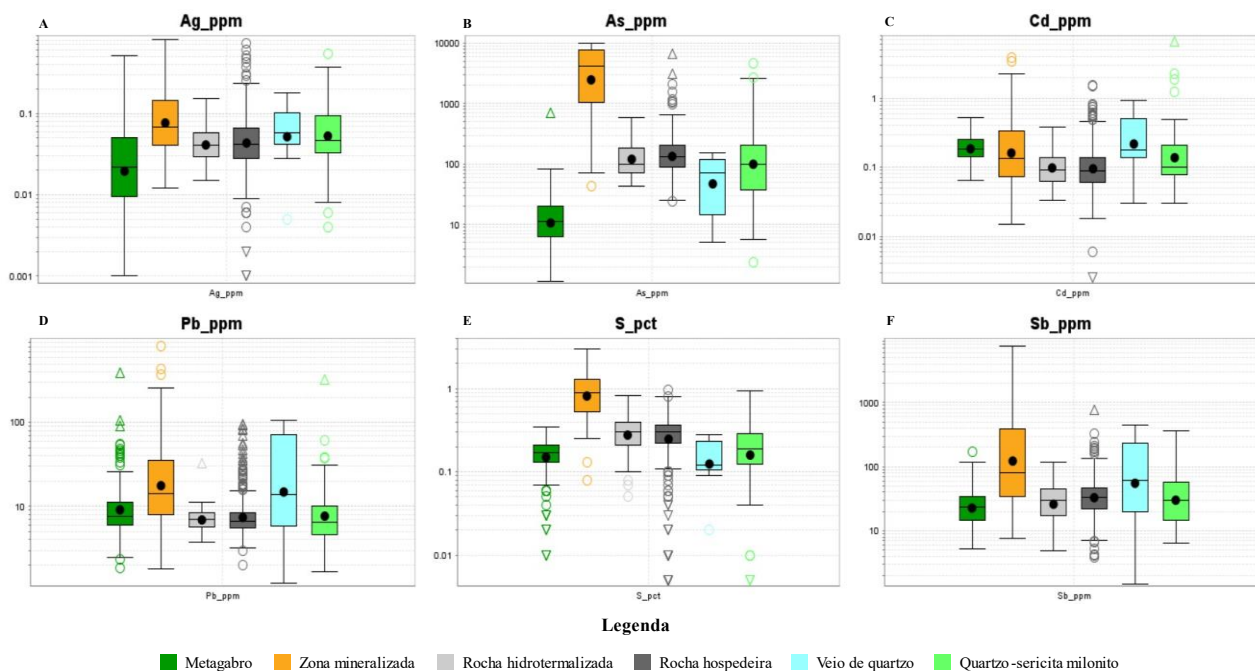


Figura 4.9 – Boxplot dos elementos de maior correlação positiva no alvo.

À fim de ilustrar o comportamento evidenciado pela tabela 4.3 e associar aos teores de cada elemento e sua variação na zona mineralizada, foram confeccionados gráficos de estatística bivariada com teores de Au no eixo das abscissas e o elemento com forte correlação positiva no eixo das ordenadas (figura 4.10). Acrescentou-se ainda dois elementos de correlação positiva moderada em relação à figura 4.9, Zn (R=0.43) e Te (R=0.43). Adicionalmente, foi plotada a linha de tendência que melhor se aplica ao fenômeno, além de sua equação e o valor do coeficiente de determinação (R^2), que retorna o valor de coeficiente de Pearson elevado a segunda potência, para observação dos valores percentuais que podem inferir uma tendência.

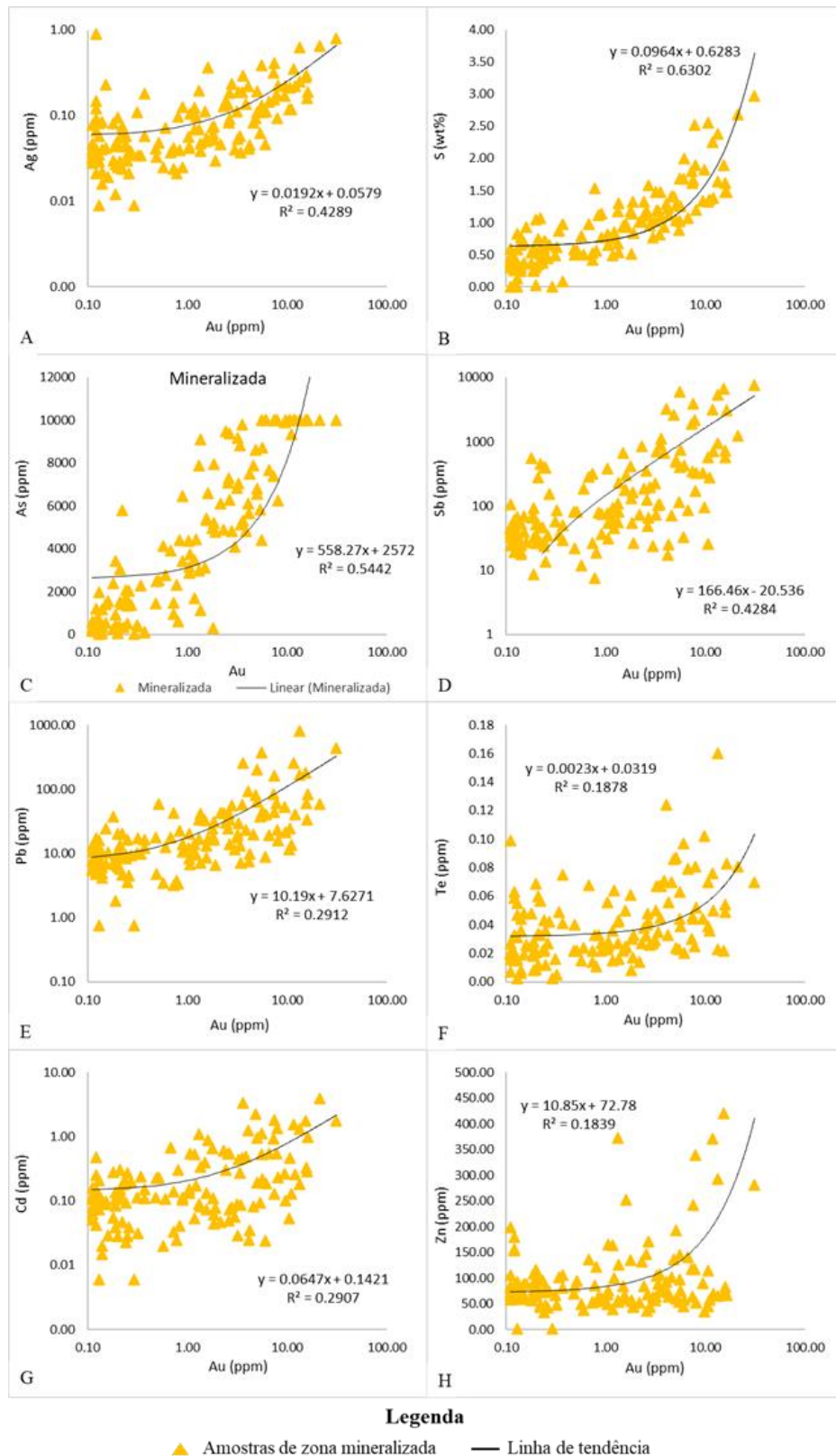


Figura 4.10 - Gráficos de correlações positivas e linha de tendência considerando somente a zona mineralizada. a) Ag x Au. b) S x Au. c) As x Au. d) Sb x Au. e) Pb x Au. f) Te x Au. g) Cd x Au. h) Zn x Au.

Os gráficos evidenciam a maior variação de teores de As e Sb (0 até 10000 ppm; figuras 4.13c e 4.13d), Pb (1 até 1000 ppm) (figura 4.13e) e Zn (0 até 450 ppm; figura 4.13h). O último apresenta uma variação maior correlacionado a zonas de teores maiores de Au. Por outro lado, Ag, Cd e Te apresentam concentrações muito baixas, variando de teores próximos de 0 até 1 ppm (figuras 4.13a, 4.13f e 4.13g), o que mostra que são de menor variação dentro da zona mineralizada. Os teores de S também possuem grande aumento, variando de 0 ppm nas zonas pobres em Au até aproximadamente 3% nas maiores concentrações de Au dentro das zonas mineralizadas (figura 4.13b).

Uma matriz de correlação também foi confeccionada para as correlações inversamente proporcionais, o que mostrou correlação negativa de P bem marcante quando a zona mineralizada é individualizada (tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Correlações negativas mais marcantes levando em consideração somente a zona mineralizada.

	Au_ppm	Ce_pp	La_ppm	Mg_perc	Mn_ppm	Na_perc	Nb_ppm	P_perc	Ta_ppm	Ti_perc
Au_ppm_Lab	1									
Ce_ppm_Lab	-0.18	1								
La_ppm_Lab	-0.14	0.94941	1							
Mg_perc_Lab	-0.15	-0.0274	-0.1449	1						
Mn_ppm_Lab	-0.22	-0.0435	-0.1236	0.87108	1					
Na_perc_Lab	-0.13	0.72011	0.74226	-0.093	-0.0213	1				
Nb_ppm_Lab	-0.30	0.6762	0.59214	0.39139	0.26268	0.56323	1			
P_perc_Lab	-0.58	0.57431	0.49033	0.31168	0.31945	0.55958	0.56856	1		
Ta_ppm_Lab	-0.29	0.65219	0.57179	0.34304	0.22826	0.5686	0.97701	0.53398	1	
Ti_perc_Lab	-0.27	0.61865	0.538	0.48036	0.37693	0.60214	0.91364	0.58708	0.88803	1

4.2.3 Correlações geoquímicas no quartzo-sericita milonito

Os quartzo-sericita milonitos são caracterizados por correlações positivas fortes entre As (R=0.79) e S (0.52) em relação aos teores de Au, além de proporção positiva moderada para W (R=0.34) e relativamente fraca, mas ainda sim com alguma contribuição relevante para os elementos Cr (R=0.14), Li (R=0.17) e Ni (R=0.16) (tabela 4.6).

Entretanto, é interessante observar que não existe a mesma correlação positiva de Au com os elementos de maior destaque nas zonas mineralizadas, possuindo, por vezes, comportamento inverso (tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Correlações positivas com base nos teores de Au para quartzo-sericita milonito.

	<i>Au_ppm</i>	<i>As_ppm</i>	<i>Cr_ppm</i>	<i>Li_ppm</i>	<i>Ni_ppm</i>	<i>S_perc</i>	<i>W_ppm</i>
<i>Au_ppm</i>	1						
<i>As_ppm</i>	0.79	1					
<i>Cr_ppm</i>	0.14	0.24	1				
<i>Li_ppm</i>	0.17	0.48	0.21	1			
<i>Ni_ppm</i>	0.16	0.30	0.76	0.35	1		
<i>S_perc</i>	0.52	0.68	0.09	0.10	0.21	1	
<i>W_ppm</i>	0.34	0.61	0.21	0.57	0.35	0.57	1

A tabela 4.7 evidencia a falta de correlação entre os elementos que possuem enriquecimento junto aos teores de Au na zona mineralizada no quartzo-sericita milonito e ainda uma relativa correlação negativa, mesmo que fraca, para o elemento Ag.

Tabela 4.7 – Correlação com elementos que possuem correlação positiva na zona mineralizada principal.

	<i>Au_ppm</i>	<i>Ag_ppm</i>	<i>Ca_perc</i>	<i>Cd_ppm</i>	<i>Pb_ppm</i>	<i>Sb_ppm</i>	<i>Te_ppm</i>	<i>Zn_ppm</i>
<i>Au_ppm</i>	1.00							
<i>Ag_ppm</i>	-0.11	1.00						
<i>Ca_perc</i>	0.05	-0.24	1.00					
<i>Cd_ppm</i>	-0.04	0.21	0.18	1.00				
<i>Pb_ppm</i>	-0.01	0.34	0.01	0.23	1.00			
<i>Sb_ppm</i>	-0.08	0.48	-0.07	0.20	0.89	1.00		
<i>Te_ppm</i>	0.08	0.07	-0.29	-0.17	0.30	0.26	1.00	
<i>Zn_ppm</i>	-0.03	0.29	0.14	0.92	0.31	0.25	-0.24	1

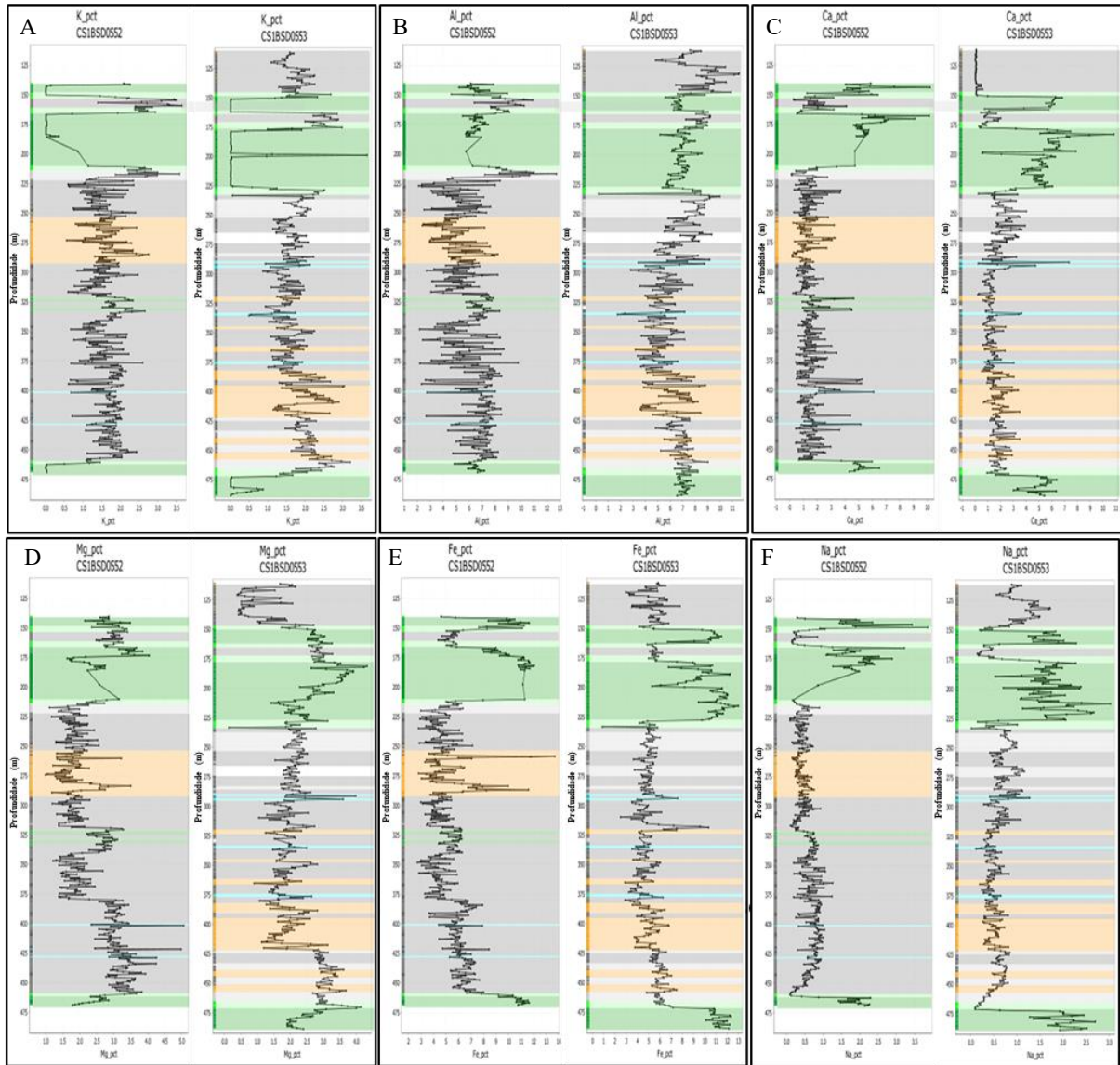
As correlações negativas também mostram diferenças entre as duas zonas de ocorrência de Au. Para o quartzo-sericita milonito existe uma correlação negativa de Ga (R=-0.23), Ge (R=-0.27), Hf (R=-0.22), In (R=-0.26), Th (R=-0.22) e U (R=-0.27) quando os teores de Au aumentam (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 – Correlações negativas com base nos teores de Au para quartzo-sericita milonito.

	<i>Au_ppm</i>	<i>Ga_ppm</i>	<i>Ge_ppm</i>	<i>Hf_ppm</i>	<i>In_ppm</i>	<i>Th_ppm</i>	<i>U_ppm</i>
<i>Au_ppm</i>	1.00						
<i>Ga_ppm</i>	-0.23	1.00					
<i>Ge_ppm</i>	-0.27	-0.06	1.00				
<i>Hf_ppm</i>	-0.22	0.29	0.25	1.00			
<i>In_ppm</i>	-0.26	0.33	0.31	0.50	1.00		
<i>Th_ppm</i>	-0.22	0.33	0.10	-0.05	-0.16	1.00	
<i>U_ppm</i>	-0.27	0.39	0.05	-0.13	-0.15	0.81	1.00

4.2.4 Log Geoquímico

A distribuição da concentração dos elementos químicos pode também ajudar a definir e caracterizar melhor o alvo Mutuca detalhadamente. Os elementos maiores das rochas podem mostrar as características básicas de cada subdivisão litogeoquímica, por isso foram plotadas as concentrações de Al, Ca, K, Fe, Na e Mg ao longo do testemunho (figura 4.11).



Legenda

- Metagabro
- Zona mineralizada
- Rocha hidrotermalizada
- Rocha hospedeira
- Veio de quartzo
- Quartzo-sericita milonito

Figura 4.11 – Log geoquímico dos elementos maiores dentro do depósito.

Os metagabros são caracterizados por fortes contrastes de concentrações de teores médios mais altos de Fe (10.3 % wt), Na (1.7 % wt) e Ca (5.4 % wt), e por teores baixos de K (0.193 % wt) ao longo de toda extensão em relação aos outros litotipos.

Os quartzo-sericita milonitos mostram forte empobrecimento em Na e Ca em zonas de contato ou próximas aos diques. Em contrapartida mostram um enriquecimento em Al e K em todo seu intervalo, que é acompanhado também por um aumento destes elementos em rochas hospedeiras

proximais a essas zonas. O aumento destes dois elementos também mostra alguns picos associados às zonas hidrotermalizadas. Os veios de quartzo apresentam picos de concentração marcantes de Ca e Mg nos intervalos de ocorrência.

Já as zonas mineralizadas possuem algumas regiões com maiores concentrações de Fe acompanhada por um aumento de Mg no mesmo intervalo do furo CS1BSD0152. Além disso, os teores de K também podem mostrar um aumento relativo junto às zonas hidrotermalizadas e hospedeiras do entorno (Figura 4.11a). Em contrapartida é possível observar sutil depleção de Al nessas regiões que se reflete também nas posições onde há ocorrência de veios.

As concentrações de Fe mostram comportamento relativamente constante em todas as zonas, exceto no metagabro. A figura 4.12 sumariza as concentrações citadas através de diagramas *boxplot*, sem a influência da disparidade de teores de elementos maiores dos metagabros, retirados da análise para efeito de visualização. Além de Fe, os gráficos também mostram a relação de outros elementos maiores no depósito como Al, Ca, K, Na e Mg.

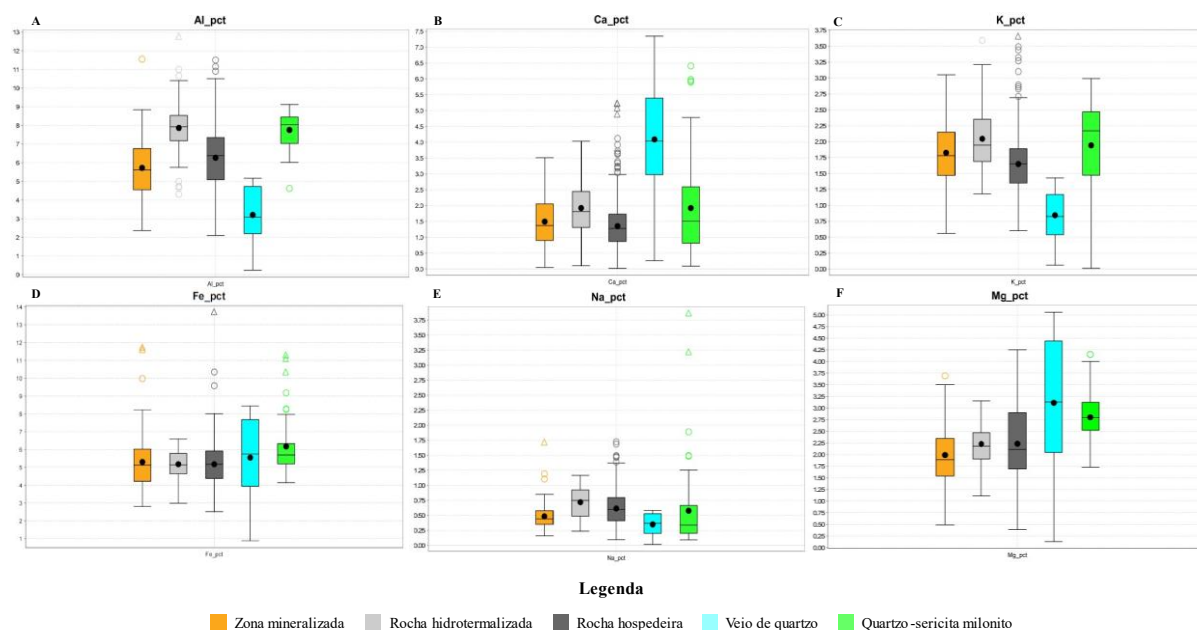


Figura 4.12 - *Boxplots* dos elementos maiores por zonas litogeoquímicas.

Já as posições de enriquecimento dos elementos de maior correlação positiva nas zonas mineralizadas, divididos conforme as zonas geoquímicas escolhidas, são também exibidas em distribuição ao longo do furo, com a posição exata dos intervalos observa-se o contraste destes elementos com as zonas adjacentes.



Figura 4.13 - Log geoquímico dos elementos maior correlação positiva a Au dentro dos intervalos mineralizados.

Assim, as zonas mineralizadas são marcadas pelo aumento proeminente e mais contínuo dentro deste intervalo de S e As (figura 4.13a e 4.13b), com teores máximos de cerca de 3% (wt%) e >10000 ppm. Além disso, picos de concentração de Ag, Pb, Sb e Zn (figuras 4.13c, 4.13d, 4.13e e 4.13f) são maiores nestas zonas comparadas por exemplo ao quartzo-sericita milonito, exceto para teores de Pb que possuem um teor máximo nesta zona e teores relevantes em algumas posições também do metagabro.

As representações ao longo do furo para as correlações negativas são mais sutis visualmente, mesmo assim é possível observar dentro do intervalo mineralizado uma diminuição dos teores dos elementos de principal comportamento inversamente proporcional (figura 4.14).

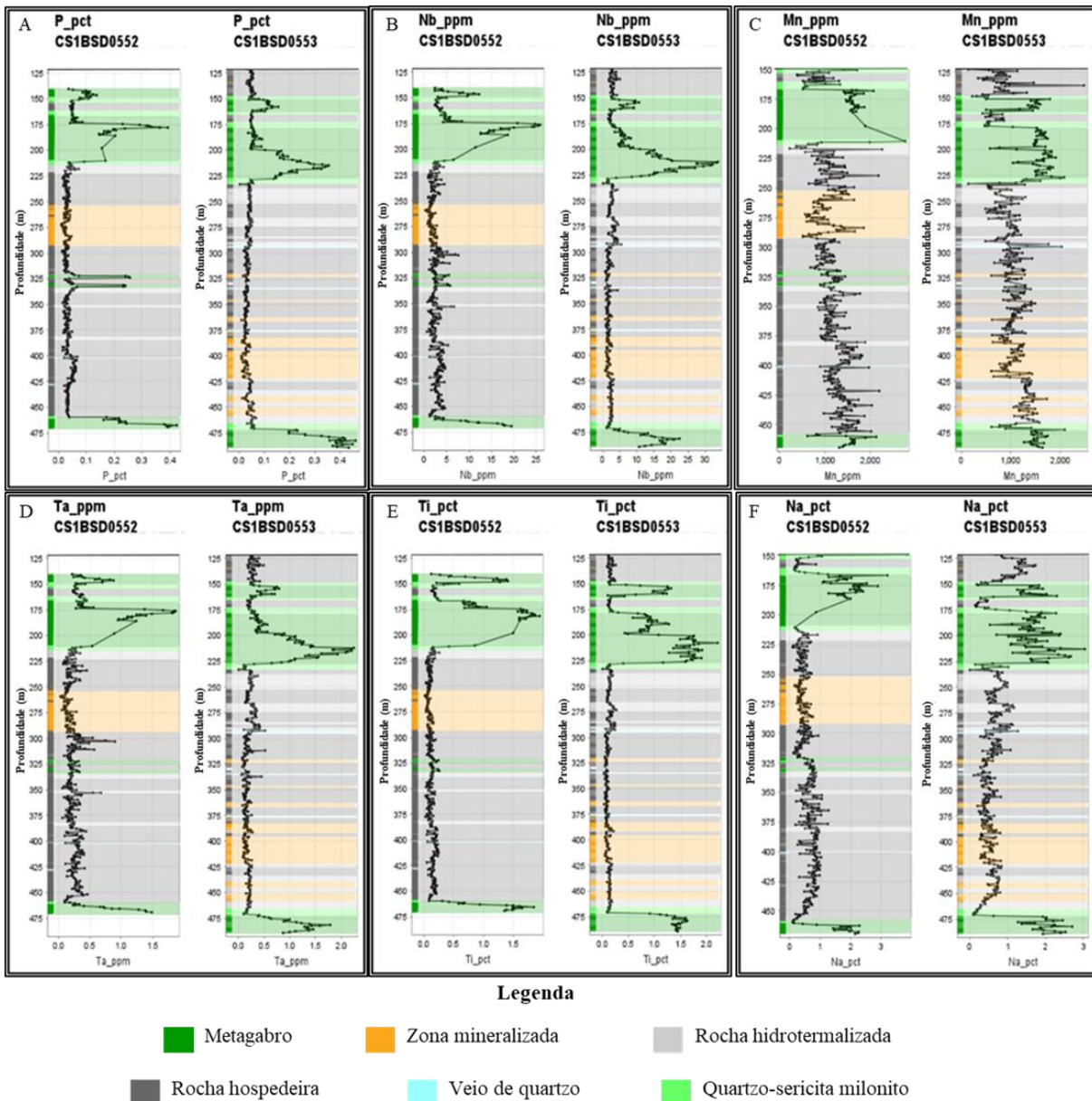


Figura 4.14 – Log geoquímico dos elementos de maior correlação negativa a Au dentro dos intervalos mineralizados.

As correlações negativas dos elementos de maior correlação nas zonas mineralizadas (figura 4.14) ao longo do furo mostram grande influência da divergência composicional entre o metagabro e o restante das divisões litogeoquímicas para todos os 6 elementos. Entretanto, dentro das zonas mineralizadas também é observada a depleção de alguns destes elementos, principalmente P e Mn (figura 4.14a e 4.14c), mesmo que com pequena variação em relação ao contraste com o Metagabro. A depleção de concentrações de Na também são visíveis ao longo do intervalo mineralizado (Figura 4.14f).

Diferentemente das zonas mineralizadas, os quartzo-sericita milonitos no geral, exceto no caso do Na e Mn, mostram comportamento de maior concentração média dos elementos com destaque para as divergências entre os teores de Ti (mediana no quartzo-sericita milonita - 0.145wt%; mediana na mineralizada - 0.084wt%), Nb (mediana no quartzo-sericita milonita – 2.54 ppm; mediana na zona mineralizada - 1.55 ppm), Ta (mediana no quartzo-sericita milonita - 0.24 ppm; mediana na zona mineralizada - 0.15 ppm), P (mediana no quartzo-sericita milonita - 0.048wt%; mediana na zona mineralizada - 0.024wt%).

CAPÍTULO 5

DISCUSSÕES

5.1 Geologia do alvo Mutuca

O alvo Mutuca é composto predominantemente por rochas hospedeiras que podem ser agrupadas junto as sequências metaturbidíticas ressedimentadas da formação Córrego do Sítio, assim como as rochas descritas para os corpos Laranjeiras, Carvoaria e Cachorro Bravo (Lima 2012; Ribeiro et al. 2013; Roncatto Jr. et al. 2015). Essas sequências são marcadas por uma intercalação entre metapelitos e metagrauvas que comumente estão intercalados. Esses litotipos são afetados por pelo menos dois eventos deformacionais, que são responsáveis por dobrar as estruturas primárias da rocha (figura 4.3) com a formação também de xistosidade (S_n) e foliação milonítica, além de uma estrutura posterior (S_{n+1}) que desloca S_n . Essas estruturas já foram reconhecidas em outros alvos de minério dentro do depósito, como Carvoaria, Laranjeiras e Cachorro Bravo (Lima 2012; Ribeiro et al. 2013; Roncatto Jr. et al. 2015).

Os metagabros podem ser interpretados como diques metamáficos que cortam o depósito e são responsáveis por alterar as rochas adjacentes, formando os quartzo-sericita milonitos. Diferentemente de outros alvos do depósito (Santos 2020, Lima 2012), apenas uma família de diques é observada no Mutuca. Esses diques possuem composição máfica e granulação média à grossa, assim caracterizados neste trabalho como metagabros. Os metagabros são possivelmente associados aos DB1 reconhecidos nos corpos Laranjeiras e Carvoaria (Ribeiro et al. 2013; Santos et al. 2020).

As rochas hospedeiras são intercaladas por venulações quartzo-carbonáticas que se intensificam em alguns intervalos e são plano-paralelas à foliação S_n das rochas. Nas zonas de menor frequência de venulações as rochas encontram-se relativamente preservadas em relação a alteração hidrotermal, entretanto com ocorrência de clorita caracterizando já uma cloritização de rocha, que possui influência ao longo de toda extensão dos testemunhos. À medida que há aproximação das zonas mineralizadas existe também o aumento de venulações e carbonatação e sericitização das rochas quem as contém. Por fim, a zona mineralizada se caracteriza por possuir também carbonatação e sericitização marcantes, esta última provocando tons esverdeados mais claros nessas regiões, que provavelmente pode tratar-se de fuchcita.

A presença de sulfetos ocorre por todo o depósito de forma disseminada. Neste caso, o principal sulfeto é a pirita. À medida que há o aumento da intensidade da alteração hidrotermal, também há aumento da quantidade de sulfetos, principalmente de agregados de pirita e massas de pirrotita idiomórficas. As zonas de maior sulfetação e proximais à mineralização são marcadas pela presença de arsenopirita acicular e/ou formando agregados ao longo da foliação S_n , que também é acompanhada

por venulações, que por sua vez podem ser formadas por quartzo fumê nesses intervalos. Nestas zonas também foi observada a ocorrência de esfalerita e maior quantidade de pirrotita.

Estes intervalos encontram-se intensamente dobradas (figura 4.7) no alvo Mutuca, e estão correlacionados à possíveis zonas de charneiras, evidenciadas pela presença de dobras fractais em M observadas nos testemunhos de sondagem de regiões mineralizadas (figuras 4.6 e 4.7).

Os metagabros cortam as sequências metassedimentares hospedeiras, o que provoca alteração das rochas adjacentes, formando os quartzo-sericita milonitos. Este contato pode ser marcado pela formação de cristais de carbonato euédrico macroscopicamente visíveis, mas também podem se dar de forma gradual. Os quartzo-sericita milonitos também podem estar sobrepostos por zonas proximais de mineralização, nessas regiões a sericitização também se intensifica, além de uma maior cloritização que possivelmente são formados pela influência de diques máficos da região. Essas zonas são amplamente reconhecidas em Córrego do Sítio e, por vezes, representam zonas mineralizadas em ouro (Santos 2020, Lima 2012).

As relações das zonas mineralizadas e os minerais presentes nela são evidenciadas nos resultados geoquímicos, onde os elementos formadores marcam fortes correlações positivas aos teores de Au.

5.2 Assinatura geoquímica do alvo Mutuca

A geoquímica de rocha total foi utilizada neste estudo desde zonas estéreis até zonas mineralizadas e possibilitou a individualização do corpo Mutuca em 6 domínios litogeoquímicos: rochas hospedeiras, metagabro, rocha hidrotermalizada, veios quartzo-carbonáticos, quartzo-sericita milonitos e zona mineralizada. Os 4 primeiros são zonas com teores abaixo de 0.1 g/t, para seguir o limite de detecção dos demais elementos, foram individualizadas somente conforme características litológicas descritivas e consideradas zonas estéreis. Em contrapartida, os quartzo-sericita milonitos e as zonas mineralizadas, além de possuírem particularidades quanto à composição, também mostram intervalos com $Au > 0.1$ g/t e constituem zonas mineralizadas.

A subdivisão em diferentes domínios tornou possível o detalhamento de cada um separadamente, para analisar as variações de elementos químicos nas zonas de interesse, além de entender as diferenças possíveis entre cada domínio de ocorrência de Au.

No caso dos metagabros, por exemplo, as concentrações médias de Ca (5.4 %wt), Fe (10.3 %wt) e Na (1.74 %wt) são consideravelmente maiores em relação às rochas encaixantes, o que evidencia sua natureza possivelmente intrusiva e podem ter afetado as concentrações do quartzo-sericita milonito, visto que há relação inversa nos contatos (figura 4.11), além de ocorrências de carbonatos bem formados nesses contatos além de plagioclásio que, por vezes, formam pequenos

minerais (figura 4.5a). As diferenças composicionais do metagabro possivelmente podem auxiliar no entendimento dessa litologia em zonas oxidadas, onde a visualização da rocha é obliterada pelo intemperismo. Fora do domínio do metagabro, as rochas podem estar influenciadas, em maior ou menor grau, por processos de alteração hidrotermal.

Os quartzo-sericita milonitos, assim como as zonas hidrotermalizadas, apresentam aumento de Al e K que podem ser associados a maior presença de sericita ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$) nestas regiões, ao contrário das rochas hospedeiras, onde a presença de biotita ($K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$) é observada, possivelmente devido ao menor aporte de Al. As zonas mineralizadas, por sua vez, assim como o quartzo-sericita milonito e as zonas hidrotermalizadas, possuem contribuição relevante de Al e principalmente K (figura 4.12), e reflete na maior quantidade descrita de fuchcita ($K(Al,Cr)_2AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$). A presença deste mineral é evidenciada pelos aumentos expressivos de concentração média de Cr (540 ppm), ante os teores deste elemento no quartzo-sericita milonito (465.5 ppm) e na zona hidrotermalizada (486 ppm) (Apêndice).

Além de sericitização marcante, as zonas hidrotermalizadas também são caracterizadas por maior contribuição de Ca em seus intervalos. A correlação com Ca pode ser resultado da composição do fluido hidrotermal que intensificam as venulações na zona mineralizada, e que por vezes formam cristais euédricos de ankerita ($CaFe_2^+(CO_3)_2$).

As maiores concentrações de Ca são observadas onde há uma intensificação de veios carbonáticos. Nessas zonas a formação de carbonato é mais intensa (Figura 4.6c). Esses veios também possuem maiores valores de Mg que também pode encontrar-se na estrutura de ankerita ($CaFe_2^+(CO_3)_2$). A formação desse mineral nessas zonas é fundamentada pelas relevantes concentrações médias constantes de Fe (~5% %wt) com teores mais altos nos veios de quartzo (figura 4.9).

Além da presença de fuchcita, as zonas mineralizadas são marcadas pelo enriquecimento de alguns elementos associados ao aumento dos teores de Au (i.e. > 0,1 ppm). As principais correlações observadas são, por ordem decrescente de correlação de Pearson: S, As, Sb, Ag, Cd, Pb, Te, Zn e Ca. Alguns destes elementos são formadores de minerais destes intervalos e definem a zona mineralizada, principalmente na forma de sulfetos como pirita (FeS_2), arsenopirita ($FeAsS_2$), pirrotita ($Fe_{(1-x)}S$) e esfalerita ($(Zn,Fe)S$) e que podem se encontrar dispersos ou formando agregados destes minerais.

É importante salientar que uma correlação negativa ou positiva não reflete na concentração absoluta dos elementos na rocha e, macroscopicamente, na formação de minerais em que possuem maior importância composicional, como é observado por exemplo para os elementos Sb, Ag, Cd, Pb e Te. Entretanto, estes elementos podem se encontrar na estrutura dos minerais mais frequentes do intervalo ou até mesmo formando cristais muito finos invisíveis a olho nu.

Um exemplo disso é a menor presença de sulfetos e sulfossais de Sb macroscópicos no intervalo, quando nas zonas mineralizadas existe a presença intensificada de sulfetos e os valores muito altos de As refletem a predominância de arsenopirita como mineral-minério, o que não é observado para Sb, por exemplo, que é marcante formando berthierita (FeSb_2S_4) em outros alvos do depósito, como Laranjeiras, Carvoaria e Cachorro Bravo (Lima 2012; Ribeiro et al. 2013; Roncato et al. 2015), mas que em Mutuca não foi observado neste trabalho, mas possui historicamente algumas ocorrências.

Ainda assim, é interessante destacar que os picos de teores de Sb e Pb se coincidem em algumas posições, o que pode indicar possível presença não observada macroscopicamente em testemunho de associações minerais sulfetadas relativamente comuns quando há o aporte destes elementos, como boulangerita ($\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$) e jamesonita ($\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$).

As correlações negativas também são importantes para a definição e caracterização das zonas mineralizadas e por vezes podem estar quimicamente marcantes no depósito e guiar projetos exploratórios. Essas correlações negativas podem ser reflexo da lixiviação das rochas pelo fluido hidrotermal. Os elementos destacados nos resultados como inversamente proporcionais às concentrações de Au são elementos de maior mobilidade, se associando a fluidos hidrotermais com maior facilidade, como Ce, La, Nb, Ta e P.

Comparados a essa zona mineralizada, os quartzo-sericita milonitos possuem características diferentes de associação mineral quando há presença de Au em seu intervalo. Neste caso, apesar da também ocorrência de arsenopirita, é caracterizado pela maior frequência de agregados de pirrotita perfazendo o intervalo. A sericitização e formação de clorita ($(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg,Fe})_3(\text{OH})_6$) por outro lado é mais intensa, a segunda possivelmente por influência composicional do metagabro. Porém, a maior diferença encontra-se nos elementos que podem estar nas estruturas destes minerais e não formam macroscopicamente minerais.

Essa zona, no caso de Mutuca, só apresenta mineralização quando associada a presença relativamente próxima da zona mineralizada (Figura 4.13), o que torna possível a discussão sobre ser um só evento mineralizante, mas que possuem contribuições de rochas hospedeiras diferentes.

A assinatura geoquímica do alvo mutuca é também condizente aos modelos de Au orogenico, com característicos aumentos de S, As, Sb (Groves e Goldfarb 2015), assim como depósitos de Reefton, na Nova Zelândia, que também se hospedam em sequências siliciclásticas (Christie 2002). Além disso, Mutuca mostra concentrações também marcantes de Zn, Pb e correlação positiva de Ag e Te que se correlacionam com modelos de Groves e Goldfarb (2015).

No contexto de posição de formação do depósito, Ribeiro et al. (2013) considera o alvo Carvoaria em ambiente crustal mesozonal a partir de dados de inclusões fluidas (P e T). Entretanto,

Massote, N. D. R. 2021, caracterização geoquímica da distribuição de teores de Au do Alvo Mutuca – mina Córrego do Sítio

mesmo não tendo estudos detalhados de inclusões fluidas, mas por ter associações minerais com menor quantidade de Sb e relativamente maior quantidade de As, Mutuca possivelmente encontra-se em posição de transição rúptil-ductil proximal à região mesozonal conforme modelos de Groves e Santosh (2016) (figura 2.7).

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

A mineralização do alvo Mutuca é hospedada por rochas metassedimentares siliciclásticas da Formação Córrego do Sítio, assim como em alguns outros corpos do lineamento Córrego do Sítio (i.e. Cachorro Bravo, Laranjeiras, Carvoaria). Estas rochas mostram uma intercalação entre metapelitos e metagrauvacas que variam o grau de alteração hidrotermal ao longo do depósito, aumentando também a sericitização, a frequência de venulações quartzo-carbonáticas e a deformação. Em algumas porções, veios quartzo-carbonáticos se tornam espessos e formam agregados de ankerita em sua extensão.

O alvo Mutuca foi subdividido em 6 domínios litogeoquímicos, com base nas informações litológicas supracitadas combinadas aos teores de Au que podem ocorrer em cada um: rochas hospedeiras (<0.1 ppm), zona hidrotermalizada (<0.1 ppm), veios de quartzo (>0.1 ppm), zona mineralizada, metagabro (<0.1 ppm) e quartzo-sericita milonito (>0.1 ppm).

Metagabros mostram, relativamente ao restante dos domínios, teores médios bastante diferentes, de Ca (5.4 %wt), Fe (10.3 %wt), Na (1.74 %wt) e K (0.192 %wt) e podem ser interpretados como diques que cortam as rochas hospedeiras pré-existentes, além de alterá-las em sua região de contato formando uma zona milonitizada, composta principalmente por quartzo, sericita e clorita, semelhantes às mesmas zonas de contatos com diques descritos em outros alvos do lineamento (Lima 2012; Ribeiro et al. 2013; Santos 2020). Essa discrepância em concentrações de elementos maiores mostram a eficiência da análise química de rocha total para individualizar as rochas intrusivas do depósito, o que pode ser de grande importância em zonas intemperizadas para discretização destes intervalos.

A alteração das rochas do contato pode ser evidenciada pela relação inversa de enriquecimento em Na e Ca nos metagabros e empobrecimento destes elementos nos quartzo-sericita milonitos. Esta zona pode também concentrar teores de Au em seu intervalo e é individualizada como quartzo-sericita milonito.

A sericitização observada em rocha é suportada pelo aumento dos teores de Al e K tanto nos quartzo-sericita milonitos quanto nas zonas hidrotermalizadas. Já a presença de fuchcita na zona mineralizada se dá também pela presença de Al e K, mesmo que em menor proporção, porém com a contribuição de teores mais altos de Cr nestes intervalos.

A composição de veios e venulações apresentam forte influência de Ca, evidenciadas por teores mais altos em zonas hidrotermalizadas e veios, e que formam cristais de ankerita nos intervalos. A formação do carbonato ankerita pode ser explicada pela contribuição de Fe constante das rochas do depósito.

Junto a esse aumento da alteração hidrotermal também podem ocorrer zonas de intensa sulfetação, evidenciadas principalmente por pirita, pirrotita e arsenopirita, mas que podem ainda conter esfalerita. Estas zonas frequentemente possuem mineralização de Au com teores que podem alcançar 31 ppm.

As zonas mineralizadas e os quartzo-sericita milonitos são os dois domínios litogeoquímicos que possuem ocorrência de Au no alvo, entretanto com algumas diferenças quanto ao conteúdo geoquímico. No primeiro são observadas correlações positivas, em ordem decrescente, de S, As, Sb, Ag, Cd, Pb, Te, Zn e Ca, mas que refletem na formação de pirita, arsenopirita, pirrotita e esfalerita. Além destes minerais, pode ser esperada a ocorrência de berthierita e/ou jammesonita e/ou boulangerita nestes intervalos devido a alguns picos de teores de Sb e Pb, apesar de não ter sido observado nos testemunhos.

Já os quartzo-sericita milonitos, apesar de também possuírem fortes correlações de As e S com Au, mostram relação linear positiva, em ordem decrescente, com W, Li, Ni e Cr. Estas zonas possuem a maior presença de agregados de pirrotita associados à mineralização, além da arsenopirita já antes observada nas zonas mineralizadas.

As correlações negativas mais fortes em ambas as zonas mostram a natureza de maior mobilidade desses elementos, se associando mais facilmente ao fluido hidrotermal. Já as diferenças entre as duas porções de ocorrência de Au podem ser explicadas pela influência da composição das rochas hospedeiras no mecanismo de alteração, considerando a mineralização causada por um mesmo evento hidrotermal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida F. F. M. 1977. O Craton de São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 7 (4): 349- 364.
- Almeida, Luciene Gonçalves et al. O Grupo Sabará no Sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: uma revisão estratiográfica. *Brazilian Journal of Geology*, v. 35, n. 2, p. 177-186, 2005.
- Alkmim F.F e 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 (1-2):29-58.
- Alkmim F.F. e Martins-Neto, M.A., 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco Craton, eastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, 33, 127–139.
- Barbosa, Leo Henrique do Carmo. Serra do Itacolomi revisitada: estratiografia, arcabouço estrutural e aplicação de métodos geofísicos. 2018.
- Baltazar, O.F., Silva, S.L., 1996. Projeto Rio das Velhas: Mapa Geológico Integrado do Supergrupo Rio das Velhas, escala 1:100.000. Departamento Nacional de Produção Mineral/ CPRM–Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte.
- Baltazar O.F. e 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, 1–2.
- Baltazar, Orivaldo Ferreira; Lobato, Lydia Maria. Structural Evolution of the Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: Influence of Proterozoic Orogenies on Its Western Archean Gold Deposits. *Minerals*, v. 10, n. 11, p. 983, 2020.
- Bouma A.H. 1962. *Sedimentology of some Flysch deposits: a graphic approach to facies interpretation*. Amsterdam: Elsevier.
- Canale, A. L.1999. Geologia do Depósito Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero (MG), e Caracterização Mineralógica do Minério Sulfetado. 1999. 142 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rio Grande do Sul.
- Carneiro, M.A. 1992. O Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): Litoestratiografia e Evolução Geológica de um Segmento de Crosta Continental do Arqueano. São Paulo, 233p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
- Christie, Anthony B.; Brathwaite, Robert L. Hydrothermal alteration in metasedimentary rock-hosted orogenic gold deposits, Reefton goldfield, South Island, New Zealand. *Mineralium deposita*, v. 38, n. 1, p. 87-107, 2003.
- Cordani, U.G.; Kawashita,K.; Mueller,G.; Quade,H.; Reimer,V.; Roeser,H.P. 1980. Interpretação tectônica e petrológica de dados geocronológicos do embasamento do bordo sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 52:785-799.
- Dancey, Christine & Reidy, John. (2006), *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed.
- 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.

Massote, N. D. R. 2021, caracterização geoquímica da distribuição de teores de Au do Alvo Mutuca – mina Córrego do Sítio

Dorr II, J.V.N. 1969. Physiographic stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper 614 –A, 110 p.

Endo, I., 1997. Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozóico no interior da placa SanFranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais. Ph.D. Thesis, Universidade de São Paulo, 243 pp

Endo, Issamu et al. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. 1. ed. Belo Horizonte: 3i, 2020. 480 p. v. 1. ISBN 978-65-990542-8-0. Disponível em: <https://www.em.ufop.br/files/LivrosQFE2050/QuadrilateroFerrifero-web5.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2021.

Farina F., Albert C., Lana C. 2015a. The Neoproterozoic transition between medium and high-K granitoids: Clues from the Southern São Francisco Craton (Brazil). *Precambrian Research*, 266: 375-394.

Farina F., Albert C., Dopico C. M., Aguilar C. G., Moreira H., Hippert J., Cutts K., Alkmim F. F., Lana C. C. 2016. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil: current models and open questions. *Jour. South Am. Earth Sci.* 68, 4-21.

Figueiredo Filho, Dalson Britto; Silva Júnior, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

Freitas, Frederico Moreira et al. Geocronologia U-Pb em zircões detríticos e caracterização litoestratigráfica das rochas metassedimentadas da Unidade Catarina Mendes-implicações quanto a evolução geotectônica do Quadrilátero Ferrífero. 2019.

Gair, J.E. 1958. The Sabará Formation. In: *Symposium on Stratigraphy of Minas Series in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Bol. SBG, 7(2):68-69.

Goldfarb, Richard J.; Groves, David I. Orogenic gold: Common or evolving fluid and metal sources through time. *Lithos*, v. 233, p. 2-26, 2015.

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 Geol. Rev.* 13, 7-27.

Groves, David I. et al. A holistic model for the origin of orogenic gold deposits and its implications for exploration. *Mineralium Deposita*, v. 55, n. 2, p. 275-292, 2020.

Groves DI, Santosh M (2016) The giant Jiaodong gold province: the key to a unified model for orogenic gold deposits? *Geosc Front* 7:409–418

Guimarães, D. 1966. Contribuição ao estudo do polimetamorfismo da Série Minas. DNPM – Avulso, v. 90, p. 54.

Herz, N. 1970. Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington, US Geol. Surv. 58p. (Prof. Pap. 641-B).

HOFFMAN, Eric L.; CLARK, John R.; YEAGER, James R. Gold analysis-fire assaying and alternative methods. *Exploration and Mining Geology*, v. 7, n. 1-2, p. 155-160, 1998.

Lana C., Alkmim F.F., Armstrong R., Scholz R., Romano R., Nalini H.A., 2013. The ancestry and magmatic evolution of Archean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. *Precambrian Research*, 231: 157-173.

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. Geologia do depósito lode Au-As-Sb Laranjeiras, em metaturbitos do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 298 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., Zucchetti M., Noce C. M., Baltazar O. F., Pinto C. S. C. P. 2001. Brazil's premier gold province. Part I: The tectonic, magmatic and structure setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. *Mineralium Deposita* 36: 228-248.

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

Margatho, Vinícius Salles. Desenvolvimento de métodos alternativos ao fire assay para a determinação Ag, Au e Pd em sucata eletrônica por ICP-OES e WDSXRF. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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, 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

Noce, C.M. 1995. Geocronologia dos Eventos Magmáticos, Sedimentares e Metamórficos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. São Paulo. 128p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Pedrosa-Soares A.C, Noce C.M, Wiedemann C.M., Pinto C.P. 2001. The Araçuaí-West-Congo orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. *Precambrian Research* 110, 307–323.

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

Porto C. G. 2008. A mineralização aurífera do depósito Córrego do Sítio e sua relação com o enxame de diques metamáficos no corpo Cachorro Bravo – Quadrilátero Ferrífero – MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 147 p.

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

Romano R., Lana C., Alkmim F.F., Stevens G.S., Armstrong R., 2013. Stabilization of the southern portion of the São Francisco Craton, SE Brazil, through a long-lived period of potassic magmatism. *Precambrian Research*, 224: 143-159.

Massote, N. D. R. 2021, caracterização geoquímica da distribuição de teores de Au do alvo mutuca – mina Córrego do Sítio

Roncato, Jorge Geraldo et al. Metaturbidite-hosted gold deposits, Córrego do Sítio lineament, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 5-22, 2015.

Santos, Jéssica Luise. Caracterização petrográfica dos diques e quartzo-sericita milonitos do depósito aurífero de Córrego do Sítio - Quadrilátero Ferrífero, MG. 2020. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

Schorscher, H. D. 1976. Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais. In: 29º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Belo Horizonte, 1976. Resumos SBG, p. 194-195.

Schorscher, J. H. D. 1992. Arcabouço petrográficos e evolução crustal de terrenos pré-cambrianos do sudeste de Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e domínios granito-gnáissicos adjacentes. 394 f. 1992. Tese de livre-docência. Universidade de São Paulo

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*: 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.

Zucchetti M. e Baltazar O.F. (eds.). 1996. Projeto Rio das Velhas–Texto explicativo do mapa geológico integrado, escala 1:100.000. 2nd ed. Departamento Nacional da Produção Mineral/CPRM–Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte, Brasil, 122 p.

Apêndice(s)

Descrição Dos Testemunhos De Sondagem

Furo: CS1BSD0552				Profundidade total: 469.45 m	
De	até	Tam.	litologia	Descrição litológica	Zona mineralizada?
0.00	42.75	42.75	Metagrauvaca	Rocha de coloração marrom clara com grau de intemperismo mais elevado. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. À partir da metragem 11.50 m a rocha possui coloração mais acinzentada, ainda com forte oxidação e fragmentada. As venulações quartzo-carbonáticas se fazem presentes com dissolução carbonática em algumas partes.	
42.75	48.40	5.65	Metapelito	Rocha de coloração marrom moderada ainda com forte oxidação de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila.	
48.40	82.40	34.00	Metagrauvaca	Rocha de coloração marrom clara com grau de intemperismo mais elevado e predominância de granulometria relativamente mais grossa. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. A oxidação da rocha passa a diminuir conforme a profundidade até uma região onde a rocha fica mais acinzentada e as estruturas estão mais bem preservadas. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
82.40	103.45	21.05	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	

82.40	108.40	26.00	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato e com maior intensidade de venulações. Algumas porções possuem oxidação de coloração marrom alaranjada. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
108.40	114.63	6.23	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
114.63	119.36	4.73	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
119.36	133.40	14.04	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
133.40	138.95	5.55	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	

138.95	141.90	2.95	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
141.90	148.58	6.68	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	
148.58	153.70	5.12	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
153.70	156.60	2.90	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
156.60	161.50	4.90	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	

161.50	166.58	5.08	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Pirritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
166.58	210.16	43.58	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericitica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	
210.16	214.20	4.04	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Pirritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
214.20	217.90	3.70	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veio de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	
217.90	221.90	4.00	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Veio de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	

221.90	258.33	36.43	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
258.33	266.82	8.49	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
266.82	281.03	14.21	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, carbonato. Sericita e clorita ambas em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular encontram-se presentes nessa região.	sim
281.03	286.56	5.53	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
286.56	292.95	6.39	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, carbonato. Sericita e clorita ambas em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	sim

				Arsenopirita acicular encontra-se presente nessa região.	
292.95	317.80	24.85	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
317.80	321.70	3.90	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
321.70	322.30	0.60	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
322.30	324.43	2.13	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	

324.43	325.03	0.60	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
325.03	330.13	5.10	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
330.13	330.73	0.60	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
330.73	332.70	1.97	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	
332.70	333.30	0.60	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	

333.30	337.06	3.76	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
337.06	352.12	15.06	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
352.12	355.80	3.68	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
355.80	382.02	26.22	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
382.02	388.24	6.22	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	

388.24	394.93	6.69	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
394.93	401.41	6.48	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
401.41	402.01	0.60	Veio de quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
402.01	408.57	6.56	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
408.57	421.40	12.83	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	

421.40	422.00	0.60	Veio de quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
422.00	428.67	6.67	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
428.67	429.27	0.60	Veio de quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
429.27	439.18	9.91	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
439.18	442.90	3.72	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	

442.90	458.89	15.99	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
458.89	461.57	2.68	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
461.57	469.45	7.88	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	

Furo: CS1BSD0553				Profundidade total: 489.25 m	
De	até	Tam.	litologia	Descrição litológica	Zona mineralizada?
0.00	31.60	31.60	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
31.60	43.95	12.35	Metapelito	Rocha de coloração marrom moderada, fragmentado, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila.	
43.95	47.50	3.55	Metagrauvaca	Rocha de coloração marrom clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica e sericítica para argilominerais. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
47.50	63.05	15.55	Metapelito	Rocha de coloração marrom moderada, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila.	

63.05	96.75	33.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
96.75	110.23	13.48	Metapelito	Rocha de coloração cinza, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila. Pirita oxidada presente de coloração vermelho escuro.	
110.23	138.15	27.92	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada, ou inalterada em agregados ou dispersa. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	
138.15	140.70	2.55	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila. Pirita oxidada presente de coloração vermelho escuro, ou em agregados inalterada ou dispersa no intervalo.	
140.70	148.25	7.55	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita é observada oxidada de coloração avermelhada, ou inalterada em agregados ou dispersa. As venulações com preenchimento quartzo carbonático possuem dissolução carbonática.	

148.25	150.90	2.65	Quartzo sericita-milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
150.90	162.55	11.65	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	
162.55	165.80	3.25	Quartzo sericita-milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
165.80	172.60	6.80	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região e alteração sericítica para argila. Pirita em agregados inalterada ou dispersa no intervalo.	
172.60	177.83	5.23	Quartzo sericita-milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piratas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	

177.83	228.27	50.44	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	
228.27	233.00	4.73	Quartzo sericita-milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	
233.00	233.63	0.63	Veio de Quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
233.63	237.50	3.87	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região. Pirita em agregados inalterada ou dispersa no intervalo.	
237.50	253.65	16.15	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	

253.65	259.93	6.28	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região. Pirita em agregados inalterada ou dispersa no intervalo.	
259.93	262.65	2.72	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
262.65	264.13	1.48	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	
264.13	265.58	1.45	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
265.58	274.80	9.22	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	

274.80	285.12	10.32	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
285.12	286.57	1.45	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	
286.57	289.45	2.88	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, pouco fragmentada, de granulometria predominantemente fina, alteração hidrotermal sericítica presente nessa região. Pirita em agregados inalterada ou dispersa no intervalo.	
289.45	290.84	1.39	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	
290.84	291.90	1.06	Veio de Quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	

291.90	293.74	1.84	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita e pirrotita é observada em agregados ou dispersa. Veios de quartzo-carbonato, com cristais de carbonato euédricos.	
293.74	295.65	1.91	Veio de Quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
295.65	321.35	25.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
321.35	324.00	2.65	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada clara com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, carbonato. Sericita e clorita ambas em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular encontra-se presente nessa região.	sim
324.00	334.27	10.27	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	

334.27	335.78	1.51	Veio de Quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
335.78	345.65	9.87	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa. Pirrotita também é observada em agregados ou dispersa.	
345.65	348.27	2.62	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
348.27	360.80	12.53	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
360.80	366.80	6.00	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim

366.80	376.11	9.31	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
376.11	376.73	0.62	Veio de Quartzo	Veio de quartzo leitoso possuindo cristais de carbonato bem formados (euédricos). Pirita presente formando agregados ou dispersa.	
376.73	384.85	8.12	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	
384.85	392.19	7.34	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região. Além disso, agregado de pirrotita também fazem parte do intervalo.	sim
392.19	394.96	2.77	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	

394.96	396.72	1.76	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
396.72	399.35	2.63	Metagrauvaca HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
399.35	422.97	23.62	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região, além de agregados de pirrotitas nesse intervalo	sim
422.97	425.70	2.73	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
425.70	433.84	8.14	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro com predominância de granulometria relativamente mais grossa composta por quartzo, sericita, carbonato. Alteração hidrotermal sericítica. A presença de pirita inalterada em agregados ou dispersa.	

433.84	439.80	5.96	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
439.80	444.75	4.95	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
444.75	451.80	7.05	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	
451.80	458.10	6.30	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza esverdeada escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato. Sericita em maior quantidade nesse intervalo minerlizado com maior atividade hidrotermal. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa. Arsenopirita acicular presente nessa região.	sim
458.10	465.55	7.45	Metapelito	Rocha de coloração cinza escura com predominância de granulometria relativamente mais fina composta por quartzo, carbonato, sericita, clorita. A presença de pirita é observada em agregados ou dispersa.	

465.55	471.79	6.24	Quartzo sericita-milonito	Rocha de coloração verde clara com atividade hidrotermal responsável por sericitização e cloritização. Piritas estão presentes preservadas nessa região. O intervalo é interpretado como resultado de alteração provocado pelo dique máfico intrusivo (metagabro).	sim
471.79	489.25	17.46	Metagabro	Rocha metamáfica de coloração verde escura com a presença de cristais carbonáticos euédricos brancos. A rocha também possui alteração hidrotermal sericítica e clorítica. Ainda é possível observar a presença de pirita em agregados ou dispersas, assim como magnetita dispersa no intervalo, sugerindo maior quantidade de Fe.	

Furo: CS1BSD0641A				Profundidade total: 762.25 m	
De	até	Tam.	litologia	Descrição litológica	Zona mineralizada?
0.00	49.35	49.35	Metagrauvaca	Saprolito oxidado de granulação fina a média, com porções de coloração avermelhada e porções acinzentadas variando na tonalidade. Composta basicamente por argilominerais com zonas de possível alteração de óxido de Fe e em intervalos mais escuros óxido/hidróxido de manganês.	
49.35	81.25	31.90	Metapelito	RPP transicional intecalando entre coloração cinza claro e cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas. Granulação fina a média. Composta predominantemente por argilominerais. Ainda apresenta regiões de coloração avermelhada e amarelada que representam possível alteração de óxido de Fe e carbonato, respectivamente.	
81.25	83.15	1.90	Metapelito HID	Região com adensamento de venulações plano-paralelas ao acamamento, em rocha de colocaração cinza escuro. Presença minerais com Fe na composição (Clorita?, pirita?), oxidados, provocando uma coloração avermelhada na rocha, e também de região de coloração amarelada que sugere oxidação de carbonatos.	
83.15	94.85	11.70	Metapelito	RPP transicional intecalando entre coloração cinza claro e cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas. Granulação fina a média. Composta predominantemente por argilominerais. Ainda apresenta regiões de coloração avermelhada e amarelada que representam possível alteração de óxido de Fe e carbonato, respectivamente.	

94.85	96.80	1.95	Metapelito HID	Região com adensamento de venulações plano-paralelas a foliação principal da rocha, em rocha de colocaração cinza escuro. Apresenta granulação fina a média com porções de quartzo recristalizado. Sericitização em menor grau.	Sim
96.80	108.05	11.25	Metapelito	RPP transicional intecalando entre coloração cinza claro e cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericita e clorita em menor quantidade. Granulação fina a média. Composta predominantemente por argilominerais. Ainda apresenta regiões de coloração avermelhada e amarelada que representam possível alteração de óxido de Fe e carbonato, respectivamente. Presença de piratas esparsas na rocha estiradas segundo o plano de foliação.	
108.05	113.00	4.95	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, sericita e argilominerais, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. O intervalo possui oxidação relativamente com menor grau.	
113.00	117.50	4.50	Metapelito	RPP transicional intecalando entre coloração cinza claro e cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericita e clorita em menor quantidade. Granulação fina a média. Composta predominantemente por argilominerais. Ainda apresenta regiões de coloração avermelhada e amarelada que	

				representam possível alteração de óxido de Fe e carbonato, respectivamente. Presença de piritas esparsas na rocha que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação principal.	
117.50	160.85	43.35	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
160.85	164.35	3.50	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Pequenos cristais de Po e Cpy também presentes	
164.35	167.45	3.10	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita e biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	

167.45	188.50	21.05	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.
188.50	192.40	3.90	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita e biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.
192.40	219.60	27.20	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.
219.60	220.35	0.75	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha. Clorita e Sericita presente, com a segunda em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Pequenos cristais de Po também presentes.

220.35	254.00	33.65	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.
254.00	258.80	4.80	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha. Clorita e Sericita presente, com a segunda em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Pequenos cristais de Po também presentes.
258.80	268.50	9.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.
268.50	275.35	6.85	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.

275.35	328.60	53.25	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. Veio de Qtz-Carb pouco espesso com a presença de ankerita bem formada em um pequeno espaço no intervalo.
328.60	332.40	3.80	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.
332.40	346.90	14.50	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.
346.90	349.75	2.85	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.

349.75	351.95	2.20	Metagrauvaca HID	Rocha cinza escuro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha. Clorita e Sericita presente, com a segunda em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Pequenos cristais de Po também presentes.	
351.95	446.20	94.25	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
446.20	448.95	2.75	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	sim
448.95	456.70	7.75	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.	

456.70	457.65	0.95	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	sim
457.65	472.35	14.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	sim
472.35	474.90	2.55	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
474.90	477.90	3.00	Metapelito HID	Rocha com coloração cinza claro a cinza escuro com granulometria fina à média e venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha, controlando sericitização mais intensa e sulfetação no intervalo, com Py e Po, além de agulhas finas de Aspy seguindo o plano de foliação principal da rocha.	sim

477.90	482.75	4.85	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
482.75	488.00	5.25	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.	sim
488.00	491.70	3.70	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
491.70	505.10	13.40	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
505.10	510.35	5.25	Metapelito HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto	

				às venulações. Pequenos cristais de Po observado.	
510.35	514.30	3.95	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
514.30	527.80	13.50	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.	
527.80	533.20	5.40	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
533.20	543.55	10.35	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 10%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se	

				estiradas segundo o plano de foliação.	
543.55	549.25	5.70	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, com poucas venulações quartzo-carbonáticas, com presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
549.25	557.95	8.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 15%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
557.95	563.20	5.25	Metapelito	Rocha de coloração cinza escuro, moderadamente venulado, com venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	

563.20	565.90	2.70	Metapelito HID	Rocha cinza escuro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações.	
565.90	570.75	4.85	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 5%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.	
570.75	571.70	0.95	Veios de quartzo	Veio de quartzo leitoso com a formação de aglomerados de ankerita e presença de piratas esparsas durante o intervalo.	
571.70	582.00	10.30	Metapelito HID	Rocha de coloração cinza escuro, moderadamente venulado, com venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Presença de sericitização. Granulação fina. Apresenta composição contendo quartzo e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. algumas venulações mais espessas formam aglomerados de ankerita.	

582.00	584.05	2.05	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha, formação de cristais de ankerita. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Intervalo ainda possui veios pouco espessos com formação de grãos grossos de quartzo e carbonato.
584.05	592.25	8.20	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 5%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita,sericita, biotita e carbonatos, com piratas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação.
592.25	593.35	1.10	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos.
593.35	598.25	4.90	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 5%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita,sericita, biotita e

				carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. Po observada em alguns pequenos cristais.	
598.25	599.00	0.75	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos.	
599.00	605.70	6.70	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 5%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita,sericita, biotita e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. Po observada em alguns pequenos cristais.	
605.70	606.60	0.90	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presente em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em	

				cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos.	
606.60	637.05	30.45	Metagrauvaca	Rocha de coloração cinza claro (RPP 5%), de granulação fina a média, com pouca ou moderadas intercalações de venulações quartzo-carbonáticas plano-paralelas à foliação principal da rocha. Apresenta composição contendo quartzo, clorita, sericita, biotita e carbonatos, com piritas esparsas em menor quantidade que por vezes encontram-se estiradas segundo o plano de foliação. Po e Cpy observada em alguns pequenos cristais.	
637.05	643.80	6.75	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presentes em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas esparsas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos no plano da foliação principal.	
643.80	651.45	7.65	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita em venulações mais espessas. Sericitização e sulfetação mais intensa neste intervalo. Piritas são observadas em cristais grossos no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem	

				pequenos junto aos planos das venulações. Maior presença de Po de granulação variando de fina a grossa. Esfalerita é observada em substituição aos cristais de Py em alguns locais. Aspy em hábito acicular e, por vezes formando aglomerados, seguindo o plano de foliação principal.	
651.45	653.35	1.90	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presentes em quantidade relativamente maior. Piritas são observadas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos no plano da foliação principal.	
653.35	654.25	0.90	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita em venulações mais espessas. Sericitização e sulfetação mais intensa neste intervalo. Piritas são observadas em cristais grossos no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto aos planos das venulações. Maior presença de Po de granulação variando de fina a grossa. Esfalerita é observada em substituição aos cristais de Py em alguns locais. Aspy em hábito acicular e, por vezes formando aglomerados, seguindo o plano de foliação principal.	

654.25	657.75	3.50	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presentes em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais bem pequenos no plano da foliação principal.
657.75	663.75	6.00	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita em venulações mais espessas. Sericitização e sulfetação mais intensa neste intervalo. Piratas são observadas em cristais grossos no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto aos planos das venulações. Maior presença de Po de granulação variando de fina a grossa. Esfalerita é observada em substituição aos cristais de Py em alguns locais. Aspy em hábito acicular e, por vezes formando aglomerados, seguindo o plano de foliação principal.
663.75	668.80	5.05	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita. Sericita e clorita presentes em quantidade relativamente maior. Piratas são observadas no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto às venulações. Po presente em cristais no plano da foliação

				principal.	
668.80	724.80	56.00	Metagrauvaca HID	Rocha cinza claro a esverdeado de granulação fina a média, com intensificação das venulações quartzo-carbonáticas plano paralelas à foliação principal da rocha formação de cristais de ankerita em venulações mais espessas. Sericitização e sulfetação mais intensa neste intervalo. Piritas são observadas em cristais grossos no intervalo estiradas segundo o plano da foliação e também em cristais bem pequenos junto aos planos das venulações. Maior presença de Po de granulação variando de fina a grossa. Esfalerita é observada em substituição aos cristais de Py em alguns locais. Aspy em hábito acicular e, por vezes formando aglomerados, seguindo o plano de foliação principal.	
724.80	726.05	1.25	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
726.05	757.65	31.60	Metagabro	Dique de coloração verde escuro de granulação média a grossa, com a presença de carbonatos bem formados, principalmente no contato abrupto com ZTP, biotita e clorita. Py em menor quantidade ao longo do intervalo.	

757.65	761.65	4.00	Quartzo-sericita milonito	Rocha de coloração verde claro, de granulação fina a média, composta por predominantemente por clorita, acompanhada de menores quantidades de sericita, biotita. Apresenta venulações dispersas no intervalo seguindo o plano de foliação principal. Py dispersa em menor quantidade.	
761.65	762.25	0.60	Veios de quartzo	Veio de quartzo leitoso com a formação de aglomerados de ankerita e presença de piritas esparsas durante o intervalo.	

Matrizes de Correlação

Tabelas de média e medianas

