

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE GEOCIÊNCIAS

METALOGÊNESE DO DEPOSITO AURÍFERO PILAR, SANTA
BÁRBARA, MG.

LADY JOHANNA RÍOS GUERRERO

MANAUS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE GEOCIÊNCIAS

LADY JOHANNA RÍOS GUERRERO

METALOGÊNESE DO DEPOSITO AURÍFERO PILAR, SANTA
BARBARA, MG.

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Geociências da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito parcial para obtenção do
Título de Mestre em Geociências, área
de concentração em Petrologia,
Metalogênese e Evolução Crustal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Edith Velásquez David

Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Alejandro Salazar

MANAUS

2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G934m Guerrero, Lady Johanna Rios
 Metalogênese do depósito aurífero Pilar, Santa Bárbara, MG /
 Lady Johanna Rios Guerrero. 2016
 115 f.: il. color; 31 cm.

 Orientador: Marta Edith Velásquez David
 Coorientador: Carlos Alejandro Salazar
 Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal
 do Amazonas.

 1. Quadrilátero Ferrífero. 2. Metalogêneses. 3. Química Mineral.
 4. Alteração Hidrotermal. I. David, Marta Edith Velásquez II.
 Universidade Federal do Amazonas III. Título

LADY JOHANNA RIOS GUERRERO

METALOGÊNESE DO DEPÓSITO AURÍFERO PILAR, SANTA
BÁRBARA/MG

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Geociências da Universidade Federal
do Amazonas, como requisito parcial
para obtenção do Título de Mestre
em Geociências, área de
concentração em Geociências.

Aprovado em 20 de outubro de 2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dr.^a Marta Edith Velásquez David, Presidente.
Universidade Federal do Amazonas


Geo. Dr. Marcelo Esteves Almeida, Membro.
CPRM/Manaus


Prof.^a Dr.^a Lydia Maria Lobato, Membro.
Universidade Federal de Minas Gerais

A meus pais e minha família pelo apoio incondicional

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e instituições que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, pela estrutura e apoio oferecidos, em especial ao professor Ivaldo Trindade pela ajuda e discussões e ao Marcos Gonçalves pela sua colaboração.

À CNPq pela concessão da bolsa de estudos no. 165114/2014-2.

À Mineração Jaguar Mining por seu interesse no presente trabalho, pelo apoio logístico e acolhimento durante os trabalhos de campo, em especial aos geólogos Dr. Celso Frizzo, Elias Andrade, Marcos Neri, Aloma Tente e ao Dr. Armando Massucatto pela disposição na etapa final do projeto.

À CPRM, Superintendência Manaus, pela colaboração na preparação de amostras e confecção de lâminas delgadas.

À Assessoria de Relações Internacionais e Interinstitucionais (ARII) pelo curso de português para Estrangeiros, em especial à professora Rebeca Monteiro Nogueira, e meus companheiros do curso pela amizade e carinho.

Ao laboratório de Microsonda Eletrônica da UnB em especial a Jacqueline pela ajuda fornecida durante as análises.

Aos professores Marta Velásquez e Alejandro Salazar por incentivar trabalhos de pesquisa, e oferecer a oportunidade para que os colombianos pudessem continuar com o processo de formação acadêmica. Agradeço muito pelo que aprendi nesses últimos anos.

À professora Dr. Lydia Lobato pelas observações feitas durante a banca da defesa e a disposição para compartilhar conhecimentos.

Ao Sergio Reyes do programa de Pós-Graduação em Geociências da UnB pelas discussões e ajuda no trabalho, e o mais importante por todos os anos de amizade incondicional.

À Ericka pela parceria, amor mútuo, apoio e incentivo em todos os momentos.

À família Souza, em especial à senhora Regina, por fazer sentir-me parte de sua família, estarei eternamente agradecida e os levarei em meu coração.

À Janaína, Katty, Mônica, Paty-Paty, Marcelo, Carlos, Marcel e Pâmella pela amizade e todo carinho durante este tempo.

Obrigado a todos meus companheiros e amigos Marcia, Vanisse, Samuel, Camila, Rafael, Tamna, Júlio e Suelen, pelos papos e momentos de diversão.

Aos meus amigos na Colômbia pelas ligações e mensagens de carinho nestes dois anos que fiquei longe de casa.

RESUMO

O depósito de ouro da mina Pilar está localizado na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, no município de Santa Bárbara, Minas Gerais. Este depósito encontra-se hospedado em rochas pertencentes ao *Greenstone Belt* Supergrupo Rio das Velhas. As unidades presentes na área de estudo correspondem a; talco xisto e carbonato-albita-clorita-quartzo xisto, correlacionáveis às litofácies metavulcânicas máfica - ultramáficas do Grupo Quebra Osso; quartzo-clorita xisto, xisto carbonoso e formação ferrífera bandada correlacionável a litofácies metassedimentar clástica-química do Grupo Nova Lima. Estas sequências foram afetadas por três eventos deformacionais; i) D₁ caracterizado por dobras de tipo isoclinais, com desenvolvimento da foliação S₁, ii) D₂ que gerou deformação por zonas de cisalhamento com crenulação (S₂) da foliação S₁ e foliação milonítica S₃, interação de fluidos hidrotermais com as rochas hospedeiras, deposição do minério e veios de quartzo+carbonato, iii) D₃ associado a um sistema de falhamento paralelo à zona de cisalhamento que gerou fraturamento e posteriormente preenchimento de veios sem mineralização. São identificados três halos de alteração hidrotermal distribuídos segundo o posicionamento dos corpos mineralizados, denominados como zona de cloritização (distal), carbonatação (intermediária) e sericitização (proximal), sendo a clorita, estilpnomelano, anquerita e siderita os minerais representativos para cada fase. O ouro encontra-se disseminado na formação ferrífera bandada e como ouro livre em veios de quartzo+carbonato associado aos sulfetos, principalmente à arsenopirita. Nas análises de química mineral foi identificado uma variação no conteúdo de Mg e Fe, para carbonatos (dolomita, anquerita e siderita), clorita (clinocloro e chamosita), biotita (annita), e óxidos de ferro (magnetita). Os sulfetos foram classificados como arsenopirita, calcopirita, pirrotita e pirita. De forma geral a jazida apresenta paragênese em condições de fácies anfibolito (biotita+quartzo+magnetita), hospedada em uma estrutura de tipo isoclinal invertida com eixo variável no plano NE-SW (050/70), limitado por zonas de cisalhamento e falhamento inverso (033/50), com a mineralização controlada pela zona de charneira do dobramento e por zonas de cisalhamento de caráter conjugado e um fluido hidrotermal que interagiu significativamente com as rochas encaixantes. Dessa forma, pode-se indicar que o depósito Pilar tem características metalogenéticas, comparadas com outros depósitos do Quadrilátero Ferrífero, é do tipo epigenético e similar aos depósitos de ouro orogenético.

Palavras chaves: Quadrilátero Ferrífero; Metalogênese; Mina Pilar; Alteração Hidrotermal; Zona de Cisalhamento.

ABSTRACT

The gold deposit of Pilar Mine is located in the NW of the Quadrilátero Ferrífero region, in the municipality of Santa Bárbara, Minas Gerais. This deposit is hosted in rocks belonging to the Greenstone Belt Supergrupo Rio das Velhas. The units present in the study area consist of; talco xisto e carbonato-albite-clorita-quartzo xisto, correlates to lithofacies metavulcânicas máfica - ultramáficas do Grupo Quebra Osso; quartzo-clorita xisto, xisto carbonoso and banded iron formations correlated to lithofacies clastic-chemistry metasedimentary of Grupo Nova Lima. These sequences were affected by three deformational events; a) D₁ Characterized by folds of isoclinal type, with foliation development S₁, b) D₂ which generated deformation by shear zones with crenulation (S₂) of foliation S₁ and foliation milonítica S₃, interaction of hydrothermal fluids with host rocks, deposition of the ore and quartzo+carbonato, c) D₃ Associated with a fault system parallel to the shear zone that generated fracture and then filling of veins without mineralization. Three hydrothermal alteration halos distributed according to the positioning of the mineralized bodies, called the chloritization zone (distal), Carbonation (intermediary) and sericitization (proximal), Being the chlorite, stilpnomelano, anquerita and siderite the minerals representative for each phase. The gold is disseminated in the banded iron formation and as free gold in veins of quartzo+carbonato associated with sulfides, mainly arsenopyrite. A variation in Fe and Mg content was identified in the chemical analyzes, for carbonates (dolomite, anquerite and siderite), Chlorite (clinochlore and chamosite), biotite (annita), and iron oxides (magnetite). The sulphides were classified as arsenopyrite, chalcopyrite, pyrrhotite and pyrite. In general the deposit presents mineral paragenesis under conditions of amphibolite facies (biotita+quartzo+magnetita), hosted in an inverted isoclinal type structure with variable axis on the plan NE-SW (050/70), bounded by shear zones and inverse faulting (033/50), with controlled mineralization by folding hinge zone and by shear zones of conjugated carácter and a hydrothermal fluid that interacted significantly with the nesting rocks. In this way we can indicated that the Pilar deposit has metallogenetic characteristics, compared to with other deposits of the Quadrilátero Ferrífero, is of the epigenetic type and similar to orogenic gold deposits.

Keywords: Quadrilátero Ferrífero; Metallogenesis; Pilar Mine; Hydrothermal Alteration; Shear Zone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do depósito Aurífero Pilar.	16
Figura 2. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (FARINA et al., 2015).	20
Figura 3. Coluna estratigráfica das sequências supracrustais do Quadrilátero Ferrífero. Abreviações; RVI e RVII- Eventos Rio das Velhas I e II, SB- Evento magmático Santa Bárbara (FARINA et al., 2015).	21
Figura 4. Coluna estratigráfica idealizada para o supergrupo Rio das Velhas (em Lobato et al., 2001b, adaptado de Baltazar & Zucchetti, 1998).	23
Figura 5. Diagrama esquemático do ambiente geotectônico de vários tipos de depósitos de ouro dentro do modelo do Ciclo de Wilson (GOLDFARB et al., 2001)	29
Figura 6. Seção esquemática apresentando a formação dos depósitos de ouro orogênicos em ambiente compressional-transpressional e os níveis de profundidade da formação destes depósitos (GROVES et al., 1998).	30
Figura 7. Modelo geral da distribuição dos halos de alteração hidrotermal para depósitos de ouro orogênico... ..	32
Figura 8. Mapa geológico do depósito Pilar (SILVA, 2007).	37
Figura 9. Representação esquemática da coluna estratigráfica para o depósito Pilar.	38
Figura 10. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas meta-ultramáficas: a) Frente de lavra nível N3TR1. b) Amostra de mão de talco xisto com veios de quartzo. c) Fotomicrografia mosaico de talco xisto (Nicóis X) (Amostra PL8D).	39
Figura 11. Fotomicrografia dos principais minerais das rochas meta-ultramáficas. a) cristais de talco (Tlc) pouco orientados (nicóis X) b) Cristais alongados e fibrosos de talco (Tlc) em contato com carbonatos (Cb) (nicóis X). c) e d) Detalhe da figura b, cristais de carbonato (Cb) em nicóis II e nicóis X (Amostra PL8D).	40
Figura 12. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metamáficas a) Frente de lavra níveis N6TR1. b) Amostra de mão carbonato–albita–clorita-quartzo xisto. c) Fotomicrografia mosaico de carbonato–albita–clorita-quartzo xisto (Nicóis X) (Amostra PL1A).	41
Figura 13. Fotomicrografia dos minerais principais das rochas metamáficas. a) cristais de quartzo (Qtz) em contato lobados com o carbonato (Cb) (nicóis X) (Amostra PL1B) b) Clorita (Chl- Ripidolita) sem orientação preferencial (nicóis X) (Amostra PL5C). c) clorita (Chl) segundo a foliação S ₃ (Amostra PL6A). d) Plagioclásio (Pl) apresentando macla tipo albita (nicóis X) (Amostra PL1B) e) Biotita (Bt) e clorita (Chl) sobrecrecidas sem orientação preferencial (nicóis X) (Amostra PL18B). f) aspecto geral dos sulfetos (Amostra PL18B).	42
Figura 14. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metapelíticas: a) Frente de lavra níveis N6TR1. b) Amostra de mão de quartzo-clorita xisto. c) Fotomicrografia de quartzo-clorita xisto, com textura granoblástica (Nicóis X) (Amostra PL8E).	44
Figura 15. Fotomicrografia com aspecto geral de quartzo-clorita xisto. a) e b) Disposição dos cristais de quartzo (Qtz) (nicóis II/cunha de quartzo). c) e d) detalhe da ripidolita (Fe-Clorita) em agregados alongados e em ripas (nicóis II/ nicóis X) (Amostra PL8E).	44
Figura 16. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metapelíticas: a) Frente de lavra níveis N2TR1. b) Amostra de mão de xisto carbonoso. c) Fotomicrografia mosaico de xisto carbonoso (Nicóis X) (Amostra PL8D).	45
Figura 17. Fotomicrografia dos minerais dos xistos carbonosos. a) Detalhe da matéria carbonosa e clorita (Chl) (Nicóis X) (Amostra PL8D). b) Cristais de carbonato (Cb) apresentando lamelas de deformação (Nicóis X).	46
Figura 18. Aspecto geral macroscópico e microscópico da Formação Ferrífera (BIF) a) Frente de lavra níveis N7TR3. b) Amostra de mão do BIF com bandeamento e veios de quartzo c) Fotomicrografia do BIF e veio de quartzo (Nicóis X) (Amostra PL11A).	47
Figura 19. Fotomicrografia dos minerais principais do BIF: a) e b) cristais de quartzo (Qtz) e muscovita (Ms), cristais com hábito acicular de muscovita (Ms) e estilpnomelano (Stp) (Nicóis X). c) Porfiroclastos de carbonato (Cb) e clorita (Chl) (Ser) (Nicóis X). d) Clorita (Chl) em lamela irregular, e muscovita (Ms) com hábito acicular (Nicóis X).	48
Figura 20. Aspecto geral macroscópico dos veios de Quartzo. a) veios de Quartzo tipo 1 com textura pinch and swell b) detalhe associação mineral do veio de Quartzo tipo 1 com Apy, Po, Py e Ser. c) Veio de Ank + Chlo tipo 2. d) Veio de Quartzo leitoso tipo 3.	49
Figura 21. Fotomicrografias da ocorrência dos cristais de arsenopirita (Apy): a) Cristal losangular de arsenopirita (Apy) (Luz refletida) (Amostra PL10A). b) Cristal euhedral de arsenopirita (Apy) com inclusões de magnetita (Mag), pirrotita (Po) (Luz refletida) (Amostra PL1A). c) Arsenopirita (Apy) e calcopirita (Ccp) em contato com estilpnomelano (Stp). (Luz refletida) (Amostra PL3A). d) Cristais de pirita (Py) associada com a arsenopirita (Apy) (microsonda eletrônica) (Amostra PL4A).	50
Figura 22. Fotomicrografias das ocorrências de pirrotita (Po): a) Calcopirita (Ccp) intercrecida na pirrotita (Po) (Luz refletida) (Amostra PL17D). b) Paragênese pirrotita (Po) + arsenopirita (Apy) + calcopirita (Ccp) e magnetita	

(Mag) como inclusão (Luz refletida) (Amostra PL17D). c) Pirrotita (Po) de forma ameibodal em paragênese com calcopirita (Ccp) (Luz refletida) (Amostra PL16D). d) Pirrotita (Po) tabular (Luz refletida) (Amostra PL8D). ..	51
Figura 23. Fotomicrografia de sigmoide de esfalerita (Sp) com inclusões de pirrotita (Po) (Nicóis II / Luz refletida.) (Amostra PL10A).	51
Figura 24. Fotomicrografia de lâminas delgadas polidas: a) ouro (Au) associado à arsenopirita (Apy) e pirrotita (Po) (microsonda eletrônica) (Amostra PL4A), b) Ouro (Au) livre em veios de quartzo (Luz refletida) (Amostra PL14D).	52
Figura 25. Fotomicrografia das principais feições estruturais. a) Aspecto geral da foliação S_0 composta por quartzo (Qtz) (nicóis X) (Amostra PL11A). b) Orientação de carbonatos (Cb) e quartzo (Qtz) em relação à foliação S_1 , e paralela à foliação S_2 composta principalmente de clorita (Chl) (nicóis X) (Amostra PL6A). c) dobramento de S_0 e foliação S_1 paralelo à superfície axial da dobra (nicóis X) (Amostra PL14C).	53
Figura 26. Principais feições estruturais. a e b) aspecto geral da foliação S_1 composta por quartzo (Qtz) e carbonatos (Cb), representação gráfica da clivagem espaçada e clivagem de crenulação com reorientação de muscovita (Ms) (nicóis X) (Amostra PL1A).	54
Figura 27. Fotomicrografias das principais características da foliação S_3 . a e b) Talco xisto com clorita, talco e sulfetos (Nicóis X) (Amostra PL8D). c e d) Biotita e clorita segundo S_3 . (Nicóis X/P) (Amostra PL1B).	55
Figura 28. Diagrama de classificação da biotita (Deer <i>et al.</i> , 1992).	56
Figura 29. Diagrama de classificação triangular segundo Zane & Weiss (1998), representação composicional das cloritas tipo I e tipo II, Cloritas tipo I principalmente Mg- cloritas e Fe - cloritas dependendo do cátion dominante. Cloritas tipo II principalmente AL - cloritas.	57
Figura 30. Diagrama de Classificação das cloritas, segundo Hey (1954).	58
Figura 31. Distribuição de carbonatos CaO-MgO-FeO-CO ₂ (ANOVITZ <i>et al.</i> , 1986)	59
Figura 32. Diagrama composicional de classificação dos feldspatos segundo Deer <i>et al.</i> , (1992).	60
Figura 33. Diagrama de classificação dos sulfetos (Clark, 1960). Arsenopirita (Apy), pirrotita (Po), pirita (Py).	61
Figura 34. Diagramas de correlação entre elementos em cristais de arsenopirita representando as principais substituições (% em peso). A) correlação negativa entre S-As. B) correlação positiva entre S-Fe. C) correlação negativa entre As-Fe d) correlação positiva entre As-Au e) correlação negativa entre S-Au f) correlação positiva entre Fe-Au.	62
Figura 35. Mapa composicional para a arsenopirita (Apy). a) Microfotografia cristal de Apy. b), c), e d) Mapas composicionais para elemento Fe, As e S, respectivamente. (Amostra PL4A)	63
Figura 36. Diagrama de correlação nas magnetitas para o vector de substituição Fe-Mg e coeficiente $r=-0,83$. ..	64
Figura 37 Concentração atômica de As aplicado como geotermômetro no diagrama de Kretschmar e Scott (1976) para arsenopirita com pirita e pirita.	65
Figura 38. Diagrama ternário com 10TiO ₂ -FeO+MnO-MgO segundo Nachit <i>et. al</i> , (2005), mostrando a composição das biotitas analisadas.	70
Figura 39. Diagrama representativo da evolução tectonometarmórfica sugerida para o depósito Pilar.	73

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Distribuição das paragêneses minerais das rochas metaultramáficas com relação à zona mineralizada.	66
Tabela 2. Distribuição das paragêneses minerais das rochas metamáficas com relação à zona mineralizada.	67
Tabela 3. Distribuição das paragêneses minerais das rochas metapelíticas com relação à zona mineralizada.	69
Tabela 4. Distribuição das paragêneses minerais no BIF com relação à zona mineralizada.	69

LISTA DE ABREVIACÕES DE MINERAIS

Whitney *et al.*, (2010)

Ab	Albita	Gn	Galena
Ank	Anquerita	Ill	Ilita
Ann	Annita	Mag	Magnetita
Ap	Apatita	Ms	Muscovita
Apy	Arsenopirita	Pl	Plagioclásio
Bt	Biotita	Pn	Pentlandita
Cal	Calcita	Py	Pirita
Cb	Carbonato	Po	Pirrotita
Ccp	Calcopirita	Px	Piroxênio
Chl	Clorita	Qtz	Quartzo
Chm	Chamosita	Sd	Siderita
Clc	Clinocloro	Sp	Esfalerita
Dol	Dolomita	Stp	Estilpnomelano
En	Enstatita	Tlc	Talco
Ep	Epidota	Ttn	Titanita
Fs	Ferrossilita		

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS	14
1.2	LOCALIZAÇÃO	14
2	MÉTODOS DE TRABALHO E TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	17
2.1	COMPILAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.2	TRABALHO DE CAMPO	17
2.3	ANÁLISES DE LABORATÓRIO	17
2.3.1	MICROSCÓPIO PETROGRÁFICO.....	17
2.3.2	MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV).....	18
2.3.3	MICROSSONDA ELETRÔNICA	18
2.4	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	18
3	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	20
3.1	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	20
3.1.1	COMPLEXOS METAMÓRFICOS ARQUEANOS	22
3.1.2	SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS	22
3.1.3	SUPERGRUPO MINAS	25
3.1.4	GRUPO ITACOLOMI	26
3.2	CONTEXTO ESTRUTURAL E GEOTECTÔNICO.....	26
4	GEOLOGIA DO DO DEPÓSITO PILAR	29
4.1	BREVE REVISÃO SOBRE DEPÓSITOS DE OURO OROGÊNICO	29
4.2	MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	33
4.3	HISTÓRICO DA MINA PILAR	35
4.4	GEOLOGIA LOCAL	36
4.5	ESTUDOS PETROGRÁFICOS	38
4.5.1	LITOTIPO 1: ROCHAS META-ULTRAMÁFICAS	38
4.5.2	LITOTIPO 2: ROCHAS METAMÁFICAS.....	40
4.5.3	LITOTIPO 3: ROCHAS METAPELÍTICAS.....	43
4.5.4	LITOTIPO 4: FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA (BIF).....	46
4.5.5	VEIOS	48
4.6	MINEROGRAFIA.....	49
4.7	GEOLOGIA ESTRUTURAL	52
4.7.1	ESTRUTURA PRIMARIA	52
4.7.2	EVENTO D1	52
4.7.3	EVENTO D2	54

4.7.4	EVENTO D3	55
4.8	QUÍMICA MINERAL.....	56
4.8.1	BIOTITA	56
4.8.2	CLORITA.....	57
4.8.3	CARBONATOS	58
4.8.4	ALBITA	59
4.8.5	SULFETOS	60
4.8.6	ÓXIDOS	64
5	GEOTERMOMETRÍA.....	65
5.1	SULFETOS.....	65
6	DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
6.1	ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL	66
6.1.1	ROCHAS META-ULTRAMÁFICAS	66
6.1.2	ROCHAS METAMÁFICAS.....	67
6.1.3	ROCHAS METAPELÍTICAS.....	68
6.1.4	FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA	69
6.2	QUÍMICA MINERAL.....	70
7	CONCLUSÕES	72
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
9	ANEXOS.....	79

1 INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF), importante província metalogenética do Brasil, faz parte da região sudeste do Cráton São Francisco. No QF ocorrem diversos tipos de mineralizações auríferas, onde se destaca os depósitos de Morro Velho, São Bento e Pilar, este último tema da presente pesquisa.

Nessa região, o ouro geralmente hospeda-se em rochas de idade Arqueana (metavulcânicas máficas de fundo oceânico e metassedimentares químicas e clásticas) pertencentes ao Grupo Nova Lima, que faz parte do Supergrupo Rio das Velhas. Na literatura, a gênese dos depósitos de ouro do QF tem sido atribuída sob o ponto de vista geológico, à diferentes processos, principais ou exclusivos, como por exemplo, deformacionais, metamórficos, hidrotermais exalativos sin-sedimentares, até magmáticos. Trabalhos anteriores de pesquisa no depósito Pilar foram executados mediante atividades de lavra a céu aberto, visto a necessidade de estudos nos níveis subterrâneos e a relação dos corpos de minério com a estruturação da mina Pilar, pretende-se determinar a gênese da mineralização aurífera no depósito e as características do estilo mineralizador, mediante a integração das informações levantadas em campo com análises das composições químicas em minerais que apresentem características de crescimento cristalino relacionado a processos geológicos específicos (metamórfico, hidrotermal, deformacional) visando definir suas condições de T.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho consiste em estudar a gênese e o controle da mineralização da jazida aurífera Pilar.

Em forma específica os objetivos são:

- i. Definir a paragéneses minerais do depósito.
- ii. Caracterizar as texturas das fases minerais e estruturas dos corpos de minério.
- iii. Determinar as condições de pressão e temperatura da formação das diferentes assembleias minerais.

1.2 LOCALIZAÇÃO

O Pilar é uma mina subterrânea de ouro em operação, com uma área de aproximadamente 9.975 km², que compõe o complexo de mineração Caeté, que também inclui a mina subterrânea de ouro Roça Grande.

O complexo Caeté está localizado nos municípios de Caeté e Santa Bárbara a 50 km a leste de Belo Horizonte (BH), capital do estado de Minas Gerais. O Pilar está localizado no município de Santa Bárbara, a 93 km de BH e 7 km de Santa Bárbara pela rodovia MG-129 no distrito de Brumal (Figura 1).

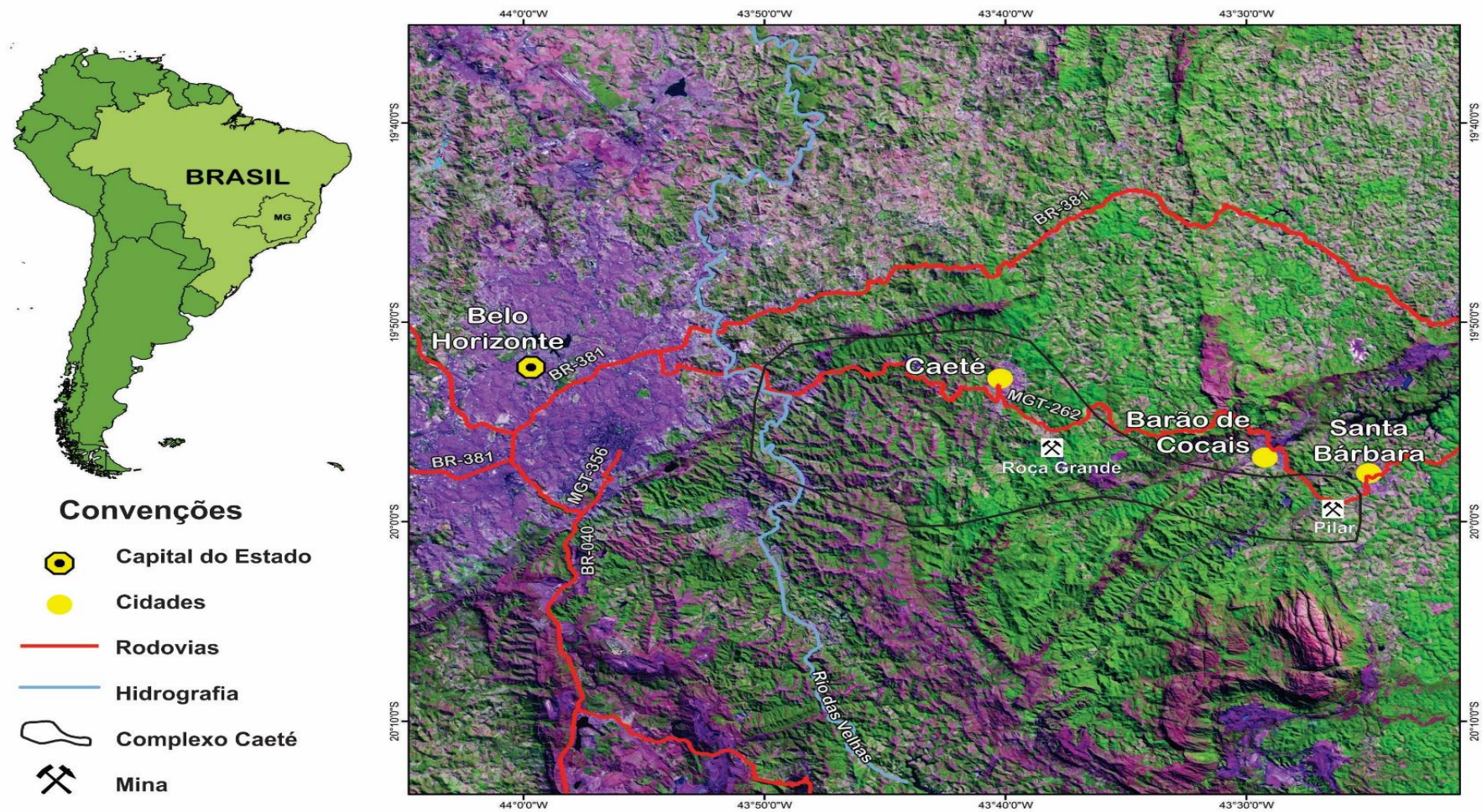


Figura 1. Mapa de localização do depósito Aurífero Pilar.

2 MÉTODOS DE TRABALHO E TÉCNICAS ANALÍTICAS

No desenvolvimento do projeto de pesquisa foram consideradas as seguintes etapas de trabalho: i) compilação e consulta de fontes bibliográficas; ii) trabalho de campo; iii) análises de laboratório; iv) tratamento e análise de dados, interpretação e integração de dados com as informações geológicas obtidas e as disponíveis na literatura. A seguir será apresentado um resumo de cada etapa:

2.1 COMPILAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta etapa incluiu o levantamento e consulta das fontes bibliográficas nos trabalhos executados pela *Jaguar Resources Ltda* na área e na literatura existente sobre geologia regional e local relativa às mineralizações do QF, dados pré-existentes sobre a conceituação teórica da aplicação da química mineral, minerografia e alteração hidrotermal, além de outros temas relacionados a depósitos auríferos em sequências tipo *Greenstone Belt*.

2.2 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado no mês de dezembro de 2014, com reconhecimento das unidades de rocha dos níveis subterrâneos da mina nas seguintes etapas: i) descrição macroscópica de rocha hospedeira do minério e de rochas com alteração hidrotermal; ii) coleta de dados estruturais, como, foliações, falhas e veios; c) realização de registro fotográfico; d) coleta de amostras da rocha encaixante e hospedeira. Foram coletadas 50 amostras para confecção de lâminas delgadas. As atividades de campo foram centradas nos níveis N2, N3, N5, N6, N7 e numa série de zonas denominadas como corpos C, BA, BF e BFII, descritos como formações ferríferas bandadas (BIFs). Os pontos de localização da amostragem podem ser vistos em mapa no Anexo A e as fichas de descrições petrográficas das lâminas polidas estão discriminadas no Anexo B.

2.3 ANÁLISES DE LABORATÓRIO

As análises de laboratório incluíram estudos petrográficos, minerográficos, de microscopia eletrônica de varredura e de química mineral.

2.3.1 MICROSCÓPIO PETROGRÁFICO

Os estudos de microscopia petrográficas corresponderão a lâminas delgadas e polidas (petrografia de luz transmitida e refletida), nas quais se determinaram minerais por características óticas, texturas e microestruturas. Foram escolhidas amostras da rocha

encaixante, das zonas de alteração hidrotermal e da zona de mineralização, selecionando amostras de diferentes frentes de lavra da mina. As lâminas delgadas foram confeccionadas no laboratório de laminação da CPRM em Manaus e analisadas no laboratório de microscopia da UFAM.

2.3.2 MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV)

Depois da realização da petrografia (luz transmitida e luz refletida), foram selecionadas amostras de difícil classificação, em minerais que apresentaram zoneamentos e amostras com ouro visível. Estas foram analisadas no Laboratório de Técnicas Mineralógicas do DEGEO-UFAM.

2.3.3 MICROSSONDA ELETRÔNICA

As análises de química mineral visaram determinar as variações composicionais nos feldspatos, clorita, biotita, óxidos e sulfetos, além de possibilitar os cálculos das condições de pressão e temperatura do pico metamórfico e da alteração hidrotermal das rochas presentes na área de estudo. As análises foram feitas no laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB), com equipamento JEOL JXA-8230 com 5 espectrômetros WDS (*Wavelength-dispersive X-Ray Spectroscopy*) e um EDS. Os cristais analisadores disponíveis (TAP, LIF, PETJ, LDE1, LIFH e PETH) permitem que sejam dosados todos os elementos químicos com número atômico superior a quatro (Boro). A calibração dos padrões para os elementos requeridos considera os parâmetros de trabalho para sulfetos em energia 20kV e um feixe de elétrons de 6 µm de diâmetro, e para os silicatos, energia de 15kV e feixe de elétrons de 3 µm de diâmetro. Empregaram-se, neste trabalho, as abreviaturas dos nomes dos minerais definidas por Whitney *et al.*, (2010).

2.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Nesta fase foi realizada a integração, análise de resultados obtidos nas técnicas analíticas aplicadas e a interpretação das informações durante o campo, as quais constituem a estrutura do trabalho acadêmico. Para os dados obtidos na microsonda eletrônica, calculou-se a partir de porcentagens de óxidos a fórmula estrutural para os diferentes grupos de minerais analisados. Adicionalmente ao conjunto de dados de cada grupo, aplicou-se estatística descritiva, para mostrar a relação de dependência entre duas variáveis (substituição iônica) entre elementos de um grupo mineral específico. Os

resultados das análises e os cálculos das fórmulas estruturais para os minerais são apresentados no Anexo C.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

O Quadrilátero Ferrífero (QF) representa uma província metalogenética (Au, Fe, Mn) de idade Pré-Cambriana, localizada na porção sudoeste do Cráton São Francisco (Figura 2) (ALMEIDA *et. al.*, 1984). Esta região, tem sido reconhecida como o mais importante distrito aurífero do Brasil.

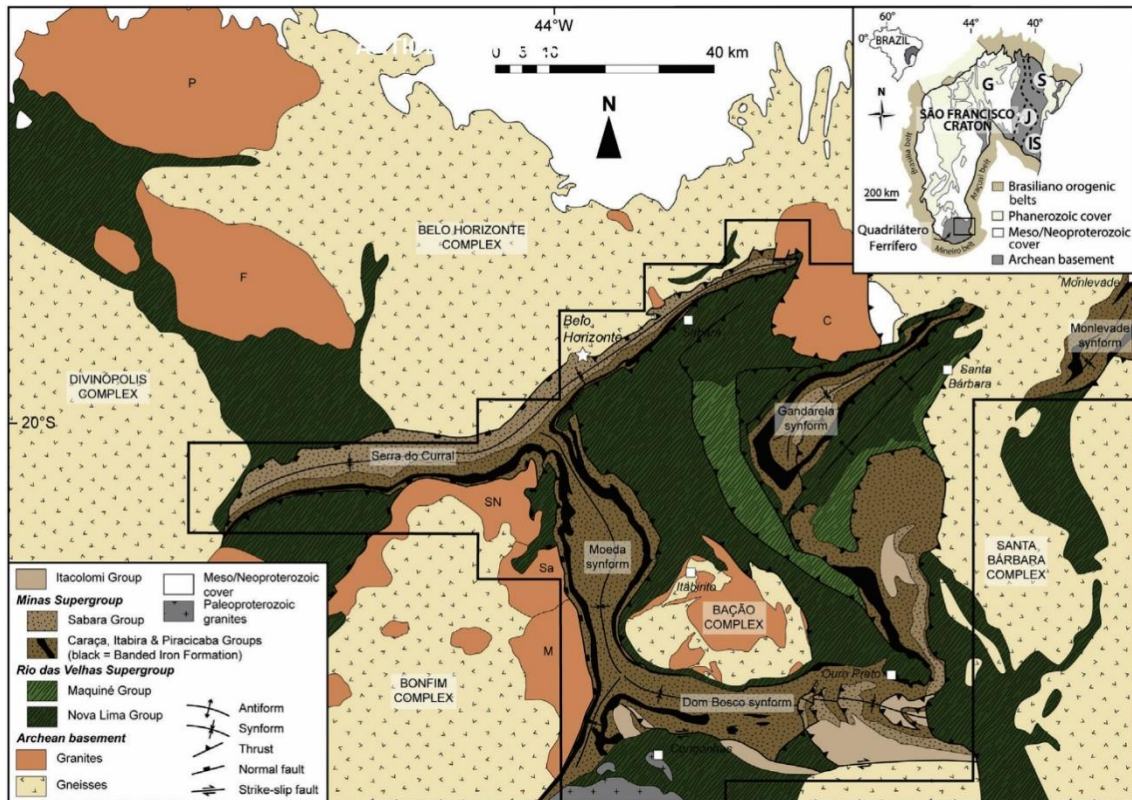


Figura 2. Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero (FARINA *et al.*, 2015).

3.1 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

O QF está dividido em quatro unidades litoestratigráficas arqueanas-paleoproterozoicas (Figura 3): i) Complexos metamórficos arqueanos compostos de gnaisses, migmatitos e granitóides; ii) Supergupo Rio das Velhas (SGRV) de idade arqueana, formado por rochas metassedimentares e metavulcânicas de baixo a médio grau de metamorfismo; iii) Supergupo Minas (Neoarqueano – Paleoproterozoico) composto de rochas metassedimentares de alto a médio grau de metamorfismo; iv) Grupo Itacolomi (Paleoproterozoico) composto de metarenitos e conglomerados. O QF também inclui pequenos corpos e veios pegmatíticos que cortam as camadas mais novas do Supergupo Minas, assim como também gerações de diques máficos que mostram os contrastes dos graus metamórficos (NOCE *et al.*, 1998; BALTAZAR & ZUCCHETTI, 2007; FARINA *et al.*, 2015).

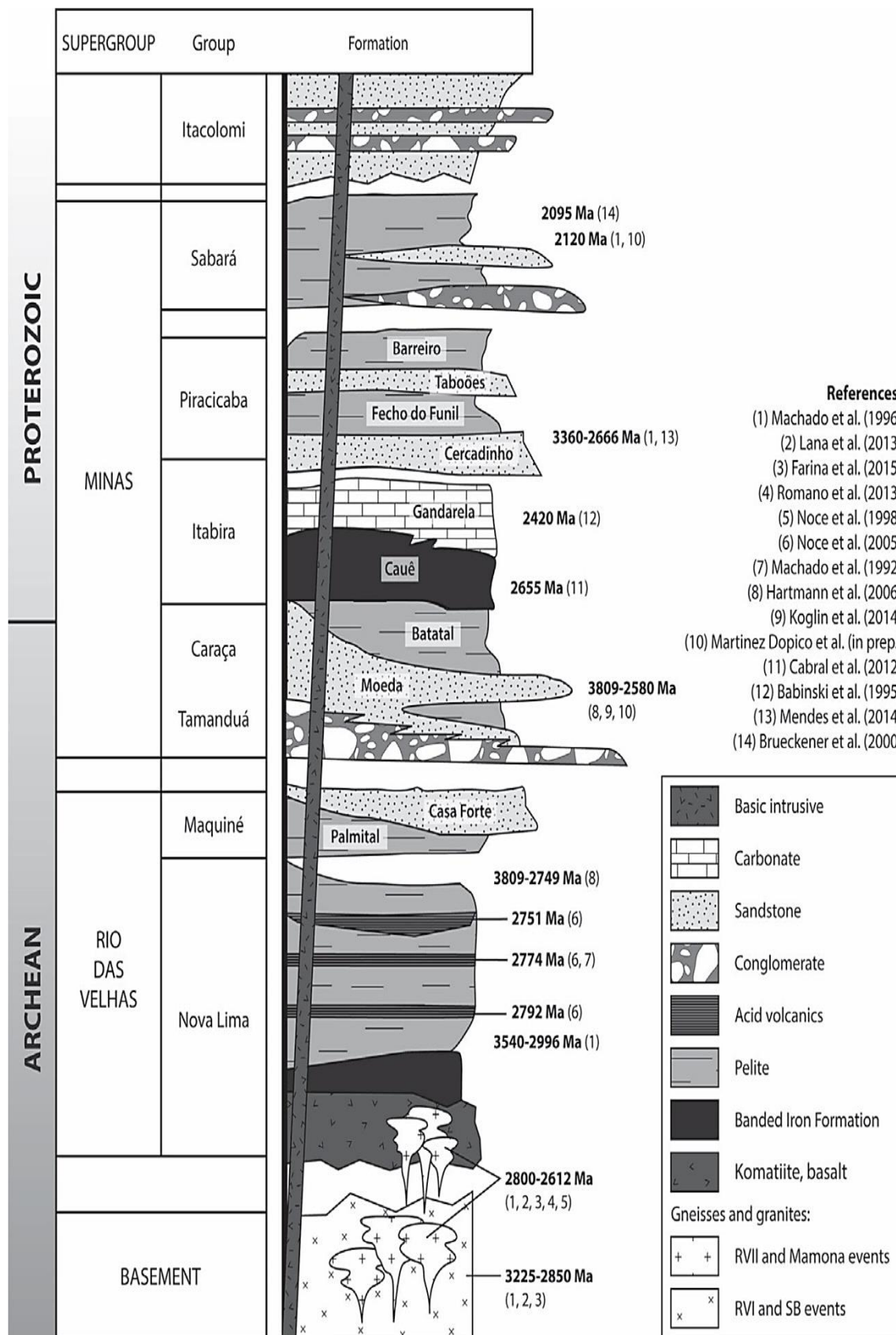


Figura 3. Coluna estratigráfica das sequências supracrustais do Quadrilátero Ferrífero. Abreviações; RVI e RVII- Eventos Rio das Velhas I e II, SB- Evento magmático Santa Bárbara (FARINA *et al.*, 2015).

3.1.1 COMPLEXOS METAMÓRFICOS ARQUEANOS

Os complexos metamórficos constituem o embasamento cristalino do QF (NOCE, 2000), sendo representado por estruturas de formas aproximadamente dômicas circundadas por sequência supracrustais do Supergrupo Rio das Velhas e Minas. São constituídos por ortognaisses do tipo tonalito–trondhjemito-granodiorito (TTG) polideformados e unidades de rochas ultramáficas, máficas, félsicas e metassedimentares metamorfizadas em condições de fácies anfibólio que podem estar localmente migmatizadas (TEIXEIRA *et al.*, 1996; NOCE, 2000).

Estes complexos são subdivididos a seguir; i) Complexo Belo Horizonte (NOCE *et al.*, 1998), situado ao norte do QF; ii) Complexo Bonfim (MACHADO *et al.*, 1992), localizado a oeste do QF; iii) Complexo Santa Bárbara (NOCE *et al.*, 1998) que ocorre no leste do QF; iv) Complexo Caeté (MACHADO *et al.*, 1992), limite nordeste do QF; v) Complexo Bação, na porção central; vi) Complexo Florestal, a noroeste; vii) Complexo Santa Rita, a sudeste. A formação destes complexos ocorreu em intervalos entre 3380 a 2900 Ma (TEIXEIRA *et al.*, 1996), com migmatização entre 2860 ± 14 Ma e 2772 ± 6 Ma, e o metamorfismo transamazônico entre 2041 ± 5 Ma (NOCE *et al.*, 1998).

3.1.2 SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS

As rochas do Supergrupo Rio das Velhas (SGRV) compõem a mais importante sucessão de *Greenstone Belt* de idade Arqueana no Brasil. O SGRV consiste principalmente de rochas máficas e ultramáficas, rochas vulcanoclásticas associadas a vulcanismo félsico e rochas sedimentares. A sequência encontra-se metamorfizadas na fácies xisto verde com transição para anfibolito que foram afetadas em geral por alteração hidrotermal (DORR *et al.*, 1957; ALMEIDA, 1976; ZUCHETTI *et al.*, 2000).

O SGRV tem sido subdividido estratigraficamente segundo a proposta de diversos autores, entre os mais importantes destacam-se; Dorr (1969), Almeida (1976), Eriksson *et al.*, (1994), Pedreira *et al.* (1996), Baltazar *et al.* (1998), Baltazar & Zucchetti (2007), e distribuído em sete associações de litofácies formadas durante quatro ciclos sedimentares, da base para o topo; i) associação vulcânica máfica–ultramáfica; ii) vulcanossedimentar química; iii) sedimentar clástica química; iv) vulcanoclástica; v) ressedimentada; vi) litorânea e vii) não marinha (Figura 4).

De acordo com Baltazar & Zuchetti (2007) a formação do GBRV ocorre em quatro ciclos sedimentares e respectivos ambientes tectônicos. Os ciclos sedimentares forma propostos com base na relação espacial entre as associações de litofácies, relações de campo, estudos petrográficos e químicos.

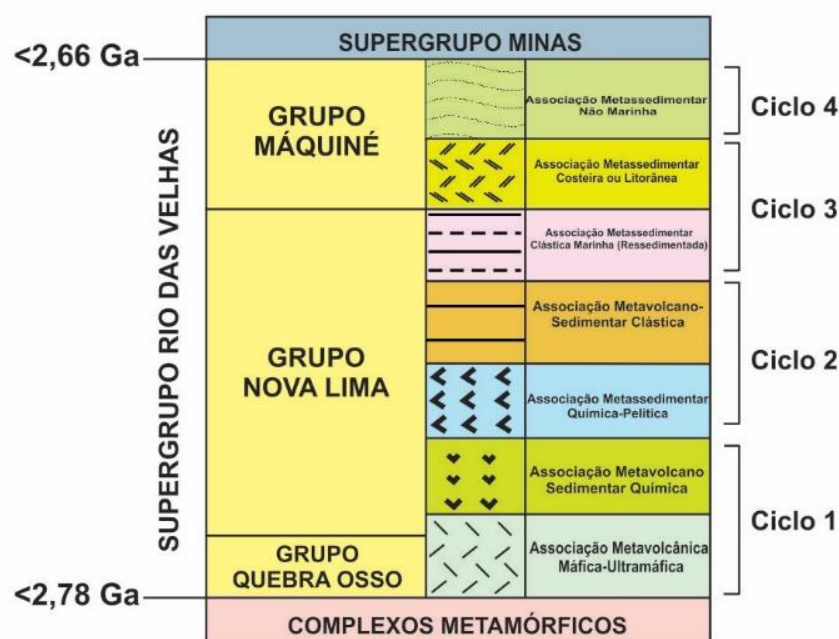


Figura 4. Coluna estratigráfica idealizada para o supergrupo Rio das Velhas (em Lobato *et al.*, 2001b, adaptado de Baltazar & Zucchetti, 1998).

De acordo com Baltazar & Zuchetti (2007) a formação do GBRV ocorre em quatro ciclos sedimentares e respectivos ambientes tectônicos. Os ciclos sedimentares foram propostos com base na relação espacial entre as associações de litofácies, relações de campo, estudos petrográficos e químicos.

Ciclo 1: Associação de litofácies vulcânica máfica-ultramáfica e vulcanossedimentar química: O ciclo está relacionado com uma fase inicial extensional do *Greenstone Belt*, e com a deposição de sedimentos contemporâneos com fluxos vulcânicos que formaram as planícies máficas submarinas.

Ciclo 2: Associação sedimentar clástica química e turbiditos da associação ressedimentada no setor leste do QF. Foi depositado nos estágios iniciais do vulcanismo félsico. Na parte sul do QF às litofácies litorânea e ressedimentada foram depositadas em estágios avançados de subducção. Também pode relacionar este ciclo a um ambiente de plataforma, seguido de vulcanismo félsico.

Ciclo 3: Associação vulcanoclástica e ressedimentada, principalmente no setor norte. As características das associações indicam um ambiente transicional de leque submarino para uma sucessão não-marinha relacionadas a vulcanismo félsico e a formação de arcos insulares.

Ciclo 4: Rochas sedimentares clásticas da associação não-marinha, interpretados como leques simples e aluviais em uma bacia de *forenland* com fornecimento de detritos dos ciclos anteriores.

3.1.2.1 GRUPO QUEBRA OSSO

Definido por Schorsch (1978), o Grupo Quebra Osso possui posicionamento estratigráfico na base do SGRV, abaixo do Grupo Nova Lima, onde ocorre segundo uma faixa com direção geral NE-SW-SE bordejando o Complexo Santa Bárbara (BALTAZAR & RAPOSO, 1993).

Constituído, principalmente por rochas meta-ultramáficas extrusivas, predominam komatiitos peridotíticos com textura *spinifex*, com delgados níveis de formação ferrífera com baixo conteúdo em ferro, metachert fuchsítico, turmalinito e filito carbonoso. Esta sequência é definida como associação vulcânica máfica-ultramáfica com metamorfismo de fácies xisto verde.

3.1.2.2 GRUPO NOVA LIMA

As primeiras subdivisões estratigráficas para o Grupo Nova Lima foram propostas por Ladeira (1980) como unidades metavulcânicas, metassedimentar química e clástica. Oliveira *et al.*, (1983), Viera & Oliveira (1988) e Viera *et al.*, (1991), subdividem este grupo em unidades inferior, média e superior.

Baltazar & Zuchetti (1998; 2007) propõem uma subdivisão litoestratigráfica para o Grupo Nova Lima e agrupam os litotipos em associações de litofácies, da base para o topo:

i) Vulcanossedimentar química:

Esta associação é composta por rochas metavulcânicas máficas a intermediárias, com estruturas tipo *pillow* preservadas, formações ferríferas bandadas (FFBs) e cherts ferruginosos, e em menor proporção rochas sedimentares clásticas como turbiditos e pelitos carbonosos intercalados com rochas sedimentares químicas.

ii) Sedimentar clástica química:

Distingue-se por metapelitos (filitos micáceos, cloríticos e frequentemente carbonosos) intercalados com FFBs e cherts.

iii) Vulcanoclásticas:

Compreende rochas vulcanoclásticas félsicas e máficas, subdivididas em quatro litofácies; a) brechas monomíticas e polimíticas; b) conglomerados-grauvacas; c) grauvacas-arenitos; d) grauvacas-argilitos.

iv) Ressedimentada:

Amplamente distribuída no QF, apresentando ciclicidade de camadas, desde areia grossa com grânulos até argila carbonosa, com estruturas primárias de estratificação horizontal-paralela e cruzada tabular, interpretadas como resultante de deposição de correntes de turbidez.

3.1.2.3 GRUPO MAQUINÉ

Encontra-se no topo do SGRV, sendo subdividido na Formação Palmital (fácies litorânea) e Casa Forte (fácies não marinha), descritas como uma sequência de conglomerados, quartzitos, metarenitos e filitos, depositados em ambientes costeiros (DORR *et. al.*, 1957; ALMEIDA, 1976; SCHORSCHER, 1976; NOCE *et. al.*, 2005).

A associação litorânea é restrita a uma pequena área a nordeste do complexo Bação, sendo composta por quatro litofácies; i) arenitos com estratificação cruzada de médio a grande porte, ii) arenitos com *ripple marks*, iii) arenitos com estratificação cruzada tipo espinha de peixe, e iv) arenitos – siltitos.

A associação não marinha compreende três litofácies; i) arenitos–conglomerados, ii) arenitos de granulometria grossa e, iii) arenitos de granulometria fina a média. Estas litofácies representam sedimentos de um sistema de leques aluviais e fluvial de rios entrelaçados.

3.1.3 SUPERGRUPO MINAS

O Supergrupo Minas de idade paleoproterozóicas é constituído por uma sequência de rochas sedimentares clásticas e químicas, discordantes com o SGRV. Composto por quartzitos, metaconglomerados, metapelitos e FFB, a sequência basal corresponde a sedimentos continentais a marinhos depositados na inversão de uma margem passiva (DORR *et al.*, 1957; ALKMIM & MARSHAK, 1998; ROSIÉRE & CHEMALE, 2000).

O Supergrupo Minas é subdividido da base para o topo;

i) Grupo Tamanduá

Composto por quartzitos, xistos quartzosos e argilosos, e em menor proporção filitos e itabiritos dolomíticos para o topo.

ii) Grupo Caraça

Subdivido em rochas metassedimentares quartzíticas, metaconglomerados e filitos da Formação Moeda, e filitos sericíticos e metachert da formação Batatal, concordantes com os sedimentos químicos do Grupo Itabira, e em discordância angular e erosiva com as rochas arqueanas do *Greenstone belt*.

iii) Grupo Itabira

Composta predominantemente por dolomitas, filitos carbonosos e formação dolomítica rica em ferro com estruturas estromatolíticas preservadas (DORR, 1969).

iv) Grupo Piracicaba

Este grupo é composto por arenitos quartzosos de grão fino e finas camadas de filitos e filitos grafitosos, sobreposto e discordantemente sobre o Grupo Itabira. É

subdividido em quatro formações conhecidas como Formação Cercadinho, Fêcho do Funil, Taboões e Barreiro (DORR, 1969; MACHADO *et al.*, 1996; LOBATO *et al.*, 2005)

v) Grupo Sabará

O grupo Sabará é o mais jovem do Supergrupo Minas, definido como uma sequência metavulcanossedimentar composta por xistos, filitos, metaconglomerados e metadiacmictitos (DORR, 1969; RENGGER *et al.*, 1995; REIS *et al.*, 2002).

3.1.4 GRUPO ITACOLOMI

O Grupo Itacolomi é o mais jovem das unidades do QF, compreendem sedimentos clásticos imaturos discordantes sobre o Grupo Sabará. Composto por metarenitos, metaconglomerados e em menor proporção de metapelitos (DORR, 1969; ALKMIM AND MARTINS-NETO, 2012).

3.2 CONTEXTO ESTRUTURAL E GEOTECTÔNICO

A região do QF e áreas adjacentes apresentam uma história geotectônica complexa, abrangendo vários estágios deformacionais em regimes dúcteis e/ou rúpteis. Estes terrenos foram afetados pelo Evento Transamazônico, e as porções a leste do QF foram intensamente retrabalhadas durante o Evento Brasileiro (TEIXEIRA *et al.*, 1985).

O QF é caracterizado por três conjuntos principais de estruturas que afetaram as rochas do SGRV e o Grupo Minas (MARSHAK *et al.*, 1992; ALKMIM & MARSHAK, 1998), descritas a seguir; i) estruturas regionais com *trend* NE e vergência NW, definido em estruturas de tipo dobra e empurrão que geraram sinclinais assimétricos; ii) estruturas extensionais relacionadas com a formação de geometria de domos e quilhas nas rochas deformadas e metamorizadas ao redor do embasamento Arqueano. Os contatos entre os complexos graníticos-gnáissicos e as sequências supracrustais são tectônicos, marcadas por falhas de empurrão e normal; iii) Reativação das dobras com vergência para W e estruturas de colisão e extensão sobrepostas às existentes no lineamento regional com *trend* NE, assim como também, outras estruturas associadas e atribuídas ao Neoproterozoico e ao Evento Brasileiro.

Baltazar & Zuchetti (2007) dividem a história estrutural do *Greenstone Belt* Rio das Velhas em quatro domínios, definidos pelo estilo e orientação de megaestruturas cujas estruturas planares e lineares estão bem preservadas.

O primeiro evento (D₁) de caráter compressivo que gerou estruturas regionais, encontra-se bem preservado no sector Sul do QF, que incluem falhas reversas com direção

E e caimento para norte, dobras recumbentes e isoclinais sub-horizontais com vergência sul, cujos eixos têm caimento NE e foliação S_1 plana axial associada. Estas estruturas afetaram somente o Grupo Nova Lima.

O segundo evento (D_2), é de caráter extensivo, com registro da foliação S_2 encobertas em grande parte por rochas sedimentares Proterozóicas do Supergrupo Minas.

O terceiro evento (D_3) é relacionada a um evento regional extensional o qual é dividido em dois grupos de estruturas. O primeiro corresponde à estruturação da bacia e a subsequente sedimentação do Supergrupo Minas. O segundo é relacionado à distensão com cisalhamento simples lístrico cortical com elevação estrutural do granito gnaiss, gerando a configuração atual do QF tipo domo e quilha.

O quarto evento (D_4) de estruturas com direções gerais N-S, de caráter compressivo, corresponderia, regionalmente aos esforços que originaram a reativação, rotação e inversão das estruturas D_2 e D_3 e geraram estruturas de tipo anticlinal. De idade Neoproterozoica, seria um episódio relacionado a Ciclo Orogênico Brasileiro.

A evolução do embasamento cristalino do QF é subdividida em quatro eventos magmáticos durante a geração de crosta TTG em um intervalo de idades de 3220 até 2680 Ma. (LANA *et al.*, 2013; FARINA *et al.*, 2015); i) Santa Bárbara (SB) (3220-3200 Ma), formação das rochas TTG do Complexo Santa Bárbara ; ii) Rio das Velhas I (RVI) (2930-2850 Ma.), formação dos Complexos do Bação, Bonfim e Belo Horizonte; iii) Rio das Velhas II (RVII) (2800-2760 Ma.), vulcanismo félsico e sedimentação fluvial/turbidítica no topo das lavas máficas do *Greenstone Belt* Rio das Velhas e iv) Evento Mamona (2760-2680 Ma.), instalação de batólitos, veios e diques, nas rochas arqueanas TTGs.

O principal evento de metamorfismo regional que afetou as rochas do embasamento, está associado ao Ciclo Transamazônico entre 2,022 e 2,060 Ga (MACHADO *et al.*, 1996; NOCE *et al.*, 1998).

Baltazar & Zuchetti (2007), propõem uma evolução estrutural do QF baseado em dois períodos: 1) 2.800 e 2.575 Ma, que corresponde à evolução do *Greenstone Belt* Arqueano; 2) 2.508 e < 130 Ma, com a evolução das coberturas Proterozóicas e Mesozóicas.

- 1) Evolução do *Greenstone Belt* Arqueano (2.800 – 2.575 Ma);
 - 2.800 a 2.780 Ma: fase distensional com derrame de lava basáltica durante o espalhamento do assoalho oceânico e deposição do ciclo 1.

- 2.780 a 2.760 Ma: início da fase de subducção com presença de vulcanismo félsico e início da deposição do ciclo 2. Evento Rio das Velhas (episódio magmático granítico), com posicionamentos de corpos granodioríticos e tonalíticos nos complexos Caeté e Bonfim, respectivamente (NOCE, 2000).

- 2.760 a 2.750 Ma: continuação da fase de subducção com deposição dos arenitos do ciclo 2 em margem continental estável, distantes das zonas de subducção e deposição dos turbiditos próximos a estas.

- 2.750 a 2.670 Ma: fase de subducção avançada e colisão. Deposição de turbiditos epiclásticos e vulcanoclásticos do ciclo 3 em trincheiras e bacias de retro-arco. Posicionamento de corpos graníticos e granodioríticos nos complexos Bonfim e Belo Horizonte (MACHADO *et al.*, 1992; CHEMALE *et al.*, 1994; NOCE, 2000).

- 2.600 a 2.575 Ma: posicionamento de corpos graníticos e granodioríticos ao redor do QF, representando um último episódio de magmatismo no Arqueano Superior, estando associado ao período de estabilização da porção sul do Cráton São Francisco (NOCE *et al.*, 1998; ROMANO *et al.*, 2013).

2) Evolução das coberturas proterozóicas e mesozoicas (2.508- < 130 Ma):

- 2.580 a 2.050 Ma: extensão crustal no intervalo entre o início da fase *rifte* e a deposição dos sedimentos do Supergrupo Minas em margem continental passiva (RENGER *et al.*, 1994).

- 2.125 a 2.000 Ma: (Orogenia Transamazônica) tectônica distensional com geração de estruturas D₃, relacionadas com a ascensão de batólitos como complexos de núcleo metamórfico que resultou na estruturação dos domos (Bação, Belo Horizonte, Caeté, Santa Rita, Florestal) e as rochas supracrustais que formaram as quilhas sinformais entre os corpos dômicos e colapso orogenético do Cinturão Mineiro (TEIXEIRA, 1985; CARNEIRO, 1992; NOCE *et al.*, 1998).

- 1.750 a 1.500 Ma: Rifteamento mesoproterozoico no Cráton do São Francisco com a geração da Bacia do Supergrupo Espinhaço e intrusão de diques máficos (ALKMIM & MARSHAK, 1998).

- 1.200 a 900 Ma: distensão crustal com abertura do proto-oceano Brasiliano/Pan-Africano (CHEMALE *et al.*, 1994).

- 700 a 500 Ma: Orogenia Brasileira responsável pela geração de estruturas D₄, no estilo dobra de empurrão de E para W.

< 130 Ma: tectônica distensional mesozoica com abertura de bacias sedimentares e intrusões de diques básicos (CHEMALE *et al.*, 1994).

4 GEOLOGIA DO DO DEPÓSITO PILAR

4.1 BREVE REVISÃO SOBRE DEPÓSITOS DE OURO OROGÊNICO

Estes depósitos são distribuídos dentro de cinturões metamórficos deformados, de idade Pré-Cambriana e Mesozoica, variando em seu grau metamórfico desde fácies xisto verde até fácies anfibolito, constituído estratigraficamente por uma sequência de rochas vulcânicas e sedimentares que ocorrem em terrenos granito-gnáissicos (GROVES *et al.*, 1998; GOLDFARB *et al.*, 2001). As rochas de composição máfica (toleííticos principalmente) são as predominantes e as mais favoráveis à concentração de ouro em terrenos arqueanos mais jovens (2.8 b.a). Depósitos auríferos disseminados em formações ferríferas bandadas estão geralmente em terrenos arqueanos mais antigos (2.9 -3.0 b.a) (GROVES *et al.*, 1998).

Depósitos de ouro orogênico formam-se ao longo de margens convergentes, na junção arco-fossa, durante a instalação de terrenos acrescidos do lado do mar em relação às margens cratônicas antigas ou quando da colisão continente-continente (**Figura 5**).

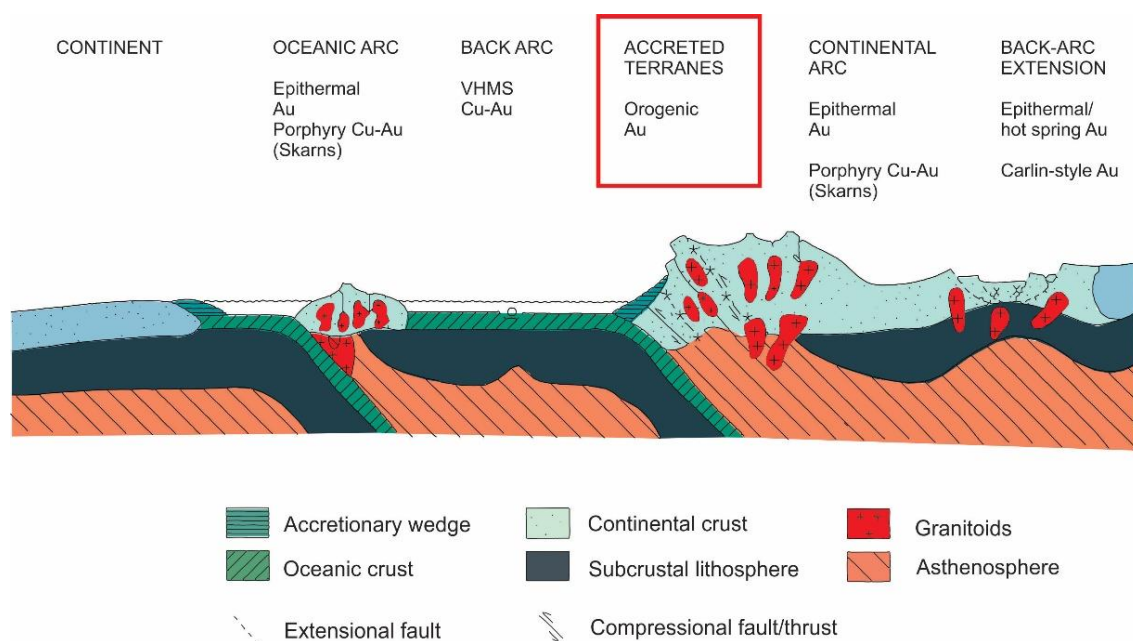


Figura 5. Diagrama esquemático do ambiente geotectônico de vários tipos de depósitos de ouro dentro do modelo do Ciclo de Wilson (GOLDFARB *et al.*, 2001)

Ambientes de variação do movimento das placas, tais como de mudança de velocidade relativa de placas e de ângulos de convergência das mesmas, favorecem a formação deste tipo de depósitos (GOLDFARB *et al.*, 2001). Em muitos depósitos em ambientes de grau metamórfico baixo a moderado, a respectiva formação é posterior ao pico de metamorfismo regional, enquanto que muitos outros depósitos em terrenos de alto

grau metamórfico são contemporâneos de tal metamorfismo (HODGSON, 1993; GROVES *et al.*, 1995; BIERLEIN *et al.*, 1998).

Goldfarb *et al.*, (2001) descreve estes depósitos com diversas feições onde dominam sistemas de veios de quartzo com baixo volume de sulfetação, com assembleia de alteração carbonato-sulfeto±sericita±clorita em rochas hospedeiras em fácies xistos verdes, com baixa salinidade e fluidos mineralizantes ricos em CO₂ com valores de $\delta^{18}\text{O}$ entre 5–10 ‰, em uma faixa de pressão de 1 a 6 kbars e temperaturas de 200° a 600° C, associados com a deformação de terrenos metamórficos e a mineralização com forte controle estrutural a escala variáveis.

A classificação para todos os depósitos de ouro orogênico, de acordo com a profundidade de formação dos mesmos, quer do Arcaico (os mais abundantes) quer do Proterozóico ou Fanerozóico, os considerados como epizonais correspondem a fácies xisto verde baixo (até 6 km de profundidade; 150-300 °C; P= < 1,5 kb), mesozonais ocorrem da fácies xisto verde (6-12 km; 300-475 °C; P= 1,5-3,0 kb) e hipozonais em condições de fácies anfibolito-granulito (>12 até 20 km; >475 °C; P= > 3,0 kb) (Figura 6) (GOLDFARB *et al.*, 2005).

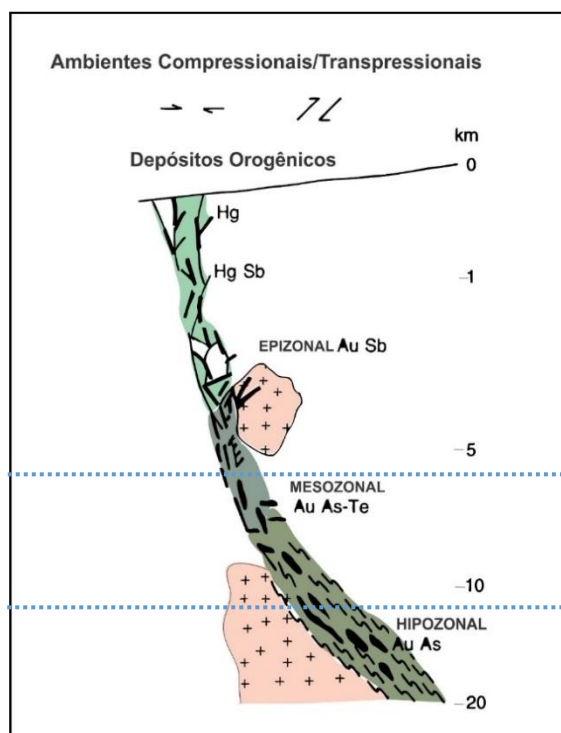


Figura 6. Seção esquemática apresentando a formação dos depósitos de ouro orogênicos em ambiente compressional-transpressional e os níveis de profundidade da formação destes depósitos (GROVES *et al.*, 1998).

O controle estrutural dos corpos de minério pode variar em estruturas de 2ª, 3ª ou 4ª ordem durante os estágios finais de compressão ou transpressão. Em escala regional encontram-se nas proximidades >100 km de extensão, transcrustais, denominadas de 1ª ordem, que marcam sistemas de falhas ou zonas de cisalhamento que devem atingir a base da crosta, pois aparentemente controlam a distribuição de corpos ígneos máficos derivados de grandes profundidades. São os condutos principais para a focalização e circulação de grandes volumes de fluidos hidrotermais e geralmente não se encontram mineralizadas. Na escala de depósito, as mineralizações hospedam-se por estruturas menores (1-10 km de extensão), geralmente subsidiárias às estruturas de 1ª ordem e que têm evolução associada a essas.

Os principais estilos mineralizantes associados geralmente a estruturas tipo rúptil-dúctil são;

- i. Falhas rúpteis a zonas de cisalhamento dúcteis reversas com baixo ângulo em regime *strike-slip* ou *oblique-slip*.
- ii. Conjuntos de fraturas, zonas de brecha e redes anastomosadas (*stockwork*).
- iii. Zonas foliadas com clivagem de pressão.
- iv. Zona de charneira e falhas reversas associadas em turbiditos e/ou sequência de formações ferríferas bandadas.

Além do quartzo (70-90% do volume total), carbonatos, feldspato alcalino (geralmente albita), “sericita” e clorita, o minério contém ouro nativo fino e pirita, pirrotita e arsenopirita. Outros minerais que podem estar presentes em menor quantidade no minério são os teluretos de Au-Ag (quando existem intrusões alcalinas), a calcopirita, esfalerita, galena, magnetita, realgar, auripigmento, antimonita, cinábrio, molibdenita, bismutita, loellingita, tetraedrita e scheelita. Os sulfetos constituem globalmente 3 a 5 % do minério na maioria destes depósitos. Outros minerais associados na paragênese são a turmalina, barita e moscovita ricas em Cr, V ou Ba. Também são comuns hidrocarbonetos e matéria carbonosa (HAGEMANN *et al.*, 2000; GOLDFARB *et al.*, 2005).

Os depósitos auríferos exibem intensa zonação lateral com halo de alteração hidrotermal em relação aos corpos de minério, na escala de metros, cuja mineralogia varia de acordo com o tipo de rochas hospedeiras e nível crustal. A alteração hidrotermal é caracterizada por apresentar forte zoneamento lateral com associações minerais proximais e distais em várias escalas (cm até km) (Figura 7).

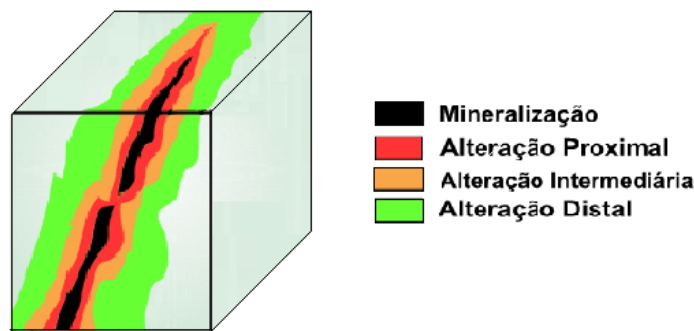


Figura 7. Modelo geral da distribuição dos halos de alteração hidrotermal para depósitos de ouro orogênico.

As associações minerais que caracterizam os halos de alteração variam de acordo com a rocha encaixante e o nível crustal. A alteração hidrotermal desenvolvida sob condições de fácies xisto verde pode envolver a adição de CO_2 , S, K, H_2O , SiO_2 e $\pm \text{Na}$, além de associação variável de metais como Au, Ag, B, Bi, As, Cu, Pb, Sb, Te, W e Zn. Assim, também apresentam uma sulfetação (pirita, pirrotita e/ou arsenopirita) predominante em FFBs e hospedeiras máficas ricas em Fe.

A carbonatação é a mais expressiva alteração, onde as rochas hospedeiras são máficas ou ultramáficas, na forma de dolomita ferrífera (ou siderita), singenética e/ou epigenética, penetrativa ou em veios, em terrenos de fácies de xisto verde, e de calcita em terrenos de fácies anfibolito. Outras formas de alteração são a cloritização, sericitização, fuchsitização (geração de moscovita com Cr), silicificação através dos veios de quartzo e em raros casos alteração potássica na base da mineralização. A sulfetação intensa é comum em BIFs e rochas máficas com alta razão Fe/Fe+Mg (HODGSON, 1993; GROVES *et al.*, 1995; GOLDFARB *et al.*, 2005).

Os fluidos responsáveis pela formação de depósitos em terrenos metamórficos caracterizam-se por serem soluções aquosas de salinidade baixa (<6% peso eq. NaCl), ricas em CO_2 (10-30 mol%) podendo ou não conter quantidades subordinadas de CH_4 e N_2 , sendo o ouro transportado em condições redutoras por complexos sulfetados. Valores de $\delta^{18}\text{O}$ típicos para esses fluidos encontram-se entre 5 e 8 ‰ para depósitos em *Greenstone Belt* arqueanos e da ordem de 2 ‰ mais elevados para depósitos em cinturões Fanerozóicos.

Embora alguns depósitos auríferos tenham formado-se durante o Paleozóico, foi no Mesozóico e Terciário que o ouro (juntamente com a Ag) passa a mostrar uma acumulação significativa, principalmente através de depósitos associados direta ou indiretamente a intrusões subvulcânicas.

4.2 MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

O ouro no Brasil está situado principalmente nas áreas cratônicas e cinturões móveis associados, cujas idades mais recentes são de 450 milhões de anos, relacionados ao ciclo tectônico Brasileiro. Depósitos auríferos no QF ocorrem tanto nas rochas arqueanas do *Greenstone Belt* Supergrupo Rio das Velhas, quanto nas rochas proterozóicas do Supergrupo Minas.

Estes depósitos hospedam-se principalmente em BIFs e lapa seca (rocha rica em quartzo e carbonato) (>95%) e em menor proporção em rochas máficas – ultramáficas, vulcanoclásticas e sedimentares (~ 4%) (LOBATO *et al.*, 2001b, c). O principal evento de mineralização dos depósitos auríferos está relacionado ao Arqueano, com remobilizações posteriores associadas aos ciclos orogênicos Transamazônico e Brasileiro.

Os depósitos auríferos do QF são caracterizados principalmente por seus estilos de mineralização, com base na natureza, deformação da rocha hospedeira e mineralogia do mineiro, os principais estilos são;

- I. Paleoplacer: ouro livre hospedado em metaconglomerado, com idade de mineralização >2.6 Ma. (RIBEIRO-RODRIGUEZ *et al.*, 1997),
- II. *Stratabound*; associado às formações ferríferas e *cherts*, o ouro está relacionado à pirita e arsenopirita que substituem as bandas de minério de ferro das FFBs (LOBATO *et al.*, 1998) ou do carbonato de ferro na lapa seca (VIEIRA, 1991), com idade de mineralização <2.7 Ma.
- III. Zonas de cisalhamento dúcties (ouro disseminado), as rochas hospedeiras são metassedimentares, vulcânicas félsicas e vulcanoclásticas, e vulcânicas máficas. A mineralização é constituída por pirrotita com pirita e arsenopirita subordinada. O ouro acompanha as arsenopiritas (RIBEIRO-RODRIGUEZ *et al.*, 1997; LOBATO *et al.*, 1998).
- IV. Zonas de cisalhamento dúcties (veios de quartzo-carbonato), estruturas que cortam as rochas metavulcânicas e metassedimentares com Au livre e ouro em sulfetos (RIBEIRO-RODRIGUEZ *et al.*, 1997; LOBATO *et al.*, 1998).

Os modelos genéticos para as mineralizações de ouro no QF, são baseados nas diferentes feições de natureza singenéticas e epigenéticas e às diversas interpretações de dados geocronológicos e a variedade de eventos deformacionais sobrepostos. Embora diversos trabalhos sobre a gênese destes depósitos, o principal evento de mineralização aurífera no SGRV, relaciona-se ao final do Arqueano (LOBATO *et al.*, 2007).

São exemplos, as jazidas Morro Velho, Lamego, Córrego do Sítio, Turmalina, Raposos, Cuiabá, São Bento e Itabira. Estas ocorrências caracterizam-se por apresentar sistemas hidrotermais em sequência de rochas vulcânicas e sedimentares afetadas por metamorfismo de baixo grau, estruturalmente controlados e intrudidas por diques de rochas máficas e entrecortadas por veios de quartzo.

Os depósitos de ouro do *Greenstone Belt* Rio das Velhas estão associados às rochas do Grupo Nova Lima, hospedando-se em diversas unidades litológicas. Muitos dos corpos de minério são controlados por estruturas regionais (falhas inversas e dobras) e estão associados a alterações hidrotermais. Esses depósitos estão relacionados principalmente à formação ferrífera bandada (BIF) fortemente sulfatadas com magnetita + pirita $\pm$ pirrotita $\pm$ calcopirita + Au, e de maneira subordinada a rochas máficas, ultramáficas, metassedimentares e metavulcanoclásticas.

Os principais depósitos de ouro relacionados ao Grupo Nova Lima são as ocorrências Morro Velho, Cuiabá, São Bento, Córrego do Sítio e Pilar, sendo estes três últimos os mais importantes da região. No distrito de Nova Lima, principalmente na Mina de Morro Velho, a “lapa seca” constitui-se na principal unidade hospedeira das mineralizações auríferas. Ladeira (1980) define o termo da “lapa seca” como uma rocha composta por anquerita, dolomita, quartzo, clorita e albita, com pirita, arsenopirita, pirrotita, calcopirita e ouro, que estão associados à metavulcânicas ácidas e a xistos carbonosos. São depósitos extensos, ramificados e relativamente delgados, fortemente controlados pelo plunge dos eixos das dobras.

O depósito Cuiabá está localizado no município de Sabará, (a 40 km a leste de Belo Horizonte). A unidade geológica que hospeda a mineralização é composta por uma sequência metavulcanossedimentar alterada hidrotermalmente, que inclui rochas vulcânicas, BIF, metapelitos, rochas vulcanoclásticas e diques máficos.

O depósito São Bento é propriedade de El Dorado Gold Corporation e localiza-se no município de Santa Bárbara. A geologia é dominada por rochas sedimentares com associação ressedimentada e química-clástica que compõem a formação ferrífera bandada São Bento. Consistem de carbonatos, componentes clásticos e sulfetos intercalados com metapelitos.

O depósito de Córrego do Sítio está localizado a 35 km de Santa Bárbara. Encontra-se alojado em rochas metavulcanossedimentares com associação de litofácies metassedimentar clástica marinha ou ressedimentada, posicionada no topo do Grupo Nova Lima, difere dos demais depósitos importantes do QF, que estão associados às formações ferríferas bandadas.

A mina subterrânea de ouro Pilar e Roça Grande representa aproximadamente dois terços da quantidade de onças de ouro produzida pelo ativo pertencente ao Grupo *Jaguar Mining Inc*, companhia canadense que opera no Brasil com três complexos auríferos, principalmente no *Greenstone Belt* Rio das Velhas. O complexo de ouro Caeté é operado pela Mineração Serras do Oeste (MSOL), subsidiária da *Jaguar Minig Inc*. Este complexo inclui uma planta de processamento com uma capacidade de 2,050 tpd (toneladas por dia) localizada na mina Roça Grande. O acesso principal na Mina Pilar é fornecido por um sistema de rampa e aditamento.

4.3 HISTÓRICO DA MINA PILAR

A história do ouro no Brasil remonta-se antes de seu descobrimento em 1500 pelo explorador português Cabral. Com a chegada dos bandeirantes no interior do Rio de Janeiro e Salvador, ocorreu a descoberta do ouro aluvial em meados do século XVI. Posteriormente, foram explorando o interior do país, principalmente São Paulo, onde o ouro foi encontrado em drenagens de corrente em várias partes do QF o que foi um fator importante no desenvolvimento da região durante os séculos XVII e XVIII, época conhecida como o Ciclo de Ouro Brasileiro.

Os primeiros indícios de ouro na região foram descobertos por bandeirantes portugueses no local hoje conhecido como Brumal, em meados do século XVII, passando também pela Serra do Caraça. Ali foram descobertas minas de ouro como Gongo Soco, Brumal, Catas Altas e Luís Soares. Próximo as minas foram formando-se povoados, principalmente nos locais onde havia lavras ricas em ouro. Em 1674, formou-se a vila Caeté, considerada o maior centro de comércio de Minas Gerais, e o povoado de Santo Antônio do Rio Abaixo que em 1858 foi renomeada como Santa Bárbara. No início dos anos 1979, explorações modernas adjacentes às propriedades de Caeté e Santa Bárbara foram realizadas pela AngloGold (AngloGold Ashanti) e a Rio Doce Geologia e Mineração (DOCEGEO).

As primeiras atividades de exploração para o Pilar foram feitas pela DOCEGEO/VALE desde 1983 até 2004, quando foi adquirido pela *Jaguar Mining Inc*. A DOCEGEO realizou o mapeamento geológico e a interpretação, dando início à perfuração diamantada. Posteriormente no período de 2002-2003 a Eldorado Gold e a Vale cederam a concessão do Pilar. Em dezembro de 2003, a Jaguar adquiriu a propriedade Santa Bárbara, que incluía a mina Roça Grande e Pilar. Os trabalhos de exploração da Jaguar junto com a Vale deram como resultados a criação de uma planta de processamento do minério. Inicialmente a produção da mina Pilar foi processada no

complexo de mineração Paciência durante o período de 2008 e 2010. Após 2010 a Jaguar adquire a concessão do Complexo Caeté e o minério passa a ser processado na planta Caeté, começando a comercialização do produto. Desde 2008, a mina Pilar recupera aproximadamente 221, 000 oz. de ouro de 2, 517, 000 t de minério com uma média de 3,18 g/t Au para o final de 2015.

4.4 GEOLOGIA LOCAL

O depósito Pilar encontra-se localizado na parte nordeste do QF, hospedado na sequência supracrustal do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, de base para topo; no grupo Quebra Osso (SCHORSCHER, 1978), o qual é composto por rochas ultramáficas, identificadas como talco xisto, e nas unidades Ouro Fino, Morro Vermelho e Santa Quitéria, do grupo Nova Lima, descritas como carbonato–albita-clorita-quartzo xisto (rochas metamáficas), quartzo-clorita xisto e xisto carbonoso (rochas metapelíticas), e na Formação Ferrífera Bandada (Figura 8). Estas sequências são entrecortadas por veios de quartzo $\pm$ carbonato.

O depósito está em uma estrutura de tipo dobra isoclinal invertida com eixo variável no plano NE-SW (050°/70°), limitado por zonas de cisalhamento (027°/50°) e falhamento inverso (033°/50°) que cortam unidades do Supergrupo Rio das Velhas, onde os corpos de minério se dispõem plano paralelo às estruturas principais, na direção NE-SW. Os principais corpos mineralizados são denominados como BA, BF e BFII, e apresentam-se como uma série de lentes tabulares subparalelos e orientados 015° com mergulhos de 65°. Estes corpos estão localizados a leste da falha São Jorge.

A mineralização aurífera apresenta-se de dois tipos; i) disseminado na formação ferrífera (BIF) associado aos sulfetos (arsenopirita e pirrotita), disposto na zona de charneira do dobramento e associada à zona de cisalhamento; ii) como ouro livre nos veios de quartzo+carbonato.

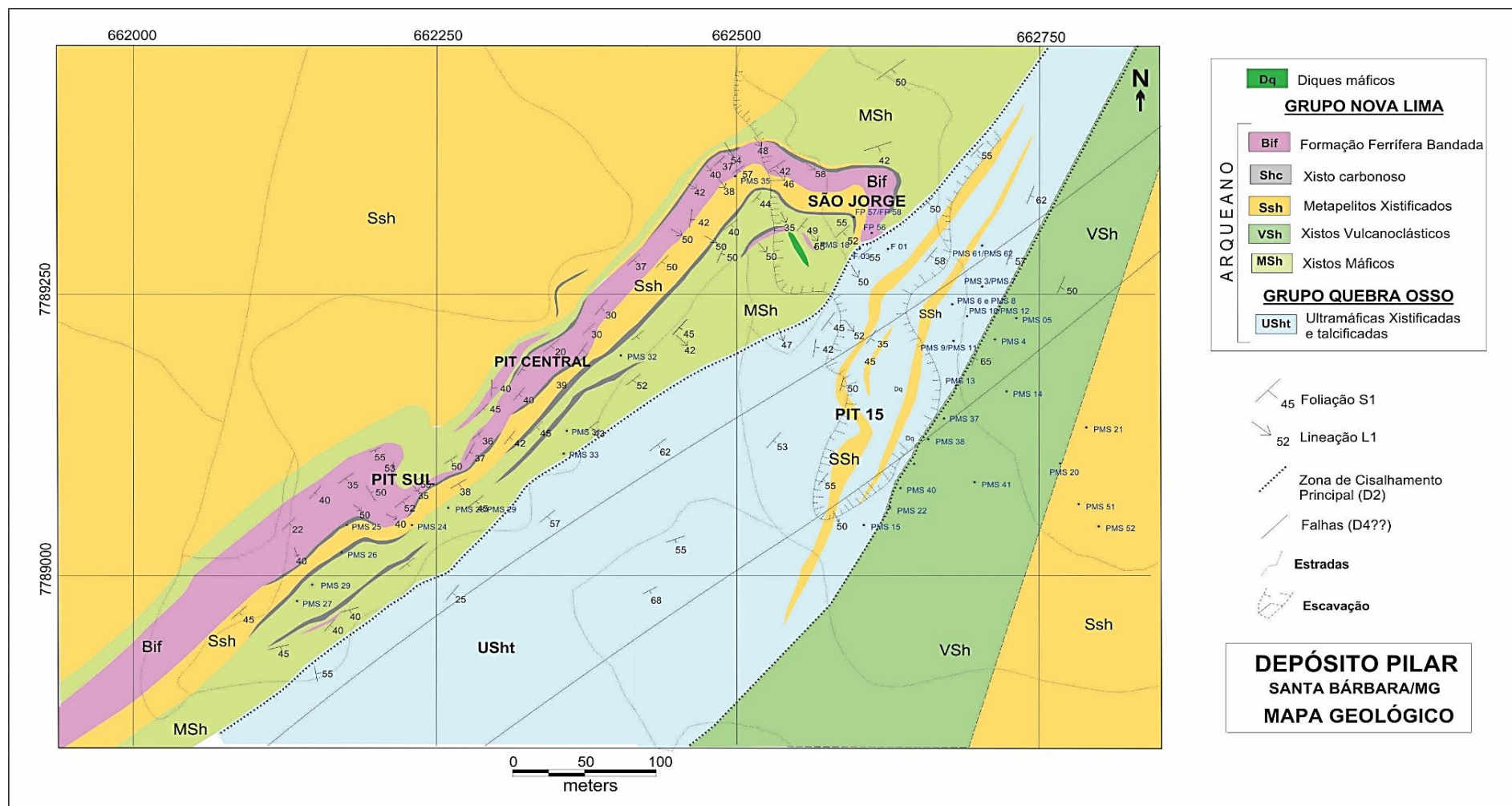


Figura 8. Mapa geológico do depósito Pilar (SILVA, 2007)

4.5 ESTUDOS PETROGRÁFICOS

Os litotipos na área de estudo correspondem à rochas com protólitos vulcânicos máfico-ultramáficos e sedimentares, que foram submetidos a processos de metamorfismo, alteração hidrotermal e invadidos por veios de quartzo e quartzo+carbonato (Figura 9). As características dos litotipos estão descritas a seguir, sob a forma de descrições petrográficas e análise de padrões microestruturais, realizados com base no estudo de lâminas delgadas polidas sob microscópio ótico e análises de microsonda eletrônica. Em geral, os minerais pertencentes aos litotipos, estão associados a alteração hidrotermal, em menor ou maior grau, o que dificultou a descrição de minerais pré-alteração.

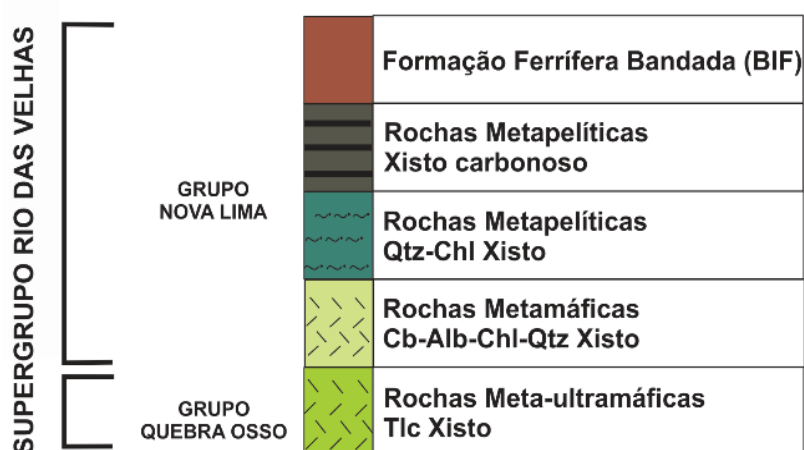


Figura 9. Representação esquemática da coluna estratigráfica para o depósito Pilar.

4.5.1 LITOTIPO 1: ROCHAS META-ULTRAMÁFICAS

É constituída por uma sequência de talco xisto, verde acinzentada e de aspecto sedoso (Figura 10a, b). A textura da rocha é lepidoblástica, definida pelos cristais de talco e clorita segundo a foliação S_3 . Os minerais que compõem esta sequência são: talco (60%), carbonatos (20%), clorita (10%), quartzo (5%), magnetita e sulfetos (5%) (Figura 10c).

O *talco* apresenta-se como finas palhetas alongadas com bordas fibrosas segundo a foliação milonítica S_3 . Ocorre também como agregados inequigranulares de formas pouco orientadas em contato com o carbonato (Figura 101a). podendo apresentar inclusões de magnetita.

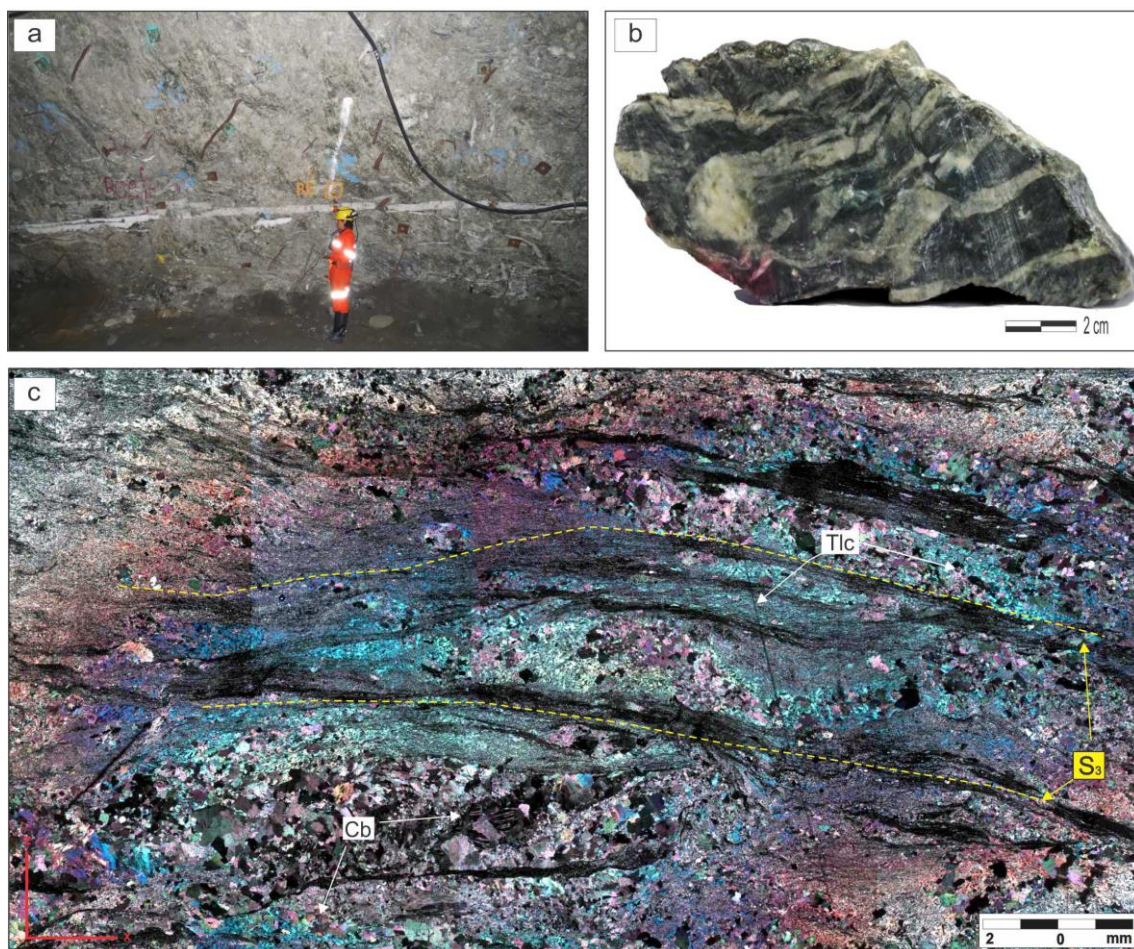


Figura 10. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas meta-ultramáficas: a) Frente de lavra nível N3TR1. b) Amostra de mão de talco xisto com veios de quartzo. c) Fotomicrografia mosaico de talco xisto (Nicóis X) (Amostra PL8D).

Os **carbonatos** ocorrem em cristais subédricos a anédricos, com tamanho variando de 0,2 mm a 0,5 mm, dispersos na rocha (Figura 10c, d), apresenta recristalização dinâmica com desenvolvimento de bandas tipo *kinks* e extinção ondulante fraca; predominam dolomita (Mg) e anquerita (Fe).

A **clorita** é geralmente verde e pleocróica, com alguns cristais marrons por conta do maior conteúdo de Mg (Picnoclorita). Apresenta-se como agregados fibrosos e sobrecrecido ao talco, orientada segundo a foliação S_3 e também dobrados em *kink* por efeitos de uma foliação de crenulação espaçada (S_2).

O **quartzo** encontra-se disperso na rocha como cristais alongados, com tamanho de 0,2 mm, e em contatos lobados com o carbonato.

A **magnetita** apresenta-se como cristais subédricos a anédricos com tamanho de 0,05 mm, dispersos na rocha ou como inclusões nos sulfetos. Para os **sulfetos** foram identificados pirrotita e pirita, como cristais subédricos a anédricos.

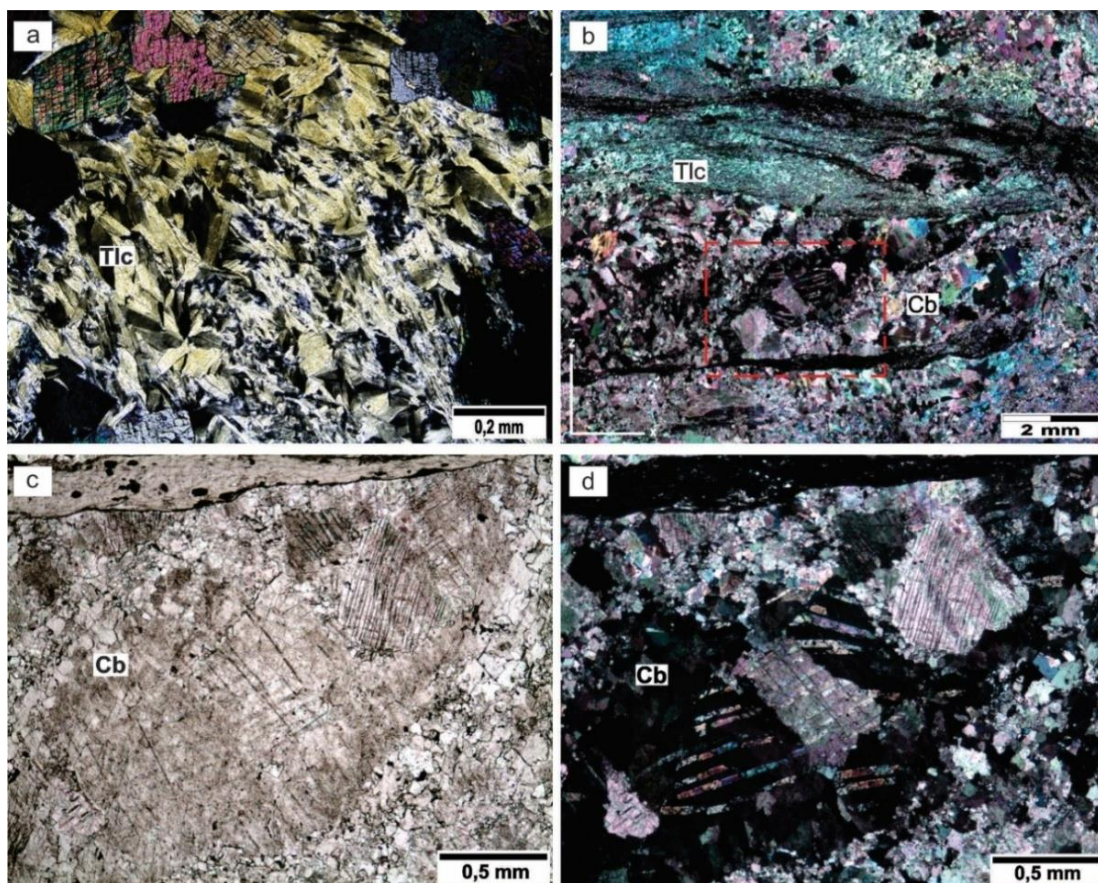


Figura 11. Fotomicrografia dos principais minerais das rochas meta-ultramáficas. a) cristais de talco (Tlc) pouco orientados (nicóis X) b) Cristais alongados e fibrosos de talco (Tlc) em contato com carbonatos (Cb) (nicóis X). c) e d) Detalhe da figura b, cristais de carbonato (Cb) em nicóis II e nicóis X (Amostra PL8D).

4.5.2 LITOTIPO 2: ROCHAS METAMÁFICAS

Esta sequência é representada por carbonato–albita–clorita–quartzo xisto, esverdeado com tonalidades cinzentas (Figura 12 a, b). Apresenta textura geral granoblástica, inequigranular e secundariamente lepidoblástica, com foliação S_3 definida pela clorita. Microscopicamente é constituída por quartzo (30%), clorita (25%), carbonato (15%), plagioclásio (10%), biotita (15%), muscovita (3%), magnetita e sulfetos como minerais acessórios (Figura 12 c).

O **quartzo** ocorre como agregados anédricos com tamanho de 0,2 mm, com contatos curvos, ameboidais ou irregulares. Os contatos dos cristais de quartzo deformados são lobados e bem desenvolvidos, com tendência a ser poligonais, enquanto os contatos com os cristais de plagioclásio são retos (Figura 13a). Apresentam extinção ondulante e lamelas de deformação, com desenvolvimento de subgrãos associados à deformação plástica. Alguns cristais encontram-se estirados segundo a foliação S_1 com recrystalização dinâmica por redução do tamanho de grão, e como inclusões na clorita, carbonatos e nos sulfetos, associado principalmente com pirrotita anédrica. Porfiroclastos

de quartzo exibem deformação intracristalina por deslizamento planar, dissolução e desenvolvimento de subgrãos, bordas irregulares e sombras de pressão.

A **clorita** apresenta-se como agregados subédricos dispostos em ripas, também como finas paletas com tamanho de 0,05 mm a 0,2 mm, orientada junto à minerais opacos, segundo a foliação S_3 . Identificou-se alguns cristais com cor de interferência azul berlim, indicando aumento no conteúdo de Fe (ripidolita) (Figura 12b,c).

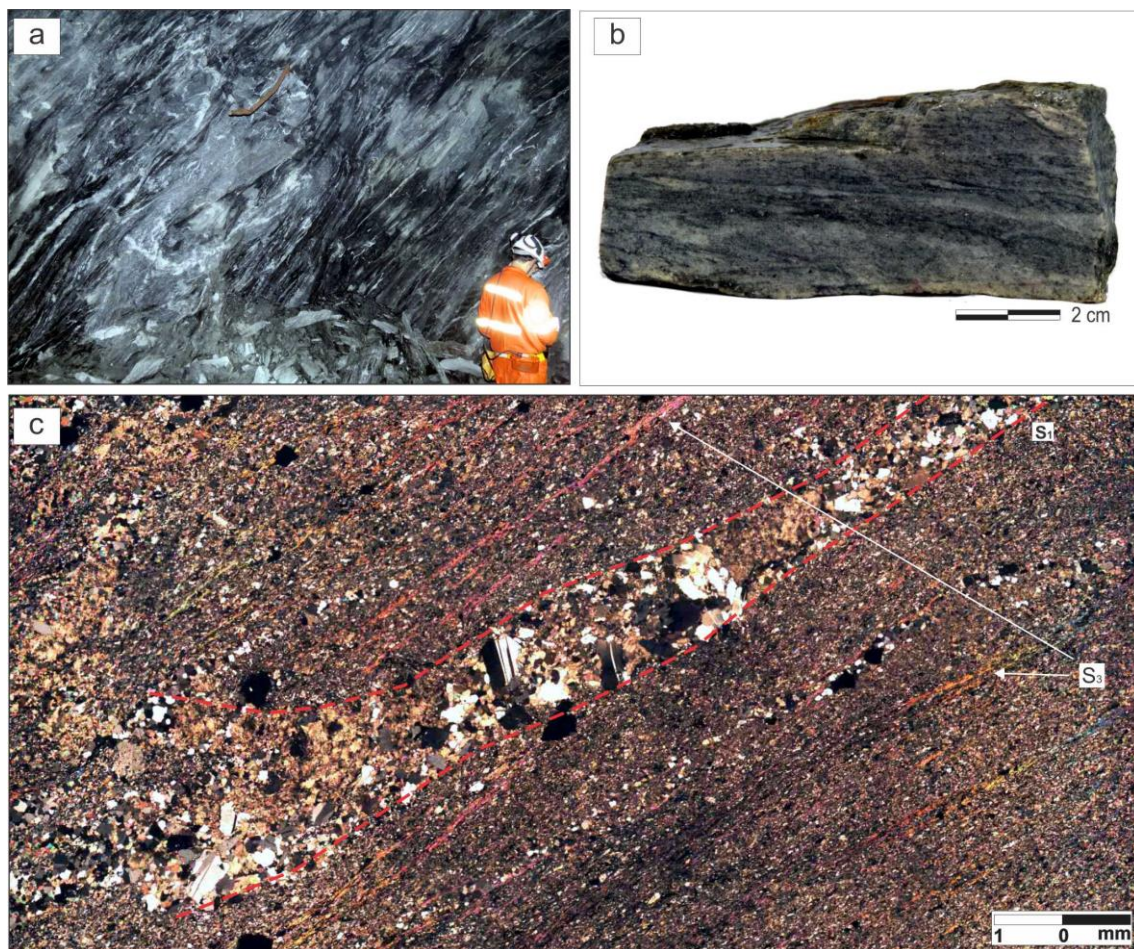


Figura 12. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metamáficas a) Frente de lavra níveis N6TR1. b) Amostra de mão carbonato–albita–clorita–quartzo xisto. c) Fotomicrografia mosaico de carbonato–albita–clorita–quartzo xisto (Nicóis X) (Amostra PL1A).

O **carbonato** encontra-se como camadas tabulares alongadas e paralelas segundo a foliação S_3 , e como cristais anédricos a euédricos com textura poiquiloblástica discordantes em relação a orientação da foliação S_1 . Também ocorrem como porfiroclastos alongados, deformados e com sombras de pressão contidos na foliação S_3 , com faces limitadas por ripas de clorita.

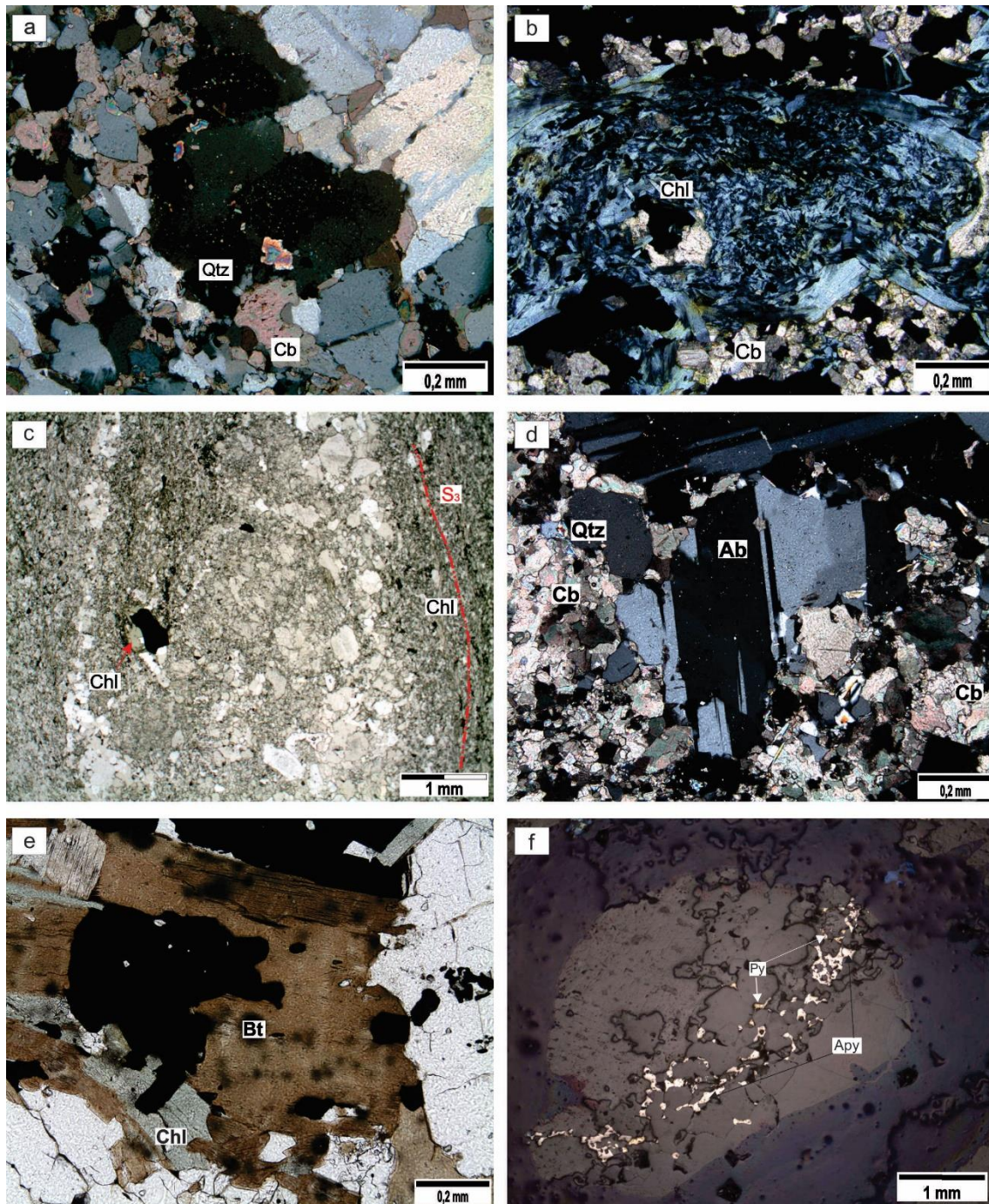


Figura 13. Fotomicrografia dos minerais principais das rochas metamáficas. a) cristais de quartzo (Qtz) em contato lobados com o carbonato (Cb) (nicóis X) (Amostra PL1B) b) Clorita (Chl- Ripidolita) sem orientação preferencial (nicóis X) (Amostra PL5C). c) clorita (Chl) segundo a foliação S_3 (Amostra PL6A). d) Plagioclásio (Pl) apresentando macla tipo albita (nicóis X) (Amostra PL1B) e) Biotita (Bt) e clorita (Chl) sobrecrecidas sem orientação preferencial (nicóis X) (Amostra PL18B). f) aspecto geral dos sulfetos (Amostra PL18B).

A **albita** distingue-se pela sua fraca birrefringência, extinção ondulante, e lamelas de deformação em cristais anédricos com tamanho de 0,3 mm a 0,8 mm, com fases corroídas e sericitizadas. Apresenta contatos retos com o quartzo e contatos lobados com outros cristais de albita (Figura 13d).

A **biotita** ocorre com as características típicas, marrom e mais intensamente pleocróica que as outras micas. Possuindo hábito lamelar subédrico, de tamanho variável, sobrecrecida com a clorita e orientada segundo a foliação S_1 . Também ocorre como massas disseminadas sem orientação preferencial (Figura 13e)..

Os **sulfetos** apresentam-se como cristais anédricos a euédricos com tamanho de 0,2 mm a 0,5 mm de forma disseminada, e como inclusões nos agregados de quartzo e carbonato, ou ainda nas zonas de contato entre minerais micáceos. Os mais comuns são pirrotita, pirita, esfalerita, calcopirita e arsenopirita (Figura 13f).

O **mineral acessório** mais comuns na rocha é a magnetita, o qual ocorre como cristais finos e como inclusões na clorita e na pirrotita.

4.5.3 LITOTIPO 3: ROCHAS METAPELÍTICAS

Correspondem a quartzo-clorita xisto e xisto carbonoso em contato com a Formação Ferrifera Bandada e as rochas metamáficas.

4.5.3.1 Quartzo-clorita xisto

Estas rochas apresentam tonalidades verde acinzentada e textura geral granoblástica subordinadamente a lepidoblástica, com bandamento composicional (S_0) paralelo à foliação metamórfica S_1 . Localmente com matéria carbonosa que ressalta à foliação S_3 (Figura 14a, b). Microscopicamente, é constituída por quartzo (40%), clorita (35%), carbonato (15%), biotita (5%) e sulfetos (5%) (Figura 14c)

O **quartzo** mostra-se como cristais anédricos de tamanho 0,2 mm a 0,5 mm, dispostos em camadas contínuas, tabulares ou lenticulares que definem o bandamento composicional (S_0) (Figura 15a, b).

A **clorita** ocorre como cristais azuis, subédricos, alongados e orientadas segundo a foliação S_3 (Figura 15c, d).

O **carbonato** apresenta-se como cristais de tons róseos anédricos a subédricos, com bordas irregulares, e alguns cristais ocorrem dispostos segundo o bandamento composicional (S_0).

A **biotita** encontra-se como cristais subédricos, que podem estar ou não orientados segundo a foliação S_1 , sobrecrecida nos níveis de clorita e muscovita. Alguns cristais apresentam cor castanha avermelhada, devido a seu conteúdo de Ti, identificado nas análises do DRX.

Os **sulfetos** ocorrem como cristais anédricos paralelos à foliação S_3 ou disseminados na rocha.

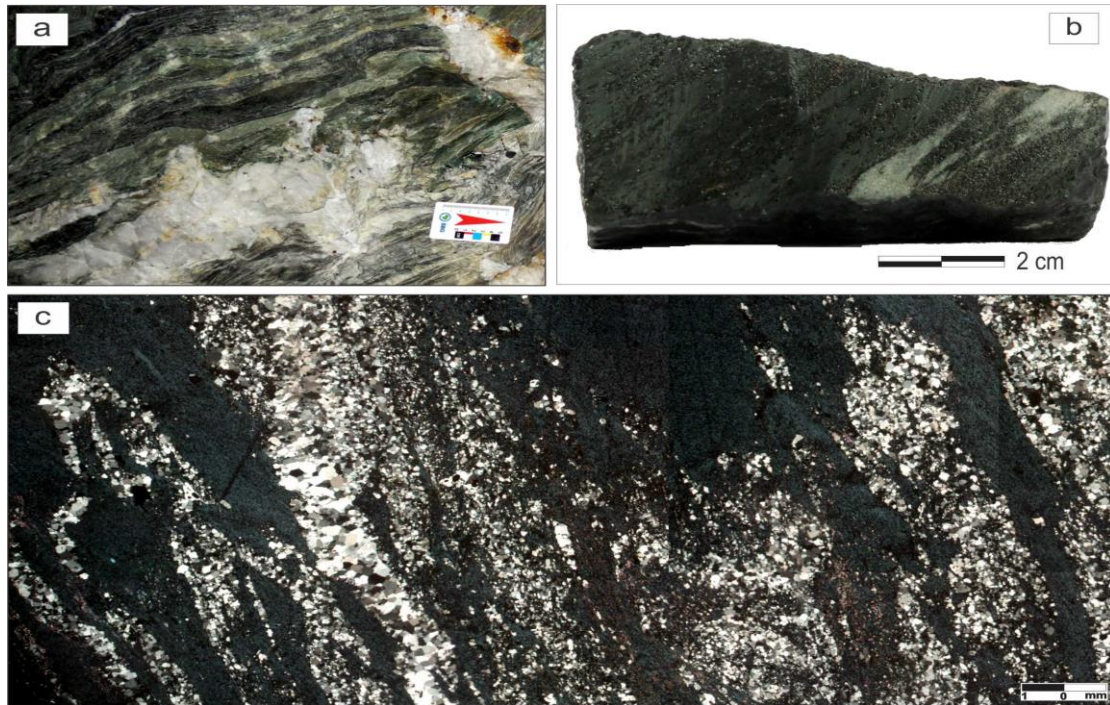


Figura 14. Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metapelíticas: a) Frente de lava níveis N6TR1. b) Amostra de mão de quartzo-clorita xisto. c) Fotomicrografia de quartzo-clorita xisto, com textura granoblástica (Nicóis X) (Amostra PL8E).

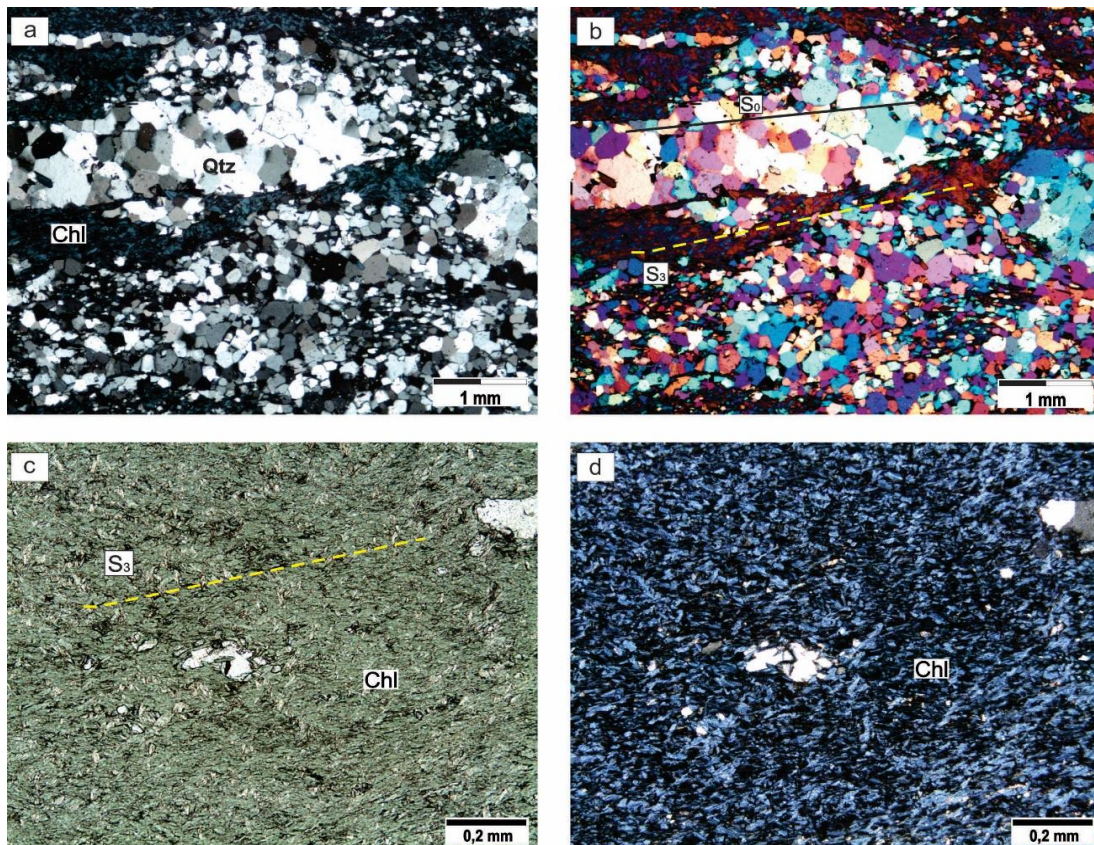


Figura 15. Fotomicrografia com aspecto geral de quartzo-clorita xisto. a) e b) Disposição dos cristais de quartzo (Qtz) (nicóis II/cunha de quartzo). c) e d) detalhe da ripidolita (Fe-Clorita) em agregados alongados e em ripas (nicóis II/ nicóis X) (Amostra PL8E).

4.5.3.2 Xisto carbonoso

Apresentam-se cinza escuro a negro, em lentes ou camadas com textura lepidoblástica. Encontram-se comumente com sulfetos disseminados, adjacente à formação ferrífera bandada (Figura 16 a, b). Microscopicamente é constituído por matéria carbonosa (70%), quartzo (10%), clorita (5%), carbonato (10%), sulfetos e magnetita (5%) (Figura 16c).

A **matéria carbonosa** dispõe-se em finíssimas lamelas fibrosas definindo a clivagem espaçada (S_2) com padrão anastomosado.

O **quartzo** ocorre como cristais anédricos dispersos na rocha ou alongados segundo à foliação S_3 .

A **clorita** apresenta-se como lamelas fibrosas subédricas, concordantes com à foliação milonítica S_3 ou em bandas de quartzo (Figura 17 a).

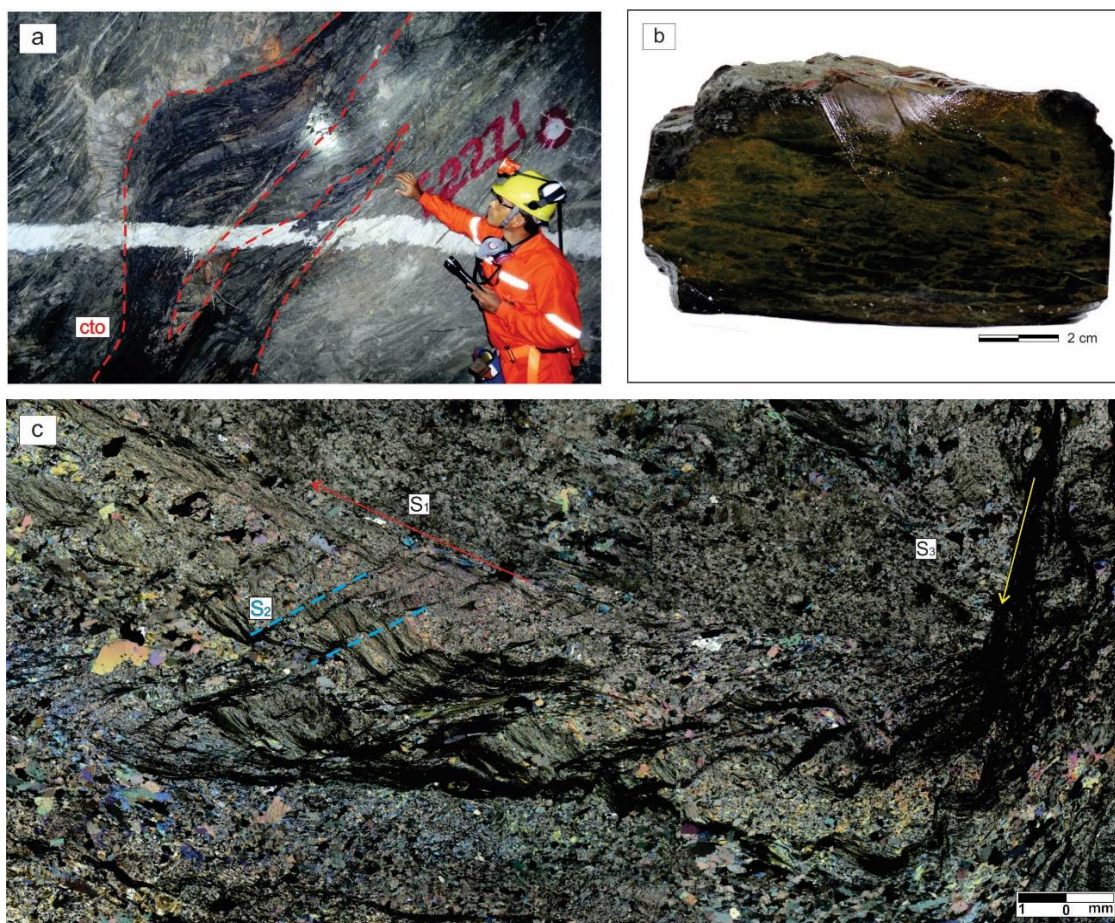


Figura 16.Aspecto geral macroscópico e microscópico das rochas metapelíticas: a) Frente de lavra níveis N2TR1. b) Amostra de mão de xisto carbonoso. c) Fotomicrografia mosaico de xisto carbonoso (Nicóis X) (Amostra PL8D).

O **carbonato** encontra-se como cristais euédricos a subédricos com tamanhos de 0,3 mm a 1 mm dispersos na rocha e como agregados orientados segundo à foliação S_3 , com desenvolvimento de bandas tipo *kinks* e extinção ondulante fraca (Figura 17 b).

A **magnetita** ocorre como cristais de tamanho 0,1 mm sem orientação preferencial. Também incluso em cristais de pirrotita.

Os **sulfetos** são cristais anédricos com borda irregular, alguns apresentam textura poiquiloblástica com inclusões de clorita e quartzo. Geralmente alongados segundo o plano de foliação S_3 , ou alinhados segundo a superfície da clivagem S_2 . O principal mineral é a pirrotita, ocorrendo preferencialmente nas camadas carbonosas.

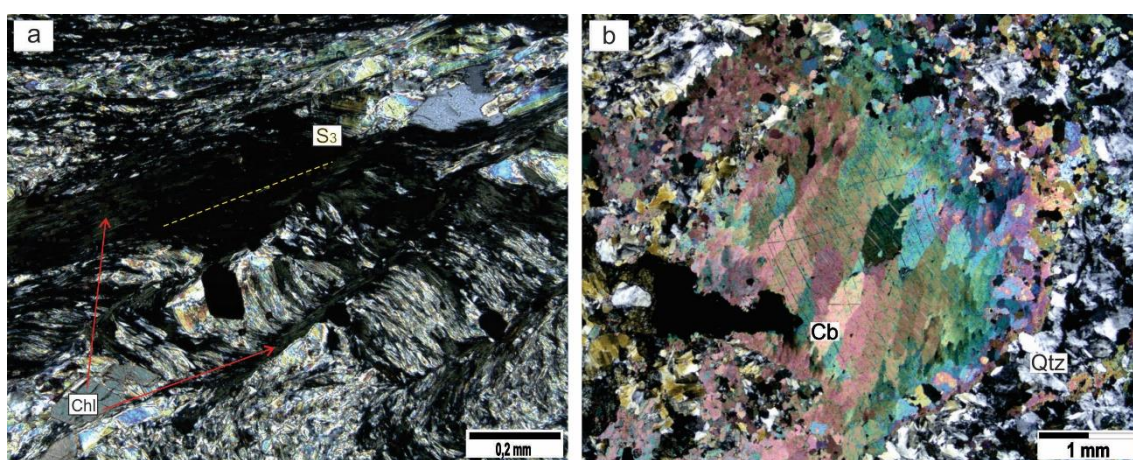


Figura 17. Fotomicrografia dos minerais dos xistos carbonosos. a) Detalhe da matéria carbonosa e clorita (Chl) (Nicolóis X) (Amostra PL8D). b) Cristais de carbonato (Cb) apresentando lamelas de deformação (Nicolóis X).

4.5.4 LITOTIPO 4: FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA (BIF)

É definida pela alternância de bandas de quartzo+carbonato, clorita+estilpnomelano e magnetita+sulfetos. Estas bandas variam de espessura milimétrica a centimétrica, com textura granoblástica equigranular, e são cortadas por veios de quartzo+carbonato (Figura 18a, b). Microscopicamente, a mineralogia geral constitui-se de quartzo (35%), carbonato (25%), clorita (20%), estilpnomelano (10%), magnetita (5%) e sulfetos (5%) (Figura 18c).

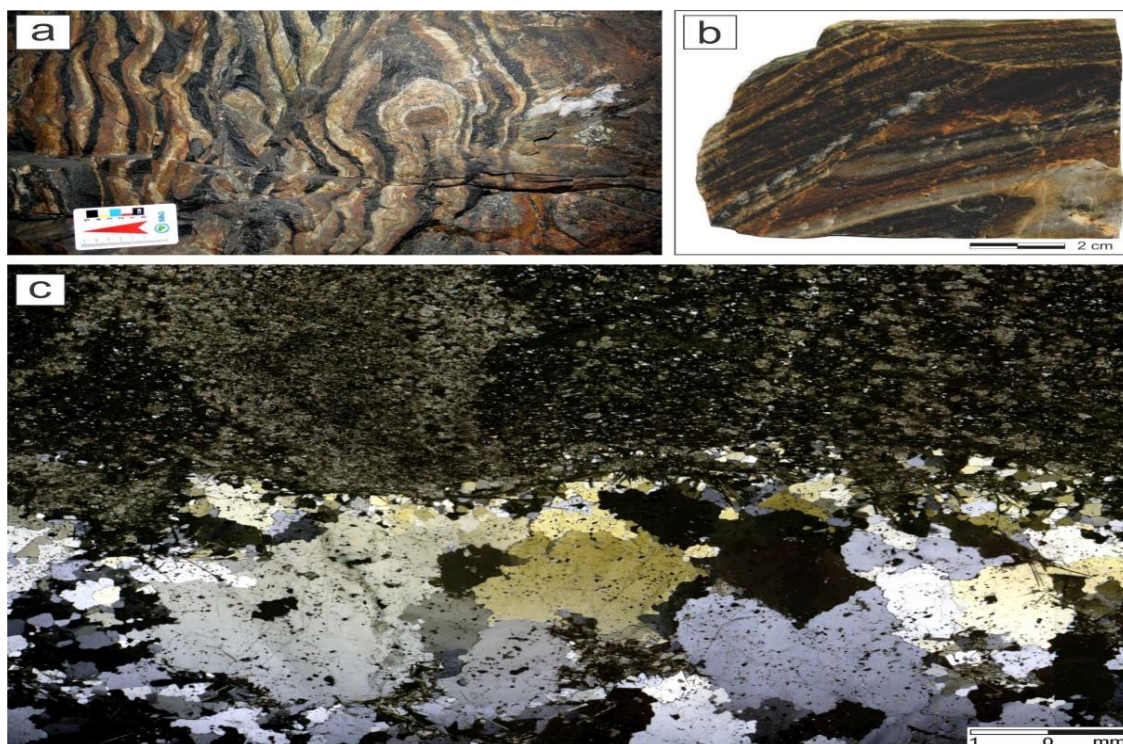


Figura 18. Aspecto geral macroscópico e microscópico da Formação Ferrífera (BIF) a) Frente de lavra níveis N7TR3. b) Amostra de mão do BIF com bandejamento e veios de quartzo c) Fotomicrografia do BIF e veio de quartzo (Nicóis X) (Amostra PL11A).

O **quartzo** ocorre como cristais anédricos com tamanho de 0,2 mm a 0,5 mm em bandas paralelas à foliação S_3 e como agregados de cristais com contatos poligonados (Figura 199 a)

O **carbonato** apresenta-se como cristais subédricos, com bordas irregulares, paralelos à foliação S_3 e com inclusões de clorita, quartzo e magnetita (Figura 19 b, c).

A **clorita** ocorre como cristais subédricos em lamelas irregulares e com textura fibrosa representada por cristais com hábito acicular, nos cristais mais deformados associados à zona de cisalhamento ocorrem estruturas tipo *kinks*. Apresenta inclusões de magnetita, quartzo e carbonato (Figura 19 c, d).

O **estilpnomelano** ocorre como cristais verdes, euédricos de hábito acicular e textura fibrosa. Alguns cristais apresentam textura poiquiloblástica com inclusões de quartzo, clorita e carbonato.

A **turmalina** apresenta-se como cristais euédricos com hábito acicular e associado ao bandejamento de clorita + estilpnomelano.

A **magnetita** ocorre com hábito subédricos, disseminada na rocha ou como inclusões na clorita e pirrotita.

Os **sulfetos** são pirrotita, pirita e arsenopirita, com calcopirita subordinada. Ocorrem como cristais anédricos a subédricos, com texturas poiquiloblásticas.

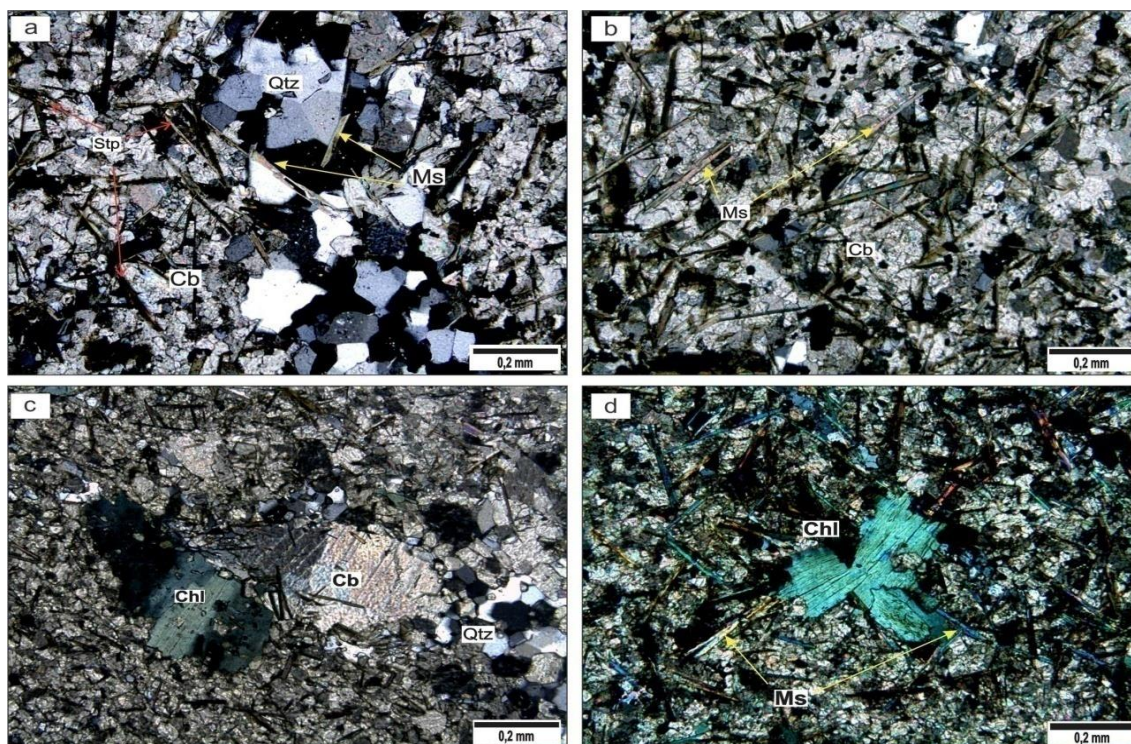


Figura 19. Fotomicrografia dos minerais principais do BIF: a) e b) cristais de quartzo (Qtz) e muscovita (Ms), cristais com hábito acicular de muscovita (Ms) e estilpnomelano (Stp) (Nicóis X). c) Porfiroclastos de carbonato (Cb) e clorita (Chl) (Ser) (Nicóis X). d) Clorita (Chl) em lamela irregular, e muscovita (Ms) com habito acicular (Nicóis X).

4.5.5 VEIOS

A composição mineralógica dos veios corresponde a quartzo (leitoso e fumê) e carbonato (anquerita), como minerais principais e subordinadamente sericita, clorita e sulfetos (arsenopirita, pirrotita, pirita), associados ao ouro. Encontram-se cortando todos os litotipos, apresentando texturas *pinch and swell*, maciça e *stockwork*. Foram observados três tipos de veios, classificados segundo sua composição mineralógica, descritos a seguir.

I. **Veios tipo 1:** Associados à mineralização, compostos por quartzo, anquerita, clorita, com arsenopirita e pirrotita como sulfetos dominantes, pirita e ouro livre em algumas amostras. Ocorrem de forma lenticular, sigmoidal, estirada e descontínua concordante com a foliação S_1 . Nas paragêneses sem ouro a composição pode variar entre quartzo+anquerita e/ou anquerita+clorita, apresentando-se dobrado junto com a foliação S_1 (Figura 20 a, b).

I. **Veios tipo 2:** Este tipo de veio encontra-se truncando a foliação S_1 , composta por quartzo, carbonato, pirrotita e pirita (Figura 20 c).

II. **Veios tipo 3:** São compostos por quartzo leitoso e carbonato, e trunca a foliação S_1 e está associado a um evento mais tardio (D_3) (Figura 20 d).

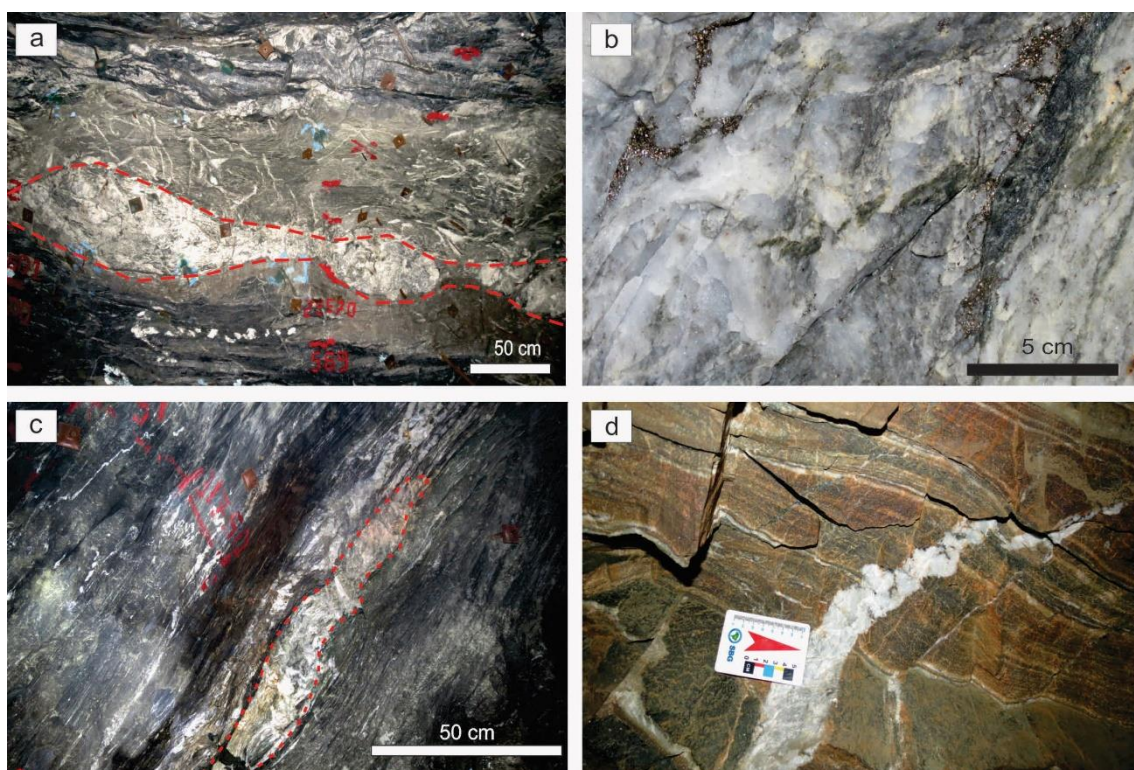


Figura 20. Aspecto geral macroscópico dos veios de Quartzo. a) veios de Quartzo tipo 1 com textura pinch and swell b) detalhe associação mineral do veio de Quartzo tipo 1 com Apy, Po, Py e Ser. c) Veio de Ank + Chlo tipo 2. d) Veio de Quartzo leitoso tipo 3.

4.6 MINEROGRAFIA

Os principais sulfetos são pirrotita, pirita, calcopirita e arsenopirita. Os minerais que acompanham o minério aurífero apresentam-se orientados segundo a foliação milonítica (S_3) da rocha. As características petrográficas das zonas sulfetadas auríferas do depósito Pilar são semelhantes entre si. A seguir se faz a descrição das características dos minerais opacos.

A **arsenopirita** ocorre como cristais euédricos a subédricos, losangulares em cristais isolados, ou em paragênese com pirrotita e em menor proporção com a pirita. Alguns cristais apresentam inclusões de quartzo, calcopirita e ouro, também ocorre como inclusões na pirrotita, e é comum encontrar bandas de clorita nas bordas dos cristais euédricos (Figura 21).

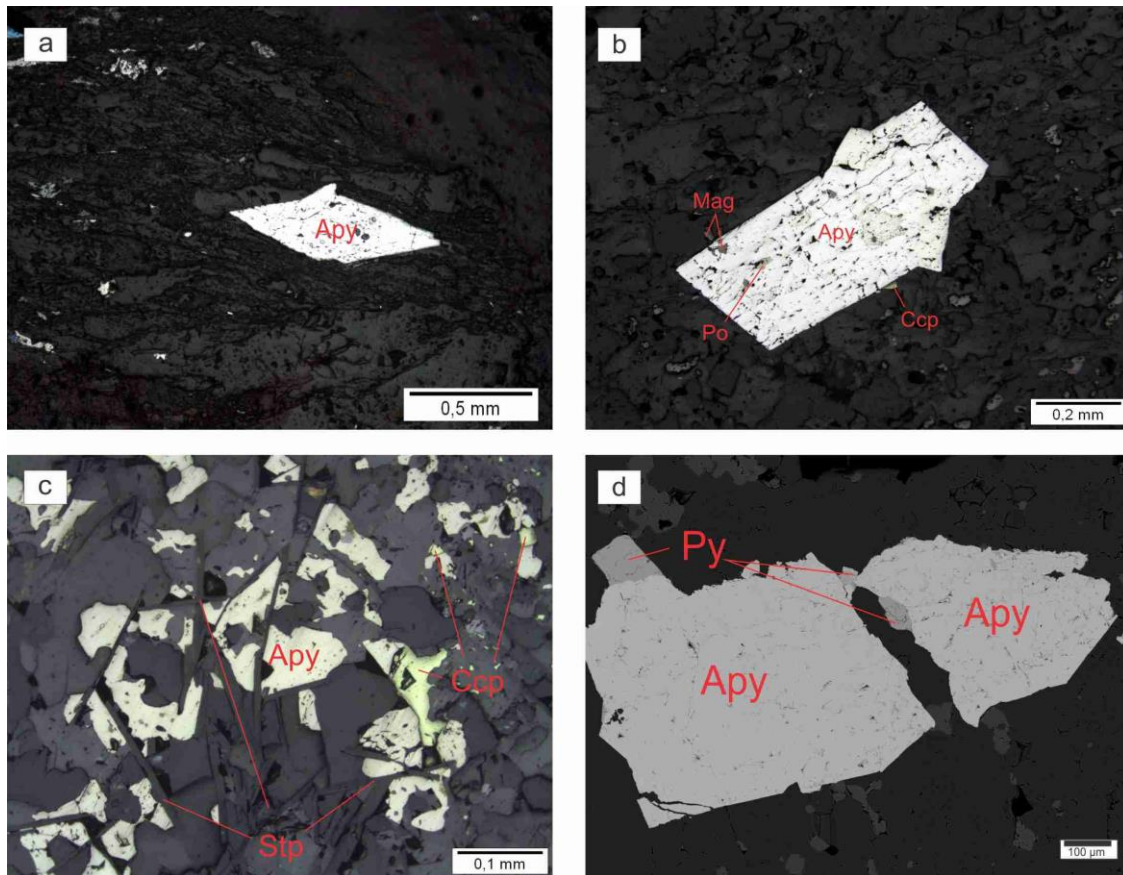


Figura 21. Fotomicrografias da ocorrência dos cristais de arsenopirita (Apy): a) Cristal losangular de arsenopirita (Apy) (Luz refletida) (Amostra PL10A). b) Cristal euhedral de arsenopirita (Apy) com inclusões de magnetita (Mag), pirrotita (Po) (Luz refletida) (Amostra PL1A). c) Arsenopirita (Apy) e calcopirita (Ccp) em contato com estilpnomelano (Stp). (Luz refletida) (Amostra PL3A). d) Cristais de pirita (Py) associada com a arsenopirita (Apy) (microsonda eletrônica) (Amostra PL4A).

A **pirrotita** encontra-se como cristais isolados com limites retilíneos, disseminados ou estirados segundo o plano da foliação S_3 , também de aparência maciça e forma amebóidal. Nos xistos carbonosos ocorre de forma tabular, paralela à foliação S_3 , com textura poiquiloblásticas e inclusões de quartzo, carbonato, clorita e magnetita. Encontra-se associada com calcopirita e mais comumente com pirita. Nos veios de quartzo+carbonato apresenta superfícies com texturas porosas e faces corroídas (Figura 22).

A **pirita** apresenta-se como cristais subédricos a euédricos com limites irregulares e aparência lisa, disseminada na rocha, associada à pirrotita ou como inclusões principalmente na arsenopirita. Sua presença diminui perto das zonas mineralizadas (Figura 22).

A **calcopirita** ocorre como cristais anédricos associada principalmente à pirrotita e inclusa na arsenopirita (Figura 22).

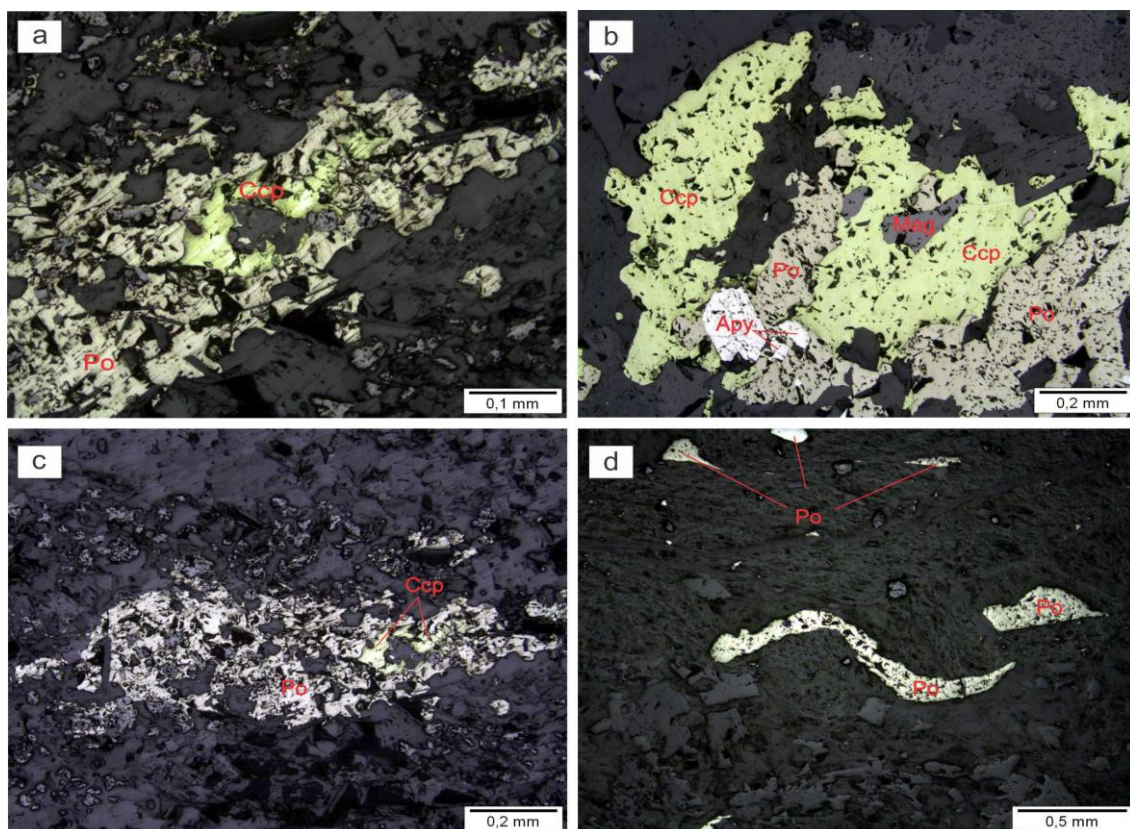


Figura 22. Fotomicrografias das ocorrências de pirrotita (Po): a) Calcopirita (Ccp) intercrescida na pirrotita (Po) (Luz refletida) (Amostra PL17D). b) Paragênese pirrotita (Po) + arsenopirita (Apy) + calcopirita (Ccp) e magnetita (Mag) como inclusão (Luz refletida) (Amostra PL17D). c) Pirrotita (Po) de forma ameibodal em paragênese com calcopirita (Ccp) (Luz refletida) (Amostra PL16D). d) Pirrotita (Po) tabular (Luz refletida) (Amostra PL8D).

A **magnetita** mostra-se como cristais anédricos a subédricos em forma disseminada e principalmente como inclusões. A **esfalerita** ocorre em contato com a pirrotita como cristais anédricos (Figura 23).

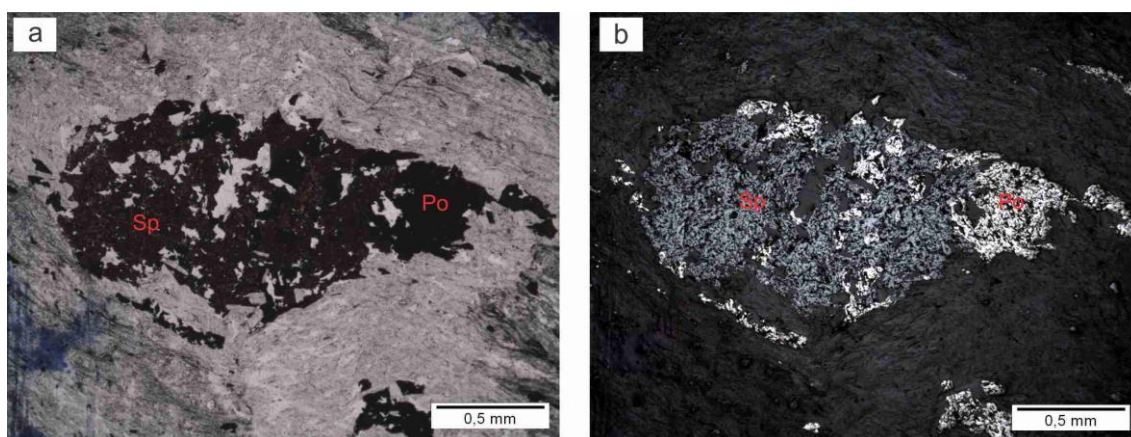


Figura 23. Fotomicrografia de sigmoide de esfalerita (Sp) com inclusões de pirrotita (Po) (Nicóis II / Luz refletida,) (Amostra PL10A).

O **ouro** não foi observado em amostras de mão e sua identificação inicial foi feita mediante difração de raios X, seguida pela descrição de lâmina delgada. Segundo dados químicos o ouro é classificado como ouro *electrum*. Apresenta-se disseminado na

formação ferrífera bandada associado à arsenopirita e de forma livre em veios de quartzo em paragênese com pirita, pirrotita e arsenopirita, são grãos de tamanho de 50 µm até 0,3 mm (Figura 24).

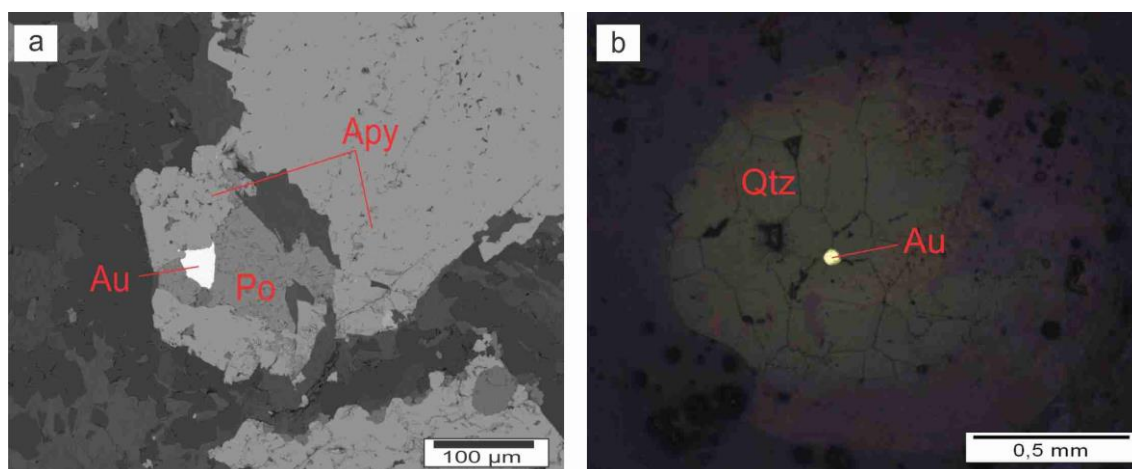


Figura 24. Fotomicrografia de lâminas delgadas polidas: a) ouro (Au) associado à arsenopirita (Apy) e pirrotita (Po) (microsonda eletrônica) (Amostra PL4A), b) Ouro (Au) livre em veios de quartzo (Luz refletida) (Amostra PL14D).

4.7 GEOLOGIA ESTRUTURAL

Na região de Santa Bárbara registra-se uma evolução estrutural complexa, devido a diferentes eventos tectono-metamórficos. Nas proximidades do depósito se encontram a Falha de Água quente, o Anticlinal de Conceição e o Sistema de falha Fundão-Cambotas.

As observações de campo, estudos petrográficos e o reconhecimento de feições microestruturais demonstraram que o depósito Pilar evoluiu em três eventos deformacionais sobrepostos, descritos a seguir.

4.7.1 ESTRUTURA PRIMARIA

4.7.1.1 ACAMAMENTO/BANDAMENTO S0

Corresponde a uma estrutura primária caracterizada pela estratificação de um acamamento associada a bandamento composicional de dimensões variáveis, definido por níveis quartzosos alternando sua granulometria (grossa-fina) com textura tipo mosaico.

4.7.2 EVENTO D1

A fase D₁ caracteriza-se pela ocorrência de metamorfismo que atingiu um pico metamórfico em fácies anfibolito. A principal estrutura é uma dobra do tipo isoclinal com flancos mergulhando para SE, que se estendem a escala macro e micro, sendo mais evidente seu registro na formação ferrífera bandada e nas metapelíticas, nas quais o

bandeamento composicional S_0 apresenta-se dobrado. Este dobramento gerou clivagem espaçada (S_{1+1}) evidenciado em minerais de clorita e sulfetos da foliação S_1 , com estruturas tipo *kink band* com cinemática sinistral e vergência para SE, com provável vetor de encurtamento na direção SE-NW.

4.7.2.1 FOLIAÇÃO S_1

Caracteriza-se como uma foliação metamórfica que define uma xistosidade de caráter penetrativo com orientação predominante N47E/54SE, subparalela ao bandamento composicional S_0 . Esta foliação é marcada por dobramento isoclinal da foliação S_0 . Assim a foliação S_1 é paralela à superfície axial deste dobramento fechado. Este plano de foliação contém lineação de estiramento dos minerais como biotita, clorita, talco, muscovita, quartzo, carbonato e sulfetos (Po e Py) (Figura 25), sendo as principais características a alteração de biotita para clorita. Nas dobras é comum encontrar cristais de carbonato sobre clorita deformada, minerais neoformados como muscovita orientada e estirados segundo S_1 .

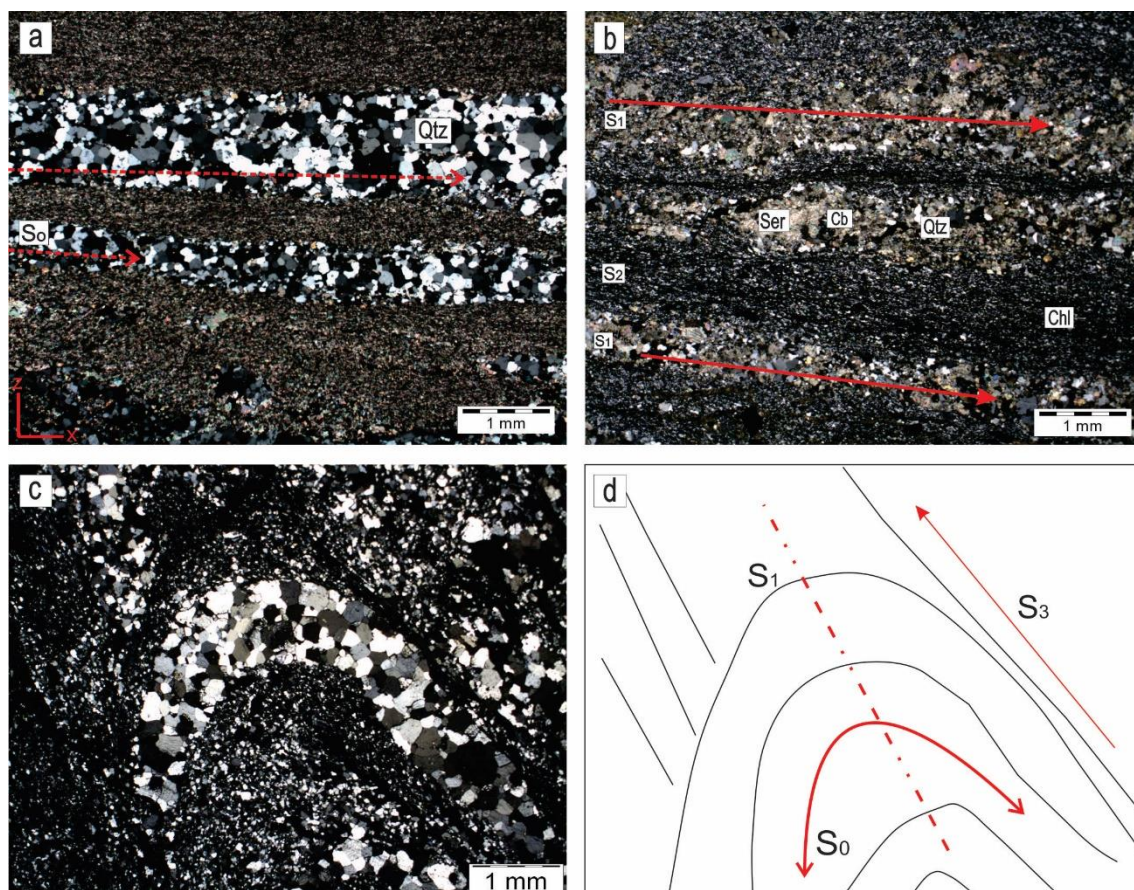


Figura 25. Fotomicrografia das principais feições estruturais. a) Aspecto geral da foliação S_0 composta por quartzo (Qtz) (nicóis X) (Amostra PL11A). b) Orientação de carbonatos (Cb) e quartzo (Qtz) em relação à foliação S_1 , e paralela à foliação S_2 composta principalmente de clorita (Chl) (nicóis X) (Amostra PL6A). c) dobramento de S_0 e foliação S_1 paralelo à superfície axial da dobra (nicóis X) (Amostra PL14C).

4.7.3 EVENTO D2

Na fase D₂ a deformação foi registrada em um ambiente dúctil-rúptil associada a ativação de uma zona de cisalhamento transcorrente com estruturas conjugadas sintéticas subparalelas. Esta zona de cisalhamento corresponde a uma estrutura regional, que no depósito apresenta trend geral N40°E-S40°W e mergulhos variáveis entre 24° e 50° para SE. Encontra-se relacionada a uma foliação milonítica S₃ subparalela a S₁ e S₀, contendo estruturas do tipo S-C e porfiroclastos de quartzo e carbonato com sombras de pressão mostrando rotação dextral.

4.7.3.1 FOLIAÇÃO S2

Esta foliação é descrita como clivagem de crenulação, associada à zona de cisalhamento conjugada à estrutura de cisalhamento que gerou a foliação S₃. Ocorre localmente plano axial ao dobramento isoclinal com bandamento composicional, apresenta uma trajetória ondulada com padrões anastomosados, paralelo à foliação S₁, resultante da rotação e/ou reorientação ou dobramento da foliação S₁, melhor registrada nas rochas metapelíticas. Os principais minerais associados à crenulação corresponde a agregados de carbonatos com texturas tipo *kinking*, quartzo e clorita, a qual não exhibe recristalização de minerais (Figura 26).

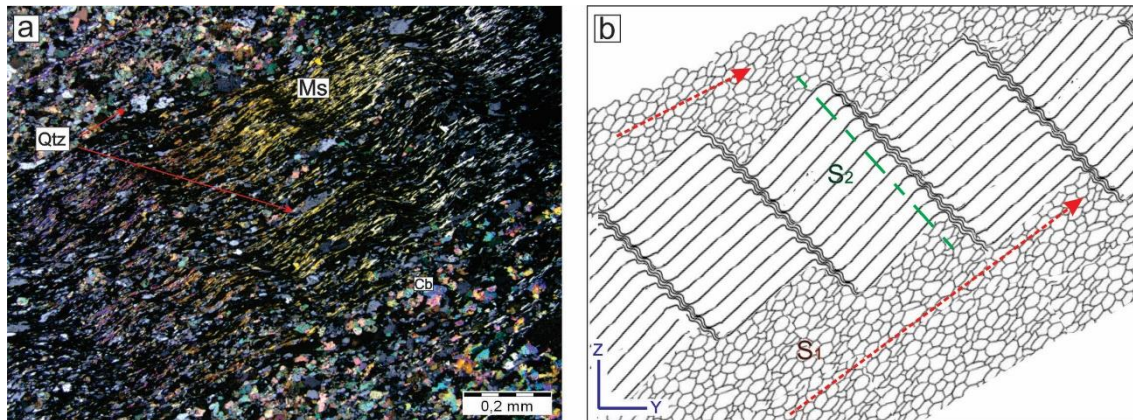


Figura 26. Principais feições estruturais. a e b) aspecto geral da foliação S1 composta por quartzo (Qtz) e carbonatos (Cb), representação gráfica da clivagem espaçada e clivagem de crenulação com reorientação de muscovita (Ms) (nicóis X) (Amostra PL1A).

4.7.3.2 FOLIAÇÃO S3

Corresponde a uma foliação milonítica com orientação N42E/44SE, subparalela a S₁ e S₀, contendo estruturas do tipo S-C. Esta foliação é restrita à ocorrência de zonas de cisalhamento, separadas por ribbons não deformados.

O principal mineral associado a esta foliação corresponde à clorita denominada como ripidolita, produto de alteração hidrotermal da biotita. Apresenta também quartzo,

carbonato e sulfetos, principalmente pirrotita nos xistos carbonosos onde esta foliação é ressaltada pela presença de matéria carbonosa (Figura 27a, b).

A clorita e os sulfetos relacionados a esta foliação apresentam maior conteúdo em Fe (Figura 22c, d). O quartzo nas rochas máficas apresenta desenvolvimento de ribbons. Como porfiroclastos, ocorrem quartzo e/ou carbonatos alongados e deformados, com sombras de pressão e faces limitadas por ripas de clorita. Nos xistos carbonosos é comum encontrar agregados de carbonato orientados e alongados. No BIF esta foliação é composta por cristais de estilpnomelano e clorita acicular.

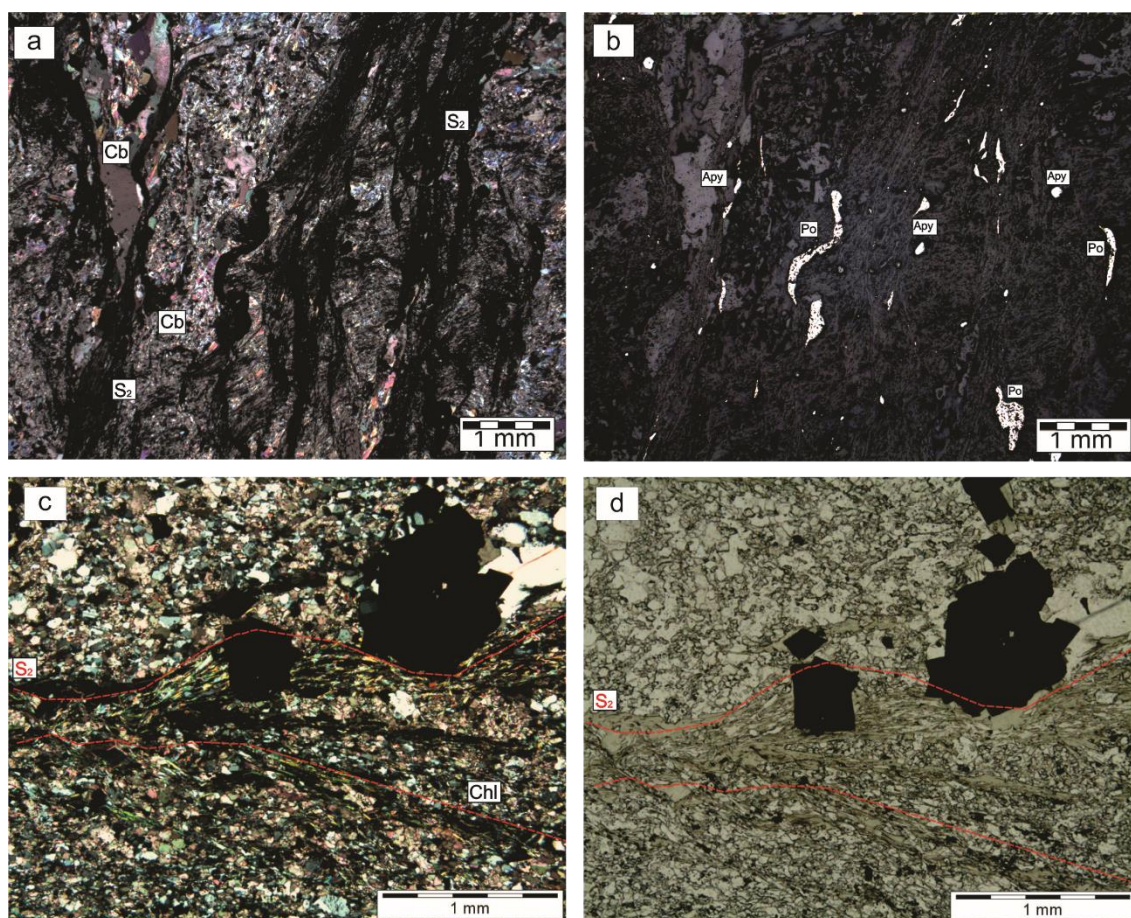


Figura 27. Fotomicrografias das principais características da foliação S₃. a e b) Talco xisto com clorita, talco e sulfetos (Nicóis X) (Amostra PL8D). c e d) Biotita e clorita segundo S₃. (Nicóis X/P) (Amostra PL1B).

4.7.4 EVENTO D₃

A fase D₃ é representada por falhamento que gerou fraturamento e posteriormente migração de um fluido tardio do qual precipitou quartzo leitoso maciço e carbonatos preenchendo estas fraturas. Este falhamento é definido como estruturas do tipo transpressivo orientado N33°E e mergulhos próximos de 50° no sentido SE, subparalela à zona de cisalhamento que cortam as rochas do depósito. Os elementos estruturais mais

representativos são espelhos de falhas, superfícies estriadas e brechamento localizado no BIF.

4.8 QUÍMICA MINERAL

Visando a caracterização das composições químicas das fases minerais hidrotermais dos diferentes litotipos presentes no depósito Pilar, foram feitas 280 análises de silicatos e 400 análises de sulfetos, distribuídos em 20 lâminas delgadas, com amostras representativas de zonas de alteração, as quais foram selecionadas a partir dos estudos petrográficos e minerográficos. Os resultados obtidos através da análise de microsonda eletrônica, são apresentados no Anexo C.

4.8.1 BIOTITA

A fórmula geral da composição química das biotitas é $X_2Y_4Z_6O_{20}(OH,F)_4$ em que X é K, Na ou Ca, Y é principalmente Al, Mg ou Fe^{3+} , mas também pode ser Mn, Cr, Ti, Li, e Z é Si e Al (DEER *et al.*, 1992). A normalização das análises foi feita em base de 22 oxigênios e realizaram-se 33 análises pontuais nas amostras PL14A, PL16A, PL6C e PL8D.

Segundo o diagrama Al^{IV} vs. $Mg/(Fe+Mg)$ de classificação de micas de Deer *et al.*, 1992 (Figura 28) a biotita hidrotermal foi classificada como annita, com valores de $Mg \approx 0,34$ apuf (átomos por unidade de formula) até 1,13 apuf, Fe de 0,28 até $Fe \approx 4,36$ apuf e $Al \approx 0,71$ apuf, Al de 0,71 até 1,48 apuf.

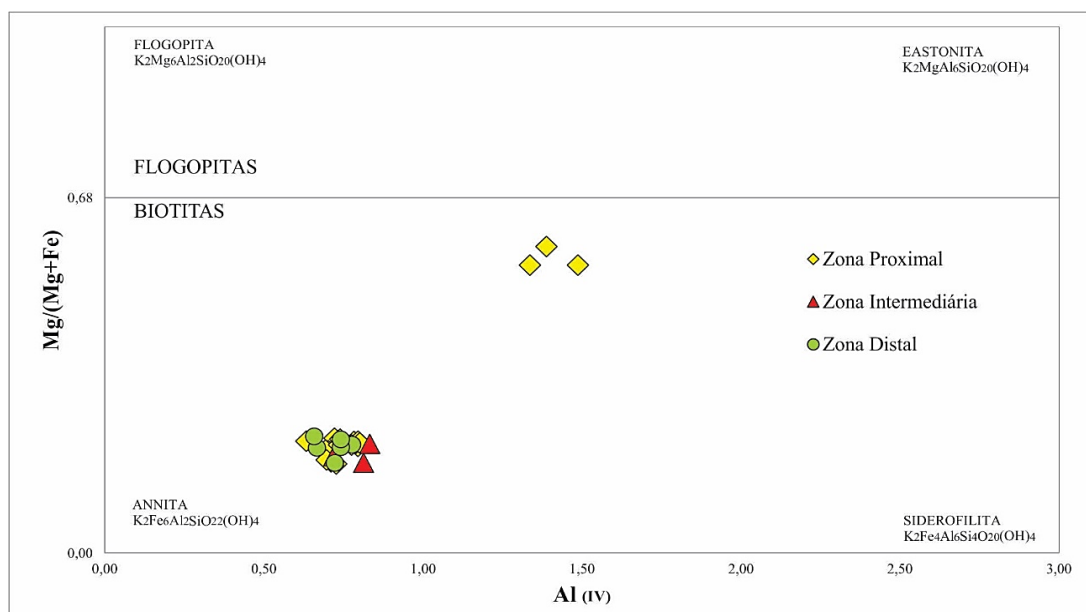


Figura 28. Diagrama de classificação da biotita (DEER *et al.*, 1992).

4.8.2 CLORITA

As cloritas são filossilicatos com um amplo intervalo de composições e apresentam fórmula geral que pode ser representada como $A_{4-6}Z_4O_{10}(OH)_8$, onde A= Al, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Li, Mg, Mn, Ni e Z= Al, Si, Fe^{+3} .

Obtiveram-se 88 resultados em clorita hidrotermal que ocorrem tanto isolados, quanto em veios, e também alguns cristais que ocorrem como produto da substituição da biotita, com cálculos feitos em base a 28 oxigênios. Identificam-se como cloritas do Tipo I (ZANE & WEISS, 1998) (Figura 29) com Al^{IV} de 0,89 até 2,83 *apuf* (átomos por unidade de fórmula), e razão de $Fe/(Fe+Mg)=0,63$ *apuf*.

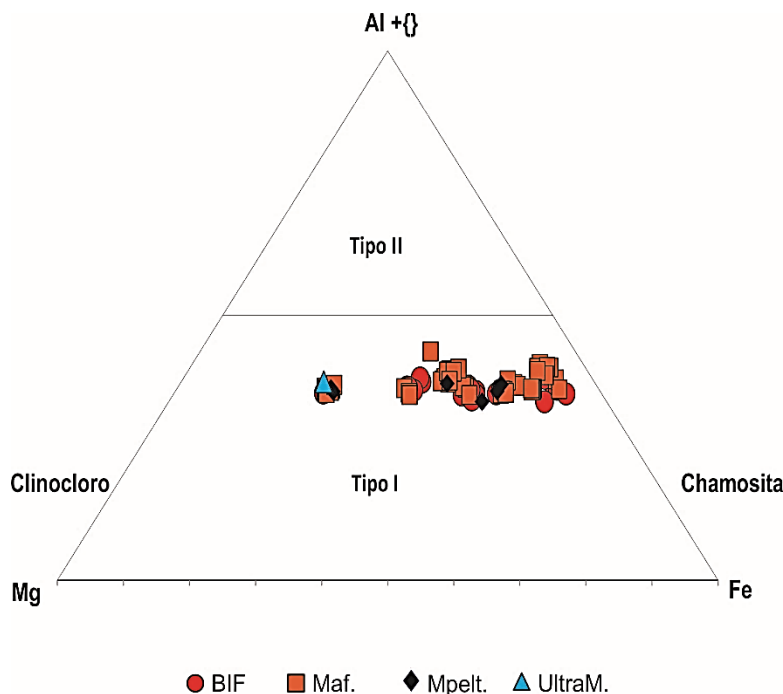


Figura 29. Diagrama de classificação triangular segundo Zane & Weiss (1998), representação composicional das cloritas tipo I e tipo II, Cloritas tipo I principalmente Mg- cloritas e Fe - cloritas dependendo do cátion dominante. Cloritas tipo II principalmente AL - cloritas.

A classificação, segundo o diagrama $Fe/(Fe+Mg)$ vs Si (HEY, 1954) (Figura 30) correspondem a ripidolita, onde a composição química da clorita apresenta maior conteúdo de Fe para as zonas de alteração mais distais.

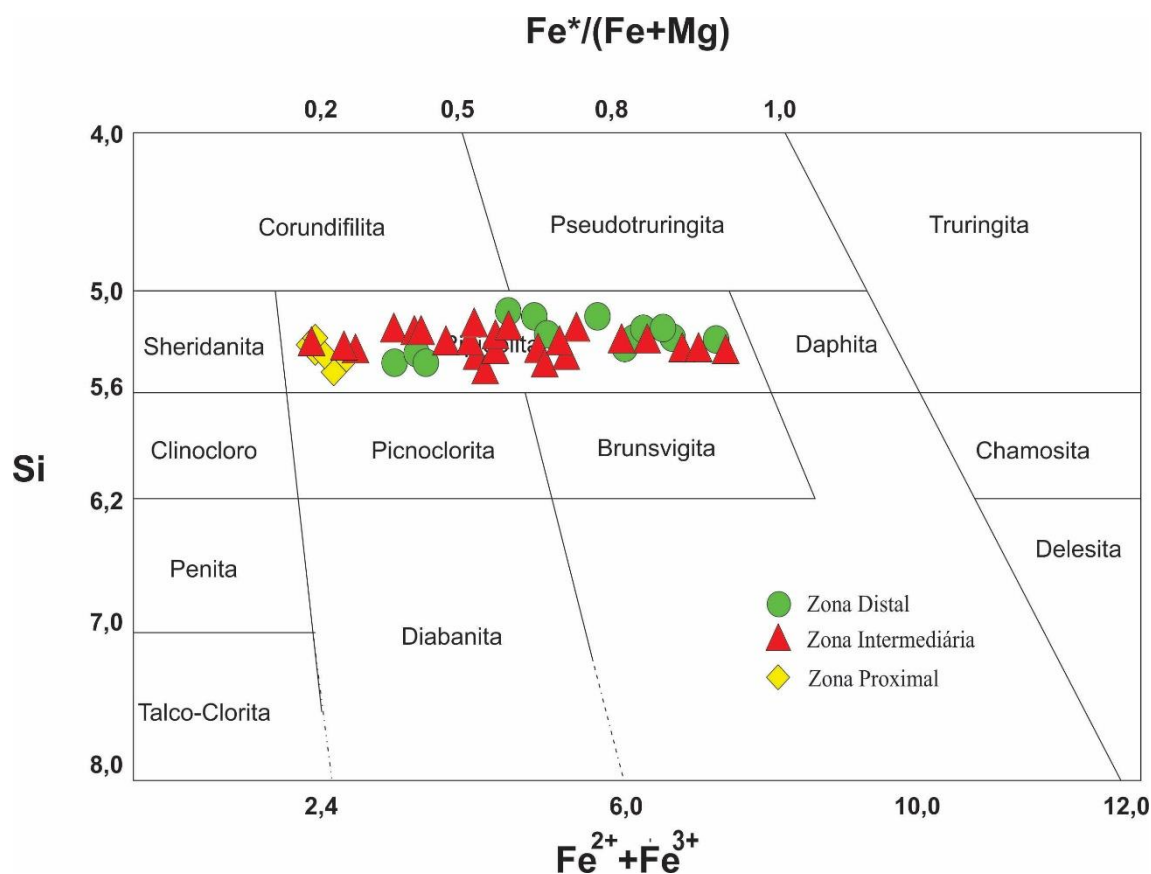


Figura 30. Diagrama de Classificação das cloritas, segundo Hey (1954).

4.8.3 CARBONATOS

Para os carbonatos foram realizadas 93 análises (amostras PL1A, PL5C, PL6C, PL7B, PL8D, PL9A, PL10A1, PL15B, PL17D), onde foi possível distinguir um grupo predominante, representado pela dolomita, e a anquerita, com composição intermediária entre CaCO_3 e MgCO_3 , e proporção $\text{Ca}:\text{Mg}=1:1$.

Os cálculos para as fórmulas estruturais foram realizados em base a seis oxigênios e visualizados no diagrama de sistema $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3\text{-FeCO}_3$ segundo Anovitz (*et al.*, 1986) (Figura 31). As dolomitas apresentam valores de $\text{Ca} \approx 1,18$ apuf (átomos por unidade de fórmula), $\text{Mg} \approx 1,01$ apuf e com pequenas quantidades de $\text{Fe}^{2+} \approx 0,25$ apuf, para a anquerita, Ca de 0,02 até 0,4 apuf, Fe^{2+} de 1,9 até 2,0 apuf e a siderita com $\text{Fe}^{2+}=1,90$ apuf, $\text{Mn}= 0,02$ apuf e $\text{Mg}=0,40$ apuf.

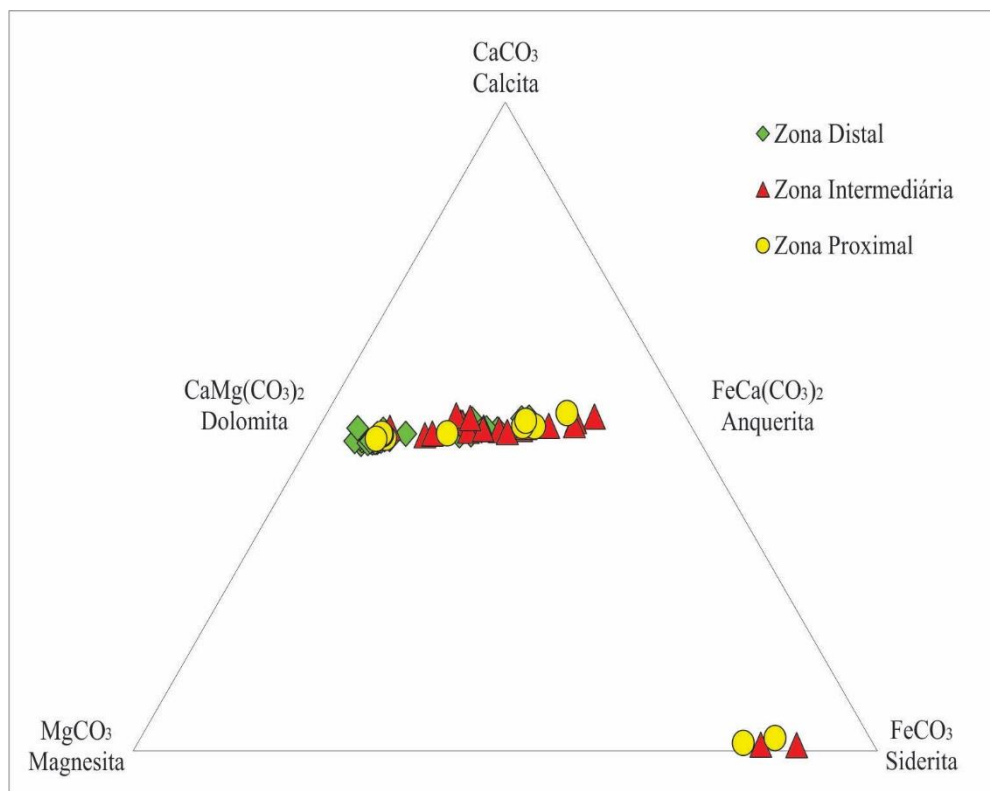


Figura 31. Distribuição de carbonatos CaO-MgO-FeO-CO₂ (ANOVITZ *et al.*, 1986)

4.8.4 ALBITA

Os feldspatos são tectossilicatos com uma fórmula geral XZ_4O_8 . O cátion X é constituído essencialmente por Na, K, Rb ou por Ca, Ba, Sr, e o radical Z_4O_8 depende da relação Al:Si (1:1). Esses minerais encontram-se divididos em: NaAlSi₃O₈ (Albita), KAlSi₃O₈ (K-feldspato), CaAl₂Si₂O₈ (Anortita), sendo composições denominadas, respectivamente, como feldspatos de sódio, de potássio e de cálcio (DEER *et al.*, 1992).

A albita foi caracterizada a partir de 36 análises (amostras PL1A, PL6, PL6A1), distribuídas em 26 análises pontuais em cada cristal, e 10 pontos em três cristais. O cálculo das fórmulas estruturais para a albita foi realizado em base a 32 oxigênios, com Si $\approx 23,95$ *apuf* (átomos por unidade de fórmula), Al $\approx 5,97$ *apuf*, Na $\approx 2,02$ *apuf*, Ca $\approx 0,01$ *apuf* e quantidades menores de K, cujos cristais não possuem zonação. Fica evidente na (Figura 32) expresso em porcentagens moleculares, que os plagioclásios identificados anteriormente na petrografia, com maclas características, correspondem a albita com fórmula estrutural; Na_(1,016)(Si_(3,004)Al_(0,984))O₍₈₎.

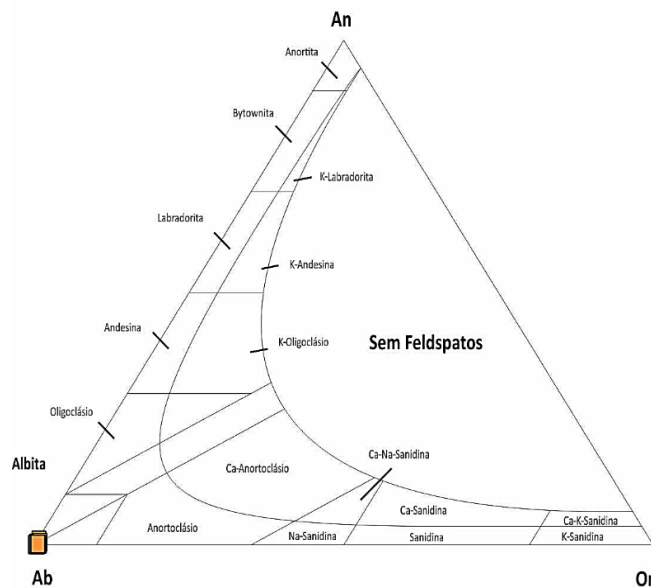


Figura 32. Diagrama composicional de classificação dos feldspatos segundo Deer *et al.*, (1992).

4.8.5 SULFETOS

Os sulfetos são minerais que originam-se pela combinação do S, As, Se e Te, com metais (KLEIN *et al.*, 2008). Foram feitas 400 análises distribuídas para todos os litotipos. Os elementos analisados foram: S, As, Fe, Zn, Ga, Se, Pb, Bi, Cd, Co, Cu, Ni, Mo, Au, Ag, e os valores são dados em % peso. Foram identificados arsenopirita, pirita, pirrotita, esfalerita, galena, pentlandita e calcopirita (Equação 1), sendo os mais abundantes a arsenopirita e a pirrotita. Os sulfetos foram representados no diagrama de composição de Clark (1960) (Figura 33).

Equação 1. Formula estrutural dos sulfetos

ARSENOPIRITA	Grupo 1	$\text{Fe}_{(1,234)} \text{As}_{(1,22)} \text{S}_{(1,272)}$
		$\text{Fe}_{(1,140)} \text{As}_{(1,238)} \text{S}_{(1,192)}$
	Grupo 2	$\text{Fe}_{(1,242)} \text{As}_{(1,182)} \text{S}_{(1,324)}$
		$\text{Fe}_{(1,248)} \text{As}_{(1,142)} \text{S}_{(1,352)}$
CALCOPIRITA		$\text{Cu}_{(1,054)} \text{Fe}_{(1,0,54)} \text{S}_{(2,086)}$
PIRITA		$\text{Fe}_{(0,816)} \text{S}_{(1,640)}$
PIRROTITA		$\text{Fe}_{(1,059)} \text{S}_{(1,214)}$
ESFALERITA		$(\text{Zn}_{(0,701)} \text{Fe}_{(0,107)}) \text{S}_{(0,991)}$
GALENA		$\text{Pb}_{(0,816)} \text{S}_{(0,790)}$

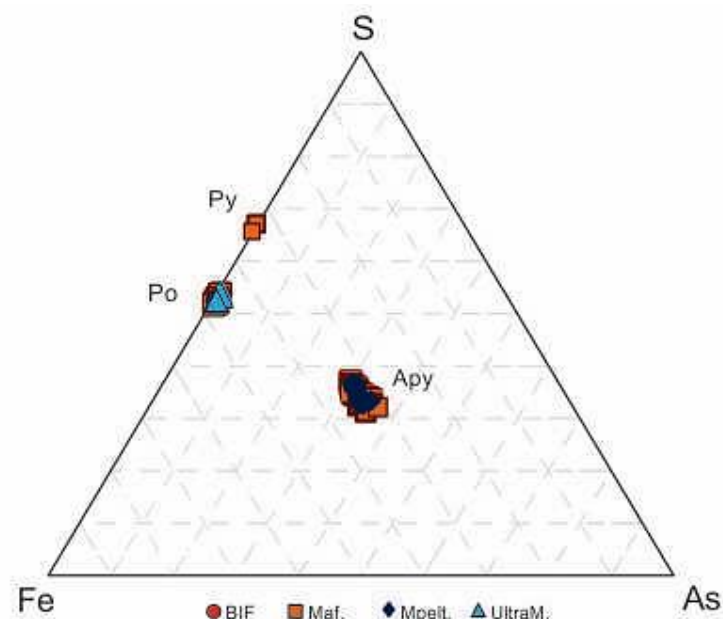


Figura 33. Diagrama de classificação dos sulfetos (Clark, 1960). Arsenopirita (Apy), pirrotita (Po), pirita (Py).

A composição química geral da arsenopirita, com fórmula FeAsS , oscila entre Fe 32,25% até 35,49 %, As 43,50% até 46,05%, S 18,79% até 22,69% em peso. A Figura 34 apresenta a relação dos principais elementos, o que permitiu identificar os principais tipos de substituições. Neste diagrama ocorrem dois grupos, o primeiro está relacionado à arsenopiritas em paragênese com outros sulfetos, geralmente pirrotitas e piritas, e o segundo grupo é constituído de cristais de arsenopiritas isolados, bem formados, sendo estes os que apresentam os melhores coeficientes de correlação. Foram calculados os coeficientes de correlação para os seguintes elementos S-As ($r=-0,49, r=-0,78$), S-Fe ($r=0,44, r=0,43$), As-Fe ($r=-0,05, r=-0,50$), As-Au ($r=0,679, r=0,003$), S-Au ($r=-0,60, r=-0,15$) e Fe-Au ($r=0,163, r=0,0308$). O coeficiente de correlação $r=-0,78$ para S-As sugere leve substituição entre os sítios catiônicos ocupados por S. Para As e Au ($r=0,06$), e Fe e Au ($r=0,06$), não ocorre dependência, nem substituição, entre estes elementos. O mapa composicional mostra que a arsenopirita não possui variação núcleo-borda (Figura 35). Os principais elementos traços correspondem a Ni, Co, Cd e Pb.

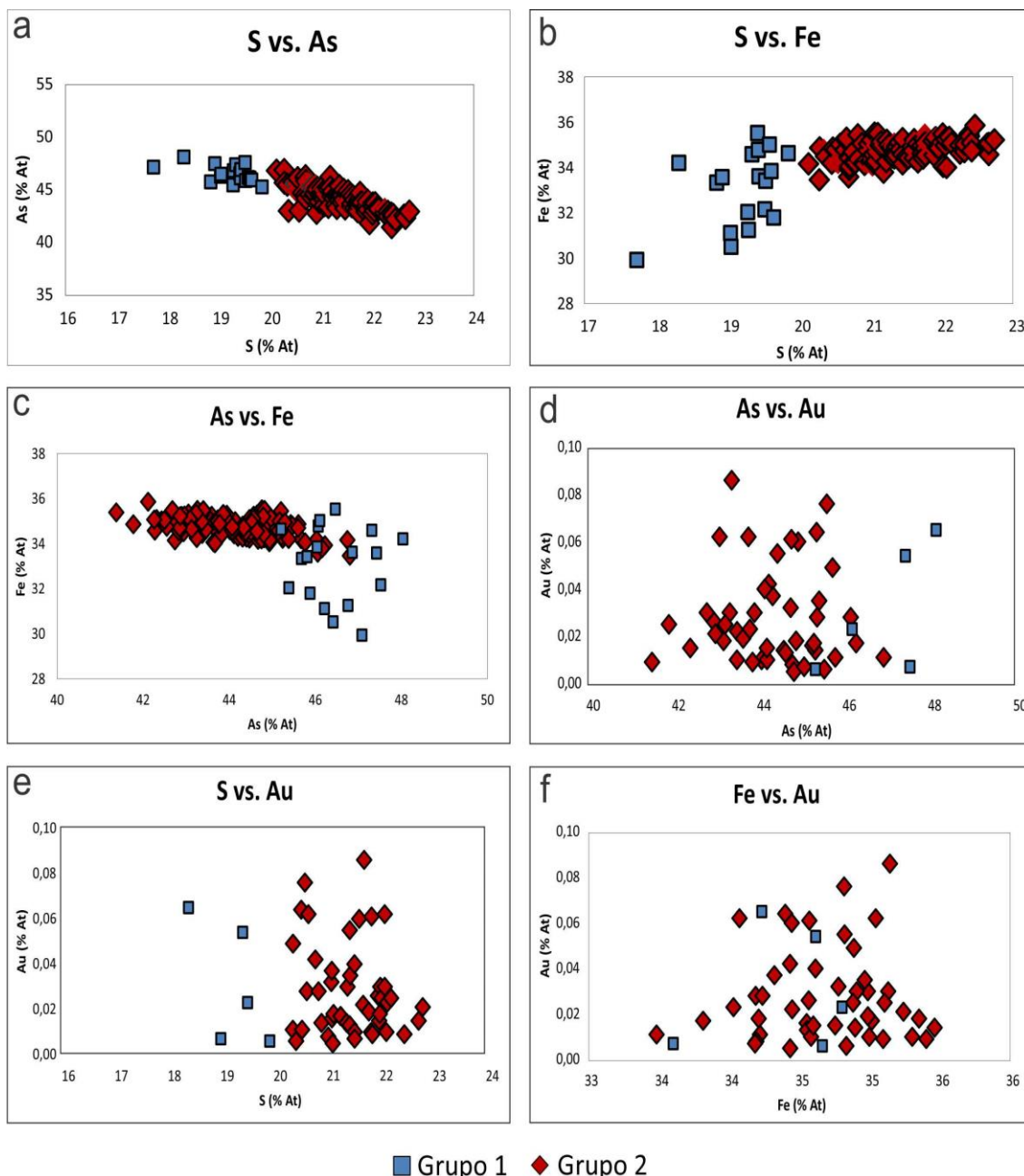


Figura 34. Diagramas de correlação entre elementos em cristais de arsenopirita representando as principais substituições (% em peso). A) correlação negativa entre S-As. B) correlação positiva entre S-Fe. C) correlação negativa entre As-Fe d) correlação positiva entre As-Au e) correlação negativa entre S-Au f) correlação positiva entre Fe-Au.

A pirrotita (Fe_{1-x}S) possui X variando entre 0 e 0,08 e conteúdo em Fe $\approx 59,14\%$ e S $\approx 38,93\%$ com pequenas quantidades de Ni entre 0,02 % até 0,65%, Co entre 0,03% até 0,11% em peso. Os valores da média para Au e Ag são menores que 0,01%. A presença de inclusões de pentlandita, explicariam a presença de Ni na estrutura da pirrotita.

A calcopirita foi distribuída em 42 análises (CuFeS_2), com Cu 33,47%, Fe $\approx 29,42\%$, S $\approx 33,44\%$, e coeficiente de correlação $r=0.92$. Apresentando elementos traços Pb, Zn.

A pirita (FeS_2) apresenta percentagens em peso de $\text{Fe} \approx 45,55\%$ e $\text{S} \approx 52,64\%$ para quatro cristais, com elementos traços Pb e Cd.

A galena encontra-se como inclusões principalmente nas pirrotitas. Esta análise corresponde a galena com composição Pb 84,11%; S 12,58% e Ag de 0,70%. Outro mineral associado com a pirrotita corresponde a esfalerita ZnS , Zn 57,88% até 62,57%, S 30,92% até 32,66% e contém $\text{Fe} \approx 5,96\%$. Galena e esfalerita ocorrem em veios hidrotermais e depósitos de substituição associados com pirrotita, pirita e magnetita.

O ouro foi analisado em três lâminas, correspondente a ouro livre e a veios de quartzo com iguais valores e relacionado a Ag, $\text{Au} = 83,96\%$ e $\text{Ag} = 11,90\%$, o que classifica o ouro como *electrum*.

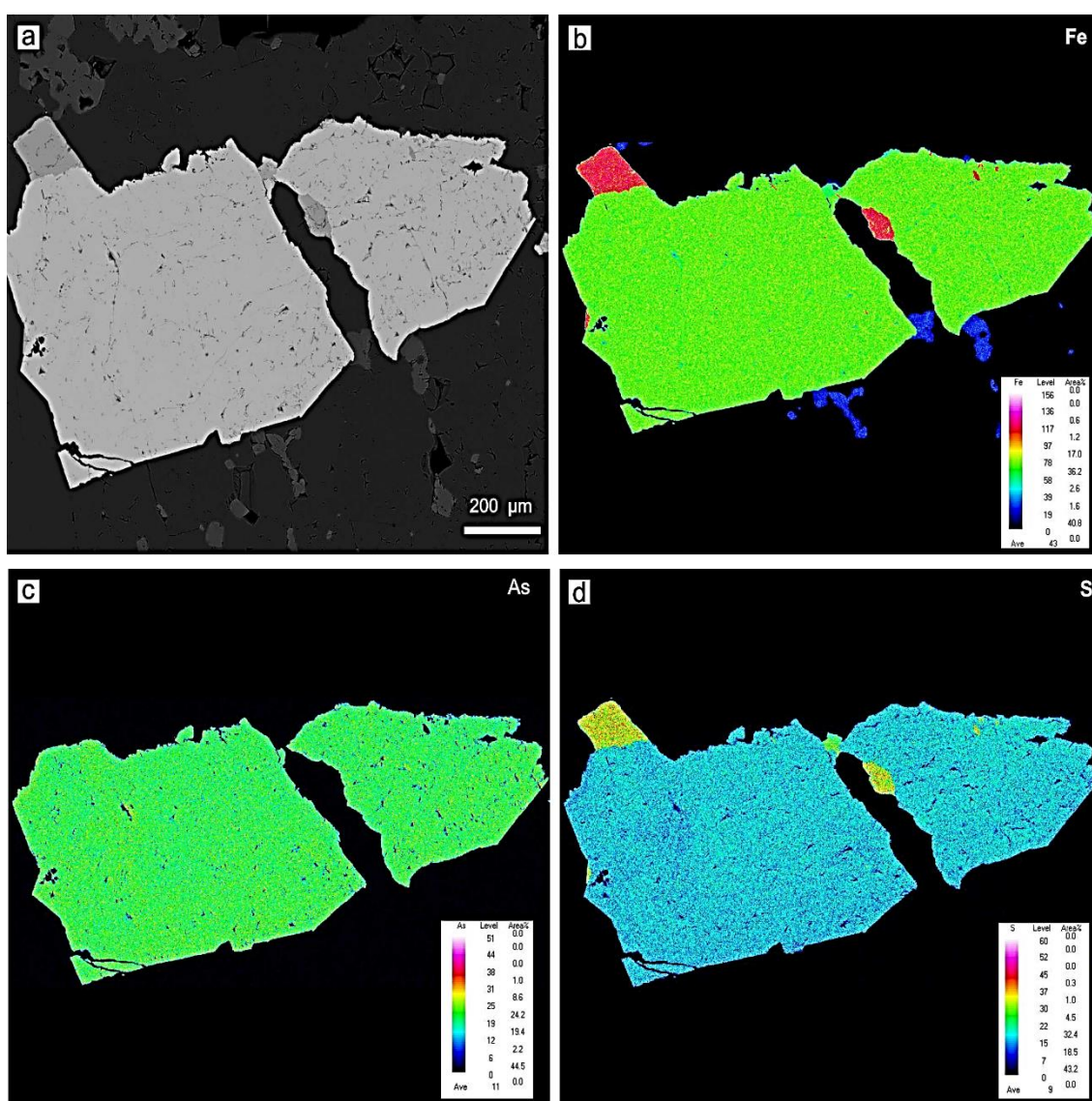


Figura 35. Mapa composicional para a arsenopirita (Apy). a) Microfotografia cristal de Apy. b), c), e d) Mapas composicionais para elemento Fe, As e S, respectivamente. (Amostra PL4A)

4.8.6 ÓXIDOS

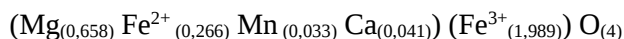
Foram realizadas 15 análises de óxidos, todos classificados como óxidos de ferro, observados como minerais acessórios na descrição petrográfica. Estes são representados por ilmenita, e as 14 análises restantes como pertencentes ao grupo dos espinélios, na série da magnetita (Fe^{3+}) e série do espinélio (Al). Todos classificados em base a 32 oxigênios segundo Deer *et al.*, (1992).

A fórmula geral estrutural para o grupo do espinélio é AB_2O_4 , sendo A=Mg e B entre Al, e Fe. O oxigênio forma uma rede cúbica de faces centradas, deixando 32 espaços octaédricos e 64 tetraédricos, os octaédricos estão ocupados por Fe^{2+} e Fe^{3+} , e os tetraédricos por Fe^{3+} (Equação 2),

As percentagens de $\text{FeO} > 46,48\%$ em peso, $3,57 < \text{MgO} < 13,47\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 < 2,4 \%$, $0,02 < \text{MnO} < 1,146 \%$ na Figura 36, representam a variação de MgO e FeO das magnetitas, desde magnetitas ricas em Mg denominadas magnesioferrita até magnetita.

Equação 2. Fórmula estrutural dos Piroxênios

MAGNESIOFERRITA



MAGNETITA

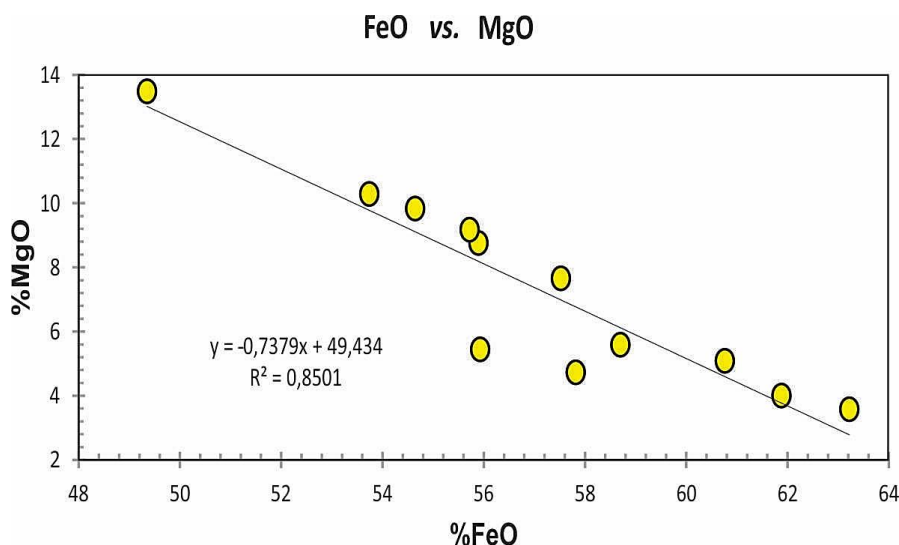
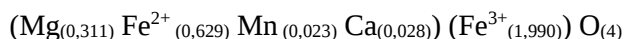


Figura 36. Diagrama de correlação nas magnetitas para o vector de substituição Fe-Mg e coeficiente $r = -0,83$.

5 GEOTERMOMETRÍA

5.1 SULFETOS

Para o cálculo da temperatura da paragéneses principal dos sulfetos, foi implementado o geotermômetro da arsenopirita de Kretschmar & Scott (1976), que propõem um diagrama de concentração atômica de As vs temperatura. Este geotermômetro permite determinar a formação da mesma, considerando que; a) a arsenopirita deve estar em equilíbrio com outras associações de sulfetos, b) a concentração de elementos como o Co, Sb e Ni deve ser inferior a 1wt %, e c) a arsenopirita deve se formar a temperaturas superiores a 300°C.

Os valores de % at de As nos cristais de arsenopirita correspondem à paragéneses com pirrotita+pirita±ouro e variam de 31,026 a 32,799 at. %. De acordo com o diagrama de Kretschmar & Scott (1976) (Figura 37), estes valores indicam que a temperatura de formação da arsenopirita encontra-se no intervalo de 363 até 471°C. Comparado com o termômetro de Clark (1960) esta paragéneses pode alcançar um máximo de estabilidade em temperaturas de 491°C.

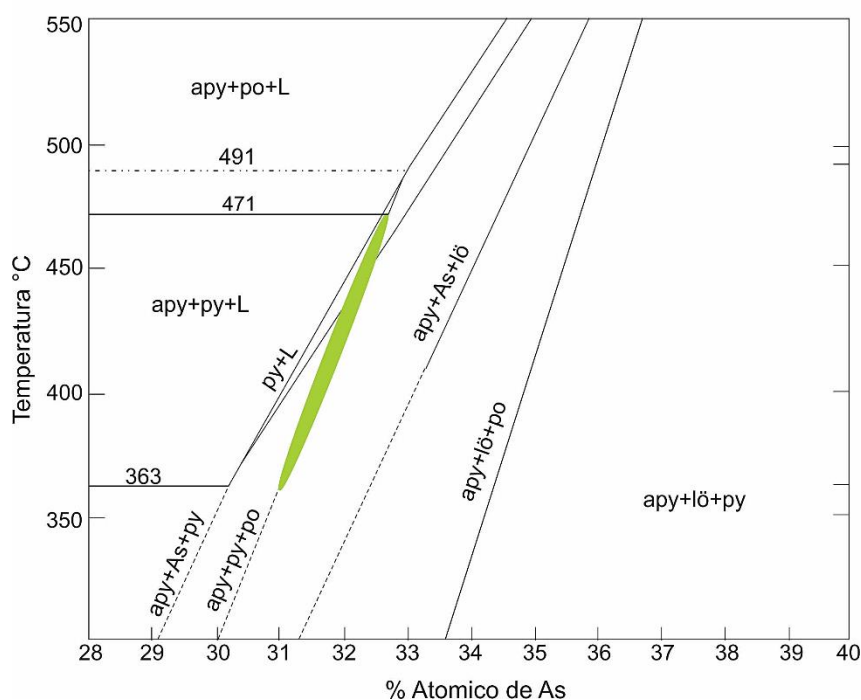


Figura 37 Concentração atômica de As aplicado como geotermômetro no diagrama de Kretschmar e Scott (1976) para arsenopirita com pirita e pirrotita.

6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL

A alteração hidrotermal do depósito Pilar está relacionado a fluídos com H_2O , SiO_2 , Fe, S e As, que ascenderam por condutos gerados em regime de deformação dúctil-rúptil em uma zona de cisalhamento. A presença destes elementos no fluído proporcionam a hidratação de minerais e altos conteúdos em Fe, principalmente na clorita e carbonatos. Estes fluídos geraram halos de alteração hidrotermal distais, intermediários e proximais ao corpo mineralizado e aos veios de quartzo+carbonato.

A denominação das diferentes zonas de alteração hidrotermal foram comparadas com relação àquelas propostas por Passos (1999) e Silva (2007). As reações sugeridas foram observadas na petrografia e conferidas com os resultados da química mineral, seguindo as indicadas por vários autores em outros trabalhos e que foram descritas por Silva (2007). As zonas de alteração para cada litotipo são descritas a seguir.

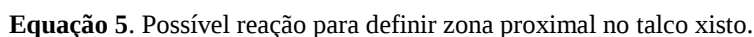
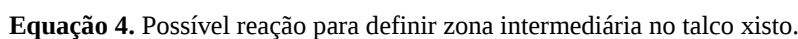
6.1.1 ROCHAS META-ULTRAMÁFICAS

De modo geral a alteração hidrotermal nas rochas metaultramáficas é caracterizada pela variação de Mg em talco, carbonatos (dolomita) e clorita, o qual define a intensidade nas zonas de alteração. Esta variação é representada na Tabela 1.

Tabela 1 Distribuição das paragêneses minerais das rochas metaultramáficas com relação à zona mineralizada.

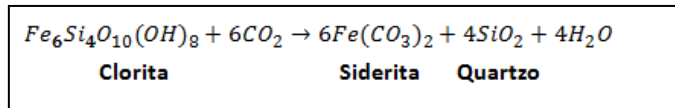
PARAGÊNESES	ZONA DE ALTERAÇÃO DISTAL	ZONA DE ALTERAÇÃO INTERMEDIÁRIA	ZONA DE ALTERAÇÃO PROXIMAL
Minerais	Zona de Cloritização	Zona de Carbonatação	Zona da Sericitização
Quartzo			
Clorita			
Talco			
Carbonato			
Albita			
Muscovita			
Arsenopirita			
Pirrotita			
Pirita			

Equação 3. Principal paragênese no talco xisto.

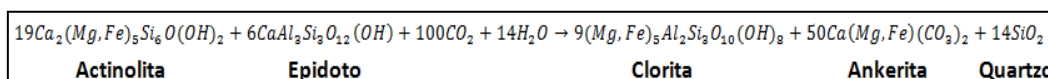


As principais paragêneses nas rochas metamáficas pode ser definida nas seguintes reações:

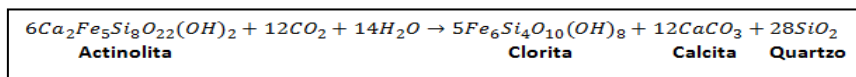
Equação 6 . Principais paragêneses nas rochas metamáficas definida segundo Silva (2007, *apud* McCuaig *et al.*, 1998)



Equação 7 Paragênese nas rochas metamáficas definida segundo Silva (2007 *apud* McCUAIG *et al.*, 1998), embora na descrição petrografia não foi observada a actinolita.

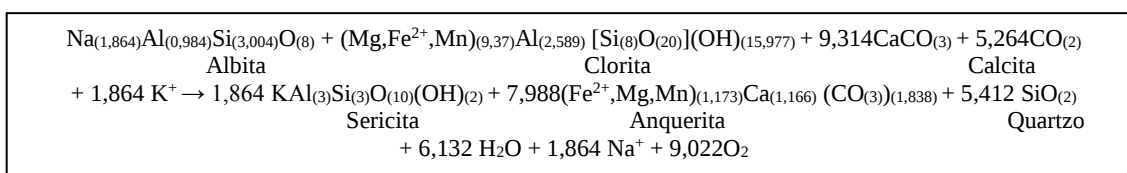


Equação 8 Reação para definir a paragênese nas rochas metamáficas com actinolita foi sugerida por Silva (2007 *apud* PHILLIPS, 1986).

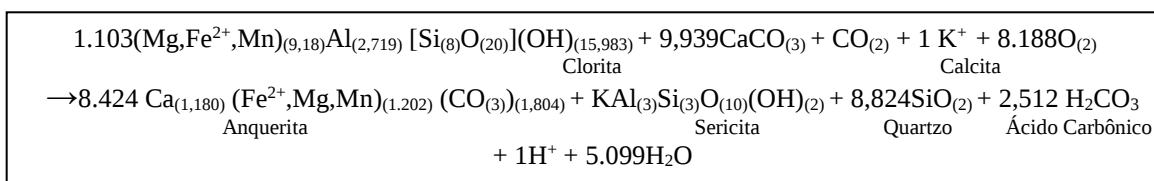


Na zona distal predomina a clorita, albita e carbonatos como acessórios, o que pode sugerir um enriquecimento de ferro na clorita como produto da alteração destes. Na zona intermediária ocorre a presença de albita e carbonato (anquerita), enquanto na zona proximal os minerais apresentam maior conteúdo em ferro, sericita como produto de alteração da clorita, e carbonato.

Equação 9 possível reação para definir zona intermediária nas rochas máfica:



Equação 10 possível reação para definir zona proximal nas rochas máficas:



6.1.3 ROCHAS METAPELÍTICAS

A alteração hidrotermal nas rochas metapelíticas, caracteriza-se pela presença de matéria carbonácea e de sericita associada à clorita. A paragêneses mineral é representada na Tabela 3.

Tabela 3 Distribuição das paragêneses minerais das rochas metapelíticas com relação à zona mineralizada.

PARAGÊNESES	ZONA DE ALTERAÇÃO DISTAL	ZONA DE ALTERAÇÃO INTERMEDIÁRIA	ZONA DE ALTERAÇÃO PROXIMAL
Minerais	Zona de Cloritização	Zona de Carbonatação	Zona da Sericitização
Quartzo			
Clorita			
Carbonato			
Matéria Carbonácea			
Sericita			
Biotita			
Muscovita			
Pirita			
Pirrotita			
Arsenopirita			

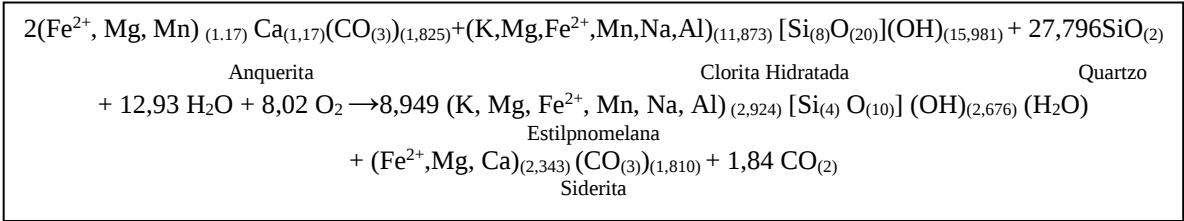
6.1.4 FORMAÇÃO FERRÍFERA BANDADA

A alteração hidrotermal na formação ferrífera bandada apresenta assembléias distintas dos outros litotipos, e zonas com maior intensidade, principalmente pela presença de cristais de estilpnomelano. As associações minerais, encontram-se representadas na Tabela 4.

Tabela 4. Distribuição das paragêneses minerais no BIF com relação à zona mineralizada.

PARAGÊNESES	ZONA DE ALTERAÇÃO DISTAL	ZONA DE ALTERAÇÃO INTERMEDIÁRIA	ZONA DE ALTERAÇÃO PROXIMAL
Minerais	Zona de Cloritização	Zona de Carbonatação	Zona da Sericitização
Quartzo			
Clorita			
Carbonato			
Sericita			
Estilpnomelana			
Magnetita			
Esfalerita			
Calcopirita			
Arsenopirita			
Pirrotita			
Pirita			
Ouro			

Equação 11 principal paragênese no BIF pode ser definida segunda na seguinte reação:



A zona de alteração intermediária é a mais intensa, representada pela zona de carbonatação. Entre as zonas de carbonatação e sericitização ocorre a maior quantidade de estilpnomelano. Alguns autores, como Passos (1999), estabelece ao estilpnomelano como uma zona de alteração independente das outras e exclusiva para a formação ferrífera bandada.

6.2 QUÍMICA MINERAL

As análises na microsonda foram realizadas em albita, carbonato, clorita, biotita, óxidos e sulfetos. Os carbonatos variam desde dolomitas até anquerita, e siderita para o BIF. As fórmulas estruturais para a dolomita $(\text{Ca}_{(1,180-190)} (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_{(1,202-1,286)} (\text{CO}_3)_{(1,762-1,804)})$, anquerita $((\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn})_{(1,147-1,192)} \text{Ca}_{(1,166-1,197)} (\text{CO}_3)_{(1,799-1,838)})$, e siderita $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Ca})_{(2,343)} (\text{CO}_3)_{(1,810)}$.

A biotita pertence ao membro annita, com variações de conteúdo em Fe, e fórmula estrutural $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_{(0,745-1,706)} (\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_{(0,717-5,273)} (\text{Al}^{6+}, \text{Ti}, \text{Mn})_{(0,467-3,367)} [(\text{Si}_{(6,615-7,280)} \text{Al}^{4+}_{(0,719-1,384)} \text{O}_{(20)})](\text{OH})_{(4)}$. Segundo o diagrama de Nachit *et al.*, (2005) (Figura 38), as biotitas são classificadas como biotitas secundárias e primárias reequilibradas, podendo ser interpretadas como resultantes de alteração hidrotermal, associada com a circulação de fluidos hidrotermais pós-metamórficos.

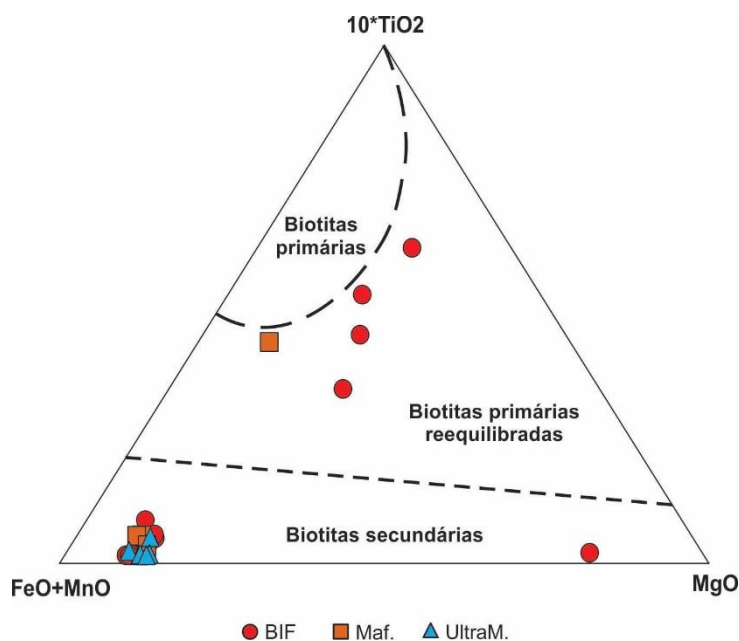


Figura 38. Diagrama ternário com 10TiO₂-FeO+MnO-MgO segundo Nachit *et al.*, (2005), mostrando a composição das biotitas analisadas.

A clorita corresponde a ripidolita no diagrama de Hey (1954), com variação na relação Fe/(Fe+Mg). A substituição Mg-Fe ocorre em amplo intervalo de variações no diagrama de Zane & Weiss (1998) e encontra-se expressado por uma combinação dos

membros extremos na série binária: clinocloro: $(\text{Al,K,Fe}^{2+},\text{Mg,Na,Ca,Mn})_{(9,515)} [(\text{Si}_{(9,162)})\text{O}_{(20)}](\text{OH})_{(15,971)}$ e chamositas $(\text{Al,Mg,Fe}^{2+},\text{Mn})_{(11,890-11-970)} [(\text{Si,Al})_{(8)}\text{O}_{(20)}](\text{OH})_{(15,977-15,983)}$.

O principal óxido, corresponde à magnetita com variação no conteúdo de Mg, denominada de mágnioferrita com fórmula estrutural $(\text{Mg,Fe}^{2+},\text{Mn,Ca})_{(0,998)} \text{Fe}^{3+}_{(1,989)}\text{O}_{(4)}$.

Os sulfetos analisados correspondem a pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, galena, esfalerita e pentlandita, resultante da sulfetação da formação ferrifera. As análises da química mineral obtidas para a arsenopirita comprovaram a ocorrência de ouro livre descrito em paragenese com pirrotita, pirita e arsenopirita, e de ouro invisível na estrutura da arsenopirita, para este grupo as correlações entre S vs Fe e As vs S, sugerem que o As substituiu Fe e S na estrutura cristalina da arsenopirita, e evidenciou a existência de dois grupos de arsenopiritas, o que pode ser interpretado como duas fases de percolação de fluidos. Também o comportamento destas correlações pode indicar que a composição do fluido não foi heterogeneo, e sim atribuído principalmente à interação do fluido-rocha encaixante, e confirmado nos mapas composicionais obtidos em cristais euhedrais de arsenopirita que não evidenciam zoneamento, indicando a homogeneidade na distribuição dos elementos. Embora que estes dois grupos de arsenopiritas não apresentem coeficiente de correlação Au vs As negativo alto, sempre contêm As, o que sugere que estavam presentes no fluido hidrotermal.

O comportamento dos elementos corresponde principalmente ao tipo de rocha encaixante, mas sempre mantendo uma relação com a distância dos corpos mineralizados, primeiro descrito na ocorrência da alteração hidrotermal, e confirmado nos diagramas de correlação para o vetor de substituição Fe^{2+} -Mg, com coeficiente negativo forte, sugerindo substituição entre estes elementos na estrutura dos minerais, sendo que, quanto maior a distância da zona mineralizada, menor é a razão $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$.

Os resultados petrográficos e de química mineral, sugerem que o fluido hidrotermal pós-metamórfico afetou a biotita e permitiu a formação de minerais hidratados e outros minerais com Mg e Fe, que variam de acordo com os litotipos. Os maiores conteúdos de Mg e Fe encontram-se nas rochas metamáficas-ultramáficas e BIF's, respectivamente.

7 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o depósito Pilar apresenta características similares com os depósitos do tipo ouro orogênico de idade Arqueana, inseridos no Quadrilátero Ferrífero. Os aspectos mais importantes para o depósito são os seguintes (figura 39);

1. A geologia do depósito é associada às sequências basais do Supergrupo Rio das Velhas e metamorfasadas em fácies anfibolito médio a baixo ($600\pm 50^{\circ}\text{C}$). Estratigraficamente distribuídas da base para o topo em talco xisto e carbonato–albita-clorita-quartzo xisto pertencente ao Grupo Quebra Osso, e quartzo-clorita xisto, xisto carbonoso e formação ferrífera bandada do Grupo Nova Lima, com uma associação de litofácies metavulcânicas máficas-ultramáficas e metassedimentar clástica-química.

2. O depósito encontra-se encaixado em uma dobra de tipo isoclinal com flanco invertido, limitada por uma zona de cisalhamento com atitude 27°NE e mergulhos entre 24° e 50° para SE e falhamento inverso. A mineralização ocorre disseminada na formação ferrífera bandada e nos veios de quartzo+carbonato como ouro livre, disposto na zona de charneira do dobramento e associado à zona de cisalhamento.

3. Estas rochas foram afetadas por processos tectonometamórficos associados a três possíveis fases deformacionais; i) D_1 caracterizado por dobras do tipo isoclinais, com desenvolvimento da foliação S_1 , ii) D_2 que gerou deformação por zonas de cisalhamento com crenulação (S_2) da foliação S_1 e foliação milonítica S_3 , interação de fluidos hidrotermais com as rochas hospedeiras, deposição do minério e veios de quartzo+carbonato, iii) D_3 associado a um sistema de falhamento paralelo à zona de cisalhamento que gerou fraturamento e posteriormente preenchimento de veios sem mineralização.

4. Os processos hidrotermais associados com a formação de minério, segundo a paragênese dos sulfetos (pirita+pirrotita+arsenopirita+Au (*electrum*)) revelou um equilíbrio químico no intervalo de temperatura entre 363° até 471°C .

5. Fluídos com H_2O , CO_2 , Fe, SiO_2 , S e As, alteraram hidrotermalmente as rochas do depósito, gerando halos de alteração distribuídos segundo sua proximidade dos corpos com minério, correspondendo a cloritização, carbonatação e silicificação.

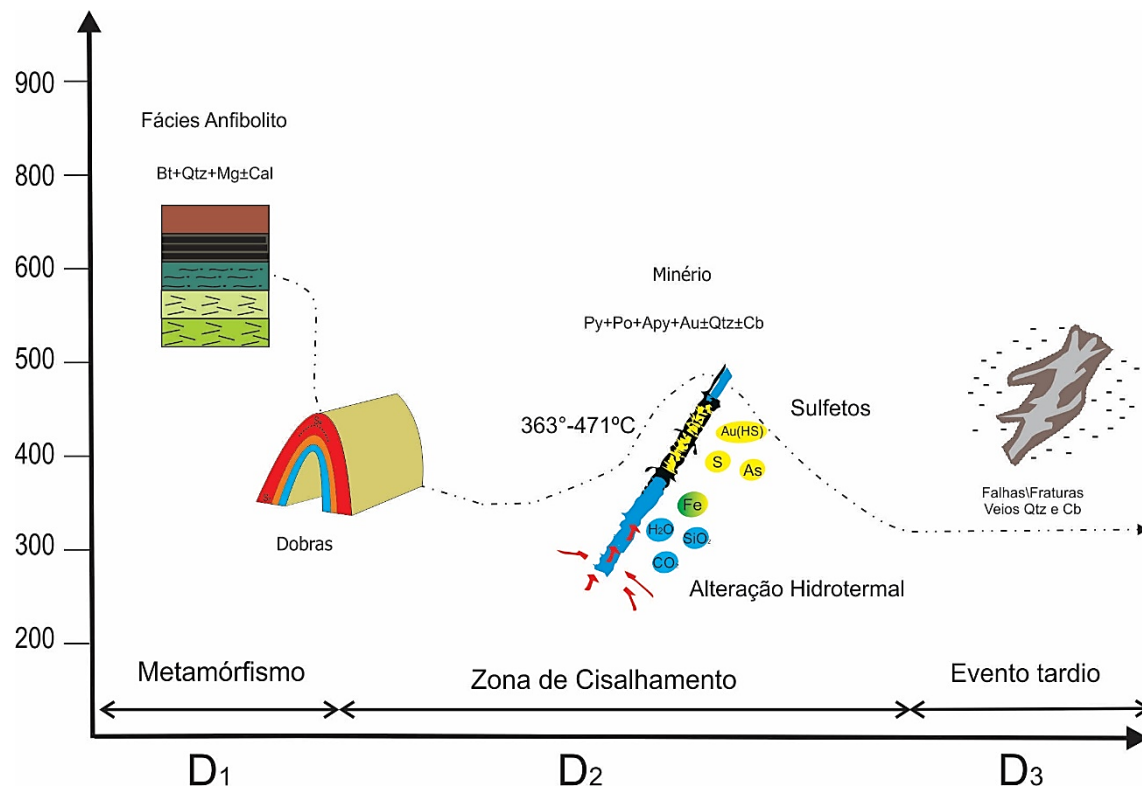


Figura 39. Diagrama representativo da evolução tectonometarmórfica sugerida para o depósito Pilar.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F. 1976. Estruturas do Pré-Cambriano Inferior Brasileiro. SBG, *Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 29, p. 201-202.
- ALMEIDA, F. F.; HASUI, Y. 1984. O Pré-Cambriano do Brasil. *Edgar Blücher Ltda*, 378p.
- ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. 1998. Transamazonian orogeny in the Southern Sao Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*. v. 90, p. 29–58.
- ALKMIM, F.F.; MARTINS-NETO, M.A. 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco Craton, eastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*. v. 33, p. 127-139.
- ANGLOGOLD ASHANTI. *Mineração de Ouro*. Disponível em: <<http://www.anglogoldashanti.com.br/>>. Acesso em outubro de 2016.
- ANOVITZ, L.M.; ESSENE, E.J. 1986. Phase equilibrium in the system CaCO₃-MgCO₃-FeCO₃. *Journal of Petrology*, v. 28, p. 389-414.
- BAILEY, S.W. 1980. Structure of layer silicates. In: Brindley, G.W.; Brown, G. (eds.) *Crystal Structures of clay minerals and their X-ray identification*, *Mineralogical Society*, London, 124p.
- BALTAZAR, O. F.; RAPOSO, F. O. 1993. Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folha Mariana (SF.23-X-B-I). Estado de Minas Gerais. Escala: 1:100.000. *Rio de Janeiro: CPRM*, p.17-93.
- Baltazar, O.F., 1998. Geologia estrutural. In: M. Zucchetti and O.F. Baltazar (Eds.), *Projeto Rio das Velhas — Texto Explicativo do Mapa Geológico Integrado*, escala 1:100.000. 2nd edition, *Departamento Nacional de Produção Mineral/CPRM–Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte*, p. 49–53.
- BALTAZAR, O.F.; ZUCCHETTI, M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Achaean Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews*, v. 32, n. 3-4, p. 477-492.
- BARNES, H. L. 1979. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. (Eds.) *John Wiley & Sons*, New York, 2º ed, p. 173-235.
- BIERLEIN F.P.; FULLER T.; STUWEL K.; ARNE D.C.; KEAYS R.R. 1998. Wall rock alteration associated with turbidite-hosted gold deposits examples from Central Victoria. *Ore Geology Reviews*, v. 13, n. 1-5, p. 345-380.
- CARNEIRO, M.A. 1992. *O complexo Metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero ferrífero, Minas Gerais): litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do Arqueano*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São paulo, 233p.
- CLARK, L.A. 1960. The Fe-As-S system-Phase relations and applications. *Economic Geology*, v. 55, n. 7, p. 1345-1381.
- CHEMALE, F.C.; ROSIÈRE, C.A.; ENDO, I. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Precambrian Research*, v. 65.

- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. 1992. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. *Longman Scientific and Technical* (Eds.), 727p.
- DOOR, J.V.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B.; RYNEARSON, G.A. 1957. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero, Brasil. *DNPM, Avulso 81*, 31p.
- DORR, J.V.N., 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Regional Geology of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*.
- ERIKSSON, K.A., KRAPEZ, B., FRALICK, P.W., 1994. Sedimentology of Archean greenstone belts: signatures of tectonic evolution. *Earth Sciences. Rev.* 37, p.1-88.
- FARINA, F.; ALBERT, C.; MARTÍNEZ, C.; AGUILAR, C.; MOREIRA, H.; HIPPERTT, J.P.; CUTTS, K.; ALKMIM, F.F.; LANA, C. 2015. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brazil): Current models and open questions. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 68, p. 4-21.
- GOLDFARB, R.J.; GROVES, D.I.; GARDOLL, S. 2001. Orogenic gold and geologic time; a global synthesis. *Ore Geology Reviews*, v. 18, p. 1-75.
- GOLDFARB, R.; BAKER, T.; DUBE, B.; GROVES, D.I.; HART, C.J.; GOSSELIN, P. 2005. Distribution, character and genesis of gold deposits in metamorphic terrenes. *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume, paper 13, p. 407-450.
- GROVES, D.I.; RIDLEY, J.R.; BLOEM, E.J.; GEBRE-MARIAM, M.; HRONSKY, J. M.; KNIGHT, J.T.; MCCUAIG, T.C.; MCNAUGHTON, N.J.; OJALA, J. 1995. Lode-gold deposits of the Yilgarn Block: products of late-Archaean crustal scale over-pressured hydrothermal systems. In: Coward, R.P.; Ries, A.C. (eds.), *Early Precambrian Processes: Geological Society of London*, Special Publication 95, p. 155-172.
- 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 distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, v. 13, p. 7-27.
- GROVES, D. I.; GOLDFARB, R.J.; ROBERT, F.; HART, C.J. 2003. Gold deposits in metamorphic belts: Overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance. *Economic Geology*, vol. 98, p. 1-29.
- HAGEMANN, S.G.; CASSIDY, K.F. 2000. Archean orogenic lode gold deposits. In: Hagemann, S.G.; Brown, P. E (Eds.), *Gold in 2000. Economic Geology*, v. 13, p. 9-68.
- HEY, H. M. 1954. A new review of the chlorites. *Mineralogical Magazine*, v. 30, p. 277-279.
- HODGSON, C.J. 1993. Mesothermal lode-gold deposits. In: Kirkham R.V.; Sinclair W.D.; Thorpe R.I.; Duke J.M. *Mineral Deposit Modeling. Newfoundland, Geol. Assoc. Canada*, p. 635-678.
- JAGUAR MINING INC. 2016. *News Releases Março 04, 2016*. Toronto, Canada.
- KLEIN, C.; DUTROW, B. 2008. Manual of mineral science: (after James D. Dana). *New Jersey: John Wiley & Sons*, 23^o eds., 675 p.
- KRANIDIOTIS, P.; MACLEAN, W.H. 1987. Systematic of chlorite alteration at the Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec. *Economic Geology*, v. 82, p. 1898-1911.

KRETSCHMAR, U.; SCOTT, S.D. 1976. Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. *Canadian Mineralogist*, v. 14, p. 364-386.

LADEIRA, E.A. 1980. *Metallogenesis of Gold at the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. PhD Thesis, The University of Western Ontario, 272 p.

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, p. 157-173.

LOBATO, L.M.; VIEIRA F.W. 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 Geociência*, v. 28,

LOBATO, L.M.; RIBEIRO-RODRIGUEZ, L.C.; ZUCHETTI, M.; NOCE, C.M.; BALTAZAR, O. F.; SILVA, L. C.; PINTO, C.P. 2001b. Brazil's premier gold province: Part 1. The tectonic, magmatic, and structural setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. *Mineralium Deposita*, v. 36, p. 228-248.

LOBATO, L.M.; BALTAZAR, O.F.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BAARS, F.J.; TIMBÓ, M.A.; BERNI, G.V.; MENDONÇA, R.V.; FERREIRA D.V. 2005. Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - integração e correção cartográfica em SIG com nota explicativa. Belo Horizonte, CODEMIG. 1 CD-ROM.

LOBATO, L.M.; SANTOS, J.; MCNAUGHTON, N.; FLETCHER, I.; NOCE, C.; 2007. U–Pb SHRIMP monazite ages of the giant Morro Velho and Cuiabá gold deposits, Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology. Rev.* 32, p. 674–680.

LOCZY, L.; LADEIRA, E.A. 1976. Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica. *Edgar Blucher Ltda.*, 528p.

MARSHAK S.; ALKMIM F.F.; JORDT-EVANGELISTA, H. 1992. Proterozoic crustal extension and the generation of dome-and-keel structure. In An Archean Granite-Greenstone Terrane. *Nature* v. 357, p. 491-493.

MACHADO, N.; NOCE, C.M.; LADEIRA, E.A.; BELO DE OLIVEIRA, O. 1992. U-Pb Geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco craton, Brazil. *Geology Society American. Bull.*, v. 104, p. 1221-1227.

MACHADO, N.; SCHRANK, A.; NOCE, C.M.; GAUTHIER, G.1996. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: implications for Greenstone Belt setting evolution of a Transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. *Earth Planet. Sci. Lett.*141, p.259-276.

MCCUAIG T.C.; KERRICH, R. 1998. P-T-t deformation –fluid characteristics of lode gold deposits: evidence from systematic. *Ore Geology reviews*, v. 12, p. 381-453.

MORIMOTO, N. 1989. Nomenclature of pyroxenes. *Mineralogical Journal*, v. 14, n. 5, p. 198-221.

NACHIT, H.; IBHI, A.; ABIA, E. H.; OHOUD, C. R. 2005. Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated biotites and neoformed biotites. *Geoscience*, v. 337, p. 1415–1420.

NOCE, C.M.; MACHADO, N. 1998. Eventos de cisalhamento e mineralização aurífera na região nordeste do Quadrilátero Ferrífero: Considerações baseadas em análises U-Pb de rutilo e titanita. *Geonomos*, v. 6, p. 21-24.

NOCE, C.M. 2000. Geochronology of Quadrilátero Ferrífero: a review. *Geonomos*, v. 7, p. 15-23.

NOCE, C.M.; DANTAS, E.L.; LOBATO, L.M.; ZUCCHETTI, M.; BALTAZAR, O. 2002. Múltiplos eventos de vulcanismo no greenstone belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero (MG): novos dados U-Pb, implicações geotectônicas e metalogenéticas. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 41, 2002, João Pessoa. Resumo... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 522.

NOCE, C.M.; ZUCCHETTI, M.; BALTAZAR, O.F.; ARMSTRONG, R.; DANTAS, E.L.; RENGGER, F.E.; LOBATO, L.M. 2005. Age of felsic volcanism and the role of ancient continental crust in the evolution of the Neoarchean Rio das velhas greenstone belt (Quadrilátero Ferrífero, Brazil): U-Pb zircon dating of volcanoclastic graywackes. *Precambrian Research*. 141, p.67-82.

OLIVEIRA, G.A.; CLEMENTE, L.C.; VIAL, D.S. 1983. Excursão à Mina de Ouro de Morro Velho. 2. Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1983, Sociedade Brasileira de Geologia, núcleo Minas Gerais. *Extended Abstract*, vol. 3, p. 497-505.

PASSCHIER, C.W.; TROUW, R.A. 2005. Micro-tectonics. Springer, 2º eds., 366 p.

PASSOS, R.V. 1999. *Caracterização da geometria de zonas de alteração hidrotermal –Estudo de caso no Depósito Aurífero de Brumal, Quadrilátero Ferrífero/MG*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências. UNICAMP. 195 p.

PEDREIRA, A.J.; SILVA S.L. 1996. Sistemas deposicionais do Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero M.G, 39º Congresso Brasileiro de Geologia Salvador, *Anais...* v. 1, p. 138-140.

PHILLIPS, G.N.; GROVES, D.I.; MARTYN, J.E. 1984. An epigenetic origin for banded iron formation- hosted gold deposits. *Economic Geology*, v.78, p. 162-171.

PHILLIPS, G.N. 1986. Geology and alteration in the Golden Mile, Kalgoorlie. *Economic Geology*, v. 81, p. 779-808.

RENGER, F.E.; NOCE C.M.; ROMANO, A.W.; MACHADO, N. 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma. de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos* v.2(1), p- 1-11.

REIS, L.A.; MARTINS-NETO, M.A.; GOMES, N.S.; ENDO, I. 2002. A bacia de antepaís paleoproterzoica Sabará, Quadrilátero Ferrífero, MG. *Revista Brasileira Geociências*, v. 32, p.43-58.

RIBIERO-RODRIGUES, L. C.; FRIEDRICH G.; VIERA, F. W.; CHEMALE F. J.; OLIVEIRA C. G. 1997. Structural styles of greenstone-hosted gold deposits in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. 6º *Simpósio Nacional Estudos Tectônicos*, p. 363-366. Brasília: SBG.

ROMANO, R.; LANA, C.; ALKMIM, F.F.; STEVENS, G.S.; ARMSTRONG, R. 2013. Stabilization of the southern portion of the Sao Francisco Craton, SE Brazil, through a long-lived period of potassic magmatism. *Precambrian Research*. v. 224, p.143-159.

ROSIÈRE, C.A.; CHEMALE, F. 200. Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero—uma visão geral e discussão. *Revista Geonomos* v. 8 (2), p.27-43.

SCHORSCHER, H.D. 1978. Komatiitos na estrutura Greenstone Belt Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, *Resumo das Comunicações*. p. 292 – 293.

SILVA, L. C. 2007. *Depósito Pilar: Contexto geológico, alteração hidrotermal e mineralização aurífera*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. 123 p.

TEIXEIRA, W. 1985. *A evolução geotectônica da porção meridional do Cratón do São francisco, com base em interpretações geocronológicas*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 207 p.

TEIXEIRA, W.; CARNEIRO, M.A.; NOCE, C.M.; MACHADO, N.; SATO, K.; TAYLOR, P.N. 1996. Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Cráton, Brazil. *Precambrian Research*, v. 78, p. 151-164.

VERNON, R. H. 2004. A practical guide to rock microstructure. *Cambridge University Press*, 579 p.

VIEIRA, F.W.R.; OLIVEIRA, G. A. 1988. Geologia do distrito Aurífero de Nova Lima, Minas Gerais. In: C. Schobbenhaus; C. E. S. Coelho, (ed.) Principais Depósitos Minerais do Brasil. Metais Básicos Ferrosos. Ouro e Alumínio, Brasília, *DNPM-CVRD*, 3, p. 377-391

VIEIRA, F.W.R. 1991. Textures and processes of hydrothermal alteration and mineralization in the Nova Lima Group, Minas Gerais, Brazil. *Paper presented at the Brazil Gold'91*, Belo Horizonte.

WHITNEY, D.L.; EVANS, B.E. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, v. 95, p.185-187.

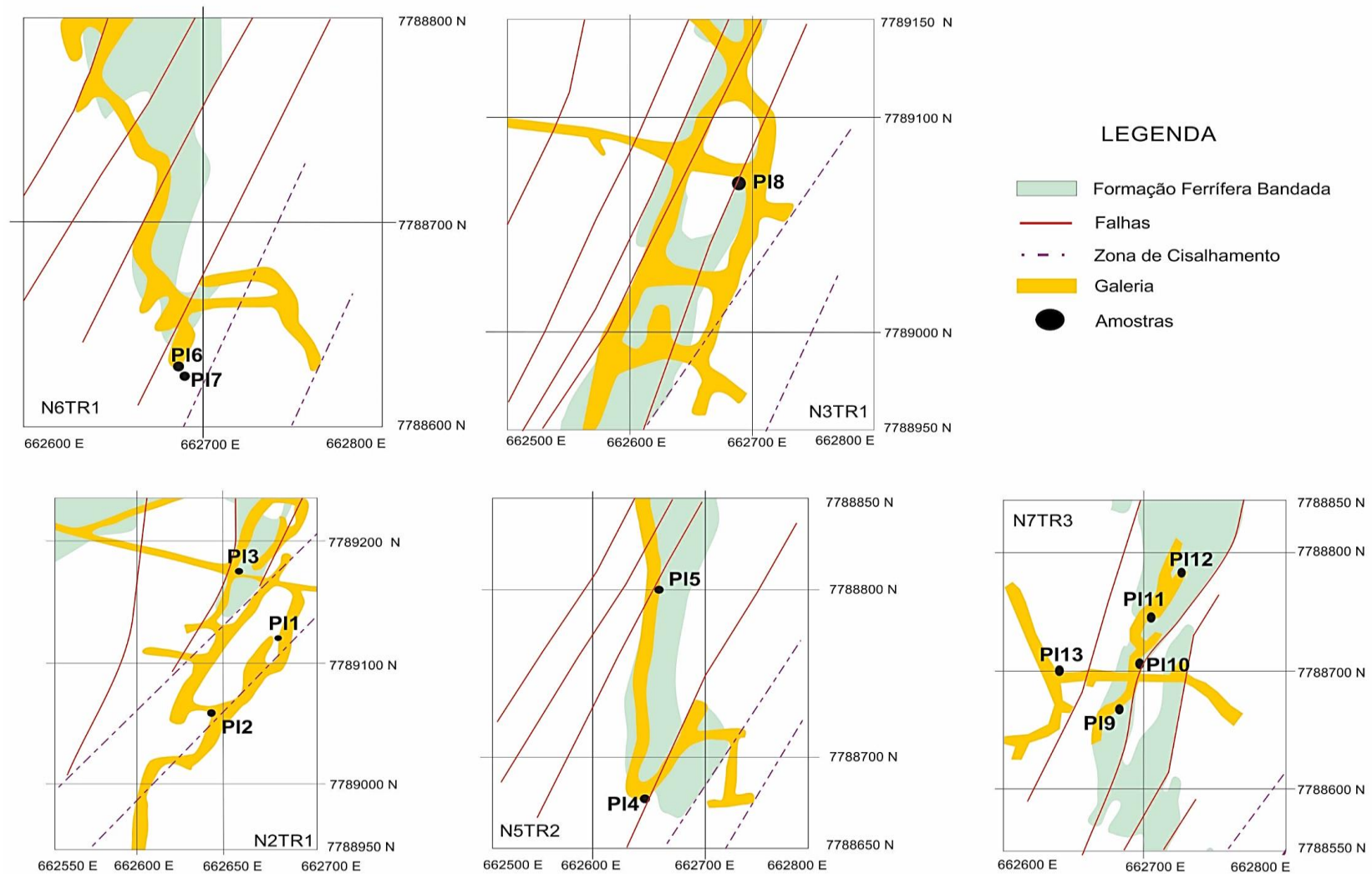
ZANG, W.; FYFE, W.S. 1995. Chloritization of the hydrothermally altered bedrock at the Igarapé Bahia gold deposit, Carajás, Brazil. *Mineralium Deposita*, v. 30, p. 30-38.

ZANE, A.; WEISS, Z. 1998. A procedure for classification of rock-forming chlorites based on microprobe data. *Rend.Fis. Accad. Lincei*, v. 9, n. 9, p. 51-56.

ZUCCHETTI, M., LOBATO, L.M., BALTAZAR, O.F. 2000. Volcanic and volcanoclastic features in Archean rocks and their tectonic environment, Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, MG. Brazil. *Revista Brasileira Geociências* v. 30, p. 388-392.

9 ANEXOS

ANEXO A – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E COLETA DE AMOSTRAS



ANEXO B- AMOSTRAS

AMOSTRAS						
No.	No. AMOSTRA	ROCHA		DADO ESTRUTURAL	NIVEL-TRAMO	
1	PL1A	Metamáfica	Ser+Qtz Xisto	140/52	N2tr1	2 CORPO
2	PL1B	Metamáfica	Ser+Chl+Qtz Xisto	041/56		
3	PL1C	Metamáfica	Ser+Chl+Qtz Xisto	021/50		
4	PL1D	Metamáfica	Ser+Chl+Qtz Xisto	X		
5	PL2A	Metapelitica	Xisto Carbonoso	X		
6	PL2B	Metapelitica	Xisto Carbonoso	X		
7	PL3A	BIF		X		B3
8	PL3B			135/78		
9	PL4A	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	073/54	N5tr2	B4
10	PL4C	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		
11	PL4D	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		
12	PL5A	Metapelitica	Chl+Qtz+Cb Xisto	311/76		B4 /Falha
13	PL5B	Metapelitica	Xisto grafitoso	116/78		
14	PL5C	Metapelitica	Chl+Qtz+Cb Xisto	X		
15	PL6A	Vn Qtz+Cb		X	N6tr1	B4 Falha
16	PL6B	Metamáfica	Ser+Qtz+Cb Xisto	X		
17	PL6C	Metamáfica	Ser+Qtz+Cb Xisto	x		
18	PL6D	Metamáfica	Qtz+Cb Xisto	X		
19	PL7A	Metamáfica	Qtz+Cb+Ser Xisto	014/60		
20	PL7B	Metamáfica	Qtz+Cb+Ser Xisto	290/76		
21	PL7C	Metamáfica	Qtz+Cb+Ser Xisto	352/52		
22	PL8A	Meta-ultramáfica	Talco Xisto	310/53	N3tr1	Corpo A
23	PL8B	Meta-ultramáfica	Talco Xisto	X		
24	PL8C	Meta-ultramáfica	Talco Xisto	086/64		
25	PL8D	Meta-ultramáfica	Talco Xisto	X		
26	PL8E	Metapelitica	Qtz+Chl Xisto			

CATÁLOGO DE AMOSTRAS						
No.	No. AMOSTRA	ROCHA		DADO ESTRUCTURAL	NIVEL-TRAMO	
27	PL9A	Meta-ultramáfica	Chl+Cb+Qtz Xisto	090/76	N7tr3	BF
28	PL10A	Metapelítica	Xisto carbonoso	085/35		
29	PL11A	Metapelítica	Qtz+Chl Xisto	032/86		
30	PL12A	Metapelítica	Qtz+Chl Xisto	X		
31	PL12B	Metapelítica	Chl+Cb+Qtz Xisto	X		
32	PL12C	Metapelítica	Chlr+Qtz Xisto	X		
33	PL13A	Metapelítica	Qtz+Chl Xisto	035/46		
34	PL14A	BIF		x		
35	PL14B			x		
36	PL14C			x		
37	PL14D			x		
38	PL15A	BIF		x		
39	PL15B			x		
40	PL15C			x		
41	PL15D			x		
42	PL16A	Metamáfica	Cb+Chl+Qtz Xisto	x		
43	PL16B	Metamáfica	Cb+Chl+Qtz Xisto	x		
44	PL16C	Metamáfica	Cb+Chl+Qtz Xisto	x		
45	PL16D	Metamáfica	Cb+Chl+Qtz Xisto	x		
46	PL17A	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		
47	PL17B	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		
48	PL17C	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		
49	PL17D	Metamáfica	Cb+Chl+Ser+Qtz Xisto	x		

ANEXO C
RESULTADOS ANALÍTICOS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados analíticos para o Plagioclásio	3
Tabela 2. Resultados analíticos para o Plagioclásio (cont.).....	3
Tabela 3. Resultados analíticos para o Plagioclásio (cont.).....	4
Tabela 4. Resultados analíticos para o Carbonato	4
Tabela 5. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	5
Tabela 6. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	5
Tabela 7. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	6
Tabela 8. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	6
Tabela 9. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	7
Tabela 10. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	7
Tabela 11. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.).....	8
Tabela 12. Resultados analíticos para o Biotita	8
Tabela 13. Resultados analíticos para o Biotita (cont.)	9
Tabela 14. Resultados analíticos para o Biotita (cont.)	9
Tabela 15. Resultados analíticos para o Clorita.....	10
Tabela 16. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)	11
Tabela 17. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)	12
Tabela 18. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)	13
Tabela 19. Resultados analíticos para a Arsenopirita	14
Tabela 20. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	15
Tabela 21. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	16
Tabela 22. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	17
Tabela 23. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	18
Tabela 24. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	19
Tabela 25. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	20
Tabela 26. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.).....	21
Tabela 27. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	22
Tabela 28. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	23
Tabela 29. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	24
Tabela 30. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	25
Tabela 31. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	26
Tabela 32. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	27
Tabela 33. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	28
Tabela 34. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)	29
Tabela 35. Resultados analíticos para a Calcopirita(cont.).....	30
Tabela 36. Resultados analíticos para a Calcopirita(cont.).....	31
Tabela 37. Resultados analíticos para a Esfalerita (cont.)	32
Tabela 38. Resultados analíticos para a Galena.....	33
Tabela 39. Resultados analíticos para a Pirita	33

Tabela 1. Resultados analíticos para o Plagioclásio

Amostra	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A
Nº Análise	1_1	1_2	1_3	1_4	2_6	3_7	3_8	6_14	6_15	6_16	11_29	11_30
SiO2	70,74	69,39	70,08	70,62	70,15	69,78	69,93	69,61	70,05	69,52	69,72	69,96
TiO2	0,00	0,04	0,15	0,07	0,14	0,03	0,06	0,03	0,00	0,00	0,12	0,00
Al2O3	20,58	19,71	19,83	19,67	19,57	19,51	19,80	19,98	19,66	19,66	19,62	19,93
FeO	0,03	0,03	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,09	0,06
MgO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
CaO	0,04	0,09	0,08	0,10	0,02	0,09	0,09	0,09	0,04	0,11	0,07	0,05
Na2O	12,09	12,45	12,54	12,21	12,37	11,94	12,26	12,32	12,47	12,04	12,10	12,39
K2O	0,08	0,04	0,03	0,00	0,09	0,08	0,04	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05
Total	103,56	101,76	102,73	102,71	102,38	101,45	102,20	102,19	102,31	101,39	101,77	102,43
Cátions calculados na base de 32 oxigênios												
Si	11,921	11,943	11,940	12,004	11,985	12,015	11,961	11,920	11,975	11,981	11,978	11,950
Ti	0,000	0,005	0,020	0,009	0,018	0,003	0,008	0,004	0,000	0,000	0,016	0,000
Al	4,087	3,998	3,981	3,941	3,940	3,959	3,991	4,033	3,961	3,993	3,972	4,011
Fe	0,004	0,005	0,000	0,005	0,002	0,000	0,002	0,006	0,000	0,000	0,013	0,008
Mg	0,001	0,001	0,002	0,000	0,008	0,007	0,003	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000
Ca	0,007	0,016	0,015	0,018	0,003	0,016	0,016	0,017	0,008	0,021	0,013	0,008
Na	3,950	4,154	4,142	4,024	4,096	3,984	4,065	4,091	4,133	4,021	4,030	4,102
K	0,016	0,010	0,007	0,001	0,020	0,017	0,008	0,021	0,019	0,014	0,013	0,012
Total	19,987	20,131	20,107	20,001	20,073	20,001	20,054	20,095	20,096	20,032	20,034	20,091
Ab	99,40	99,39	99,45	99,54	99,44	99,17	99,40	99,09	99,36	99,13	99,36	99,52
An	0,19	0,38	0,37	0,45	0,07	0,40	0,40	0,40	0,18	0,51	0,31	0,20
Or	0,41	0,23	0,18	0,02	0,49	0,43	0,20	0,51	0,46	0,35	0,32	0,28

Tabela 2. Resultados analíticos para o Plagioclásio (cont.)

Amostra	PL1A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1
Nº Análise	11_31	3_6	4_7	9_14	11_16	11_17	1_1	1_2	10_48	10_49	10_50	10_51
SiO2	70,11	69,41	69,24	68,93	68,98	69,30	70,11	69,88	70,32	69,73	69,87	69,46
TiO2	0,06	0,04	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,23	0,06	0,00	0,00	0,00
Al2O3	19,66	20,56	19,70	19,76	19,73	19,56	20,49	19,80	19,54	19,81	19,78	19,37
FeO	0,05	0,10	0,28	0,01	0,00	0,02	0,05	0,00	0,04	0,10	0,01	0,05
MgO	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
CaO	0,06	0,12	0,03	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,09	0,05	0,05	0,05
Na2O	12,23	12,06	11,80	12,20	12,02	12,15	11,85	12,16	12,03	11,92	11,69	12,10
K2O	0,08	0,11	0,13	0,03	0,12	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,09	0,10
Total	102,26	102,41	101,18	100,95	100,92	101,19	102,62	102,16	102,15	101,69	101,48	101,14
Cátions calculados na base de 32 oxigênios												
Si	11,973	11,861	11,960	11,942	11,937	11,974	11,923	11,946	12,018	11,971	12,006	12,005
Ti	0,008	0,005	0,000	0,000	0,005	0,009	0,000	0,029	0,008	0,000	0,000	0,000
Al	3,957	4,140	4,010	4,035	4,023	3,983	4,107	3,990	3,937	4,007	4,007	3,944
Fe	0,007	0,014	0,040	0,001	0,000	0,003	0,007	0,000	0,005	0,015	0,001	0,008
Mg	0,004	0,003	0,005	0,000	0,005	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Ca	0,012	0,022	0,006	0,005	0,004	0,000	0,007	0,001	0,016	0,010	0,009	0,009
Na	4,050	3,996	3,950	4,096	4,032	4,070	3,907	4,029	3,987	3,966	3,895	4,055
K	0,017	0,024	0,028	0,006	0,026	0,019	0,018	0,019	0,015	0,017	0,019	0,021
Total	20,027	20,066	19,998	20,085	20,032	20,060	19,969	20,015	19,987	19,985	19,937	20,045
Ab	99,31	98,84	99,16	99,73	99,27	99,54	99,37	99,50	99,22	99,34	99,29	99,26
An	0,28	0,55	0,15	0,12	0,10	0,00	0,17	0,02	0,41	0,24	0,22	0,21
Or	0,41	0,60	0,69	0,15	0,64	0,46	0,46	0,48	0,37	0,42	0,49	0,52

Tabela 3. Resultados analíticos para o Plagioclásio (cont.)

Amostra	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C
Nº Análise	3_8	3_9	3_10	3_11	5_16	5_17	5_18	5_19	7_22	7_23	7_24	7_25
SiO ₂	69,87	69,56	70,49	69,75	69,62	70,23	70,06	70,44	70,21	70,45	70,44	70,30
TiO ₂	0,04	0,09	0,04	0,00	0,05	0,22	0,15	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00
Al ₂ O ₃	19,43	19,88	19,58	19,52	19,87	19,39	19,44	19,54	19,42	19,80	19,62	19,34
FeO	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
MgO	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,01	0,05	0,08	0,16	0,23	0,09	0,05	0,09	0,04	0,07	0,08	0,09
Na ₂ O	12,19	12,43	12,01	11,84	11,68	12,40	12,01	12,28	12,11	12,24	11,98	12,28
K ₂ O	0,03	0,02	0,09	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05
Total	101,55	102,03	102,31	101,35	101,47	102,38	101,75	102,46	101,84	102,62	102,18	102,07
Cátions calculados na base de 32 oxigênios												
Si	12,006	11,933	12,027	12,014	11,973	12,003	12,021	12,009	12,035	11,996	12,022	12,037
Ti	0,005	0,011	0,005	0,000	0,006	0,028	0,020	0,010	0,000	0,000	0,001	0,000
Al	3,935	4,019	3,937	3,963	4,027	3,905	3,931	3,925	3,922	3,972	3,947	3,903
Fe	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003
Mg	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,001	0,009	0,015	0,029	0,042	0,016	0,010	0,017	0,008	0,013	0,015	0,016
Na	4,061	4,133	3,973	3,953	3,894	4,107	3,994	4,060	4,024	4,041	3,965	4,075
K	0,006	0,004	0,019	0,015	0,007	0,009	0,008	0,008	0,013	0,013	0,008	0,012
Total	20,014	20,111	19,980	19,977	19,948	20,072	19,983	20,029	20,003	20,035	19,959	20,045
Ab	99,84	99,68	99,14	98,92	98,75	99,41	99,56	99,40	99,48	99,35	99,44	99,32
An	0,02	0,22	0,38	0,72	1,06	0,39	0,24	0,41	0,20	0,33	0,37	0,39
Or	0,14	0,11	0,47	0,36	0,19	0,21	0,20	0,20	0,32	0,32	0,19	0,28

Tabela 4. Resultados analíticos para o Carbonato

Amostra	PL1A	PL5C	PL5C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6A	PL6A	PL7B	PL8D	PL8D
Nº Análise	13_33	5_12	5_14	2_4	2_5	2_6	2_7	5_9	11_18	2_7	1_5	1_6
FeO	15,97	8,21	22,18	15,43	15,51	15,36	14,33	15,93	15,23	57,72	7,80	7,69
MnO	0,98	0,78	1,28	0,99	0,93	0,83	0,83	1,41	1,36	0,84	0,57	1,17
MgO	13,25	19,40	9,93	14,15	13,90	13,82	14,04	12,91	13,51	6,92	20,96	20,74
CaO	32,52	33,12	31,03	32,47	32,09	31,91	32,90	31,73	32,26	0,68	33,41	33,23
CO ₂	37,12	37,80	37,33	37,40	37,89	37,74	38,42	33,57	36,87	35,49	37,16	36,96
Total	99,84	99,30	101,75	100,44	100,32	99,66	100,53	95,55	99,23	101,66	99,90	99,78
Cátions calculados na base de 6 oxigênios												
Fe	0,471	0,467	0,447	0,448	0,418	0,233	0,676	0,455	0,455	1,907	0,223	0,220
Mn	0,029	0,042	0,041	0,024	0,024	0,022	0,040	0,030	0,027	0,028	0,017	0,034
Mg	0,696	0,674	0,707	0,719	0,730	0,981	0,540	0,743	0,727	0,408	1,068	1,059
Ca	1,228	1,191	1,213	1,193	1,229	1,204	1,212	1,225	1,205	0,029	1,223	1,220
Total	2,423	2,374	2,408	2,384	2,401	2,440	2,467	2,453	2,414	2,372	2,531	2,533
%FeCO ₃	19,42	19,66	18,56	18,80	17,41	9,54	27,41	18,54	18,83	80,42	8,81	8,70
%MnCO ₃	1,21	1,76	1,68	1,03	1,02	0,92	1,60	1,20	1,14	1,19	0,66	1,34
%MgCO ₃	28,72	28,41	29,37	30,15	30,40	40,22	21,87	30,30	30,10	17,18	42,21	41,81
%CaCO ₃	50,66	50,18	50,38	50,03	51,18	49,32	49,11	49,96	49,92	1,21	48,33	48,15

Tabela 5. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D
Nº Análise	2_7	2_8	3_9	3_10	3_11	3_12	3_13	3_14	4_15	5_16	5_17	5_18
FeO	7,38	8,01	7,69	8,09	7,31	7,81	6,21	7,36	6,26	7,87	7,89	8,52
MnO	0,42	0,75	0,67	0,40	0,45	0,51	0,23	0,61	0,21	0,78	0,58	0,80
MgO	21,72	20,84	21,80	20,24	20,84	21,08	22,33	21,43	23,00	20,87	20,78	20,68
CaO	32,60	33,49	33,13	32,33	32,53	32,22	33,12	32,74	33,10	32,86	32,58	32,73
CO2	37,61	36,67	36,56	38,69	38,67	38,27	37,58	37,78	37,23	37,40	38,11	36,94
Total	99,73	99,75	99,85	99,75	99,80	99,89	99,47	99,92	99,80	99,77	99,93	99,67
Cátions calculados na base de 6 oxigênios												
Fe	0,209	0,230	0,221	0,228	0,206	0,221	0,176	0,209	0,177	0,224	0,224	0,245
Mn	0,012	0,022	0,020	0,011	0,013	0,015	0,007	0,018	0,006	0,022	0,017	0,023
Mg	1,099	1,068	1,115	1,018	1,046	1,063	1,125	1,084	1,162	1,061	1,050	1,057
Ca	1,186	1,233	1,217	1,169	1,173	1,167	1,199	1,189	1,202	1,200	1,183	1,203
Total	2,506	2,552	2,572	2,426	2,437	2,465	2,506	2,499	2,547	2,508	2,473	2,528
%FeCO3	8,36	9,01	8,58	9,40	8,44	8,95	7,00	8,35	6,96	8,95	9,04	9,67
%MnCO3	0,49	0,85	0,76	0,47	0,53	0,59	0,26	0,70	0,24	0,89	0,68	0,92
%MgCO3	43,85	41,83	43,34	41,96	42,91	43,11	44,89	43,35	45,62	42,29	42,46	41,83
%CaCO3	47,31	48,30	47,33	48,17	48,12	47,35	47,84	47,59	47,18	47,86	47,83	47,58

Tabela 6. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D
Nº Análise	5_19	5_20	5_21	7_24	7_25	7_26	7_27	7_28	8_29	9_30	9_31	9_32
FeO	8,24	7,46	8,16	7,82	6,08	6,03	5,60	5,12	7,75	7,94	8,16	8,42
MnO	0,69	0,61	0,64	1,22	0,78	0,94	0,79	0,71	0,66	0,71	0,95	0,57
MgO	21,21	19,64	20,78	20,68	21,92	22,44	22,32	22,58	20,79	21,61	20,59	19,91
CaO	33,01	32,47	32,31	32,51	32,59	32,99	32,94	32,38	33,04	32,96	32,90	32,78
CO2	36,73	39,75	37,78	37,66	38,51	37,23	38,13	39,05	37,66	36,63	37,11	38,02
Total	99,87	99,94	99,67	99,88	99,88	99,62	99,78	99,84	99,91	99,85	99,70	99,70
Cátions calculados na base de 6 oxigênios												
Fe	0,236	0,209	0,232	0,223	0,171	0,171	0,158	0,143	0,220	0,228	0,234	0,239
Mn	0,020	0,017	0,018	0,035	0,022	0,027	0,023	0,020	0,019	0,021	0,027	0,016
Mg	1,085	0,980	1,054	1,050	1,098	1,134	1,120	1,122	1,055	1,105	1,051	1,009
Ca	1,213	1,164	1,177	1,186	1,173	1,199	1,188	1,156	1,204	1,211	1,207	1,194
Total	2,554	2,369	2,481	2,495	2,464	2,531	2,489	2,440	2,498	2,565	2,520	2,459
%FeCO3	9,25	8,81	9,35	8,93	6,93	6,76	6,34	5,85	8,83	8,88	9,27	9,73
%MnCO3	0,78	0,73	0,74	1,41	0,90	1,07	0,91	0,82	0,76	0,81	1,09	0,67
%MgCO3	42,47	41,35	42,46	42,10	44,57	44,82	45,01	45,97	42,21	43,09	41,72	41,05
%CaCO3	47,50	49,11	47,44	47,56	47,60	47,36	47,74	47,36	48,21	47,22	47,92	48,55

Tabela 7. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D
Nº Análise	9_33	10_34	10_35	10_36	11_40	11_41	11_42	11_43	11_44	11_45	12_46	12_47
FeO	8,24	7,20	7,30	7,66	7,67	7,62	7,91	7,31	7,62	9,02	7,51	8,33
MnO	0,66	0,40	0,53	0,49	0,61	0,77	0,50	0,50	0,48	0,59	0,55	0,99
MgO	20,72	20,56	21,07	21,14	21,02	20,70	21,04	21,29	21,44	20,16	20,91	20,25
CaO	32,76	32,68	32,60	32,58	32,57	32,56	32,54	32,53	32,52	32,48	32,45	32,38
CO2	37,49	38,91	38,46	38,02	37,85	37,83	37,87	38,27	37,88	37,63	38,34	37,64
Total	99,88	99,74	99,96	99,89	99,71	99,48	99,86	99,91	99,93	99,88	99,76	99,59
Cátions calculados na base de 6 oxigênios												
Fe	0,235	0,202	0,206	0,217	0,218	0,216	0,224	0,206	0,216	0,258	0,212	0,238
Mn	0,019	0,011	0,015	0,014	0,017	0,022	0,014	0,014	0,014	0,017	0,016	0,029
Mg	1,053	1,030	1,059	1,068	1,063	1,046	1,065	1,072	1,084	1,026	1,053	1,029
Ca	1,197	1,177	1,178	1,183	1,184	1,183	1,184	1,177	1,181	1,188	1,174	1,182
Total	2,505	2,421	2,458	2,481	2,482	2,467	2,487	2,469	2,494	2,489	2,455	2,477
%FeCO3	9,39	8,36	8,38	8,75	8,76	8,76	9,02	8,36	8,65	10,35	8,64	9,59
%MnCO3	0,76	0,47	0,62	0,57	0,70	0,90	0,58	0,58	0,55	0,68	0,64	1,15
%MgCO3	42,06	42,57	43,09	43,03	42,84	42,40	42,81	43,41	43,45	41,23	42,89	41,54
%CaCO3	47,79	48,61	47,91	47,66	47,70	47,95	47,58	47,65	47,35	47,74	47,82	47,72

Tabela 8. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D
Nº Análise	12_48	13_49	13_50	13_51	13_52	14_53	14_54	14_55	14_56	15_57	15_58	15_60
FeO	10,35	7,79	7,31	7,43	7,85	6,96	7,91	7,48	21,42	17,78	15,87	21,14
MnO	1,18	0,60	0,74	0,52	0,59	0,50	0,95	0,64	1,12	0,50	0,49	0,73
MgO	18,50	20,12	20,32	21,28	20,82	21,40	20,17	20,95	9,21	12,84	14,49	9,86
CaO	32,31	32,30	32,29	32,26	32,26	32,14	31,92	31,79	31,20	30,98	30,80	30,80
CO2	37,37	39,06	39,20	38,40	38,37	38,92	38,96	38,89	36,86	37,81	38,23	37,23
Total	99,70	99,87	99,86	99,89	99,89	99,92	99,91	99,75	99,81	99,92	99,88	99,75
Cátions calculados na base de 6 oxigênios												
Fe	0,298	0,219	0,205	0,210	0,222	0,195	0,223	0,210	0,644	0,522	0,461	0,632
Mn	0,034	0,017	0,021	0,015	0,017	0,014	0,027	0,018	0,034	0,015	0,015	0,022
Mg	0,950	1,009	1,016	1,070	1,049	1,070	1,013	1,050	0,494	0,672	0,750	0,525
Ca	1,192	1,164	1,161	1,166	1,168	1,155	1,152	1,144	1,202	1,165	1,146	1,179
Total	2,474	2,409	2,403	2,461	2,457	2,434	2,414	2,422	2,374	2,374	2,371	2,358
%FeCO3	12,05	9,09	8,53	8,52	9,04	8,02	9,23	8,68	27,13	21,99	19,43	26,79
%MnCO3	1,39	0,71	0,88	0,60	0,69	0,58	1,12	0,75	1,44	0,63	0,61	0,93
%MgCO3	38,38	41,88	42,29	43,49	42,71	43,96	41,95	43,33	20,80	28,30	31,63	22,28
%CaCO3	48,18	48,32	48,30	47,39	47,56	47,44	47,70	47,24	50,63	49,07	48,32	50,00

Tabela 9. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL9A	PL9A	PL9A	PL10A1	PL10A1	PL10A1	PL10A1	PL10A1
Nº Análise	17_63	19_72	19_73	19_74	8_23	8_24	10_32	1_1	2_2	4_5	10_13	10_14
FeO	16,91	4,64	6,70	7,07	18,58	17,66	19,99	22,50	14,75	8,41	7,80	7,73
MnO	0,60	1,42	1,15	0,71	0,67	0,60	0,75	0,71	0,84	1,12	0,99	1,08
MgO	13,66	22,05	21,46	21,85	11,31	12,11	9,35	9,16	15,51	20,14	20,08	20,30
CaO	30,66	33,94	31,64	32,81	29,71	30,26	30,05	30,29	31,71	32,23	32,40	32,78
CO2	37,83	37,80	38,90	37,47	39,57	39,08	39,75	37,14	37,13	38,01	38,42	37,87
Total	99,67	99,84	99,84	99,90	99,84	99,70	99,89	99,81	99,93	99,90	99,70	99,74
Cátions calculados na base de 6 xigênios												
Fe	0,495	0,131	0,188	0,201	0,539	0,513	0,583	0,675	0,432	0,239	0,221	0,220
Mn	0,018	0,041	0,033	0,020	0,020	0,018	0,022	0,022	0,025	0,032	0,028	0,031
Mg	0,712	1,111	1,073	1,107	0,585	0,627	0,486	0,490	0,809	1,021	1,013	1,029
Ca	1,149	1,228	1,137	1,194	1,104	1,126	1,122	1,165	1,188	1,175	1,175	1,194
Total	2,373	2,510	2,431	2,522	2,247	2,283	2,213	2,352	2,453	2,467	2,437	2,474
%FeCO3	20,84	5,22	7,73	7,96	23,98	22,46	26,34	28,72	17,59	9,69	9,06	8,88
%MnCO3	0,75	1,62	1,34	0,81	0,88	0,77	1,01	0,92	1,01	1,30	1,17	1,26
%MgCO3	30,00	44,24	44,15	43,88	26,02	27,46	21,95	20,85	32,97	41,39	41,58	41,60
%CaCO3	48,40	48,93	46,78	47,35	49,13	49,31	50,71	49,51	48,43	47,61	48,20	48,26

Tabela 10. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL10A1	PL10A1	PL10A1	PL10A1	PL10A1	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL17C	PL17C
Nº Análise	8_15	8_16	12_18	14_19	14_20	1_2	6_13	6_14	6_15	3_8	8_28
FeO	24,92	60,22	21,28	21,69	7,43	62,03	27,98	26,39	26,65	15,90	20,69
MnO	0,22	0,73	0,54	1,02	0,69	0,78	0,54	0,50	0,55	0,92	0,61
MgO	6,78	5,06	9,89	9,70	20,92	4,08	5,30	6,56	6,82	12,72	8,68
CaO	31,34	1,08	30,42	31,51	32,33	0,47	31,03	30,73	30,57	30,23	28,44
CO2	36,29	32,59	37,81	35,86	38,51	32,40	35,05	35,71	35,28	39,98	41,27
Total	99,55	99,68	99,93	99,77	99,87	99,76	99,90	99,88	99,87	99,75	99,69
Cátions calculados na base de 6 oxigênios											
Fe	0,760	2,030	0,632	0,658	0,210	2,106	0,873	0,814	0,825	0,456	0,596
Mn	0,007	0,025	0,016	0,031	0,020	0,027	0,017	0,016	0,017	0,027	0,018
Mg	0,369	0,304	0,524	0,525	1,052	0,247	0,295	0,360	0,376	0,651	0,445
Ca	1,224	0,047	1,158	1,225	1,169	0,021	1,241	1,213	1,212	1,112	1,049
Total	2,359	2,405	2,331	2,439	2,450	2,400	2,426	2,403	2,431	2,246	2,108
%FeCO3	32,20	84,39	27,13	26,99	8,55	87,74	35,99	33,86	33,94	20,32	28,26
%MnCO3	0,29	1,04	0,70	1,29	0,81	1,11	0,70	0,65	0,71	1,19	0,85
%MgCO3	15,62	12,63	22,48	21,51	42,94	10,29	12,16	14,99	15,49	28,99	21,12
%CaCO3	51,89	1,94	49,68	50,22	47,69	0,86	51,14	50,50	49,86	49,50	49,77

Tabela 11. Resultados analíticos para o Carbonato (cont.)

Amostra	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D
Nº Análise	1_5	1_6	1_7	1_8	1_9	5_28	5_29	5_30	15_49	11_54
FeO	17,55	16,35	19,75	12,53	13,15	21,25	58,47	24,02	17,79	19,96
MnO	0,58	0,72	0,45	0,62	0,72	0,53	1,06	0,62	0,62	0,78
MgO	12,41	13,63	11,81	17,21	16,53	9,98	5,94	8,35	12,66	10,95
CaO	30,72	30,89	31,13	31,96	31,83	30,00	0,51	30,48	31,00	29,76
CO2	38,52	38,39	36,74	37,52	37,58	38,02	33,46	36,23	37,74	38,34
Total	99,78	99,98	99,87	99,84	99,81	99,78	99,43	99,69	99,81	99,78
Cátions calculados na base de 6 oxigênios										
Fe	0,512	0,476	0,589	0,362	0,381	0,630	1,940	0,730	0,523	0,587
Mn	0,017	0,021	0,013	0,018	0,021	0,016	0,036	0,019	0,018	0,023
Mg	0,645	0,707	0,628	0,888	0,854	0,527	0,351	0,452	0,663	0,574
Ca	1,148	1,151	1,189	1,184	1,182	1,139	0,022	1,187	1,167	1,122
Total	2,322	2,355	2,419	2,452	2,439	2,312	2,348	2,389	2,372	2,307
%FeCO3	22,04	20,20	24,34	14,78	15,63	27,24	82,61	30,57	22,05	25,46
%MnCO3	0,74	0,90	0,56	0,74	0,87	0,68	1,52	0,79	0,78	1,01
%MgCO3	27,78	30,02	25,95	36,20	35,03	22,81	14,95	18,94	27,96	24,90
%CaCO3	49,44	48,88	49,15	48,29	48,47	49,27	0,92	49,70	49,21	48,64

Tabela 12. Resultados analíticos para o Biotita

Amostra	PL6C	PL6C	PL6C	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL14A	PL14A
Nº Análise	1_1	1_2	1_3	1_1	1_2	1_3	1_4	6_22	6_23	1_2	2_3
SiO2	45,96	45,85	45,76	47,00	46,89	46,82	46,78	46,75	46,70	60,97	51,00
TiO2	0,15	0,14	0,07	0,00	0,13	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,74
Al2O3	6,50	6,54	6,44	6,47	6,72	6,49	6,74	6,07	6,71	0,05	29,64
FeO	32,11	31,98	31,58	31,93	32,15	31,06	32,85	31,79	31,84	6,29	1,85
MnO	0,13	0,01	0,12	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
MgO	4,05	3,71	4,63	4,47	4,67	4,95	3,80	4,49	4,92	28,01	2,89
CaO	0,26	0,04	0,00	0,14	0,02	0,14	0,02	0,22	0,00	0,00	0,01
Na2O	0,43	0,58	0,30	0,41	0,57	0,28	0,42	0,57	0,59	0,05	0,30
K2O	2,29	5,98	5,76	2,23	3,42	2,14	3,69	5,09	2,63	0,04	9,85
OH	7,96	5,03	5,21	7,12	5,11	8,07	5,67	4,84	6,54	4,51	3,67
Total	99,83	99,87	99,87	99,84	99,70	99,96	100,00	99,85	99,92	99,92	99,94
Cátions calculados na base de 22 oxigênios											
Si	7,281	7,186	7,167	7,333	7,223	7,342	7,277	7,258	7,258	7,928	6,677
Ti	0,017	0,016	0,008	0,000	0,015	0,001	0,004	0,001	0,000	0,000	0,073
Al (IV)	0,719	0,814	0,833	0,667	0,777	0,658	0,723	0,742	0,742	0,008	1,323
Al (VI)	0,494	0,394	0,355	0,522	0,442	0,541	0,512	0,369	0,487	0,000	3,252
Fe	4,254	4,192	4,136	4,167	4,142	4,073	4,273	4,127	4,138	0,684	0,202
Mn	0,017	0,001	0,016	0,010	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000
Mg	0,957	0,868	1,082	1,040	1,072	1,158	0,882	1,038	1,139	5,430	0,563
Ca	0,044	0,006	0,000	0,024	0,004	0,023	0,003	0,037	0,000	0,000	0,001
Na	0,133	0,176	0,090	0,123	0,171	0,085	0,128	0,173	0,177	0,012	0,076
K	0,464	1,196	1,150	0,445	0,672	0,429	0,733	1,008	0,521	0,006	1,645
Total	14,380	14,850	14,838	14,331	14,519	14,310	14,533	14,756	14,461	14,069	13,813
Mg/(Mg+Fe)	0,184	0,171	0,207	0,200	0,206	0,221	0,171	0,201	0,216	0,888	0,736

Tabela 13. Resultados analíticos para o Biotita (cont.)

Amostra	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A
Nº Análise	2_4	2_5	3_6	2_7	4_8.1	4_8.2	4_8.3	1_1	1_2	1_3	1_4
SiO ₂	49,68	49,65	49,23	48,60	47,38	47,17	47,01	46,65	46,63	46,42	46,41
TiO ₂	0,38	0,27	0,52	0,00	0,00	0,08	0,03	0,13	0,15	0,00	0,11
Al ₂ O ₃	30,10	29,27	31,33	6,59	6,85	6,73	6,76	6,60	6,71	6,54	6,23
FeO	2,67	3,12	2,55	32,91	32,42	32,24	32,30	31,32	32,87	32,81	32,16
MnO	0,06	0,00	0,01	0,06	0,10	0,00	0,06	0,07	0,12	0,01	0,08
MgO	2,09	2,12	1,73	4,98	4,82	4,56	4,87	4,90	4,69	4,83	4,34
CaO	0,06	0,04	0,01	0,13	0,04	0,13	0,01	0,18	0,02	0,07	0,15
Na ₂ O	0,26	0,19	0,24	0,20	0,62	0,40	0,50	0,17	0,48	0,40	0,31
K ₂ O	9,74	9,38	9,80	1,36	2,33	2,66	3,68	2,94	3,05	3,22	3,01
OH	4,76	5,52	4,19	5,08	5,46	5,76	4,62	6,95	5,25	5,61	7,13
Total	99,79	99,55	99,60	99,92	100,00	99,74	99,82	99,91	99,97	99,92	99,94
Cátions calculados na base de 22 oxigênios											
Si	6,612	6,663	6,512	7,367	7,271	7,273	7,217	7,278	7,204	7,211	7,298
Ti	0,038	0,027	0,052	0,000	0,000	0,010	0,003	0,015	0,018	0,000	0,013
Al (IV)	1,388	1,337	1,488	0,633	0,729	0,727	0,783	0,722	0,796	0,789	0,702
Al (VI)	3,333	3,292	3,397	0,543	0,509	0,496	0,441	0,491	0,426	0,410	0,452
Fe	0,297	0,350	0,282	4,173	4,161	4,158	4,147	4,087	4,247	4,263	4,228
Mn	0,007	0,000	0,001	0,008	0,013	0,000	0,007	0,010	0,016	0,002	0,011
Mg	0,414	0,423	0,340	1,125	1,102	1,048	1,114	1,139	1,079	1,119	1,018
Ca	0,009	0,005	0,002	0,022	0,007	0,022	0,002	0,031	0,003	0,012	0,026
Na	0,066	0,049	0,062	0,059	0,184	0,118	0,148	0,051	0,144	0,120	0,095
K	1,653	1,606	1,655	0,263	0,455	0,524	0,720	0,585	0,602	0,639	0,604
Total	13,816	13,753	13,790	14,193	14,430	14,375	14,581	14,408	14,534	14,565	14,447
Mg/(Mg+Fe)	0,582	0,547	0,547	0,212	0,209	0,201	0,212	0,218	0,203	0,208	0,194

Tabela 14. Resultados analíticos para o Biotita (cont.)

Amostra	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL16A	PL17D
Nº Análise	2_5	2_6	3_7	3_8	3_9	3_10	6_11	6_12	7_13	7_14	5_27
SiO ₂	46,38	46,37	46,28	46,21	46,16	46,16	46,12	46,10	46,10	46,00	34,87
TiO ₂	0,11	0,27	0,00	0,10	0,00	0,06	0,15	0,00	0,09	0,00	2,69
Al ₂ O ₃	6,45	6,20	6,45	6,42	6,69	6,48	6,57	6,27	6,17	6,36	15,43
FeO	32,43	33,19	32,10	32,03	33,00	31,58	31,87	32,69	32,42	31,15	27,59
MnO	0,04	0,00	0,00	0,04	0,13	0,00	0,00	0,08	0,20	0,00	0,06
MgO	4,69	3,90	4,37	4,76	3,77	4,58	4,82	3,94	4,81	4,82	6,15
CaO	0,06	0,16	0,15	0,08	0,01	0,02	0,00	0,21	0,22	0,05	0,02
Na ₂ O	0,80	0,46	0,32	0,52	0,42	0,45	0,43	0,40	0,30	0,59	0,01
K ₂ O	2,73	2,53	2,27	2,49	2,56	3,46	3,84	2,48	4,09	3,46	9,36
OH	6,22	6,85	7,91	7,30	7,19	7,18	6,14	7,72	5,55	7,47	3,37
Total	99,89	99,92	99,85	99,94	99,93	99,96	99,94	99,89	99,94	99,90	99,53
Cátions calculados na base de 22 oxigênios											
Si	7,224	7,289	7,306	7,259	7,273	7,264	7,204	7,303	7,198	7,260	5,493
Ti	0,013	0,032	0,000	0,011	0,000	0,007	0,018	0,000	0,010	0,000	0,319
Al (IV)	0,776	0,711	0,694	0,741	0,727	0,736	0,796	0,697	0,802	0,740	2,507
Al (VI)	0,408	0,438	0,506	0,447	0,515	0,465	0,414	0,473	0,334	0,443	0,357
Fe	4,225	4,363	4,237	4,208	4,348	4,156	4,163	4,331	4,234	4,112	3,636
Mn	0,006	0,000	0,000	0,005	0,018	0,000	0,000	0,011	0,026	0,000	0,008
Mg	1,089	0,913	1,029	1,114	0,886	1,075	1,122	0,930	1,119	1,134	1,443
Ca	0,009	0,027	0,025	0,014	0,002	0,003	0,000	0,035	0,037	0,008	0,004
Na	0,241	0,139	0,099	0,158	0,128	0,138	0,131	0,121	0,091	0,179	0,002
K	0,542	0,508	0,457	0,499	0,515	0,694	0,765	0,501	0,815	0,697	1,882
Total	14,533	14,420	14,352	14,455	14,410	14,538	14,613	14,403	14,665	14,573	15,649
Mg/(Mg+Fe)	0,205	0,173	0,195	0,209	0,169	0,206	0,212	0,177	0,209	0,216	0,284

Tabela 15. Resultados analíticos para o Clorita

Amostra	PL1A	PL1A	PL1A	PL5C	PL5C	PL5C	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL6A	PL6A1
Nº Análise	8_22	10_34	10_35	5_13	5_15	6_24	1_1	2_4	2_6	3_8	3_9	4_12	5_14	5_15	5_16	6_17	6_18	6_19	7_20	8_21	4_8	5_13	
SiO2	27,46	27,41	27,41	48,89	23,42	23,35	44,99	44,84	44,51	44,00	43,83	36,54	36,43	36,40	36,21	35,32	35,19	34,76	27,79	27,60	24,21	27,35	
TiO2	0,00	0,74	0,09	0,41	0,36	0,13	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	2,35	2,35	2,40	1,85	1,54	2,27	2,10	0,13	0,05	0,00	0,04	
Al2O3	22,11	17,61	22,01	32,36	20,38	21,03	6,52	6,49	6,97	6,35	6,64	16,10	16,24	15,34	15,11	15,13	15,04	15,19	21,49	21,50	20,34	22,03	
FeO	20,41	35,44	20,99	3,51	31,56	39,03	34,55	34,19	34,03	35,00	34,48	23,03	22,15	22,42	26,76	27,65	27,59	28,04	19,74	19,63	30,67	19,84	
MnO	0,18	0,02	0,20	0,02	0,05	0,00	0,15	0,04	0,01	0,02	0,07	0,15	0,08	0,07	0,05	0,05	0,01	0,01	0,18	0,13	0,02	0,14	
MgO	19,89	7,90	19,88	1,24	9,82	6,44	2,21	2,09	2,52	1,79	2,43	9,22	9,02	9,82	6,66	6,51	6,40	6,56	20,17	20,53	9,93	20,37	
CaO	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,26	0,14	0,12	0,03	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	
Na2O	0,00	0,06	0,03	0,46	0,01	0,03	1,30	0,76	0,59	1,53	0,47	0,01	0,05	0,09	0,05	0,03	0,03	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	
K2O	0,00	1,72	0,00	9,49	0,01	0,02	4,23	6,21	4,34	4,67	1,68	9,47	9,83	9,35	9,02	9,26	9,22	9,13	0,03	0,00	0,00	0,00	
OH	9,67	8,73	9,28	3,42	14,19	9,74	5,81	5,13	6,64	6,41	10,16	2,49	3,51	3,55	3,84	4,11	3,83	3,60	10,34	10,33	14,60	10,03	
Total	99,75	99,64	99,90	99,80	99,79	99,76	99,90	99,87	99,88	99,90	99,88	99,39	99,65	99,47	99,54	99,62	99,57	99,52	99,93	99,78	99,84	99,80	
Cátions calculados na base de 22 oxigênios																							
Si	5,44	5,91	5,43	8,19	5,26	5,17	9,12	9,11	9,08	9,07	9,18	7,07	7,10	7,11	7,23	7,13	7,08	7,00	5,53	5,49	5,42	5,43	
Al (IV)	2,56	2,09	2,57	0,00	2,74	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,90	0,89	0,77	0,87	0,92	1,00	2,47	2,51	2,58	2,57	
ΣIv	8,00	8,00	8,00	8,19	8,00	8,00	9,12	9,11	9,08	9,07	9,18	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Al (VI)	2,61	2,38	2,56	6,39	2,65	2,65	1,56	1,55	1,67	1,54	1,64	2,74	2,83	2,63	2,78	2,73	2,65	2,61	2,57	2,54	2,79	2,59	
Ti	0,00	0,12	0,01	0,05	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,34	0,35	0,28	0,23	0,34	0,32	0,02	0,01	0,00	0,01	
Fe	3,38	6,39	3,48	0,49	5,93	7,22	5,86	5,81	5,81	6,03	6,04	3,73	3,61	3,66	4,46	4,67	4,64	4,72	3,29	3,27	5,74	3,29	
Mn	0,03	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	
Mg	5,88	2,54	5,87	0,31	3,29	2,12	0,67	0,63	0,77	0,55	0,76	2,66	2,62	2,86	1,98	1,96	1,92	1,97	5,99	6,09	3,31	6,03	
Ca	0,00	0,03	0,01	0,15	0,00	0,01	0,01	0,03	0,06	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	
Na	0,00	0,03	0,01	0,15	0,00	0,01	0,51	0,30	0,23	0,61	0,19	0,00	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	
K	0,00	0,47	0,00	2,03	0,00	0,01	1,09	1,61	1,13	1,23	0,45	2,34	2,44	2,33	2,30	2,39	2,37	2,35	0,01	0,00	0,00	0,00	
Total	11,90	11,95	11,98	9,57	11,95	12,04	9,74	9,94	9,67	10,00	9,11	11,85	11,87	11,89	11,82	12,00	11,93	12,01	11,91	11,93	11,88	11,94	
Fe/(Fe+Mg)	0,37	0,72	0,37	0,61	0,64	0,77	0,90	0,90	0,88	0,92	0,89	0,58	0,58	0,56	0,69	0,70	0,71	0,71	0,35	0,35	0,63	0,35	

Tabela 16. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)

Amostra	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL6C	PL9A	PL10A1	PL11A	PL11A
Nº Análise	5_14	5_15	6_16	6_17	8_24	8_25	4_12	4_13	4_14	4_15	6_20	6_21	8_26	9_27	9_28	9_29	10_30	10_31	3_18	6_8	2_5	2_6
SiO ₂	27,25	27,20	27,19	27,18	27,13	27,12	45,72	45,65	45,63	45,61	45,56	45,52	45,46	45,31	45,23	45,22	45,18	45,03	27,06	24,19	24,90	24,50
TiO ₂	0,03	0,08	0,01	0,04	0,10	0,12	0,00	0,00	0,03	0,00	0,13	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,02	0,29
Al ₂ O ₃	22,31	22,44	22,36	22,31	22,11	21,85	6,24	6,49	6,56	7,33	6,30	6,37	6,58	6,30	6,83	6,61	6,47	7,21	22,79	20,14	19,14	20,42
FeO	19,54	19,81	20,56	19,97	20,58	20,17	35,94	31,80	35,01	33,98	32,47	31,08	35,42	34,34	33,89	35,69	34,49	33,92	18,87	38,85	36,12	35,92
MnO	0,18	0,10	0,12	0,21	0,31	0,18	0,08	0,10	0,06	0,07	0,02	0,12	0,05	0,10	0,06	0,04	0,13	0,00	0,25	0,02	0,01	0,04
MgO	20,28	20,55	19,84	20,43	19,99	20,43	1,98	4,35	2,43	2,63	4,25	4,58	1,93	2,00	2,64	2,11	2,37	2,73	20,08	6,97	8,98	8,74
CaO	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,10	0,02	0,14	0,04	0,19	0,03	0,21	0,13	0,03	0,17	0,12	0,20	0,02	0,01	0,03	0,15
Na ₂ O	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,71	0,30	0,40	0,70	0,98	0,63	0,78	1,77	0,62	0,42	0,60	0,43	0,00	0,04	0,00	0,00
K ₂ O	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	3,85	5,18	2,01	3,44	3,83	4,21	2,49	4,98	4,21	2,06	3,79	3,86	0,00	0,00	0,02	0,00
OH	10,25	9,66	9,84	9,71	9,64	9,86	5,17	5,95	7,69	6,02	6,24	7,38	6,95	4,78	6,29	7,65	6,71	6,40	10,74	9,24	10,61	9,88
Total	99,88	99,88	99,96	99,86	99,86	99,74	99,78	99,85	99,93	99,83	99,96	99,91	99,86	99,81	99,80	99,97	99,86	99,83	99,86	99,57	99,82	99,95
Cátions calculados na base de 22 oxigênios																						
Si	5,41	5,38	5,40	5,38	5,39	5,39	9,21	9,15	9,27	9,15	9,14	9,19	9,24	9,13	9,15	9,24	9,19	9,09	5,39	5,31	5,47	5,32
Al (IV)	2,59	2,62	2,60	2,62	2,61	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61	2,69	2,53	2,68
ΣIv	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	9,21	9,15	9,27	9,15	9,14	9,19	9,24	9,13	9,15	9,24	9,19	9,09	8,00	8,00	8,00	8,00
Al (VI)	2,64	2,60	2,64	2,59	2,57	2,51	1,48	1,53	1,57	1,73	1,49	1,52	1,58	1,50	1,63	1,59	1,55	1,72	2,74	2,52	2,43	2,55
Ti	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,05
Fe	3,25	3,27	3,42	3,31	3,42	3,35	6,06	5,33	5,95	5,70	5,45	5,25	6,02	5,79	5,74	6,10	5,87	5,73	3,14	7,13	6,64	6,53
Mn	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01
Mg	6,01	6,05	5,88	6,03	5,92	6,06	0,60	1,30	0,74	0,79	1,27	1,38	0,58	0,60	0,80	0,64	0,72	0,82	5,96	2,28	2,94	2,83
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,04	0,01	0,05	0,03	0,01	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04
Na	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,12	0,16	0,27	0,38	0,25	0,31	0,69	0,24	0,17	0,24	0,17	0,00	0,02	0,00	0,00
K	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,99	1,32	0,52	0,88	0,98	1,08	0,64	1,28	1,09	0,54	0,99	0,99	0,00	0,00	0,01	0,00
Total	11,93	11,98	11,97	11,98	11,98	11,97	9,43	9,63	8,98	9,39	9,63	9,50	9,18	9,92	9,51	9,08	9,41	9,48	11,89	11,98	12,02	12,00
Fe/(Fe+Mg)	0,35	0,35	0,37	0,35	0,37	0,36	0,91	0,80	0,89	0,88	0,81	0,79	0,91	0,91	0,88	0,90	0,89	0,87	0,35	0,76	0,69	0,70

Tabela 17. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)

Amostra	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL11A	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL17C	PL17C
Nº Análise	3_7	3_8	8_14	8_15	7_16	7_17	6_18	6_19	6_20	2_8	3_9	3_10	3_11	6_14	1_3	3_5	7_19	7_20	8_22	8_23	1_3	1_4
SiO ₂	24,47	24,39	24,38	24,36	24,36	24,36	24,25	24,23	24,22	20,68	25,36	25,24	25,09	25,08	26,74	25,89	25,79	25,67	25,60	25,50	24,19	24,18
TiO ₂	0,06	0,19	0,10	0,01	0,00	0,00	0,20	0,11	0,21	0,39	0,03	0,14	0,11	0,19	0,02	0,27	0,27	0,00	0,14	0,00	0,15	0,01
Al ₂ O ₃	20,28	20,13	20,37	20,02	20,30	20,44	20,43	20,26	20,12	16,51	21,86	21,49	20,20	20,69	22,41	21,13	20,79	20,52	19,69	21,06	20,47	20,40
FeO	39,56	39,34	39,59	39,16	39,57	39,36	39,68	39,37	39,92	39,20	29,25	29,20	35,60	35,95	20,35	28,61	29,56	29,59	31,52	35,18	30,83	40,03
MnO	0,04	0,05	0,16	0,11	0,06	0,05	0,02	0,02	0,07	0,00	0,10	0,03	0,14	0,10	0,09	0,10	0,12	0,01	0,04	0,11	0,00	0,10
MgO	6,32	6,48	6,37	6,75	7,26	6,76	6,15	6,56	6,57	3,64	13,64	13,41	9,71	8,97	19,30	13,70	13,59	13,53	9,65	9,19	9,73	6,52
CaO	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	0,14	0,00	0,05	0,00	0,03	0,00	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02	0,06	0,03
Na ₂ O	0,05	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02
K ₂ O	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
OH	9,10	9,36	8,60	9,37	8,08	8,90	9,10	9,35	8,60	18,89	9,64	10,22	9,05	8,77	10,87	10,10	9,66	10,49	13,14	8,81	14,43	8,45
Total	99,89	99,96	99,60	99,80	99,68	99,89	99,87	99,92	99,72	99,48	99,91	99,83	99,93	99,85	99,79	99,87	99,83	99,86	99,83	99,86	99,84	99,75
Cátions calculados na base de 22 oxigênios																						
Si	5,37	5,36	5,33	5,36	5,29	5,33	5,33	5,33	5,31	5,26	5,28	5,30	5,38	5,37	5,38	5,40	5,39	5,42	5,64	5,43	5,40	5,29
Al (IV)	2,63	2,64	2,67	2,64	2,71	2,67	2,67	2,67	2,69	2,74	2,72	2,70	2,62	2,63	2,62	2,60	2,61	2,58	2,36	2,57	2,60	2,71
ΣIv	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al (VI)	2,62	2,58	2,57	2,56	2,48	2,60	2,62	2,59	2,50	2,20	2,65	2,61	2,49	2,59	2,69	2,60	2,51	2,52	2,75	2,71	2,79	2,54
Ti	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,07	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,04	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Fe	7,26	7,24	7,23	7,21	7,18	7,20	7,29	7,25	7,31	8,34	5,09	5,12	6,39	6,44	3,42	4,99	5,16	5,22	5,81	6,26	5,76	7,32
Mn	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02
Mg	2,07	2,13	2,07	2,21	2,35	2,20	2,01	2,15	2,14	1,38	4,23	4,19	3,10	2,86	5,79	4,26	4,23	4,26	3,17	2,92	3,24	2,12
Ca	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Na	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11,99	12,00	11,93	12,01	12,05	12,02	11,97	12,01	12,01	12,05	12,01	11,99	12,04	11,98	11,92	11,94	11,98	12,01	11,77	11,91	11,84	12,01
Fe/(Fe+Mg)	0,78	0,77	0,78	0,77	0,75	0,77	0,78	0,77	0,77	0,86	0,55	0,55	0,67	0,69	0,37	0,54	0,55	0,55	0,65	0,68	0,64	0,78

Tabela 18. Resultados analíticos para o Clorita (cont.)

Amostra	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D
Nº Análise	4_15	4_16	4_17	4_18	7_27	10_38	12_40	12_41	12_42	2_2	3_13	6_22	8_36	8_37	13_41	13_42	14_44	14_45	15_46	15_47	15_48	11_55
SiO ₂	24,17	24,13	24,10	23,98	23,93	60,42	23,89	23,57	23,53	23,51	23,47	23,45	23,31	28,28	24,21	24,31	23,29	23,13	22,94	22,70	22,45	23,49
TiO ₂	0,52	0,00	0,10	0,05	0,18	0,02	0,15	0,00	0,24	0,17	0,00	0,17	0,26	0,31	0,29	0,29	0,00	0,00	0,09	0,42	0,06	0,00
Al ₂ O ₃	20,40	20,35	20,18	19,95	19,96	0,05	21,29	21,92	20,39	21,38	20,04	21,17	21,06	17,44	20,65	19,81	20,15	20,28	21,03	20,79	21,56	20,03
FeO	34,81	30,54	39,20	39,47	39,88	6,19	31,00	31,42	42,90	31,13	42,49	30,49	31,38	16,30	34,48	35,78	42,66	42,29	31,10	30,68	25,97	30,96
MnO	0,16	0,09	0,00	0,03	0,07	0,07	0,05	0,16	0,00	0,10	0,00	0,08	0,18	0,11	0,00	0,03	0,05	0,08	0,14	0,11	0,13	0,03
MgO	8,94	10,10	6,55	6,81	6,43	28,41	9,33	9,28	4,37	9,25	4,43	9,26	8,84	24,50	9,11	9,02	4,56	4,50	8,25	8,69	9,15	9,34
CaO	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02
Na ₂ O	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00
K ₂ O	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	0,03	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
OH	10,63	14,58	9,76	9,34	9,15	4,74	14,07	13,52	8,41	14,37	9,47	15,28	14,88	10,26	11,09	10,53	9,09	9,41	16,26	16,45	20,48	16,03
Total	99,68	99,84	99,90	99,65	99,66	99,93	99,79	99,88	99,84	99,93	99,94	99,94	99,96	97,31	99,86	99,85	99,80	99,78	99,85	99,90	99,81	99,90
Cátions calculados na base de 22 oxigênios																						
Si	5,28	5,40	5,33	5,29	5,28	10,03	5,32	5,23	5,23	5,27	5,28	5,29	5,27	5,60	5,30	5,33	5,22	5,20	5,27	5,22	5,29	5,37
Al (IV)	2,72	2,60	2,67	2,71	2,72	0,00	2,68	2,77	2,77	2,73	2,72	2,71	2,73	2,40	2,70	2,67	2,78	2,80	2,73	2,78	2,71	2,63
ΣIv	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	10,03	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al (VI)	2,54	2,77	2,59	2,48	2,48	0,01	2,91	2,95	2,57	2,91	2,58	2,92	2,88	1,67	2,62	2,45	2,54	2,58	2,96	2,86	3,28	2,78
Ti	0,09	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,01	0,07	0,01	0,00
Fe	6,37	5,72	7,25	7,29	7,36	0,86	5,77	5,83	7,97	5,83	7,99	5,76	5,93	2,70	6,31	6,56	8,00	7,95	5,98	5,90	5,12	5,92
Mn	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01
Mg	2,91	3,37	2,16	2,24	2,11	7,03	3,10	3,07	1,45	3,09	1,48	3,11	2,98	7,23	2,97	2,95	1,52	1,51	2,82	2,98	3,21	3,19
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
K	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11,96	11,89	12,01	12,03	12,02	7,92	11,82	11,88	12,04	11,88	12,06	11,85	11,88	11,70	11,96	12,03	12,07	12,08	11,83	11,87	11,65	11,90
Fe/(Fe+Mg)	0,69	0,63	0,77	0,76	0,78	0,11	0,65	0,66	0,85	0,65	0,84	0,65	0,67	0,27	0,68	0,69	0,84	0,84	0,68	0,66	0,61	0,65

Tabela 19. Resultados analíticos para a Arsenopirita

Amostra	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL1A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A
Nº Análise	2_5	4_9	4_10	4_11	5_12	5_13	7_17	7_18	8_23	8_24	8_25	12_27	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	1_7
S	21,305	21,863	21,136	20,422	21,668	21,351	22,200	20,461	19,467	20,868	20,497	22,015	21,206	21,866	21,178	21,561	21,609	21,581	21,961
Fe	34,802	34,734	34,995	34,866	34,967	35,108	34,981	34,798	32,168	34,142	34,168	34,010	34,995	35,316	35,205	35,237	35,042	34,701	35,487
As	44,312	44,067	45,168	45,427	43,510	44,555	42,748	45,469	47,520	42,737	46,030	43,665	44,137	43,861	44,789	43,588	43,952	44,335	43,396
Au	0,055	0,015	0,017	0,000	0,019	0,000	0,000	0,076	0,000	0,000	0,028	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ag	0,000	0,007	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,008	0,005	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,011	0,000	0,002
Cu	0,030	0,000	0,015	0,000	0,008	0,000	0,020	0,000	0,041	0,007	0,000	0,000	0,021	0,000	0,030	0,000	0,021	0,033	0,000
Co	0,050	0,058	0,045	0,057	0,096	0,074	0,054	0,117	1,570	0,404	0,184	0,039	0,022	0,054	0,037	0,040	0,036	0,038	0,040
Cd	0,023	0,000	0,010	0,012	0,023	0,018	0,017	0,022	0,047	0,003	0,039	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,025	0,000
Zn	0,000	0,012	0,036	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,053	0,029	0,000	0,000	0,000
Ni	0,069	0,066	0,063	0,028	0,057	0,057	0,062	0,004	0,072	0,023	0,022	0,038	0,016	0,053	0,000	0,027	0,000	0,008	0,000
Mo	0,000	0,060	0,027	0,017	0,032	0,000	0,033	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084	0,006	0,000	0,021	0,075	0,035	0,051
Pb	0,150	0,000	0,061	0,084	0,148	0,139	0,204	0,172	0,035	0,160	0,055	0,048	0,157	0,043	0,144	0,075	0,112	0,119	0,104
Bi	0,041	0,000	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,002	0,180	0,000	0,000	0,000	0,019
Ga	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,007	0,041	0,000	0,000	0,023	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000
Total	100,837	100,882	101,580	100,996	100,559	101,309	100,360	101,201	100,936	98,388	101,030	99,861	100,638	101,221	101,654	100,578	100,880	100,875	101,060
S	0,665	0,682	0,659	0,637	0,676	0,666	0,692	0,638	0,607	0,651	0,639	0,687	0,661	0,682	0,661	0,673	0,674	0,673	0,685
Fe	0,623	0,622	0,627	0,624	0,626	0,629	0,626	0,623	0,576	0,611	0,612	0,609	0,627	0,632	0,630	0,631	0,627	0,621	0,635
As	0,591	0,588	0,603	0,606	0,581	0,595	0,571	0,607	0,634	0,570	0,614	0,583	0,589	0,585	0,598	0,582	0,587	0,592	0,579
%S	35,364	36,042	34,905	34,107	35,898	35,249	36,649	34,162	33,409	35,517	34,271	36,555	35,236	35,900	34,974	35,673	35,698	35,687	36,059
%Fe	33,162	32,871	33,176	33,428	33,256	33,274	33,152	33,353	31,693	33,358	32,796	32,419	33,381	33,286	33,375	33,468	33,232	32,941	33,450
%As	31,474	31,086	31,919	32,465	30,846	31,477	30,199	32,485	34,898	31,125	32,933	31,026	31,383	30,815	31,651	30,860	31,070	31,372	30,491

Tabela 20. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra Nº Análise	PL4A 1_8	PL4A 1_9	PL4A 2_10	PL4A 2_12	PL4A 3_16	PL4A 3_19	PL4A 3_20	PL4A 3_21	PL4A 8_47	PL4A 8_48	PL4A 8_49	PL4A 8_50	PL4A 8_51	PL4A 8_52	PL4A 8_53	PL4A 8_54	PL4A 8_55	PL4A 8_56	PL4A 9_57
S	21,085	21,097	22,685	22,608	18,872	20,392	22,607	22,368	21,673	21,39 9	21,449	20,71 8	21,170	20,967	21,559	20,901	20,976	21,371	20,233
Fe	34,981	35,136	35,221	35,064	33,581	34,379	34,578	34,743	35,227	35,28 3	34,485	34,21 6	34,268	34,302	34,428	34,173	34,060	34,525	33,462
As	45,166	44,968	42,861	42,254	47,422	45,233	42,269	42,546	42,892	43,94 4	43,736	45,24 3	44,307	44,201	43,369	44,668	44,930	44,378	46,803
Au	0,000	0,000	0,021	0,000	0,007	0,064	0,015	0,000	0,000	0,010	0,000	0,028	0,000	0,037	0,022	0,008	0,000	0,000	0,011
Ag	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,012	0,009	0,013	0,000	0,026	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Cu	0,005	0,041	0,007	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,025	0,000	0,000	0,018	0,018	0,008	0,000	0,000	0,024	0,041
Co	0,028	0,038	0,092	0,107	0,112	0,043	0,057	0,000	0,056	0,045	0,021	0,025	0,032	0,051	0,085	0,054	0,049	0,019	0,177
Cd	0,000	0,046	0,035	0,043	0,004	0,018	0,000	0,000	0,000	0,005	0,014	0,031	0,011	0,015	0,018	0,022	0,011	0,048	0,009
Zn	0,000	0,000	0,016	0,076	0,000	0,000	0,046	0,027	0,037	0,015	0,022	0,000	0,083	0,055	0,019	0,028	0,000	0,003	0,000
Ni	0,002	0,021	0,022	0,011	0,000	0,020	0,001	0,029	0,021	0,010	0,033	0,000	0,036	0,023	0,045	0,023	0,012	0,000	0,030
Mo	0,000	0,016	0,082	0,042	0,000	0,052	0,026	0,000	0,000	0,016	0,053	0,015	0,056	0,000	0,097	0,053	0,115	0,000	0,049
Pb	0,058	0,128	0,067	0,000	0,098	0,106	0,137	0,106	0,000	0,088	0,046	0,000	0,028	0,148	0,000	0,001	0,049	0,004	0,088
Bi	0,000	0,018	0,000	0,123	0,079	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000	0,035	0,000
Ga	0,053	0,000	0,000	0,009	0,015	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,018	0,004	0,000	0,000
Total	101,37 8	101,51 3	101,10 9	100,35 7	100,19 0	100,31 9	99,801	99,832	99,923	#####	99,859	#####	100,00 9	99,817	99,692	99,961	100,20 6	100,40 7	100,90 3
S	0,658	0,658	0,708	0,705	0,589	0,636	0,705	0,698	0,676	0,667	0,669	0,646	0,660	0,654	0,672	0,652	0,654	0,667	0,631
Fe	0,626	0,629	0,631	0,628	0,601	0,616	0,619	0,622	0,631	0,632	0,617	0,613	0,614	0,614	0,616	0,612	0,610	0,618	0,599
As	0,603	0,600	0,572	0,564	0,633	0,604	0,564	0,568	0,572	0,587	0,584	0,604	0,591	0,590	0,579	0,596	0,600	0,592	0,625
%S	34,855	34,865	37,040	37,173	32,292	34,282	37,339	36,960	35,972	35,39 5	35,772	34,69 2	35,400	35,196	36,003	35,050	35,103	35,511	34,022
%Fe	33,196	33,334	33,014	33,097	32,986	33,179	32,786	32,956	33,565	33,50 2	33,016	32,89 0	32,896	33,055	33,005	32,897	32,722	32,934	32,301
%As	31,949	31,800	29,947	29,730	34,722	32,540	29,875	30,083	30,463	31,10 3	31,212	32,41 8	31,704	31,750	30,992	32,053	32,175	31,555	33,677

Tabela 21. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra Nº Análise	PL4A 9_58	PL4A 10_62	PL4A 10_63	PL4A 10_64	PL4A 10_65	PL4A 10_66	PL4A 10_67	PL4A 10_68	PL4A 11_72	PL4A 11_73	PL4A 11_74	PL4A 11_75	PL4A 11_76	PL4A 11_77	PL4A 11_78	PL4A 12_79	PL4A 12_80	PL4A 12_81	PL4A 12_82
S	21,133	22,362	21,530	21,053	20,883	21,825	21,264	21,687	21,397	22,00 4	21,577	22,41 4	21,714	21,966	21,541	21,711	20,829	20,593	21,013
Fe	33,794	35,090	34,925	34,629	34,524	35,179	34,967	35,265	34,594	35,25 0	35,124	35,85 9	35,091	35,112	34,744	34,563	35,054	34,783	34,579
As	46,157	42,309	44,525	44,322	45,121	43,315	43,194	43,247	44,012	42,95 8	43,241	42,11 4	42,859	42,656	43,300	44,069	44,569	44,634	44,101
Au	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,040	0,000	0,086	0,000	0,000	0,030	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Ag	0,015	0,010	0,000	0,000	0,022	0,000	0,017	0,000	0,000	0,002	0,025	0,014	0,000	0,004	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000
Cu	0,000	0,000	0,035	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,026	0,000	0,031	0,010	0,000	0,067	0,008	0,000	0,000	0,007
Co	0,134	0,034	0,047	0,054	0,048	0,022	0,057	0,039	0,040	0,028	0,034	0,039	0,039	0,039	0,030	0,052	0,022	0,045	0,050
Cd	0,000	0,008	0,000	0,005	0,062	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,040	0,009	0,000	0,000	0,032
Zn	0,000	0,005	0,069	0,004	0,000	0,029	0,042	0,000	0,051	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,000	0,000	0,000
Ni	0,000	0,043	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	0,037	0,000	0,018	0,042	0,000	0,065	0,011	0,015	0,000	0,019	0,050	0,024	0,063	0,098	0,000	0,048	0,000	0,000	0,007
Pb	0,007	0,016	0,000	0,032	0,007	0,098	0,093	0,097	0,057	0,091	0,123	0,000	0,085	0,138	0,024	0,044	0,132	0,083	0,000
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000	0,087	0,000	0,000
Ga	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,000	0,031	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	101,29 6	99,877	101,14 9	100,17 9	100,66 7	100,56 1	99,675	100,40 2	100,21 9	#####	100,31 4	#####	99,861	100,12 6	99,746	100,55 1	100,70 2	100,13 8	99,789
S	0,659	0,698	0,672	0,657	0,651	0,681	0,663	0,676	0,667	0,686	0,673	0,699	0,677	0,685	0,672	0,677	0,650	0,642	0,655
Fe	0,605	0,628	0,625	0,620	0,618	0,630	0,626	0,631	0,619	0,631	0,629	0,642	0,628	0,629	0,622	0,619	0,628	0,623	0,619
As	0,616	0,565	0,594	0,592	0,602	0,578	0,577	0,577	0,587	0,573	0,577	0,562	0,572	0,569	0,578	0,588	0,595	0,596	0,589
%S	35,056	36,894	35,509	35,148	34,799	36,041	35,546	35,883	35,608	36,29 7	35,816	36,73 2	36,071	36,382	35,893	35,939	34,701	34,517	35,177
%Fe	32,181	33,235	33,067	33,189	33,026	33,350	33,556	33,497	33,049	33,38 0	33,470	33,73 5	33,464	33,385	33,234	32,845	33,526	33,469	33,231
%As	32,763	29,870	31,424	31,664	32,174	30,609	30,898	30,620	31,342	30,32 3	30,714	29,53 3	30,466	30,232	30,873	31,216	31,773	32,014	31,592

Tabela 22. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra Nº Análise	PL4A 12_83	PL4A 12_84	PL4A 12_85	PL4A 12_86	PL4A 12_88	PL4A 12_89	PL4A 12_90	PL4A 12_91	PL4A 12_92	PL4A 12_93	PL4A 12_94	PL4A 12_95	PL4A 12_96	PL4A 12_97	PL4A 4_22	PL4A 4_23	PL4A 4_24	PL4A 4_25	PL4A 4_26
S	19,287	21,734	22,582	20,922	21,692	20,782	21,097	21,873	20,648	22,05 4	22,269	20,46 7	21,837	20,737	21,671	20,658	20,911	21,012	21,715
Fe	34,595	35,076	35,041	35,034	35,273	34,411	35,120	35,332	34,463	35,33 3	35,028	34,23 7	34,546	34,222	34,623	34,053	34,773	34,622	34,848
As	47,313	43,728	42,493	43,788	43,460	44,182	43,299	43,051	44,463	43,22 5	42,426	44,81 3	42,828	44,467	43,459	45,765	44,906	44,349	43,747
Au	0,054	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ag	0,003	0,000	0,025	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,002
Cu	0,000	0,000	0,039	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,009	0,011	0,000	0,000	0,001	0,000	0,023	0,011	0,000	0,011	0,000
Co	0,056	0,048	0,026	0,039	0,086	0,044	0,056	0,020	0,030	0,051	0,051	0,032	0,014	0,063	0,023	0,043	0,053	0,064	0,004
Cd	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,008	0,030	0,003	0,000	0,004	0,016	0,034	0,008	0,041	0,000	0,000	0,000	0,018	0,028
Zn	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,069	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,038
Ni	0,029	0,006	0,000	0,000	0,000	0,029	0,000	0,006	0,000	0,064	0,038	0,000	0,000	0,000	0,026	0,043	0,000	0,000	0,013
Mo	0,000	0,056	0,000	0,130	0,051	0,088	0,164	0,037	0,047	0,000	0,000	0,103	0,079	0,054	0,052	0,000	0,000	0,082	0,000
Pb	0,078	0,105	0,042	0,069	0,000	0,168	0,075	0,041	0,108	0,134	0,000	0,067	0,058	0,000	0,000	0,066	0,063	0,009	0,092
Bi	0,064	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,080	0,029	0,034
Ga	0,000	0,000	0,000	0,069	0,017	0,050	0,027	0,000	0,029	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	101,47 9	100,77 3	100,24 8	100,24 3	100,57 9	99,780	99,872	100,45 0	99,797	#####	99,832	99,78 5	99,397	99,584	99,897	100,65 7	100,78 6	100,21 6	100,52 1
S	0,602	0,678	0,704	0,653	0,677	0,648	0,658	0,682	0,644	0,688	0,695	0,638	0,681	0,647	0,676	0,644	0,652	0,655	0,677
Fe	0,619	0,628	0,627	0,627	0,632	0,616	0,629	0,633	0,617	0,633	0,627	0,613	0,619	0,613	0,620	0,610	0,623	0,620	0,624
As	0,632	0,584	0,567	0,584	0,580	0,590	0,578	0,575	0,593	0,577	0,566	0,598	0,572	0,594	0,580	0,611	0,599	0,592	0,584
%S	32,474	35,875	37,092	35,003	35,832	34,962	35,287	36,107	34,727	36,25 3	36,789	34,51 6	36,398	34,904	36,032	34,551	34,800	35,099	35,928
%Fe	33,438	33,238	33,041	33,648	33,448	33,233	33,722	33,482	33,274	33,34 2	33,219	33,14 5	33,055	33,068	33,047	32,696	33,221	33,200	33,099
%As	34,088	30,887	29,867	31,349	30,720	31,806	30,991	30,411	31,999	30,40 5	29,992	32,33 9	30,547	32,028	30,920	32,754	31,979	31,701	30,973

Tabela 23. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra Nº Análise	PL4A 4_27	PL4A 5_28	PL4A 5_29	PL4A 5_30	PL4A 5_31	PL4A 5_32	PL4A 5_33	PL4A 5_34	PL4A 5_35	PL4A 5_36	PL4A 5_37	PL4A 5_38	PL4A 5_39	PL5C 2_8	PL5C 5_16	PL5C 5_30	PL5C 6_21	PL5C 8_26	PL5C 8_27
S	21,321	20,985	20,704	22,265	21,016	22,337	21,711	21,616	20,081	21,36 4	21,000	20,97 2	21,904	19,377	19,194	19,797	19,558	19,479	18,792
Fe	34,899	34,414	34,696	34,706	34,980	35,383	35,496	34,251	34,163	34,79 5	34,536	34,53 1	34,862	34,784	32,249	34,643	33,853	33,422	33,345
As	43,927	44,702	45,598	42,846	43,458	41,374	43,258	43,243	46,744	43,74 7	44,715	45,13 0	41,770	46,066	42,985	45,201	46,039	45,806	45,677
Au	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,025	0,023	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Ag	0,022	0,000	0,000	0,014	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,030	0,001	0,019	0,030	0,010	0,017
Cu	0,007	0,000	0,000	0,000	0,008	0,058	0,032	0,000	0,060	0,037	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,003	0,000	0,027
Co	0,047	0,023	0,031	0,039	0,034	0,032	0,024	0,033	0,044	0,011	0,005	0,044	0,016	0,253	0,199	0,033	0,298	0,368	0,443
Cd	0,000	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,018	0,005	0,000	0,001	0,045	0,007	0,020	0,000	0,012	0,044	0,000
Zn	0,020	0,010	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,002	0,004	0,000	0,000	0,014	0,000	0,045	0,006	0,005	0,000	0,000
Ni	0,010	0,020	0,013	0,026	0,037	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,062	0,000	0,000	0,046	0,000	0,034
Mo	0,033	0,092	0,060	0,065	0,046	0,065	0,000	0,052	0,000	0,000	0,058	0,000	0,019	0,027	0,128	0,029	0,023	0,006	0,099
Pb	0,142	0,096	0,088	0,000	0,052	0,219	0,019	0,084	0,051	0,084	0,180	0,000	0,000	0,098	0,029	0,103	0,003	0,000	0,065
Bi	0,000	0,000	0,000	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,091	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,031	0,023	0,023	0,000	0,000
Ga	0,000	0,013	0,000	0,015	0,000	0,006	0,000	0,000	0,052	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,016	0,042	0,000	0,000	0,000
Total	100,42 8	100,40 1	101,24 5	100,02 7	99,635	99,483	100,54 4	99,295	101,30 6	#####	100,50 2	#####	98,657	100,81 0	94,897	99,902	99,893	99,135	98,499
S	0,665	0,655	0,646	0,694	0,656	0,697	0,677	0,674	0,626	0,666	0,655	0,654	0,683	0,604	0,599	0,617	0,610	0,608	0,586
Fe	0,625	0,616	0,621	0,621	0,626	0,634	0,636	0,613	0,612	0,623	0,618	0,618	0,624	0,623	0,577	0,620	0,606	0,598	0,597
As	0,586	0,597	0,609	0,572	0,580	0,552	0,577	0,577	0,624	0,584	0,597	0,602	0,558	0,615	0,574	0,603	0,614	0,611	0,610
%S	35,445	35,051	34,430	36,788	35,207	37,010	35,827	36,158	33,639	35,57 2	35,023	34,89 1	36,634	32,810	34,213	33,539	33,323	33,431	32,693
%Fe	33,306	32,998	33,123	32,919	33,640	33,655	33,626	32,890	32,853	33,25 9	33,065	32,98 0	33,472	33,812	33,000	33,692	33,111	32,929	33,302
%As	31,249	31,950	32,448	30,293	31,153	29,335	30,546	30,953	33,508	31,16 9	31,911	32,12 9	29,894	33,378	32,787	32,769	33,566	33,640	34,004

Tabela 24. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A1	PL6A1	PL6A 1	PL6A1	PL6A 1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1
Nº Análise	1_3	2_4	7_11	8_12	10_15	13_19	13_20	2_4	2_5	2_6	3_8	3_11	4_12	7_26	7_27	7_28	7_29	7_30	7_31
S	20,237	20,601	21,006	18,264	20,614	19,532	20,774	21,248	22,329	21,996	20,407	20,525	20,897	21,688	19,385	21,315	20,652	20,960	21,399
Fe	34,868	35,242	35,520	34,212	35,299	35,020	35,443	34,877	35,487	34,978	34,199	35,024	34,325	34,418	33,621	34,945	33,927	34,758	34,164
As	45,605	44,568	44,756	48,034	44,646	46,101	45,200	44,463	42,677	43,365	45,668	42,958	44,995	43,824	46,858	45,292	46,224	44,621	44,939
Au	0,049	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,014	0,014	0,000	0,010	0,011	0,062	0,000	0,000	0,000	0,035	0,000	0,032	0,007
Ag	0,007	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000	0,007	0,000
Cu	0,000	0,000	0,004	0,003	0,000	0,007	0,038	0,000	0,018	0,000	0,000	0,071	0,000	0,032	0,022	0,000	0,000	0,034	0,006
Co	0,077	0,074	0,093	0,326	0,045	0,072	0,105	0,056	0,066	0,040	0,101	0,120	0,117	0,080	0,128	0,085	0,103	0,042	0,063
Cd	0,000	0,000	0,022	0,022	0,000	0,017	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	0,014	0,000	0,010	0,000
Zn	0,000	0,047	0,000	0,034	0,009	0,002	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,003	0,000	0,000
Ni	0,031	0,044	0,022	0,078	0,004	0,054	0,000	0,021	0,014	0,050	0,000	0,000	0,045	0,032	0,031	0,031	0,076	0,015	0,034
Mo	0,054	0,000	0,036	0,056	0,021	0,035	0,048	0,000	0,000	0,055	0,035	0,000	0,021	0,001	0,032	0,049	0,079	0,066	0,075
Pb	0,019	0,070	0,094	0,134	0,135	0,050	0,040	0,000	0,080	0,092	0,131	0,135	0,157	0,183	0,117	0,060	0,046	0,070	0,000
Bi	0,000	0,000	0,040	0,000	0,001	0,083	0,009	0,000	0,000	0,055	0,000	0,019	0,005	0,000	0,076	0,061	0,000	0,069	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
Total	100,94 7	100,64 6	101,59 3	101,22 8	100,77 9	100,97 3	101,67 1	100,71 8	100,68 7	#####	100,55 3	98,956	100,58 8	100,25 8	100,29 2	101,89 8	101,11 0	100,68 4	100,69 5
S	0,631	0,643	0,655	0,570	0,643	0,609	0,648	0,663	0,696	0,686	0,637	0,640	0,652	0,676	0,605	0,665	0,644	0,654	0,667
Fe	0,624	0,631	0,636	0,613	0,632	0,627	0,635	0,625	0,635	0,626	0,612	0,627	0,615	0,616	0,602	0,626	0,607	0,622	0,612
As	0,609	0,595	0,597	0,641	0,596	0,615	0,603	0,593	0,570	0,579	0,610	0,573	0,601	0,585	0,625	0,605	0,617	0,596	0,600
%S	33,859	34,390	34,693	31,243	34,367	32,903	34,359	35,239	36,627	36,278	34,251	34,780	34,912	36,027	33,003	35,082	34,473	34,929	35,522
%Fe	33,490	33,773	33,677	33,597	33,783	33,866	33,652	33,206	33,417	33,117	32,951	34,070	32,921	32,822	32,860	33,018	32,510	33,252	32,556
%As	32,651	31,837	31,630	35,161	31,850	33,232	31,990	31,555	29,956	30,605	32,799	31,149	32,167	31,151	34,137	31,899	33,017	31,819	31,922

Tabela 25. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1
Nº Análise	7_32	8_19	8_20	8_21	8_22	8_23	9_52	9_53	9_54	9_55	9_56	9_57	9_58	9_59	9_60	9_61	10_47	11_33	11_34
S	21,284	20,802	20,828	20,319	20,643	21,307	21,001	21,020	22,203	21,968	20,658	21,425	21,053	21,484	20,855	21,757	20,945	21,254	21,285
Fe	34,422	34,341	34,413	34,504	33,590	34,534	34,189	34,287	34,640	34,053	34,413	34,552	34,694	34,425	34,202	34,985	34,264	34,477	35,090
As	44,465	45,217	44,406	42,935	46,054	44,506	44,751	44,932	43,123	43,633	44,110	43,157	44,529	44,800	45,379	43,727	44,401	44,343	44,468
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,018	0,000	0,000	0,062	0,042	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Ag	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,011	0,000	0,000	0,002	0,010	0,003	0,000
Cu	0,064	0,000	0,000	0,000	0,019	0,007	0,000	0,013	0,010	0,000	0,024	0,003	0,030	0,000	0,001	0,053	0,021	0,011	0,000
Co	0,081	0,061	0,071	0,098	0,069	0,000	0,075	0,132	0,051	0,095	0,056	0,097	0,061	0,055	0,092	0,094	0,045	0,088	0,013
Cd	0,000	0,000	0,034	0,000	0,006	0,000	0,000	0,012	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,025	0,000	0,000	0,011
Zn	0,035	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
Ni	0,000	0,023	0,034	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,036	0,004	0,026	0,006	0,000	0,014	0,041	0,044	0,000	0,030	0,045
Mo	0,003	0,074	0,075	0,000	0,030	0,000	0,010	0,030	0,039	0,081	0,000	0,018	0,033	0,000	0,073	0,041	0,045	0,016	0,009
Pb	0,052	0,079	0,059	0,021	0,113	0,111	0,080	0,121	0,075	0,064	0,087	0,006	0,000	0,000	0,022	0,122	0,134	0,062	0,025
Bi	0,000	0,003	0,000	0,000	0,158	0,034	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,085	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000
Ga	0,000	0,031	0,017	0,001	0,000	0,032	0,000	0,025	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,060	0,000	0,001	0,012
Total	100,40 6	100,64 7	99,937	97,878	100,68 2	100,54 4	100,14 7	100,57 2	100,20 1	99,972	99,433	99,264	100,49 6	100,86 2	100,68 7	100,91 0	99,879	100,28 9	100,96 3
S	0,664	0,649	0,650	0,634	0,644	0,665	0,655	0,656	0,693	0,685	0,644	0,668	0,657	0,670	0,650	0,679	0,653	0,663	0,664
Fe	0,616	0,615	0,616	0,618	0,601	0,618	0,612	0,614	0,620	0,610	0,616	0,619	0,621	0,616	0,612	0,626	0,614	0,617	0,628
As	0,593	0,604	0,593	0,573	0,615	0,594	0,597	0,600	0,576	0,582	0,589	0,576	0,594	0,598	0,606	0,584	0,593	0,592	0,594
%S	35,431	34,748	34,955	34,734	34,617	35,407	35,132	35,074	36,674	36,499	34,843	35,871	35,074	35,560	34,812	35,931	35,134	35,411	35,207
%Fe	32,895	32,931	33,155	33,860	32,336	32,944	32,833	32,843	32,846	32,480	33,321	33,209	33,181	32,710	32,774	33,168	32,995	32,975	33,319
%As	31,674	32,321	31,890	31,406	33,047	31,648	32,035	32,082	30,480	31,021	31,836	30,919	31,745	31,730	32,414	30,901	31,871	31,614	31,474

Tabela 26. Resultados analíticos para a Arsenopirita (cont.)

Amostra	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL6A1	PL10 A	PL6A1	PL10 A	PL10A	PL10A	PL10A	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C
Nº Análise	11_35	11_36	11_37	11_40	11_41	11_42	11_43	11_45	11_46	6_13	6_18	7_10	3_23	3_24	7_11	5_19	6_20	6_22	6_25
S	21,884	20,293	21,237	21,052	21,854	20,962	21,720	22,085	20,041	19,367	19,159	19,593	19,230	19,802	19,239	17,673	18,445	18,987	18,996
Fe	34,888	34,814	34,852	35,500	35,301	35,215	34,550	35,086	34,106	35,533	31,737	31,801	32,040	31,546	31,259	29,933	31,208	31,118	30,519
As	43,774	45,412	43,499	44,820	43,369	44,731	44,643	43,088	41,408	46,462	38,916	45,876	45,384	44,478	46,758	47,083	46,482	46,210	46,413
Au	0,030	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000
Ag	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000
Cu	0,000	0,000	0,021	0,000	0,042	0,008	0,037	0,049	0,035	0,000	0,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,013	0,000	0,000
Co	0,021	0,070	0,091	0,101	0,035	0,026	0,052	0,039	0,061	0,305	0,063	1,397	1,439	1,417	2,189	1,220	0,015	0,045	0,988
Cd	0,000	0,000	0,004	0,017	0,000	0,027	0,000	0,000	0,004	0,000	0,022	0,012	0,011	0,006	0,040	0,016	0,000	0,015	0,000
Zn	0,000	0,000	0,000	0,064	0,058	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,031	0,014	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,028	0,000	0,032	0,000	0,000	0,012	0,029	0,043	0,027	0,057	0,032	1,260	0,888	1,036	0,999	0,215	0,425	0,558	0,310
Mo	0,024	0,000	0,040	0,057	0,127	0,000	0,027	0,000	0,038	0,024	0,010	0,000	0,020	0,024	0,020	0,042	0,079	0,043	0,034
Pb	0,000	0,087	0,057	0,024	0,127	0,053	0,078	0,141	0,101	0,117	0,000	0,216	0,023	0,021	0,000	0,000	0,090	0,041	0,070
Bi	0,000	0,040	0,000	0,146	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	0,000	0,043	0,069	0,000	0,058	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,075	0,051
Total	100,66 1	100,72 2	99,833	101,79 1	100,91 3	101,04 3	101,19 7	100,63 4	95,824	#####	90,065	#####	99,049	98,424	100,51 4	96,190	96,825	97,092	97,381
S	0,683	0,633	0,662	0,657	0,682	0,654	0,677	0,689	0,625	0,604	0,598	0,611	0,600	0,618	0,600	0,551	0,575	0,592	0,593
Fe	0,625	0,623	0,624	0,636	0,632	0,631	0,619	0,628	0,611	0,636	0,568	0,569	0,574	0,565	0,560	0,536	0,559	0,557	0,546
As	0,584	0,606	0,581	0,598	0,579	0,597	0,596	0,575	0,553	0,620	0,519	0,612	0,606	0,594	0,624	0,628	0,620	0,617	0,619
%S	36,086	33,985	35,479	34,733	36,017	34,752	35,808	36,405	34,952	32,469	35,459	34,087	33,711	34,774	33,639	32,130	32,791	33,531	33,695
%Fe	33,026	33,471	33,425	33,624	33,398	33,515	32,698	33,202	34,146	34,198	33,720	31,761	32,244	31,802	31,376	31,241	31,849	31,548	31,077
%As	30,888	32,544	31,097	31,643	30,585	31,733	31,494	30,393	30,902	33,332	30,821	34,153	34,045	33,423	34,984	36,629	35,360	34,921	35,229

Tabela 27. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL1A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL4A	PL5C	PL5C
Nº	8_21	2_13	3_15	3_18	6_40	6_41	6_42	8_46	9_59	9_60	9_61	11_69	11_71	12_87	13_100	13_101	13_102	1_1	2_3
Análise																			
S	39,751	39,671	39,983	39,890	39,834	39,815	39,171	39,602	39,581	39,555	40,165	39,859	39,314	40,135	40,384	39,881	39,323	39,810	39,734
Fe	59,219	59,683	59,850	59,837	59,160	59,609	59,639	59,911	59,943	60,385	60,173	59,956	59,180	59,807	59,234	59,710	59,640	60,068	59,764
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000
Ag	0,000	0,024	0,000	0,003	0,001	0,002	0,000	0,005	0,000	0,010	0,000	0,006	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Cu	0,023	0,000	0,031	0,037	0,016	0,006	0,000	0,000	0,001	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,012	0,000
Co	0,076	0,048	0,044	0,072	0,033	0,034	0,041	0,064	0,088	0,048	0,040	0,051	0,047	0,068	0,049	0,061	0,050	0,063	0,049
Cd	0,035	0,012	0,015	0,000	0,009	0,008	0,000	0,000	0,029	0,033	0,025	0,005	0,001	0,024	0,027	0,000	0,039	0,000	0,000
Zn	0,000	0,108	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,069	0,069	0,000	0,010	0,000	0,037	0,000	0,022
Ni	0,548	0,077	0,037	0,070	0,069	0,066	0,054	0,080	0,162	0,065	0,069	0,006	0,001	0,023	0,058	0,099	0,146	0,130	0,120
Mo	0,004	0,114	0,080	0,028	0,128	0,117	0,080	0,055	0,044	0,088	0,064	0,054	0,104	0,047	0,054	0,112	0,094	0,088	0,038
Pb	0,189	0,220	0,174	0,164	0,042	0,013	0,120	0,066	0,107	0,123	0,054	0,087	0,111	0,089	0,124	0,157	0,176	0,139	0,101
Bi	0,009	0,008	0,000	0,015	0,000	0,000	0,024	0,051	0,000	0,073	0,001	0,013	0,000	0,000	0,000	0,072	0,000	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,000	0,023	0,028	0,035	0,019	0,000	0,034	0,000	0,026	0,005	0,040	0,020	0,022	0,067	0,040	0,026	0,000	0,000	0,000
Total	99,854	99,988	100,242	100,151	99,359	99,670	99,163	99,834	99,981	#####	100,668	#####	98,849	100,261	99,980	100,122	99,505	100,341	99,840
S	1,240	1,237	1,247	1,244	1,242	1,242	1,222	1,235	1,235	1,234	1,253	1,243	1,226	1,252	1,260	1,244	1,227	1,242	1,239
Fe	1,060	1,069	1,072	1,071	1,059	1,067	1,068	1,073	1,073	1,081	1,077	1,074	1,060	1,071	1,061	1,069	1,068	1,076	1,070
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,009	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
%S	53,684	53,627	53,769	53,703	53,951	53,753	53,339	53,488	53,429	53,269	53,735	53,660	53,643	53,886	54,265	53,739	53,399	53,534	53,616
%Fe	45,912	46,316	46,204	46,245	45,998	46,199	46,621	46,453	46,451	46,683	46,214	46,336	46,356	46,097	45,692	46,188	46,493	46,371	46,295
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,404	0,057	0,027	0,051	0,051	0,049	0,040	0,059	0,119	0,048	0,050	0,004	0,001	0,017	0,043	0,073	0,108	0,095	0,088

Tabela 28. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL5C	PL6A	PL6A	PL6A	PL6A1	PL6A1	PL6A1
Nº																				
Análise	2_4	2_5	4_10	4_11	5_17	5_18	5_19	5_31	5_33	5_35	6_22	8_28	8_29	1_2	7_10	8_13	2_3	3_9	3_10	
S	39,623	39,939	39,920	39,697	39,713	39,795	39,756	39,761	39,978	39,969	39,734	39,713	39,655	38,568	38,832	38,797	37,961	39,475	39,615	
Fe	59,475	59,694	58,719	58,585	59,432	59,265	58,441	59,535	59,700	60,526	60,257	60,129	60,166	59,630	59,984	60,316	59,955	59,591	58,992	
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,000	0,006	0,000	0,000	0,057	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Ag	0,001	0,004	0,010	0,008	0,005	0,000	0,013	0,000	0,008	0,020	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Cu	0,007	0,022	0,055	0,060	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,009	0,000	0,000	
Co	0,085	0,058	0,072	0,051	0,057	0,056	0,072	0,078	0,027	0,033	0,050	0,055	0,040	0,026	0,053	0,029	0,019	0,058	0,039	
Cd	0,022	0,109	0,064	0,000	0,000	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,077	0,021	0,000	0,010	0,029	0,024	
Zn	0,000	0,000	0,000	0,007	0,026	0,002	0,000	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,062	0,000	0,000	
Ni	0,102	0,091	0,055	0,094	0,097	0,087	0,125	0,090	0,086	0,090	0,105	0,160	0,141	0,242	0,208	0,232	0,174	0,244	0,255	
Mo	0,040	0,065	0,075	0,045	0,012	0,112	0,014	0,086	0,032	0,031	0,070	0,121	0,132	0,110	0,099	0,083	0,071	0,128	0,075	
Pb	0,188	0,131	0,172	0,149	0,085	0,074	0,140	0,120	0,126	0,076	0,146	0,082	0,164	0,173	0,154	0,133	0,240	0,141	0,059	
Bi	0,000	0,027	0,000	0,009	0,113	0,027	0,000	0,000	0,000	0,010	0,125	0,001	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000	0,034	0,058	
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Se	0,000	0,000	0,020	0,096	0,018	0,029	0,050	0,000	0,030	0,011	0,000	0,004	0,013	0,019	0,026	0,022	0,000	0,008	0,000	
Total	99,543	#####	99,162	98,801	99,558	99,523	98,611	99,714	#####	#####	100,491	#####	#####	98,845	99,380	99,662	98,501	99,708	99,117	
S	1,236	1,246	1,245	1,238	1,239	1,241	1,240	1,240	1,247	1,247	1,239	1,239	1,237	1,203	1,211	1,210	1,184	1,231	1,236	
Fe	1,065	1,069	1,051	1,049	1,064	1,061	1,046	1,066	1,069	1,084	1,079	1,077	1,077	1,068	1,074	1,080	1,074	1,067	1,056	
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Ni	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	
%S	53,674	53,785	54,196	54,098	53,750	53,876	54,183	53,740	53,804	53,460	53,418	53,436	53,392	52,882	52,919	52,750	52,379	53,476	53,810	
%Fe	46,250	46,148	45,763	45,832	46,178	46,060	45,724	46,193	46,124	46,474	46,505	46,446	46,504	46,937	46,927	47,078	47,490	46,343	46,000	
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
%Ni	0,075	0,067	0,041	0,070	0,072	0,064	0,093	0,066	0,063	0,066	0,077	0,118	0,104	0,181	0,155	0,172	0,131	0,181	0,189	

Tabela 29. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL6A1	PL6A1	PL7B	PL7B	PL7B	PL7B	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL8D	PL9A	PL9A	PL9A	PL9A	PL9A	PL9A
Nº	11_38	11_39	1_2	2_3	3_10	3_11	11_37	11_38	11_39	15_59	18_69	18_70	1_3	1_4	2_6	2_7	4_13	5_14	5_15
Análise																			
S	39,235	39,625	39,511	39,417	39,388	39,467	38,038	38,358	38,127	38,784	38,546	38,597	38,199	38,288	38,479	38,263	35,386	38,427	38,416
Fe	60,217	60,303	59,976	59,627	59,328	59,312	59,175	59,702	59,340	59,377	59,566	59,436	56,849	56,891	56,600	56,802	54,537	56,868	57,228
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,000	0,048	0,000	0,006	0,000	0,008	0,010	0,057	0,000
Ag	0,005	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,027	0,000	0,012	0,001	0,013	0,007	0,009
Cu	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,103	0,003	0,000	0,002
Co	0,048	0,009	0,047	0,066	0,066	0,069	0,035	0,024	0,063	0,052	0,045	0,077	0,029	0,028	0,033	0,093	0,000	0,055	0,058
Cd	0,029	0,001	0,000	0,023	0,047	0,000	0,004	0,031	0,066	0,000	0,005	0,000	0,061	0,014	0,002	0,000	0,042	0,094	0,049
Zn	0,052	0,010	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,030	0,064	0,000	0,120	0,010	0,065	0,000	0,000	0,031	0,000	0,090
Ni	0,148	0,177	0,472	0,416	0,470	0,445	0,577	0,574	0,516	0,477	0,613	0,652	0,031	0,024	0,009	0,023	0,048	0,029	0,049
Mo	0,052	0,138	0,079	0,026	0,061	0,142	0,109	0,137	0,089	0,060	0,154	0,071	0,088	0,076	0,061	0,100	0,000	0,068	0,050
Pb	0,224	0,156	0,071	0,107	0,045	0,030	0,092	0,075	0,213	0,073	0,124	0,108	0,136	0,103	0,159	0,055	0,225	0,164	0,124
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,011	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,000	0,007	0,042	0,000	0,000	0,000	0,017	0,058	0,022	0,001	0,000	0,000	0,019	0,010	0,045	0,014	0,000	0,000	0,018
Total	#####	#####	100,219	99,682	99,405	99,465	98,053	99,114	98,487	98,888	99,060	99,110	95,460	95,526	95,412	95,462	90,295	95,769	96,093
S	1,224	1,236	1,232	1,229	1,229	1,231	1,186	1,196	1,189	1,210	1,202	1,204	1,191	1,194	1,200	1,193	1,104	1,199	1,198
Fe	1,078	1,080	1,074	1,068	1,062	1,062	1,060	1,069	1,063	1,063	1,067	1,064	1,018	1,019	1,013	1,017	0,977	1,018	1,025
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,003	0,003	0,008	0,007	0,008	0,008	0,010	0,010	0,009	0,008	0,010	0,011	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
%S	53,103	53,303	53,250	53,357	53,441	53,508	52,594	52,585	52,608	53,034	52,748	52,819	53,914	53,957	54,214	53,980	53,036	54,055	53,883
%Fe	46,787	46,567	46,403	46,335	46,210	46,163	46,970	46,985	47,003	46,610	46,794	46,693	46,062	46,025	45,779	46,002	46,924	45,923	46,080
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,109	0,130	0,347	0,308	0,348	0,330	0,436	0,430	0,389	0,356	0,458	0,487	0,024	0,018	0,007	0,018	0,039	0,022	0,038

Tabela 30. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostr a Nº Análise	PL9A	PL9A	PL10A	PL10A	PL10A	PL10 A	PL10 A	PL10 A	PL10A 1	PL10A 1	PL10A 1	PL10A 1	PL10A 1	PL10A 1	PL10A 1	PL11A	PL11 A	PL11A	PL11 A
	10_30	10_31	2_26	3_22	5_15	7_12	9_7	9_9	1_28	2_3	2_4	6_6	6_7	7_9	7_11	1_2	4_9	9_13	11_10
S	38,13 3	37,81 6	39,866	39,834	39,902	39,736	38,949	40,038	40,041	39,416	40,075	40,182	40,463	39,041	40,003	39,199	38,721	38,810	38,825
Fe	56,72 3	55,86 0	58,627	58,886	58,909	59,702	59,676	59,457	58,775	60,663	59,831	59,284	59,959	59,404	60,197	59,246	60,129	59,318	59,956
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,052	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,007	0,011	0,000	0,009
Ag	0,000	0,013	0,000	0,000	0,009	0,004	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,004	0,000	0,000
Cu	0,004	0,013	0,009	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,005	0,000	0,111	0,000	0,009	0,031	0,000	0,000
Co	0,083	0,053	0,057	0,038	0,039	0,053	0,098	0,078	0,065	0,095	0,031	0,023	0,083	0,055	0,057	0,089	0,063	0,092	0,111
Cd	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,044	0,000	0,023	0,000	0,054	0,002	0,006	0,009	0,016	0,037	0,000	0,028	0,000	0,000
Zn	0,024	0,029	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,095	0,005	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000
Ni	0,016	0,000	0,536	0,542	0,513	0,511	0,602	0,559	0,559	0,011	0,061	0,094	0,045	0,029	0,085	0,194	0,119	0,128	0,159
Mo	0,054	0,023	0,061	0,104	0,137	0,072	0,061	0,012	0,113	0,096	0,054	0,088	0,131	0,075	0,105	0,093	0,057	0,088	0,067
Pb	0,168	0,222	0,130	0,235	0,144	0,141	0,134	0,101	0,173	0,014	0,040	0,120	0,147	0,058	0,123	0,156	0,067	0,044	0,139
Bi	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,044	0,013	0,000	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,035	0,026	0,020	0,025	0,000	0,063	0,016	0,009	0,020	0,033	0,068	0,000	0,016	0,000	0,000	0,039	0,047	0,000	0,000
Total	95,32 5	94,05 5	99,373	99,699	99,653	#####	99,536	#####	99,779	#####	100,173	99,802	#####	98,795	100,654	99,045	99,293	98,480	99,266
S	1,189	1,180	1,243	1,242	1,245	1,239	1,215	1,249	1,249	1,229	1,250	1,253	1,262	1,218	1,248	1,223	1,208	1,211	1,211
Fe	1,016	1,000	1,050	1,054	1,055	1,069	1,069	1,065	1,052	1,086	1,071	1,062	1,074	1,064	1,078	1,061	1,077	1,062	1,074
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,000	0,000	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,010	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,003	0,002	0,002	0,003
%S	53,93 3	54,11 3	54,008	53,877	53,922	53,489	52,966	53,760	54,046	53,088	53,824	54,105	54,017	53,365	53,619	53,466	52,822	53,214	52,945
%Fe	46,05 5	45,88 7	45,595	45,722	45,700	46,135	46,587	45,830	45,542	46,904	46,131	45,826	45,950	46,614	46,319	46,390	47,089	46,691	46,936
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,012	0,000	0,397	0,400	0,379	0,376	0,447	0,410	0,412	0,008	0,045	0,069	0,033	0,022	0,062	0,145	0,089	0,096	0,118

Tabela 31. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL14A	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL14D	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B
Nº	1_1	1_2	2_3	3_6	4_7	2_2	2_3	2_4	5_12	5_13	8_18	9_19	9_20	2_4	4_6	4_7	5_10	5_12	7_16
Análise																			
S	39,203	39,303	39,198	39,232	38,980	38,798	38,761	39,181	38,946	38,974	39,765	38,661	38,945	39,542	40,113	39,788	39,802	39,670	39,879
Fe	59,074	59,722	59,860	60,312	59,666	59,391	59,605	59,569	59,436	59,584	59,319	60,070	59,911	59,886	59,548	59,300	59,716	59,709	59,816
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,008	0,004
Ag	0,000	0,025	0,000	0,019	0,000	0,033	0,012	0,003	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,013	0,017	0,019	0,000
Cu	0,006	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,018	0,000	0,000
Co	0,041	0,021	0,038	0,037	0,045	0,088	0,092	0,028	0,039	0,034	0,042	0,061	0,097	0,094	0,097	0,086	0,092	0,002	0,048
Cd	0,000	0,000	0,000	0,013	0,039	0,010	0,048	0,008	0,048	0,009	0,052	0,024	0,073	0,000	0,018	0,005	0,021	0,035	0,002
Zn	0,000	0,024	0,027	0,000	0,000	0,018	0,033	0,046	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,028	0,000	0,160
Ni	0,121	0,143	0,116	0,180	0,141	0,085	0,140	0,107	0,126	0,073	0,118	0,141	0,143	0,022	0,266	0,282	0,092	0,106	0,154
Mo	0,047	0,064	0,162	0,064	0,103	0,066	0,196	0,066	0,024	0,085	0,150	0,073	0,063	0,122	0,092	0,087	0,056	0,083	0,079
Pb	0,187	0,132	0,157	0,130	0,096	0,044	0,212	0,207	0,173	0,175	0,159	0,166	0,180	0,160	0,040	0,057	0,108	0,000	0,132
Bi	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,040	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,015	0,030	0,000	0,028	0,082	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,029	0,020	0,009	0,043	0,020	0,000	0,000	0,047	0,000
Total	98,694	99,464	99,559	100,024	99,168	98,565	99,113	99,215	98,872	98,973	99,650	99,216	99,421	99,869	100,225	99,708	99,990	99,679	#####
S	1,223	1,226	1,223	1,224	1,216	1,210	1,209	1,222	1,215	1,216	1,240	1,206	1,215	1,233	1,251	1,241	1,241	1,237	1,244
Fe	1,058	1,069	1,072	1,080	1,068	1,063	1,067	1,067	1,064	1,067	1,062	1,076	1,073	1,072	1,066	1,062	1,069	1,069	1,071
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,000	0,005	0,005	0,002	0,002	0,003
%S	53,569	53,353	53,240	53,050	53,172	53,192	53,057	53,354	53,252	53,229	53,822	52,799	53,047	53,484	53,884	53,779	53,690	53,605	53,672
%Fe	46,340	46,541	46,674	46,818	46,723	46,744	46,838	46,567	46,654	46,716	46,091	47,095	46,847	46,500	45,921	46,013	46,242	46,317	46,215
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,090	0,106	0,086	0,133	0,105	0,064	0,105	0,080	0,094	0,054	0,087	0,105	0,106	0,016	0,195	0,208	0,068	0,078	0,113

Tabela 32. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL15B	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL16D	PL17C
Nº	7_17	7_18	8_21	9_25	10_26	2_3	2_5	3_7	3_8	4_9	4_10	5_11	5_13	6_14	7_16	7_17	8_19	8_20	1_2
Análise																			
S	39,935	39,646	40,448	39,729	39,524	39,147	39,262	39,898	39,058	39,265	39,309	39,317	39,132	38,987	39,497	39,677	39,267	39,367	36,800
Fe	59,618	59,980	59,522	59,921	60,357	59,737	60,569	59,300	60,638	60,399	60,292	61,260	59,676	59,900	60,312	59,512	59,920	60,091	54,088
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,025	0,000	0,002	0,000	0,004	0,014	0,000	0,000	0,010
Ag	0,004	0,026	0,004	0,000	0,001	0,009	0,000	0,018	0,007	0,016	0,006	0,000	0,000	0,015	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
Cu	0,000	0,000	0,000	0,008	0,028	0,085	0,017	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,011	0,004	0,011	0,000	0,000	0,000	0,006
Co	0,048	0,052	0,065	0,100	0,082	0,089	0,044	0,044	0,043	0,036	0,068	0,076	0,004	0,069	0,086	0,062	0,091	0,061	0,055
Cd	0,009	0,045	0,000	0,041	0,011	0,001	0,034	0,000	0,000	0,000	0,044	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,013	0,038	0,085
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,020	0,000	0,000	0,009	0,043	0,034	0,056	0,000	0,073
Ni	0,111	0,181	0,138	0,064	0,079	0,026	0,031	0,033	0,050	0,066	0,039	0,060	0,060	0,061	0,078	0,042	0,077	0,097	0,204
Mo	0,027	0,075	0,095	0,129	0,085	0,093	0,103	0,073	0,066	0,068	0,014	0,058	0,056	0,074	0,057	0,134	0,106	0,075	0,106
Pb	0,102	0,144	0,174	0,093	0,113	0,123	0,101	0,138	0,167	0,033	0,000	0,098	0,130	0,183	0,136	0,037	0,114	0,112	0,124
Bi	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,037	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,014	0,025
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,011	0,000	0,073	0,023	0,064	0,042	0,000	0,051	0,000	0,026	0,026	0,061	0,000	0,049	0,000	0,027	0,048	0,048	0,000
Total	99,865	#####	100,520	100,108	100,348	99,352	#####	99,616	#####	99,936	99,843	#####	99,076	99,351	100,224	99,549	99,692	99,903	91,576
S	1,246	1,237	1,262	1,239	1,233	1,221	1,225	1,244	1,218	1,225	1,226	1,226	1,221	1,216	1,232	1,238	1,225	1,228	1,148
Fe	1,068	1,074	1,066	1,073	1,081	1,070	1,085	1,062	1,086	1,082	1,080	1,097	1,069	1,073	1,080	1,066	1,073	1,076	0,969
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003
%S	53,806	53,447	54,152	53,570	53,255	53,294	53,021	53,947	52,856	53,079	53,162	52,762	53,297	53,111	53,257	53,716	53,274	53,259	54,148
%Fe	46,112	46,419	45,747	46,383	46,687	46,686	46,956	46,029	47,107	46,872	46,809	47,194	46,659	46,844	46,685	46,253	46,669	46,669	45,688
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,082	0,133	0,101	0,047	0,058	0,019	0,023	0,024	0,037	0,049	0,029	0,044	0,045	0,045	0,057	0,031	0,057	0,072	0,164

Tabela 33. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D
Nº																			
Análise	3_11	6_21	6_23	8_30	8_34	10_35	13_43	13_45	1_4	2_1	2_3	3_12	3_15	4_16	4_19	5_24	5_31	6_20	6_21
S	37,016	36,939	36,737	37,023	37,189	37,103	36,664	36,399	38,330	38,363	38,102	37,958	38,296	37,769	37,410	37,859	37,462	37,890	38,239
Fe	54,810	54,264	54,189	55,224	54,934	55,052	54,886	54,643	58,538	59,398	60,240	59,781	59,402	59,942	59,464	60,264	60,086	59,901	60,355
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ag	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,007	0,000	0,026	0,000	0,000	0,007	0,002	0,021	0,006
Cu	0,000	0,007	0,000	0,029	0,000	0,002	0,000	0,038	0,000	0,030	0,000	0,002	0,000	0,000	0,044	0,057	0,009	0,013	0,000
Co	0,091	0,049	0,052	0,015	0,035	0,067	0,065	0,063	0,053	0,050	0,040	0,035	0,066	0,075	0,025	0,045	0,032	0,026	0,047
Cd	0,000	0,022	0,000	0,018	0,001	0,040	0,004	0,031	0,014	0,008	0,000	0,024	0,024	0,000	0,011	0,026	0,000	0,000	0,000
Zn	0,000	0,043	0,003	0,000	0,020	0,055	0,000	0,000	0,024	0,000	0,044	0,000	0,014	0,000	0,000	0,066	0,000	0,043	0,000
Ni	0,229	0,252	0,227	0,236	0,235	0,292	0,564	0,202	0,009	0,025	0,072	0,074	0,056	0,064	0,078	0,065	0,047	0,083	0,089
Mo	0,102	0,044	0,091	0,081	0,069	0,054	0,000	0,064	0,075	0,081	0,084	0,081	0,142	0,060	0,083	0,096	0,105	0,082	0,114
Pb	0,102	0,128	0,132	0,116	0,217	0,124	0,182	0,127	0,055	0,169	0,208	0,092	0,188	0,204	0,182	0,111	0,119	0,096	0,144
Bi	0,000	0,000	0,000	0,048	0,000	0,000	0,000	0,073	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,038	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,055	0,043	0,044	0,036	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,020	0,000	0,049	0,052	0,037
Total	92,350	91,748	91,450	92,790	92,700	92,860	92,408	91,709	97,144	98,124	98,797	98,066	98,214	98,114	97,333	98,596	97,949	98,207	99,031
S	1,155	1,152	1,146	1,155	1,160	1,157	1,144	1,135	1,196	1,197	1,188	1,184	1,195	1,178	1,167	1,181	1,168	1,182	1,193
Fe	0,981	0,972	0,970	0,989	0,984	0,986	0,983	0,978	1,048	1,064	1,079	1,070	1,064	1,073	1,065	1,079	1,076	1,073	1,081
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,010	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
%S	53,955	54,141	54,049	53,770	54,012	53,877	53,539	53,624	53,281	52,933	52,393	52,488	52,875	52,301	52,257	52,226	52,044	52,390	52,429
%Fe	45,863	45,658	45,768	46,043	45,802	45,891	46,011	46,213	46,712	47,049	47,553	47,456	47,083	47,651	47,684	47,725	47,920	47,547	47,505
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,182	0,202	0,182	0,187	0,186	0,232	0,450	0,163	0,007	0,019	0,054	0,056	0,042	0,048	0,060	0,049	0,036	0,063	0,067

Tabela 34. Resultados analíticos para a Pirrotita (cont.)

Amostra	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D	PL17D
Nº														
Análise	7_38	7_39	8_34	8_35	9_33	10_32	11_50	11_51	12_57	12_58	12_59	12_60	13_40	14_43
S	38,032	38,040	37,590	38,009	37,547	38,216	37,851	37,580	38,079	37,461	37,759	37,918	37,761	37,501
Fe	60,068	59,908	59,381	59,216	59,688	59,216	59,935	60,100	59,553	60,336	60,220	59,957	60,086	59,850
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Au	0,000	0,000	0,002	0,000	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,015	0,001
Ag	0,015	0,000	0,003	0,001	0,005	0,004	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000
Cu	0,000	0,075	0,000	0,000	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,005	0,015	0,051
Co	0,044	0,077	0,097	0,059	0,037	0,013	0,077	0,062	0,061	0,018	0,067	0,060	0,085	0,059
Cd	0,000	0,039	0,028	0,026	0,026	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,016	0,004	0,052	0,045
Zn	0,000	0,000	0,100	0,046	0,000	0,000	0,008	0,022	0,026	0,048	0,000	0,000	0,009	0,001
Ni	0,031	0,034	0,079	0,005	0,095	0,040	0,065	0,053	0,022	0,068	0,068	0,064	0,040	0,065
Mo	0,113	0,052	0,029	0,076	0,088	0,079	0,071	0,149	0,054	0,024	0,036	0,037	0,050	0,084
Pb	0,218	0,172	0,099	0,156	0,092	0,235	0,070	0,082	0,160	0,136	0,008	0,201	0,152	0,086
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,058	0,000	0,056	0,000	0,020	0,017	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,000	0,058	0,047	0,000	0,007	0,003	0,000	0,007	0,000	0,048	0,000	0,000	0,039	0,025
Total	98,521	98,455	97,455	97,594	97,650	97,838	98,096	98,113	97,961	98,195	98,193	98,298	98,321	97,768
S	1,186	1,187	1,172	1,186	1,171	1,192	1,181	1,172	1,188	1,168	1,178	1,183	1,178	1,170
Fe	1,076	1,073	1,063	1,060	1,069	1,060	1,073	1,076	1,066	1,080	1,078	1,074	1,076	1,072
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
%S	52,435	52,505	52,411	52,786	52,247	52,907	52,358	52,114	52,684	51,932	52,177	52,393	52,245	52,161
%Fe	47,542	47,469	47,529	47,210	47,680	47,062	47,593	47,845	47,300	48,017	47,771	47,559	47,724	47,789
%As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%Ni	0,023	0,026	0,060	0,004	0,072	0,030	0,049	0,040	0,017	0,051	0,051	0,048	0,030	0,049

Tabela 35. Resultados analíticos para a Calcopirita(cont.)

Amostra	PL10A	PL10A	PL10A1	PL10A	PL10A	PL15B	PL4A	PL16D	PL15B	PL15B	PL17D	PL17D	PL17D	PL6A	PL14D	PL14D	PL17C	PL17C	PL17D	PL17C	PL17C
Nº	4_17	5_14	7_10	3_21	5_16	1_1	11_70	2_4	9_24	5_11	5_26	4_17	5_23	2_5	2_6	8_17	8_32	8_29	3_11	13_44	8_33
Análise																					
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,039	0,045	0,000	0,063	0,015	0,025	0,121	0,000	0,056	0,064	0,070	0,022	0,027	0,134	0,011	0,043	0,039	0,052	0,000	0,006	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,000	0,039	0,008	0,014	0,000	0,057	0,007	0,000	0,000	0,038	0,004	0,029	0,035	0,016	0,063	0,000	0,000	0,047	0,040	0,063	0,000
S	34,827	34,270	34,147	33,860	33,857	33,849	33,795	33,769	33,700	33,680	33,641	33,531	33,434	33,385	33,376	33,174	32,640	32,590	32,528	32,386	32,317
Pb	0,066	0,095	0,018	0,162	0,050	0,128	0,162	0,162	0,041	0,050	0,120	0,053	0,163	0,081	0,145	0,116	0,097	0,000	0,167	0,300	0,124
Bi	0,000	0,027	0,000	0,129	0,005	0,000	0,048	0,038	0,000	0,120	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025
Cd	0,000	0,008	0,014	0,000	0,009	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,036	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Fe	30,363	30,370	29,601	29,842	30,405	29,779	30,740	30,155	30,418	30,162	29,923	30,459	29,588	30,107	30,860	29,872	27,749	27,720	29,127	27,971	28,001
Co	0,024	0,037	0,037	0,057	0,018	0,015	0,017	0,052	0,023	0,061	0,050	0,020	0,031	0,021	0,018	0,055	0,035	0,000	0,011	0,048	0,006
Cu	34,571	34,857	34,470	34,361	34,863	33,403	34,609	34,661	34,893	34,621	34,191	33,773	34,068	34,481	34,007	34,416	31,457	30,918	33,005	30,950	31,313
Ni	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,017	0,039	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,018	0,005
Mo	0,060	0,079	0,010	0,061	0,012	0,037	0,046	0,053	0,083	0,062	0,083	0,037	0,071	0,106	0,000	0,101	0,057	0,080	0,112	0,038	0,045
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,072	0,027	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000
Ag	0,000	0,026	0,038	0,032	0,001	0,021	0,014	0,028	0,022	0,020	0,014	0,020	0,037	0,000	0,020	0,012	0,023	0,016	0,018	0,003	0,001
Total	99,950	99,869	98,343	98,581	99,238	97,377	99,559	98,922	99,253	98,917	98,127	97,947	97,454	98,439	98,527	97,843	92,122	91,427	95,008	91,783	91,849
S	1,086	1,069	1,065	1,056	1,056	1,056	1,054	1,053	1,051	1,051	1,049	1,046	1,043	1,041	1,041	1,035	1,018	1,017	1,015	1,010	1,008
Fe	0,544	0,544	0,530	0,534	0,544	0,533	0,550	0,540	0,545	0,540	0,536	0,545	0,530	0,539	0,553	0,535	0,497	0,496	0,522	0,501	0,501
Cu	0,544	0,549	0,542	0,541	0,549	0,526	0,545	0,545	0,549	0,545	0,538	0,531	0,536	0,543	0,535	0,542	0,495	0,487	0,519	0,487	0,493
%S	49,968	49,459	49,827	49,556	49,139	49,927	49,047	49,250	49,007	49,195	49,422	49,270	49,453	49,049	48,903	49,012	50,651	50,841	49,359	50,557	50,346
%Fe	25,008	25,161	24,796	25,073	25,333	25,215	25,611	25,247	25,393	25,292	25,236	25,693	25,124	25,393	25,958	25,335	24,720	24,825	25,373	25,067	25,042
%Cu	25,024	25,380	25,376	25,372	25,528	24,857	25,341	25,504	25,600	25,513	25,342	25,037	25,423	25,558	25,139	25,653	24,628	24,334	25,268	24,376	24,611

Tabela 36. Resultados analíticos para a Calcopirita(cont.)

Amostra Nº Análise	PL17C 8_31	PL10A 10_3	PL17C 10_36	PL5C 6_23	PL5C 6_25	PL5C 5_34	PL1A 9_19	PL1A 8_26	PL5C 5_32	PL1A 9_20	PL11A 1_3	PL1A 12_28	PL11A 1_4	PL11A 1_1	PL9A 4_12	PL9A 2_11	PL9A 9_27	PL9A 9_29	PL9A 2_8	PL9A 1_1	PL9A 1_2
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,114	0,149	0,009	0,060	0,017	0,004	0,081	0,026	0,063	0,021	0,010	0,140	0,000	0,078	0,000	0,154	0,032	0,045	0,158	0,007	0,027
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,058	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
S	32,249	32,152	32,105	34,800	34,554	34,406	34,014	33,960	33,945	33,873	33,542	33,502	33,416	33,260	33,718	33,275	33,240	33,124	33,111	33,026	32,390
Pb	0,110	0,152	0,122	0,136	0,186	0,063	0,096	0,000	0,131	0,126	0,087	0,052	0,059	0,136	0,013	0,095	0,126	0,103	0,041	0,132	0,167
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,024	0,000	0,000
Cd	0,000	0,059	0,000	0,006	0,000	0,008	0,000	0,000	0,020	0,009	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000
Fe	28,189	28,681	28,268	29,919	30,306	29,785	30,033	29,446	29,691	30,606	29,880	29,658	29,855	30,008	28,572	28,174	28,305	28,676	28,443	28,123	27,913
Co	0,031	0,034	0,041	0,044	0,000	0,026	0,002	0,032	0,014	0,037	0,000	0,018	0,042	0,057	0,000	0,034	0,024	0,037	0,011	0,026	0,032
Cu	31,124	33,732	31,102	34,190	34,321	34,027	34,719	34,714	34,029	34,200	34,478	34,508	34,152	34,750	31,831	31,887	31,972	32,285	32,656	31,920	31,240
Ni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,008	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,000	0,013	0,000	0,004
Mo	0,083	0,054	0,074	0,072	0,066	0,068	0,045	0,135	0,022	0,100	0,042	0,067	0,000	0,130	0,055	0,015	0,081	0,083	0,086	0,077	0,048
Au	0,000	0,000	0,000	0,011	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000
Ag	0,022	0,032	0,009	0,000	0,011	0,003	0,000	0,034	0,029	0,024	0,003	0,005	0,027	0,010	0,035	0,042	0,032	0,028	0,026	0,016	0,013
Total	91,980	95,053	91,730	99,238	99,477	98,390	99,052	98,392	97,944	99,025	98,057	97,992	97,601	98,429	94,225	93,676	93,841	94,412	94,569	93,363	91,846
S	1,006	1,003	1,001	1,085	1,078	1,073	1,061	1,059	1,059	1,057	1,046	1,045	1,042	1,037	1,052	1,038	1,037	1,033	1,033	1,030	1,010
Fe	0,505	0,514	0,506	0,536	0,543	0,533	0,538	0,527	0,532	0,548	0,535	0,531	0,535	0,537	0,512	0,504	0,507	0,513	0,509	0,504	0,500
Cu	0,490	0,531	0,489	0,538	0,540	0,535	0,546	0,546	0,536	0,538	0,543	0,543	0,537	0,547	0,501	0,502	0,503	0,508	0,514	0,502	0,492
%S	50,284	48,986	50,145	50,271	49,885	50,102	49,460	49,665	49,804	49,308	49,261	49,313	49,297	48,898	50,949	50,773	50,656	50,284	50,233	50,595	50,471
%Fe	25,232	25,085	25,346	24,811	25,117	24,899	25,070	24,722	25,008	25,576	25,192	25,061	25,284	25,326	24,785	24,679	24,763	24,990	24,772	24,733	24,969
%Cu	24,484	25,929	24,509	24,918	24,998	24,999	25,470	25,613	25,189	25,117	25,547	25,626	25,419	25,775	24,266	24,547	24,582	24,726	24,995	24,671	24,560

Tabela 37. Resultados analíticos para a Esfalerita (cont.)

Amostra	PL10A	PL10A	PL7B	PL10A	PL15B	PL15B	PL10A	PL10A	PL10A	PL10A	PL10A	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C	PL17C
Nº																	
Análise	4_18	4_20	5_13	4_19	5_9	5_8	10_1	9_8	1_27	9_6	2_25	3_14	3_10	3_13	3_12	2_5	1_1
As	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	60,779	58,482	60,728	60,525	62,570	61,702	59,553	58,363	57,878	59,103	56,307	60,310	60,209	59,459	60,755	61,203	59,020
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,032	0,032	0,000	0,000	0,000	0,019	0,027	0,025	0,054	0,018	0,082	0,113	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000
S	32,660	32,571	32,517	32,508	32,330	32,272	32,265	32,249	32,227	32,203	31,366	31,199	31,150	30,918	30,703	30,612	30,423
Pb	0,025	0,117	0,086	0,166	0,071	0,148	0,214	0,056	0,048	0,104	0,246	0,122	0,064	0,166	0,152	0,045	0,089
Bi	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,093	0,000	0,000
Cd	0,150	0,177	0,031	0,131	0,088	0,069	0,142	0,177	0,137	0,156	0,147	0,079	0,049	0,061	0,052	0,051	0,163
Fe	5,907	6,054	5,762	5,659	6,264	6,540	5,831	6,251	6,125	6,214	6,010	5,967	5,725	5,797	5,693	5,791	5,746
Co	0,022	0,024	0,023	0,006	0,000	0,017	0,001	0,032	0,031	0,000	0,040	0,000	0,011	0,006	0,003	0,015	0,013
Cu	0,000	0,000	0,031	0,025	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,048	0,073	0,000	0,000	0,000	0,002	0,009	0,026
Ni	0,033	0,011	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,010	0,022	0,000	0,000	0,016	0,016
Mo	0,167	0,156	0,138	0,076	0,159	0,160	0,189	0,113	0,110	0,153	0,211	0,156	0,131	0,120	0,116	0,082	0,155
Au	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000	0,000	0,000
Ag	0,000	0,000	0,004	0,002	0,000	0,000	0,007	0,000	0,011	0,000	0,017	0,000	0,027	0,012	0,000	0,000	0,000
Total	99,887	97,624	99,320	99,098	101,482	100,945	98,251	97,266	96,632	97,999	94,499	97,956	97,451	96,624	97,569	97,824	95,651
S	1,019	1,016	1,014	1,014	1,008	1,007	1,006	1,006	1,005	1,004	0,978	0,973	0,972	0,964	0,958	0,955	0,949
Fe	0,106	0,108	0,103	0,101	0,112	0,117	0,104	0,112	0,110	0,111	0,108	0,107	0,103	0,104	0,102	0,104	0,103
Zn	0,712	0,685	0,711	0,709	0,733	0,723	0,698	0,684	0,678	0,692	0,659	0,706	0,705	0,696	0,712	0,717	0,691
%S	55,475	56,151	55,463	55,585	54,409	54,518	55,654	55,840	56,070	55,558	56,051	54,476	54,606	54,652	54,069	53,783	54,440
%Fe	5,760	5,991	5,642	5,555	6,052	6,342	5,774	6,214	6,118	6,154	6,165	5,981	5,761	5,882	5,755	5,841	5,903
%Zn	38,765	37,858	38,895	38,860	39,540	39,140	38,572	37,947	37,812	38,288	37,783	39,542	39,633	39,466	40,175	40,377	39,657

Tabela 38. Resultados analíticos para a
Galena

Amostra	PL10A	PL10A	PL10A	PL17D
Nº Análise	10_2	10_5	10_4	4_18
As	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,013	0,007	0,000	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,587	0,548	0,610	0,070
S	12,871	12,585	12,575	12,286
Pb	84,563	84,376	84,474	83,045
Bi	0,273	0,114	0,397	0,604
Cd	0,080	0,134	0,057	0,038
Fe	0,074	0,047	0,000	0,156
Co	0,000	0,000	0,018	0,000
Cu	0,000	0,000	0,000	0,012
Ni	0,025	0,013	0,036	0,000
Mo	0,040	0,000	0,000	0,000
Au	0,020	0,000	0,000	0,000
Ag	0,114	0,113	0,161	0,311
Total	98,660	97,937	98,328	96,522
S	0,401	0,393	0,392	0,383
Pb	0,408	0,407	0,408	0,401
%S	49,588	49,081	49,032	48,878
%Pb	50,412	50,919	50,968	51,122

Tabela 39. Resultados analíticos para a
Pirita

Amostra	PL16D	PL16D	PL16D	PL17D
Nº Análise	1_1	8_18	7_15	12_56
As	0,000	0,000	0,000	0,044
Zn	0,000	0,000	0,030	0,000
Ga	0,000	0,000	0,000	0,000
Se	0,003	0,010	0,055	0,014
S	53,228	53,200	53,165	50,958
Pb	0,117	0,230	0,122	0,256
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000
Cd	0,024	0,013	0,000	0,011
Fe	45,287	45,121	45,124	46,654
Co	0,024	0,087	0,063	0,047
Cu	0,027	0,000	0,020	0,000
Ni	0,046	0,000	0,017	0,056
Mo	0,084	0,116	0,129	0,091
Au	0,000	0,000	0,000	0,000
Ag	0,000	0,000	0,013	0,012
Total	98,840	98,777	98,738	98,143
S	1,660	1,659	1,658	1,589
Fe	0,811	0,808	0,808	0,835
%S	67,185	67,254	67,239	65,549
%Fe	32,815	32,746	32,761	34,451