UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO GEOCRONOLÓGICO E EVOLUÇÃO METALOGENÉTICA DA
MINERALIZAÇÃO AURÍFERA DO DEPÓSITO ENGENHO D'ÁGUA,
QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MINAS GERAIS, BRASIL)**

Andreia Raquel Coelho Beleque

Orientador: Prof. Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari

Co-orientador: Prof. Dr. Lydia Maria Lobato

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

VERSÃO CORRIGIDA

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do
Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

Beleque, Andreia Raquel Coelho

Estudo geocronológico e evolução metalogenética da mineralização aurífera do depósito Engenho D'Água Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) / Andreia Raquel Coelho Beleque. - São Paulo, 2015.

152 p. : il + anexos

Tese (Doutorado) : IGc/USP

Orient.: Tassinari, Colombo Celso Gaeta

Co-orient.: Lobato, Lydia Maria

1. Mineralização aurífera 2. Quadrilátero Ferrífero 3. Geologia isotópica 4. Alteração hidrotermal I. Título

A todos os que contribuíram para este trabalho!

AGRADECIMENTOS

Antes de prosseguir com a exposição do presente trabalho expresso o meu sincero agradecimento a todos aqueles que tornaram possível, de uma maneira ou outra, a realização desta tese contribuindo com o seu conhecimento e amizade. Correndo o risco de não mencionar todos, peço desde já um sincero pedido de desculpa.

Em primeiro lugar, presto sincero agradecimento ao meu orientador, Professor Colombo Tassinari pela oportunidade de desenvolver e prosseguir na investigação científica num tema de meu interesse, por todo o apoio prestado e conhecimento atribuído. À Professora Lydia Lobato, que aceitando a posição de co-orientador, exerceu o seu papel com muita responsabilidade e entusiasmo nas discussões e na transmissão de todo o seu notável conhecimento sobre o assunto estudado. Ao Professor António Mateus, que não sendo oficialmente meu orientador, se disponibilizou incondicionalmente em ajudar, que se refletiu em longas horas de trabalho em conjunto.

Agradeço à Fundação para a Ciência e Tecnologia de Portugal pela atribuição de uma bolsa de doutoramento no estrangeiro.

Agradeço aos Professores Lena Monteiro e Wilson Teixeira, pela contribuição enquanto revisores do exame de qualificação e ao Prof. Jorge Bettencourt pelo apoio científico prestado.

Um obrigada muito especial ao geólogo Marco Aurélio, por toda a ajuda prestada durante os trabalhos de campo e durante todo o percurso desta tese, mantendo-se sempre disponível para ajudar.

Um muito obrigada aos membros do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Ivone, Izabel, Gisele, Walter, Simone, por toda a ajuda técnica prestada. Um obrigada muito especial ao técnico de laboratório e amigo Vasco Loios, pelo apoio incondicional durante a preparação das amostras e os bons momentos de risada.

Um obrigada à Cyntia Mourão, ao Sr. Alberto Verde e Pedro Reis, pelo apoio prestado durante a confecção de lâminas e análises laboratoriais realizadas no departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

À Silvana, pela sua amizade e apoio em toda burocracia necessária ao desenrolar deste trabalho.

Um obrigada do tamanho do mundo para a colega e amiga Cláudia Tokashiki, uma das melhores pessoas que conheci até hoje e com quem pude contar desde o meu primeiro dia que nos conhecemos. Sempre disponível para ajudar de coração os seus amigos e colegas. A ela agradeço também a impressão final desta tese.

À minha baiana predileta, Natali Barbosa, colega, amiga, vizinha de sala. Partilhámos muita risada ao longo destes anos.

À Inês Cruz, um obrigada muito especial pela partilha de angústias, pela sua palavra amigas, atitude positiva mesmo nos maus momentos e toda ajuda prestada no final da confecção desta tese.

Ao David Martins, pela sua amizade, apoio prestado e as bonitas frases de incentivo enviadas por email.

À Joana Correia, pela ajuda prestada nas formatações da tese.

Ao amigo Ezequiel Ferreira, com quem podia matar saudades do meu português de Portugal.

Ao Maurício Liskaborba, pelo apoio prestado e palavras amigas.

Finalmente resta-me agradecer à minha família que sempre apoiou o meu percurso académico, e aos amigos do meu coração pelas palavras de incentivo e os bons momentos de descontração que proporcionaram ao longo destes anos.

RESUMO

O depósito de ouro Engenho d'Água situa-se na porção NW do lineamento Paciência, uma estrutura regional relacionada com o *greenstone belt* Rio das Velhas da região do Quadrilátero Ferrífero (QF), localizada a sul do craton São Francisco, Minas Gerais (Brasil). O depósito foi inicialmente explorado sob a forma de mina a céu aberto pela AngloGold Ashanti e mais recentemente como lavra subterrânea, pela Mundo Mineração Ltda. No final de 2011 a exploração foi encerrada. A mineralização encontra-se hospedada em rochas Arqueanas do *greenstone belt* Rio das Velhas, rochas vulcanoclásticas e filitos carbonosos recristalizados sob condições de fácies xisto verde que exibem alteração a quartzo, carbonato e sericita, além de sulfetos e sulfossais de antimônio.

De acordo com as evidências petrográficas e de química mineral, o processo mineralizador no depósito Engenho d'Água pode ser interpretado como uma sucessão de três ciclos evolutivos: um ciclo evolutivo precoce, um ciclo evolutivo principal (sin-mineralização) dividido em dois estágios mineralizadores e um ciclo evolutivo tardio (tardi-mineralização). O ciclo evolutivo pré-mineralização, anterior a D_1 , nas rochas vulcanoclásticas, caracteriza-se pela associação *quartzo + albita + sericita + clorita + calcita ± pirrotita ± Au* e, nos filitos carbonosos por *quartzo + sericita + dolomita + pirita ± calcopirita ± tetraedrita ± Au*. A composição das sericitas e clorita usada como geotermômetro revela temperaturas de formação em torno de 450-475°C e $490 \pm 10^\circ\text{C}$, respectivamente. O ciclo evolutivo principal caracteriza-se pelo desenvolvimento das estruturas mineralizadas sujeitas a dobramento isoclinal D_1/D_2 . O primeiro estágio evolutivo caracteriza-se pelo desenvolvimento de quartzo + albita + sericita + clorita + dolomita, abundantes sulfetos (pirita, arsenopirita, pirrotita), sulfossais de antimônio, electrum e ouroestibinita. Consiste no principal estágio de deposição do ouro e com base no geotermômetro da arsenopirita (em equilíbrio com pirita, pirrotita e ouro) estima-se uma temperatura de formação de 360-370°C. Para o desenvolvimento dos sulfossais de antimônio estima-se uma temperatura em torno de 250-300°C. O segundo estágio evolutivo é semelhante ao primeiro com a característica particular de apresentar elevada concentração de sulfossais de antimônio e escasso ouro. O ciclo evolutivo tardi-mineralização é caracterizado pela deposição tardia de vênulas de *quartzo + pirita + carbonato + Au*, devendo estar associado à circulação tardia de fluido hidrotermal por fraturação tardi-orogênica.

Estudos de geoquímica de rocha total revelam protólitos, para as rochas vulcanoclásticas, de natureza félsica, composição dacítica e magmas com afinidade geoquímica calci-alcalina.

Dados isotópicos de Pb em pirita e bertierita (associadas aos estágios sin-mineralização) forneceram idades modelo de 2.6 Ga como a época de desenvolvimento do principal evento mineralizador. Datação Ar-Ar em sericita hidrotermal sugere a atuação de eventos tectono-metamórficos mais jovens durante o Neoproterozóico (Brasiliano) em torno de 631 ± 6 Ma. A assinatura isotópica em Pb, Sr e Nd nos minerais e nas rochas hospedeiras (vulcanoclásticas e filito carbonoso) indicam fluidos mineralizadores derivados de diferentes reservatórios, predominantemente da crosta continental superior. Isótopos estáveis de enxofre também indicam a ocorrência de fluidos com origem na crosta.

ABSTRACT

The Engenho d'Água Gold deposit occurs along the NW portion of the Paciência lineament, a regional-scale structure related to the Rio das Velhas greenstone belt of the Quadrilátero Ferrífero (QF) region, located in the Southern tip of the São Francisco craton, Minas Gerais (Brazil). The deposit was formerly exploited as open-pit mine by AngloGold Ashanti and more recently underground by Mundo Mineração Ltda. Mining was discontinued by the end of 2011. The mineralization is hosted in Archean rocks of Rio das Velhas greenstone belt, represented by vulcaniclastic rocks and carbonaceous phyllites recrystallized under greenschists facies conditions that exhibit alteration to quartz, carbonate and sericite, besides sulphides and antimony sulfosalts.

According to petrographic and mineral chemistry evidences, the ore-forming process at Engenho d'Água deposit may be interpreted as a succession of three main evolution cycles: a early ore stage, a main ore stage, subdivided into two mineralized stages, and a late ore stage. The early ore stage, before D_1 , comprises a mineral assemblage of *quartz + albite + sericite + chlorite + calcite ± pyrrhothite ± Au* (in vulcaniclastic rocks) and *quartz + sericite + dolomite + pyrite ± calcopyrite ± tetrahedrite ± Au* (in carbonaceous phyllite). Sericite and chlorite compositions used as geothermometer suggest a temperature of formation from 450-475°C e $490 \pm 10^\circ\text{C}$, respectively. The main ore stage comprises the development of mineralized folded structures (D_1/D_2). The first stage is characterized by the development of *quartz + albite + sericite + chlorite + dolomite* and significant amount of sulphides (pyrite, arsenopyrite, pyrrhothite), antimony sulfosalts, electrum and aurostibite. Consist in the principal ore stage. According to arsenopyrite geothermometer (in equilibrium with pyrite, pyrrhothite and gold) the temperature of formation range from 360-370°C. The formation of antimony sulfosalts range ca. 250-300°C. The second ore stage is characterized by abundante development of antimony sulfosalts and scarce gold. The late ore stage is similar to the first ore stage with quartz + pyrite + carbonate + Au veinlets.

Whole rock geochemical data for vulcaniclastic rocks indicate felsic nature for protholiths, dacitic composition and calco-alkaline affinity for magmas.

Pb isotopic data on pyrite and berthierite (main ore stage) show model age of 2.6 Ga for the principal mineralization stage. Ar-Ar data suggest tectono-metamorphic events during Neoproterozoic (Braziliano) ca. 631 ± 6 Ma. The isotopic signatures of Pb, Sr and Nd of the ore and whole rock (vulcaniclastic rocks and carbonaceous phyllite) indicate mineralization fluids from different reservoirs, principally source rocks from superior continental crust. Sulfur stable isotopes also indicate the same source.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Preâmbulo	3
1.2 Depósitos de Ouro Orogênico: conceitos	5
1.2.1 Definição e enquadramento tectônico	5
1.2.2 Geologia dos terrenos hospedeiros	5
1.2.3 Mineralogia dos depósitos	6
1.2.4 Alteração hidrotermal	7
1.2.5 Natureza dos fluidos mineralizadores	8
1.2.6 Estilos estruturais	8
1.3 Enquadramento Geológico	9
1.3.1 Geologia regional do QF	
1.3.1.1 Terrenos granito-gnáissicos (TTG)	9
1.3.1.2 Supergrupo Rio das Velhas	12
1.3.1.3 Unidades Supracrustais Proterozóicas	17
1.4 Geocronologia	17
1.4.1 <i>Greenstone belt</i> Rio das Velhas	17
1.4.2 Depósitos Auríferos	21
1.4.3 Evolução Geotectônica	21
1.5 Geologia do depósito Engenho d'Água	24
1.5.1 Histórico e produção no contexto da região do QF	24
1.5.2 Geologia do depósito	25
1.6 Objetivos	27

CAPÍTULO 2 – MÉTODOS DE TRABALHO

2.1 Amostragem	31
2.2 Preparação de amostra	31
2.2.1 Amostras para análise petrográfica e microsonda eletrônica	31
2.2.2 Pulverização de amostras para análise química e isotópica de rocha total	31
2.2.3 Concentrados minerais para análises isotópicas	32
2.3 Procedimentos e condições analíticas	32
2.3.1 Análise de Microsonda Eletrônica	32
2.3.2 Análises de Rocha Total	33
2.3.3 Análise de Isótopos Radiogênicos em concentrados minerais e rocha total	33
2.3.3.1 Pb-Pb	33
2.3.3.2 Rb-Sr e Sm-Nd	34
2.3.3.3 Ar-Ar	35
2.3.4 Análise de isótopos estáveis de enxofre	35

CAPÍTULO 3 – PETROGRAFIA

3.1 Introdução	39
----------------	----

3.2 Caracterização petrográfica das rochas hospedeiras da mineralização	39
3.3 Caracterização petrográfica das estruturas mineralizadas	47
3.4 Paragêneses de alteração hidrotermal	59
CAPÍTULO 4 – QUÍMICA MINERAL	
4.1 Introdução	69
4.2 Carbonato	69
4.3 Silicatos	71
4.4 Sulfetos	75
4.5 Sulfossais de antimônio	79
4.6 Ouro	80
4.7 Geotermometria	80
4.8 Discussão	86
CAPÍTULO 5 – LITOGEOQUÍMICA	
5.1 Introdução	93
5.2 Elementos maiores	93
5.3 Elementos menores e traço	97
5.3.1 Padrões de concentração em ETR	97
5.3.2 Padrões de concentração multi-elementar	100
5.4 Índices de alteração	102
5.5 Elementos imóveis	103
5.6 Balanços de massa	107
5.7 Discussão	112
CAPÍTULO 6 – GEOLOGIA ISOTÓPICA	
6.1 Isótopos radiogênicos	117
6.1.1 Pb-Pb	117
6.1.2 Rb-Sr	124
6.1.3 Sm-Nd	128
6.1.4 Ar-Ar	131
6.2 Isótopos estáveis de enxofre	132
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	
7.1 Variabilidade química das fases minerais e evolução do fluido mineralizador	137
7.2 Idade de deposição do minério	138
7.3 Fonte dos fluidos mineralizadores e dos metais	139
CAPÍTULO 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
ANEXOS	
A – MÉTODOS ANALÍTICOS	
I – QUÍMICA MINERAL	A.3

II – LITOGEOQUÍMICA	A.6
III – GEOLOGIA ISOTÓPICA	A.7
B – RESULTADOS ANALÍTICOS	
I – QUÍMICA MINERAL	B.3
II – LITOGEOQUÍMICA	
B.117	
III – GEOLOGIA ISOTÓPICA	
B.123	

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO

Figura 1.1. Ambientes tectônicos de formação dos depósitos orogênicos de ouro epigenéticos (Groves *et al.*, 1998). 5

Figura 1.2. Representação esquemática dos ambientes crustais dos depósitos hidrotermais de ouro em termos da profundidade de formação e ambiente estrutural em margem convergente (Groves *et al.*, 1998). 6

Figura 1.3. Mapa geológico simplificado do *greenstone belt* Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero (adaptado de Baltazar & Zucchetti, 2007). 11

Figura 1.4. Coluna litoestratigráfica do QF com informação dos dados geocronológicos obtidos para as diferentes unidades estratigráficas e respectivas referências. Adaptado de Romano *et al.*, 2013. 19

Figura 1.5. Mapa geológico-estrutural simplificado do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização de Engenho d'Água e outros depósitos auríferos de relevância. Geologia e estruturas de Dorr (1969), Marshak e Alkmim (1989), Chemale *et al.* (1994) e Baltazar & Zucchetti (2007). 24

Figura 1.6. Mapa geológico simplificado da região NW de Nova Lima com localização do depósito Engenho d'Água e outros. Modificado de Vieira e Oliveira (1988). As associações do Grupo Nova Lima adaptadas de Baltazar & Zucchetti (2007). 25

Figura 1.7. Imagens de afloramentos da jazida Engenho d'Água. **(A)** alteração hidrotermal a quartzo-carbonato-sericita das rochas vulcanoclásticas; **(B)** evidências de dobramento e controle estrutural com mergulho de aproximadamente 85°/34°; **(C)** rochas vulcanoclásticas com foliação S_n bem definida e intercalações de filito carbonoso; **(D)** pormenor de veio de quartzo com abundantes sulfetos (pirita). 26

3. PETROGRAFIA

Figura 3.1. **(A, B e C)** vulcanoclásticas pouco alteradas (V1); **(D, E, F e G)** vulcanoclásticas moderadamente alteradas e/ou mineralizadas (VMA); **(H e I)** vulcanoclásticas fortemente alteradas e mineralizadas (VFAM). 41

Figura 3.2 (à direita) - **(A, B e C)** vulcanoclásticas fortemente alteradas e mineralizadas com deposição de sulfossais de antimônio em vênulas e fraturas; **(D, E e F)** exemplares de filito carbonoso com clivagem de crenulação S_{n+1} . 43

Figura 3.3 (à direita) - **(A)** Vulcanoclástica com porfiroclastos de quartzo (qtz), carbonato (carb) e plagioclásio (pl) orientados segundo o plano de foliação S_n , definido por palhetas de sericita (sct) (#EA-12; LTNC); **(B)** Vulcanoclástica com foliação incipiente e porfiroclastos de qtz rolados (#EA-11; LTNC); **(C)** Domínios de micróilito constituídos por qtz e carb (#EA-21; LT vs. NC); **(D)** Porfiroclastos de pl com efeitos devido à hidrólise (#EA-19(1); LTNC); **(E)** 45

Vulcanoclásticas de grão fino constituídas por qtz, carb e sct (#EA-78; LTNC); **(F)** Filito carbonoso venulado e com clivagem de crenulação espaçada S_{n+1} e paralela ao plano axial das dobras (#EA-77(2); LTNC); **(G e H)** Filito carbonoso com cristais de pirita (py) grossos em sombras de pressão com quartzo e carbonato recristalizados (#EA-27; LTNC). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados.

Figura 3.4 (à direita) - **(A)** Veio de qtz com calcita (cal) deformado, exibindo traços de clivagem curvos (#EA-1(8); LTNC); **(B)** Agregados finos intercrescidos de sct e chl (#EA-1(8); LTNC); **(C)** Grãos de pl hidrotermal (EA-1(8); LTNC); **(D)** Grãos de qtz deformados, exibindo extinção ondulante e contactos irregulares (EA-1(8); LTNC); **(E)** Cristais de turmalina (tur) dobrados associados a sct (EA-1(8); LTNP); **(F)** Cristais disseminados de po com exsoluções de pentalindita (pn) em veio de qtz + carb precoce (EA-4; LRNP); **(G e H)** Filito carbonoso com py_0 em sombras de pressão com qtz_0 e $carb_0$ recristalizados e cristais acessórios de td_0 (#EA-27; LTNC; F - LRNP). # - Referência da amostra; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados.

49

Figura 3.5 (à direita) - **(A)** Agregados grossos de ms I (#EA-82N; LTNC); **(B)** Agregados grossos de sulfetos fraturados (#EA-86N; LRNP); **(C)** Veios de qtz I com abundante sct I e chl (#EA-58; LTNC); **(D)** Carbonato fraturado (#EA-86A; LTNC); **(E)** Amostra de veio de quartzo tipo 1 e 2 com agregados grossos de sulfetos (#EA-82); **(F)** Subgranulação intergranular de veio de qtz do tipo 1 (#EA-82N; LTNC); **(G)** Cristais de brt I' e py I' em veio de qtz do tipo 1 (#EA-82N; LRNP); **(H)** Vênulas de qtz I + ms I + py I (#EA-47; LTNC; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos.

51

Figura 3.6 (à direita) - **(A)** Vênulas de qtz I + pl I + carb I + py I (#EA-47; LTNC); **(B)** Py I + apy I + po I em veio de qtz 1 (#EA86N(4); LRNP); **(C)** Vênulas de qtz I + ms I + py I (#EA47; LTNC); **(D)** Au em fraturas na py I (#EA47; LRNP); **(E)** Fraturas discretas preenchidas por py I euédrica (#EA55; LRNP); **(F)** Grãos de py I disseminados em matriz de rocha vulcanoclástica (#EA51(3); LRNP); **(G, G1)** Fraturas discretas com qtz I + chl I + py I (#EA24; LTNC; LRNP); **(H)** Vênulas de qtz III + carb III + py III + Au (#EA16; LTNC). # - Referência da amostra; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos.

55

Figura 3.7 (à direita) - **(A)** Py II em vênulas de qtz II + apy II + brt II (#EA72; LRNP); **(B)** Py II em vênulas de qtz II + brt II + jms I + sb II + po II (#EA72; LRNP); **(C)** Apy I euédrica em fraturas discretas com rutilo (rt) e py (#EA83(3); LRNP); **(D)** (H, H1) Apy I euédrica em fraturas discretas com chl I + qtz I (#EA24; LT vs. NC; LRNP); **(E)** Po I em fraturas intergranulares na py I (#EA49; LRNP); **(F)** Po I em fraturas intragranulares na Py I (#EA49; LRNP); **(G)** Po I em fraturas intragranulares na apy I (#EA49; LRNP); **(H)** Po I com ulm I no bordo (#EA75/EA86A; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos.

57

Figura 3.8 (à direita) - **(A)** Palhetas de brt I em veio de qtz I + py I (#EA75; LRNP); **(B)** Textura mirmequítica entre ulm II e po II (#EA72; LRNP); **(C)** Sulfetos de antimônio do

segundo estágio de mineralização (brt, jms, sb) em associação com py II e po II (#EA72; LRNC); **(D)** Imagem de elétrons retroespalhados de (C); **(E)** Blg no bordo de sp e py (#EA91; LRNP); **(F)** Td no bordo da po (#EA82(2); LRNP); **(G)** Td em associação com apy (#EA100A; LRNP); **(H)** Py I e rt I disseminado na matriz (#EA83; LRNP). # - Referência da amostra; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos; LRNC – Luz refletida nicóis cruzados.

Figura 3.9 (à direita) - (A) Ligas de Au-Ag e Au-Sb (ouro-estibinita) disseminados na matriz (#EA85A(2); LRNP); **(B)** Au incluído em arsenopirita e no bordo (#EA94(1); LRNP); **(C)** Au incluído em arsenopirita (#EA83(8); LRNP); **(D)** Au em fraturas na arsenopirita (#EA83(10); LRNP); **(E)** Au incluído em py I (#EA100B(3); LRNP); **(F)** Au em fraturas na py I (#EA47(2); LRNP); **(G e H)** Au em associação com carb III (#EA16(8); LTNC; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos.

Figura 3.10 – Litótipos representativos da intensa alteração hidrotermal precoce (0').

Figura 3.11. Representação esquemática da sequência paragenética observada nas estruturas mineralizadas e rochas hospedeiras hidrotermalmente alteradas. A espessura das linhas corresponde à abundância relativa observada.

4. QUÍMICA MINERAL

Figura 4.1. Diagramas de correlação **(A)** Fe vs. Mg, **(B)** Fe vs. Mn e **(C)** Fe vs. Sr em átomos p.u.f. para as gerações de carbonato. **(D)** - Diagrama de variação composicional dos carbonatos definido em termos dos seus membros finais CaCO_3 , MgCO_3 e $\text{FeCO}_3 + \text{MnCO}_3$.

Figura 4.2. (A) Distribuição Mg vs. Fe^{2+} ; linha de composição ideal chm-clc definida por $[(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Al}](\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ e ferro-amesita (Fe-Am) e magnésio-amesita (Mg-Am) definida por $[(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Al}_2](\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, **(B)** (Mg + Mn) vs. Fe^{2+} e **(C)** Al^{vi} vs. Al^{iv} para as cloritas analisadas.

Figura 4.3. (A) Distribuição $[(\text{Al}+2\text{Ti}+\text{Cr})^{\text{vi}} - \text{Al}^{\text{iv}}]$ vs. Σ^{vi} , **(B)** $(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})^{\text{vi}}$ vs. $\text{Si}-(2^{\text{vi}})$ e **(C)** Total de cátions divalentes na posição octaédrica $(\text{R}^{2+})^{\text{vi}}$ vs. $(\text{Si})^{\text{iv}}$ para as cloritas analisadas. Extremos composicionais definidos com base na composição ideal dos mesmos: amesita $[(\text{Mg}_4\text{Al}_2)(\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$, clinoclóro-chamosita $[(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Al}](\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, lizardita-minesotaita $[\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8]$ e sudoíta $[(\text{Mg}_2\text{Al}_3)(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_4]$.

Figura 4.4. Projeção das micas potássicas dioctaédricas analisadas no diagrama **(A)** Si vs. (Fe + Mg), **(B)** Al^{iv} vs. Al^{vi} e **(C)** Fe vs. Al^{vi} . Ms, FPh, Ph e Lc designam, respectivamente, os termos composicionais ideais para a moscovita $[\text{K}_2\text{Al}_4(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH})_4]$, ferri-moscovita $[\text{K}_2(\text{Al}_3\text{Fe}^{3+})(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH})_4]$, fengita $[\text{K}_2(\text{Al}_3\text{R}^{2+})(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{20}(\text{OH})_4]$, ferri-fengita $[\text{K}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})\text{Al}_2\text{Fe}^{3+}(\text{Si}_7\text{AlO}_{20})(\text{OH})_4]$ e leucofilita $[\text{K}_2(\text{Mg}_2\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4]$.

Figura 4.5. Diagramas de correlação **(A)** S vs. Fe e **(B)** S vs. As para as diferentes gerações de pirita.

Figura 4.6. Diagramas de correlação Ni vs. Co para as diferentes gerações de pirrotita.

Figura 4.7. Diagrama #Mg vs. Temperatura. **(A)** – temperatura calculada com base no

61

63

65

65

70

73

74

75

76

78

modelo empírico de Jowett, 1992; **(B)** – temperatura calculada com base no modelo termodinâmico de Inoue *et al.*, 2009. 83

Figura 4.8. **(A)** Posição relativa dos termos de composição ideal moscovita (Ms), fengita (Ph), leucofilita (Lc), flogopita/anita (Phl/Ann) e siderofilita (Sidf) no diagrama ternário R^{2+} -Al-Si. **(B)** Projeção das análises de sericita junto com os domínios de estabilidade térmica obtidos experimentalmente para o sistema K_2O -FeO- Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O . 84

Figura 4.9. Diagrama de Kretschmar & Scott (1976) mostrando at%As vs. T (°C) aplicado ao geotermômetro da arsenopirita. 85

5.LITOGEOQUÍMICA

Figura 5.1. “Diagramas Harker” de variação de óxidos de elementos maiores considerando a SiO_2 como índice de diferenciação magmática. 95

Figura 5.2. Padrões de concentração em ETR normalizados ao condrito (CN) para os (A) protólitos V1 e V2, (B) subconjunto MA, (C) subconjunto FAM e (D) filito carbonoso. A mancha azul de referência representa a envolvente dos padrões de concentração normalizada evidenciados pelos protólitos V1 e V2. 99

Figura 5.3. Padrões de concentração multi-elementar normalizados ao manto primitivo (MP) para o (A) protólito V1 e V2, (B) subconjunto MA, (C) subconjunto FAM e (D) filito carbonoso. A mancha azul de referência representa a envolvente dos padrões normalizados evidenciados pelos protólitos V1 e V2. 100

Figura 5.4. Diagramas de correlação **(A)** (Au + Ag) vs (Au + Sb), **(B)** (Au + Ag) vs (Sr + Rb + Ba) e **(C)** (Au + Ag + Sb + As) vs (Co + Zn + Pb + Cu) para os protólitos V1 e V2 e para os subconjuntos MA e FAM. 101

Figura 5.5. Diagramas de projeção (A) IM_{MB} vs IM_{Au} , (B) IA vs CCPI*, (C) IA vs IM_{Au} , (D) CCPI* vs IM_{Au} , (E) IA vs IM_{MB} e (F) CCPI* vs IM_{MB} , para as rochas vulcanoclásticas. 104

Figura 5.6. Diagramas padrão entre elementos imóveis para as rochas vulcanoclásticas: (A) TiO_2 vs. Al_2O_3 , (B) TiO_2 vs. Zr, (C) Al_2O_3 vs. Zr, (D) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/ TiO_2 , (E) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/ Al_2O_3 , (F) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/Nb, (G) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/Y e (H) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/Sc. 106

Figura 5.7. Diagramas de balanço de massa para os elementos considerando Al_2O_3 imóvel. (A) Elementos maiores (B) elementos menores e traço. 111

Figura 5.8. Diagrama SiO_2 vs. ($Na_2O + K_2O$) de classificação de rochas vulcânicas de Irvine & Baragar (1971) e LeBas *et al.* (1986) para as vulcanoclásticas V1 e V2. 112

Figura 5.9. Diagrama Nb/Y vs. Zr/ TiO_2 de classificação de rochas vulcânicas de Winchester & Floyd (1977) para as vulcanoclásticas V1 e V2 e metavulcânicas félsicas do Rio das Velhas de Baltazar & Zucchetti (2000). 113

Figura 5.10. Diagramas de diferenciação de afinidades magmáticas (A) Al_2O_3/TiO_2 vs. Zr/Y e (B) Sc/V vs. (Zr/Y). Os limites que definem os campos de afinidade calco-alcalina, transicional e toleítica estão de acordo com Barrett & MacLean (1994). 114

6.GEOLOGIA ISOTÓPICA	118
Figura 6.1. Diagrama isocrônico $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para as rochas fortemente alteradas e mineralizadas (conjunto FAM).	
Figura 6.2. Diagrama isocrônico $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para a (A) pirita, (B) bertierita e (C) pirita + bertierita. A curva a azul corresponde ao modelo de evolução do Pb de Stacey & Kramers (1975).	121
Figura 6.3. Diagrama da Plumbotectônica de Zartman & Zoe (1981), para os sulfetos de EA, com as curvas de evolução isotópica do Pb representadas por círculos (crosta continental superior), triângulos (manto), quadrados (orógeno) e traços (crosta continental inferior). O diagrama (B) corresponde à ampliação do diagrama A.	122
Figura 6.4. Diagrama da Plumbotectônica de Zartman & Zoe (1981), para os sulfetos de EA, com as curvas de evolução isotópica do Pb representadas por círculos (crosta continental superior), triângulos (manto), quadrados (orógeno) e traços (crosta continental inferior). O diagrama (B) corresponde à ampliação do diagrama A.	123
Figura 6.5. Diagrama isocrônico $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ vs. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as rochas do subconjunto (A) V1 e V2, (B) MA e (C) FAM.	126
Figura 6.6. Diagrama $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ vs. ϵ_{Nd} para as rochas vucanoclásticas e sulfetos de EA.	131
Figura 6.7. Diagrama ^{39}Ar vs. Idade para a sericita hidrotermal.	132
Figura 6.8. Valores de isótopos de enxofre, $\delta^{34}\text{S}$, para os depósitos Cuiabá (Lobato <i>et al.</i> , 2001c), Carvoaria Velha do lineamento Córrego do Sítio (Ribeiro, 2013 & Ribeiro <i>et al.</i> , 2015) e Engenho d'Água.	134
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS	
Figura 7.1. Representação da evolução sugerida para o sistema hidrotermal Engenho d'Água.	139

ÍNDICE DE TABELAS

1.INTRODUÇÃO

Tabela 1.1. Classificação dos tipos de depósitos auríferos do Quadrilátero Ferrífero com base na idade e natureza da rocha hospedeira (adaptado de Ribeiro-Rodrigues, 1998 in Lobato <i>et al.</i> , 2001c).	4
Tabela 1.2. Associações minerais características dos halos de alteração hidrotermal na fácies xisto-verde; a negrito estão representados os minerais mais comuns (adaptado de Eilu <i>et al.</i> , 1999).	8
Tabela 1.3. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Belo Horizonte (adaptado de Silva, 2006).	13

Tabela 1.4. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Bonfim (adaptado de Silva, 2006).	14
Tabela 1.5. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Bação e Caeté (adaptado de Silva, 2006).	15
Tabela 1.6. Dados geocronológicos para o greenstone belt Rio das Velhas (adaptado de Lobato et al., 2001a e Silva, 2006).	20
Tabela 1.7. Dados geoconológicos para os depósitos auríferos do greenstone belt Rio das Velhas (adaptado de Silva, 2006).	22

PETROGRAFIA

Não tem tabelas

4. QUÍMICA MINERAL

Tabela 4.1. Amplitude de variação composicional para os carbonatos em átomos p.u.f., exceto se indicado o contrário; N= número de análises.	70
Tabela 4.2. Amplitude de variação composicional para a clorita (em wt%); N= número de análises.	72
Tabela 4.3. Amplitude de variação composicional para a pirita (wt%). Min- mínimo; Max- máximo; Med- mediana; N- número de análises.	77
Tabela 4.4. Amplitude de variação composicional para a arsenopirita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - mediana; N - número de análises.	77
Tabela 4.5. - Amplitude de variação composicional para a pirrotita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - mediana; N - número de análises.	78
Tabela 4.6. Amplitude de variação composicional para a esfalerita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - mediana; N - número de análises.	78
Tabela 4.7. Amplitude de variação composicional para a calcopirita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - mediana; N - número de análises.	79
Tabela 4.8. Amplitude de variação composicional para a jamesonita (wt%). N - número de análises.	79
Tabela 4.9. Amplitude de variação composicional para a ulmanita (wt%). N - número de análises.	79
Tabela 4.10. Amplitude de variação composicional para a bertierita (wt%). N - número de análises.	
Tabela 4.11. Amplitude de variação composicional para o ouro (wt%); Au-Sb - ouro estibinita; N - número de análises.	80
Tabela 4.12. Amplitude de variação das temperaturas calculadas com base no modelo empírico de Jowett, 1991 e termodinâmico de Inoue <i>et al.</i> 2009.	83

5 .LITOGEOQUÍMICA

Tabela 5.1. “Diagramas Harker” de variação de óxidos de elementos maiores considerando a SiO ₂ como índice de diferenciação magmática.	96
--	----

Tabela 5.2. Amplitude de variação dos conteúdos e razões entre ETR para as vulcanoclasticas.	99
Tabela 5.3. Balanços de massa para as transformações V1=> V1-MA => V1-FAM considerando zircónio e alumina imóvel.	108
Tabela 5.4. Balanços de massa para as transformações V2=> V2-MA => V2-FAM considerando zircónio e alumina imóvel.	108
Tabela 5.5. Média do balanço de massa para as vulcanoclásticas considerando Al ₂ O ₃ imóvel; o subconjunto V2-FAM não inclui a amostra EA-97.	110

6.GEOLOGIA ISOTÓPICA

Tabela 6.1. Resultados isotópicos de Pb para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.	119
Tabela 6.2. Resultados isotópicos de Pb para as diferentes gerações de pirita e bertierita.	120
Tabela 6.3. Composição isotópica de Sr para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.	127
Tabela 6.4. Composição isotópica em Sr para os sulfetos.	127
Tabela 6.5. Composição isotópica de Nd para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.	129
Tabela 6.6. Composição isotópica de Nd para os sulfetos.	130
Tabela 6.7. Valores de $\delta^{34}\text{S}$ para os sulfetos de EA.	133

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não tem tabelas

ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

Minerais			
Albita	Ab	*Jamesonita	Jms
*Antimônio nativo	Sb	Leucofilita	Lc
Arsenopirita	Apy	Moscovita	Ms
*Ouro-estibinita	Au-Sb	Pentlandita	Pn
*Bertierita	Brt	Pirita	Py
*Boulangerita	Blg	Pirrotita	Po
Calcita	Cal	Flogopita/Anita	Phl/Ann
Carbonato	Carb	Plagioclásio	Pl
Calcopirita	Ccp	Quartzo	Qtz
Chamosita	Chm	Rutilo	Rt
Clorita	Chl	Sericita	Sct
Clinocloro	Clin	Siderofilita	Sidf
Electrum	Au-Ag	Sulfetos	Sulf
Esfalerita	Sp	Tetraedrita	Td
Fengita	Ph	Turmalina	Tur
Ferri-moscovita	FMs	*Ulmanita	Ulm
Ferri-fengita	FPh		

Abreviaturas minerais retiradas de Kretz (1983) & Spear (1993); *abreviaturas retiradas de Williams-Jones & Normand (1997) e An & Zhu (2010))

Características geoquímicas

Condrito	CN
CCPI*	<i>Chlorite-carbonate-pyrite index</i>
DT	Substituição di-trioctaédrica nas cloritas
Elementos do Grupo das Terras Raras Leves	ETRL
Elementos do Grupo das Terras Raras Médias	ETRM
Elementos do Grupo das Terras Raras Pesadas	ETRP
Elementos do Grupo das Terras Raras	ETR
FM	Substituição $MgFe^{2+}$ nas cloritas
IA	Índice de Alteração
IM_{Au}	Índice de Alteração Aurífera
IM_{MB}	Índice de Alteração em Metais Base
MP	Manto Primitivo
NASC	<i>North American Shale Composite</i>
TK	Substituição de Tschermak

Geologia - diversos	
a.p.u.f.	átomos por unidade de fórmula
EA	Engenho d'Água
FC	Filito Carbonoso
FFB	Formação Ferrífera Bandada
QF	Quadrilátero Ferrífero
SHRIMP	<i>Sensitive High Resolution Ion Microprobe</i>
V1/V2	Vulcanoclástica pouco alterada
V1/V2-MA	Vulcanoclástica moderadamente alterada e mineralizada
V1/V2-FAM	Vulcanoclástica fortemente alterada e mineralizada

Unidades litoestratigráficas	
GBRV	<i>Greenstone belt</i> Rio das Velhas
SGRV	Supergrupo Rio das Velhas
TTG	Terrenos Granito-gnáissicos

Organizações	
FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia de Portugal
IGc	Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

Estudo geocronológico e evolução metalogenética da mineralização aurífera do depósito Engenho d'Água, Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil)

Tese co-financiada pelo programa
POPH/FSE, Bolsa SFRH/BD/72401/2010

Capítulo 1

Introdução

1.1 Preâmbulo

A região do Quadrilátero Ferrífero (QF), situada na extremidade sul do Cráton São Francisco, a sul do estado de Minas Gerais (e.g. Dorr, 1969; Almeida, 1976), é uma das principais províncias metalogenéticas do Brasil e inclui diversos tipos de mineralizações auríferas. Compreende um embasamento granítico-gnáissico bordejado por sequências de idade Arqueana do tipo *greenstone belt* pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas. O mesmo é composto por rochas metassedimentares e metavulcânicas e encontra-se subdividido nos grupos Nova Lima na base e Maquiné no topo (e.g. Dorr, 1969; Baltazar & Zucchetti, 2007). O Grupo Nova Lima compreende basaltos toleíticos e komatíitos associados a formações ferríferas bandadas (FFB) cobertas por tufos máficos, vulcânicas félsicas e unidades sedimentares. Neste grupo estão alojados os mais importantes depósitos de ouro do QF, como Morro Velho, Cuiabá e São Bento. O Grupo Maquiné é composto por unidades sedimentares, arenitos e conglomerados. Estas rochas são cobertas por rochas sedimentares de idade Paleoproterozóica, sendo principalmente o Supergrupo Minas, Grupo Itacolomi e Supergrupo Espinhaço.

Os depósitos auríferos do QF apresentam normalmente forte controle estrutural decorrente da superposição de vários eventos orogênicos arqueanos e proterozóicos. A **Tabela 1.1** mostra uma classificação dos tipos de depósitos auríferos do QF de Ribeiro-Rodrigues (1998), com base na idade e natureza da rocha hospedeira. No Grupo Nova Lima, os depósitos auríferos hospedados na sequência *greenstone belt* arqueana Rio das Velhas exibem três estilos de mineralização com base na natureza, deformação da rocha hospedeira e mineralogia do minério (e.g. Ribeiro-Rodrigues *et al.*, 1997; Lobato *et al.*, 1998): 1) *stratabound* e/ou pseudo-estratiforme, com zonas sulfetadas e estruturalmente controladas, de substituição em formações ferríferas bandadas (FFB) ricas em óxido e carbonato; 2) sulfetos disseminados em zonas de alteração hidrotermal ao longo de zonas de cisalhamento em rochas vulcânicas e sedimentares metamorfisadas e (3) veios de quartzo-carbonato e sulfetos em zonas de cisalhamento que cortam as rochas metavulcânicas e metassedimentares.

A mineralização aurífera encontra-se hospedada preferencialmente ao longo das camadas de FFB ($\pm$ metachert rico em ferro), como nos depósitos de Cuiabá, São Bento, Raposos, Lamego e Faria e, na lapa seca (e.g.: Morro Velho, Bicalho e Bela Fama). Por lapa seca entende-se um conjunto de rochas hidrotermais, provavelmente vulcânicas e vulcanoclásticas, submetidas a intensa alteração carbonática, sericitica, com sulfeto e forte silicificação. As FFB e lapa seca são responsáveis por 49% e 47% da produção de ouro, respectivamente. Rochas vulcânicas máficas e ultramáficas, vulcanoclásticas e sedimentares metamorfisadas constituem os 4% restantes (Lobato *et al.*, 2001b).

Tabela 1.1. Classificação dos tipos de depósitos auríferos hospedados no greenstone belt Rio das Velhas com base na idade e natureza da rocha hospedeira (adaptado de Ribeiro-Rodrigues, 1998 *in* Lobato *et al.*, 2001c).

Tipo de depósito	Rocha hospedeira	Depósitos importantes	Idade da Mineralização (Ma)	Mineralização	Tamanho (t)	Teor (g/t)	Produção (t)
Hospedados no greenstone belt arqueano Rio das Velhas							
<i>Paleoplacer</i>	Metaconglomerado	Tanque Preto	>2.6	Au livre em <i>paleoplacers</i>	?	?	?
<i>Stratabound</i>	Formações ferríferas e <i>cherts</i>	Morro Velho, Cuiabá, Raposos, São Bento, Brumal, Lamego	<2.7	Au em sulfetos	>670	Ago/15	540
Zonas de cisalhamento dúcteis (ouro disseminado)	Rochas metassedimentares	Córrego do Sítio	?	Au em sulfetos	>5	02/Mar	3
	Vulcânicas félsicas e vulcanoclásticas	Bela Fama, Paciência	?		>1	Out/13	1
	Vulcânicos máficos	Juca Vieira, Pari, Cuiabá	?		>5	08/Out	3
Zonas de cisalhamento dúcteis – veios de quartzo	Vulcânicas máficas	Cuiabá (Viana), Juca Vieira	?	Au em sulfetos, Au livre	>1	4	1

As mineralizações de ouro no QF têm sido estudadas por diversos autores (e.g. Thorpe *et al.* 1984, De Witt *et al.*, 1994, Ribeiro-Rodrigues *et al.*, 1997, Lobato *et al.*, 1998, Lobato *et al.*, 2001b, Silva 2006 e Velasquez 2006), que focaram a natureza genética dos depósitos, singenética com alojamento sin-tectônico do ouro *versus* epigenética com uma origem relacionada à remobilização posterior do ouro. Os diversos trabalhos sobre a alteração hidrotermal, inclusões fluidas, petrologia, geoquímica e geocronologia, têm sugerido uma origem complexa para as mineralizações, envolvendo tanto processos de natureza singenética como epigenética.

Embora de idade ainda controversa, o principal evento de mineralização aurífera na sequência Rio das Velhas, relaciona-se ao final do Arqueano. Lobato *et al.* (2007), definiu uma idade precisa para a mineralização no depósito Cuiabá e Morro Velho através de análises U-Pb (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*, SHRIMP) em monazita hidrotermal de 2672 ± 14 Ma.

Esta tese de doutoramento está inserida no programa de pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, e tem a orientação do Professor Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari e co-orientação da Professora Dr. Lydia Maria Lobato da Universidade Federal de Minas Gerais. A tese foi financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia de Portugal (FCT) e Programa Operacional e da União Europeia (POPH/FSE) da qual a pós-graduanda é bolsista.

1.2 Depósitos de Ouro Orogênico: conceitos

1.2.1 Definição e enquadramento tectônico

Depósitos auríferos em veios de quartzo (*lode-gold*) hospedados em terrenos metamórficos, foram durante muito tempo designados “mesotermiais”, um termo originalmente definido por Lindgren (1933) para depósitos formados entre os 1.2-3.6 km. No entanto, Groves *et al.* (1998) sugere a aplicação do termo “depósito orogênico de ouro”, uma vez que são formados durante a deformação, compressional a transpressional, ao longo das margens convergentes de placas ou dos orógenos colisionais ou acrecionários, em profundidades que variam desde 15-20 km até ambiente próximo à superfície, onde o antimônio pode estar presente. A mineralização é tardi-tectônica, podendo ocorrer pós (fácies xisto verde) ou durante o pico metamórfico (fácies anfibolito) durante os processos termais relacionados à subducção. Em relação às profundidades de formação, os depósitos orogênicos podem ser subdivididos em epizonal (< 6 km), mesozonal (6-12 km) e hipozonal (> 12 km), apresentando cada um suas características geoquímicas, mineralógicas e litoestruturais. As **Figuras 1.1 e 1.2**, mostram como estes depósitos podem ocorrer no mesmo orógeno que os pórfiros ricos em ouro, epitermais ou VHMS (sulfetos maciços hospedados em rochas vulcânicas), mas normalmente em diferentes profundidades e posições geográficas.

Figura 1.1. Ambientes tectônicos de formação dos depósitos orogênicos de ouro epigenéticos (Groves *et al.*, 1998).

1.2.2 Geologia dos terrenos hospedeiros

Terrenos metamorfizados e deformados de todas as idades são os hospedeiros característicos dos depósitos orogênicos de ouro. A observação dos depósitos em *greenstone belts* arqueanos e mais recentemente em cinturões Fanerozóicos, sugere uma forte associação

Figura 1.2. Representação esquemática dos ambientes crustais dos depósitos hidrotermais de ouro em termos da profundidade de formação e ambiente estrutural em margem convergente (Groves *et al.*, 1998).

destes depósitos a rochas metamorizadas na fácies xisto verde. No entanto, alguns depósitos ocorrem em terrenos arqueanos de alto grau metamórfico, como é exemplo alguns depósitos sin-metamórficos arqueanos a oeste da Austrália que se encontram hospedados em rochas da fácies granulito. Os protólitos das rochas metamórficas dos *greenstone belts* são normalmente terrenos vulcânico-plutônicos de rochas basálticas, félsicas a máficas e um oceano *back-arc*. Sedimentos marinhos clásticos metamorizados para grauvacas, argilitos, xistos e filitos, hospedam minérios mais jovens, e são importantes em alguns terrenos arqueanos (Goves *et al.*, 1998).

1.2.3 Mineralogia dos depósitos

Os depósitos orogênicos de ouro são caracterizados por apresentarem um sistema de veios de quartzo com $\leq 3-5\%$ de sulfetos (maioritariamente sulfetos de Fe) e $\leq 5-15\%$ de minerais carbonatados. Os minerais de ganga mais comuns são albita, mica branca ou fuchsit, clorita, scheelita e turmalina em veios de rochas na fácies xisto-verde. Na fácies anfibolito, os minerais da ganga mais comuns são anfibólio, diópsido, biotita/flogopita, turmalina ou até mesmo granada. A mineralogia dos veios pode não sofrer alterações significativas na mineralogia e teor de minério até uma extensão vertical de 1 a 2 km. A razão Au:Ag varia de 10 a 1, sendo a última menos comum, ocorrendo o minério quer em veios ou rochas encaixantes sulfetadas. A mineralogia sulfetada normalmente reflete a litogeoquímica da rocha hospedeira. A arsenopirita é o sulfeto mais abundante em rochas metassedimentares, enquanto que a pirita ou pirrotita ($\pm$ arsenopirita) são mais típicas em rochas ígneas metamorizadas. Os veios

auríferos exibem enriquecimento em As, B, Bi, Hg, Sb, Te e W. O Cu, Pb e Zn apresentam menores concentrações próximas dos valores de *background* (Groves *et al.*, 1998).

1.2.4 Alteração hidrotermal

A alteração hidrotermal exibe forte zoneamento lateral com associações minerais proximais e distais à escala métrica. Os halos de alteração podem ir desde centímetros até 1-2 km. Geralmente existe uma correlação positiva entre o tamanho do depósito e a extensão lateral da alteração, sendo que o halo de alteração tende a ser menos extenso em rochas da fácies anfibolítica que em fácies xisto-verde. As associações minerais que caracterizam os halos de alteração geralmente variam de acordo com a rocha encaixante e o nível crustal (Groves *et al.*, 1998; Eilu *et al.*, 1999).

A maior parte das zonas de alteração mostra evidências para adição de quantidades significativas de CO₂, S, K, H₂O e LILE (elementos litófilos de elevado raio iônico). Este fato é refletido pela substituição da maior parte ou de todos os minerais presentes antes da alteração com calcita, dolomita, anquerita, pirita, clorita, sericita ou fuchcita na fácies xisto verde, e pela calcita, pirrotita, Ca anfibólio, diópsido, grossulária, biotita ou feldspato K em fácies metamórficas de alto grau. A sulfetação (pirita, pirotita ou arsenopirita) é proeminente em FFB e hospedeiras máficas ricas em Fe; a carbonatização (anquerita, dolomita ou calcita) é dominante em rochas hospedeiras máficas e ultramáficas. Metassomatismo alcalino é caracterizado por desenvolvimento de sericita ou menos comum, fuchcita, biotita ou feldspato K, e anfibólio ou diópsido ocorrem em níveis crustais progressivamente mais profundos e os carbonatos são menos abundantes (Groves *et al.*, 1998; Eilu *et al.*, 1999).

O enriquecimento em SiO₂ nas zonas mineralizadas em quantidades significativas torna-se evidente pelo elevado volume de veios de quartzo. No entanto, silicificação no seu senso *stricto*, onde ocorre adição de sílica na rocha hospedeira e não apenas a formação de veios de quartzo, não tem sido muito documentado. Nos depósitos hospedados em rochas da fácies xisto-verde estão bem documentados enriquecimentos em sílica nas zonas mais proximais da alteração (Eilu *et al.*, 1999). Na **Tabela 1.2**, estão representadas as associações minerais que caracterizam os halos de alteração hidrotermal proximais e distais para depósitos hospedados em ambientes de fácies xisto-verde.

Tabela 1.2. Associações minerais características dos halos de alteração hidrotermal na fácies xisto-verde; a negrito estão representados os minerais mais comuns (adaptado de Eilu *et al.*, 1999).

Minerais	Halos de alteração hidrotermal		
	Distal	Intermédio	Próximo
Silicatos	Clorita	Clorita	Albita
	Albita	Albita	Quartzo
	<i>Moscovita/Fuchcita</i>	Quartzo	Moscovita/Fuchcita
	<i>Talco</i>	<i>Moscovita/Fuchcita</i>	<i>Talco</i>
	<i>Feldspato K</i>	<i>Talco</i>	<i>Feldspato K</i>
	<i>Quartzo</i>	<i>Feldspato K</i>	<i>Turmalina</i>
	Tremolita-actinolita	<i>Turmalina</i>	
Carbonatos	Epidoto		
	Titanita		
Óxidos	Calcita	Calcita	<i>Calcita</i>
	<i>Dolomita/Anquerita</i>	Dolomita/Anquerita	Dolomita/Anquerita
			<i>Siderita/Magnesita</i>
Sulfetos	<i>Magnetita</i>	<i>Magnetita</i>	<i>Magnetita</i>
	<i>Ilmenita</i>	<i>Ilmenita</i>	Rutilo
	Rutilo	Rutilo	<i>Hematita</i>
Ouro			Pirita
			<i>Arsenopirita</i>
			Ouro

1.2.5 Natureza dos fluidos mineralizadores

A natureza dos fluidos responsáveis pelo transporte e deposição dos metais é obtida através do estudo dos halos de alteração hidrotermal da rocha encaixante, e inclusões fluidas nos veios de quartzo contemporâneos do evento da mineralização aurífera ou até mesmo inclusões nos minerais de minério. Estudos realizados até ao momento determinaram que os fluidos são tipicamente de baixa salinidade (2% NaCl equivalente), pH neutro a levemente alcalino, com $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2 \pm \text{CH}_4$, sendo o ouro transportado em condições redutoras por complexos sulfetados. As concentrações em CO_2 registam valores ≥ 5 mol% e os valores de $\delta^{18}\text{O}$ entre os 4 e 15 ‰. Nos *greenstone belts* arqueanos, uma vez que se distribuem em terrenos desde alto a baixo grau metamórfico, o intervalo de temperatura e pressão de formação destes depósitos se cifra entre 180°-700°C e < 1-5 kbar, respectivamente (Groves *et al.*, 1998; Ridley & Diamond, 2000).

1.2.6 Estilos estruturais

As mineralizações auríferas apresentam forte controle estrutural comumente em estruturas de 2ª, 3ª ou 4ª ordem durante os estágios finais de compressão ou transpressão. Embora seja comum estruturas rúptil-dúctil, podem ser observados vários estilos: (1) falhas rúpteis a zonas de cisalhamento dúcteis reversas com baixo a alto ângulo em regime *strike-slip*

ou *oblique-slip*; (2) conjuntos de fracturas, zonas de brecha em rochas competentes, redes anastomosadas (*stockwork*); (3) zonas foliadas com clivagem de pressão e (4) zona de charneira e falhas reversas associadas em turbiditos e/ou sequências de FFB. As estruturas mineralizadas apresentam pequenos deslocamentos sin- e pós-mineralização, mas os depósitos normalmente se caracterizam por um *down-plunge* contínuo (centenas de metros a quilômetros). O controle estrutural é muitas vezes o principal fator responsável pela mineralização (Groves *et al.*, 1998).

1.3 Enquadramento Geológico

A região do QF se encontra localizada na porção sudeste do núcleo cratônico pré-cambriano designado por Cráton São Francisco, no estado de Minas Gerais, SE do Brasil (Almeida, 1976; Baltazar & Zucchetti, 2007). As unidades geológicas que constituem o QF incluem (1) terrenos arqueanos granito-gnáissicos com idade mínima de 2.86 Ga, (2) *greenstone belt* Arqueano Supergrupo Rio das Velhas (> 2.75 Ga) e (3) unidades metassedimentares supracrustais de idade Paleo- e Mesoproterozóica que constituem o Supergrupo Minas (~ 2.5 – 2.1 Ga), Grupo Itacolomi (< 2.1 Ga) e Supergrupo Espinhaço (> 1.74 Ga) (**Figura 1.3**; Dorr, 1969; Baltazar & Zucchetti, 2007).

1.3.1 Geologia Regional do QF

1.3.1.1 Terrenos granito-gnáissicos (TTG)

Os terrenos granito-gnáissicos de composição trondhjemitó-tonalito-granodiorito (TTG) compõem o embasamento cristalino do QF com uma ampla distribuição geográfica, além de rochas anfibolíticas e ultramáficas. Apresentam-se deformados e metamorfizados em condições de fácies anfibolito durante o Arqueano e Paleoproterozóico. Os terrenos encontram-se estruturados na forma de domos envolvidos por rochas do Supergrupo Rio das Velhas e Minas e são denominados por Complexo Belo Horizonte na parte norte, Complexo Bonfim a sudoeste, Complexo Bação no centro e Complexo Caeté a nordeste do QF (**Figura 1.3**). O contato destes complexos com as unidades metassedimentares supracrustais é sempre tectônico (e.g. Teixeira *et al.*, 1996; Alkmim *et al.*, 1998; Carneiro *et al.*, 1998; Noce *et al.*, 1998; Noce, 2001).

Evidências geocronológicas demonstram que os complexos se formaram entre 3.380 e 2.900 Ma (Teixeira *et al.*, 1996), sendo esta idade interpretada como o período inicial de acreção crustal na zona sul do cráton São Francisco, que terminou com plutonismo granítico em aproximadamente 2.920 – 2.900 Ma. Dados recentes de Lana *et al.* (2013), subdividem o período de acreção crustal em três eventos para o magmatismo TTG: o Evento Santa Bárbara (3.22 – 3.20 Ga), o Evento Rio das Velhas I (2.93 – 2.90) e o Evento Rio das Velhas II (2.80 – 2.77 Ga).

Dois eventos de migmatização foram datados em gnaisses bandados do tipo TTG com 2.860 ± 14 Ma e, em plutões graníticos com 2.772 ± 6 Ma do **complexo Belo Horizonte**. U-Pb em titanita do gnaiss TTG mostrou uma idade de 2041 ± 5 Ma interpretada como relativa ao metamorfismo Riacciano (Noce *et al.*, 1998).

Para o **Complexo Bonfim**, datação U-Pb em zircão no gnaiss Alberto Flores, definiu uma idade concordante de 2772 ± 6 Ma para sobrecrecimentos e 2920 Ma (discordante) para o núcleo, sendo a primeira idade interpretada como de metamorfismo (Carneiro *et al.*, 1998).

Análises U-Pb de zircão e titanita para os gnaisses do **Complexo Bação** forneceram uma idade Arqueana de 2820 Ma (Delhal & Demaiffe, 1985). Endo (1997) interpretou idades mínimas de cristalização com média de 2972 ± 56 Ma, com análises Pb-Pb por evaporação em zircão em gnaisses miloníticos. Datações U-Pb em monazita de veios pegmatíticos forneceram idades de 2022 Ma e 2030 Ma e, em titanita de 2059 ± 6 Ma obtida em enclave de anfibolito dentro de um gnaiss migmatizado. As idades dos pegmatitos foram interpretadas como idades mínimas de cristalização e do enclave anfibolito por metamorfismo (Machado *et al.*, 1992).

O **Complexo Caeté** relata idade U-Pb em zircão de 2776 Ma interpretada como a idade de cristalização (Machado & Carneiro, 1992).

Composições isotópicas de Nd se encontram disponíveis para quatro gnaisses TTG do complexo Bonfim e Belo Horizonte, onde as idades T_{DM} se encontram no intervalo 3.38 a 3.03 Ga (e.g. Noce, 1995; Teixeira *et al.*, 1996). Determinações do ϵ_{Nd} para a migmatização compreende valores negativos de -0.7 a -2.2 sugerindo que os protólitos gnáissicos TTG tiveram uma residência crustal elevada (e.g. Noce, 1995; Teixeira *et al.*, 1996).

Dados recentes de Romano *et al.* (2013) para o complexo de Belo Horizonte, Bonfim e Bação, indicam o período entre 2.75 e 2.60 Ga para a intrusão de granitóides potássicos, sendo o período entre 2.75 e 2.7 o mais representativo. Uma idade mais jovem (U-Pb em zircão da suíte TTG Lagoa Dourada) de 2.35 Ga foi obtida por Seixas *et al.* (2012) e interpretada como um período de formação de crosta continental no final do Sideriano.

As idades Rb-Sr rocha total e K-Ar em minerais não mostram padrões coerentes com as rochas TTG. A circulação de fluidos que reativou zonas de cisalhamento durante os eventos pós Riacciano, pode ter causado distúrbios no sistema Rb-Sr, resultando em idades sem significado (Carneiro & Teixeira *in* Lobato, 2001a). Idades K-Ar em biotita de 550-500 Ma são comuns na zona E do QF (e.g. Cordani *et al.*, 1980 *in* Lobato, 2001a), e são atribuídas à rehomogeneização isotópica durante a orogenia Brasileira. As **Tabelas 1.3, 1.4 e 1.5** mostram uma compilação mais detalhada dos dados geocronológicos para todos os complexos.

Figura 1.3. Mapa geológico simplificado do *greenstone belt* Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero (adaptado de Baltazar & Zucchetti, 2007).

1.3.1.2 Supergrupo Rio das Velhas

A definição do termo Supergrupo Rio das Velhas foi proposta por Loczy e Ladeira (1976) para as rochas metavulcano-sedimentares que envolvem os terrenos granito-gnáissicos do QF. Almeida (1976) e Schorscher (1976) reconhecem esta sequência como um cinturão de rochas verdes tipo *greenstone belt*, passando a designar-se *greenstone belt* Rio das Velhas (GBRV). O GBRV é uma sequência de rochas vulcanossedimentares de idade Arqueana metamorfizadas sob condições de fácies xisto verde, com transição para anfibolito, tendo sido alvo de intensa deformação e alteração hidrotermal. Subdivide-se em Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné. O **Grupo Nova Lima**, unidade inferior do GBRV, hospeda os principais depósitos auríferos da região do QF (Lobato *et al.*, 2001a). Compreende uma sucessão *greenstone belt* clássica formada por uma unidade basal de rochas vulcânicas máficas e ultramáficas (toleíticas-komatiítica), associadas a rochas sedimentares químicas, uma unidade intermediária vulcanoclástica com vulcanismo félsico associado e uma unidade superior formada por sedimentos clásticos que inclui a Formação Palmital (quartzitos e quartzófilos). O **Grupo Maquiné**, unidade superior do GBRV, inclui a Formação Casa Forte constituída por quartzitos e conglomerados em discordância angular com o Grupo Nova Lima.

Vários autores como Dorr (1969), Ladeira (1980), Baltazar & Silva (1996) e Zucchetti *et al.* (1996, 1998), propuseram uma subdivisão estratigráfica para o GBRV. Mais recentemente, Baltazar & Zucchetti (2007) propõem uma nova subdivisão a partir do agrupamento dos litótipos que constituem o Grupo Nova Lima e Maquiné, separando-os em associações de litofácies. Propõem sete associações de litofácies que da base para o topo constituem: (1) associação vulcânica máfica-ultramáfica, (2) vulcanossedimentar química, (3) sedimentar química clástica, (4) vulcanoclástica, (5) ressedimentada, (6) costeira e (7) não-marinha.

A **associação máfica-ultramáfica** compreende lavas máficas e ultramáficas, com intrusões menores de gabro, anortositos e peridotitos, além de intercalações de FFB, chert ferruginoso, pelitos carbonosos, turbiditos e, raras rochas vulcanoclásticas félsicas. Corresponde à base do Grupo Nova Lima.

A **associação vulcanossedimentar química** compreende FFB e cherts ferruginosos intercalados com rochas toleíticas, e em menor proporção rochas sedimentares clásticas como turbiditos e pelitos carbonosos. Os pelitos estão intercalados com rochas sedimentares químicas.

A **associação sedimentar química clástica** compreende alternância de rochas sedimentares químicas e clásticas de granulometria fina. Pelitos (filitos micáceos e cloríticos) encontram-se intercalados com finas camadas de FFB e cherts e filitos carbonosos.

Tabela 1.3. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Belo Horizonte (adaptado de Silva, 2006).

Litótipo	Mineral ou rocha	Método	Idade (Ma)	Interpretação	Referência
Gnaiss Belo Horizonte	Zircão	U-Pb	2860 ± 14/-10 (is)	Migmatização	Noce, 1995
			2922	Protólito	
	Titanita	U-Pb	2041 ± 5(c)	Metamorfismo	
			2847 ± 81/-77(is)		Noce <i>et al.</i> , 1998
	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 2970$ $\epsilon_{Nd}(2860) = -1.2/-1.6$	Protólito	
	RT	Rb-Sr	2619 ± 65 Ri = 0.703	Evento neo-arqueano?	
Gnaiss Betim-Contagem	Biotita de pegmatito	K-Ar	1798 ± 96	Resfriamento final do Riaciano	Noce, 1995
	Biotita	K-Ar	1360	Rejuvenescimento	Hertz, 1970
	Moscovita	K-Ar	595		
Granito Santa Luzia	RT	Rb-Sr	2630 ± 166 Ri = 0.701	Rehomogeneização	Teixeira <i>et al.</i> , 1996
	Biotita	K-Ar	1597, 1568, 1161	Rejuvenescimento	Teixeira <i>in</i> Noce, 1995
Granito General Carneiro	Zircão	U-Pb	2712 ± 5/-4	Cristalização	Noce, 1995
	Titanita	U-Pb	2328 - 2212	Metamorfismo?	
Granito Córrego do Brumado	Zircão	U-Pb	2698 ± 18	Cristalização	Chemale <i>et al.</i> , 1993 <i>in</i> Noce, 1995
	RT	Rb-Sr	1740 ± 53 Ri = 0.785	Rehomogeneização parcial	Noce, 1995
	Biotita	K-Ar	1007 ± 35	Rejuvenescimento Pós-Riaciano	
Granito Morro da Pedra	Monazita	U-Pb	2045 (c)	Cristalização	Noce, 1995
Granodiorito Ibirité	Feldspato	Pb-Pb	2227 ± 490	Cristalização ?	Noce, 1995
	Zircão	U-Pb	2682 – 2770 (d)	Idade mínima cristalização	
Granito Mateus do Leme	Zircão	U-Pb	2698 ± 18	Cristalização	Chemale <i>et al.</i> , 1993 <i>in</i> Noce, 1995
	RT	Sm-Nd	2755 ± 14/-13 (is) $T_{DM} = 2.78 \epsilon_{Nd}?$	Cristalização	Romano, 1989
	Biotita	Rb-Sr	1963 Ri = 0.740	Idade modelo	
	Biotita	K-Ar	1745	Rehomogeneização parcial	
Granodiorito	Biotita	K-Ar	1745	Rejuvenescimento pós-Riaciano	Romano, 1989
	Zircão	U-Pb	2593 ± 8 (is)	Idade mínima cristalização	
	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 2.77 \epsilon_{Nd}?$	Idade modelo	
	RT-Biotita	Rb-Sr	1864 Ri = 0.705	Rehomogeneização parcial	
	Biotita	K-Ar	1773	Rejuvenescimento pós-Riaciano	

is – intercepto superior; c – concordante; d – discordante; Ri – razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; RT – rocha total, T_{DM} – idade modelo manto empobrecido.

Tabela 1.4. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Bonfim (adaptado de Silva, 2006).

Litotipo	Mineral ou Rocha	Método	Idade (Ma)	Interpretação	Referência
Gnaiss Alberto Flores	Zircão	U-Pb	2772 ± 6(c)	Metamorfismo	Carneiro, 1992
			3280 (is)	Protólito 1	Machado & Carneiro, 1992
			2920 (n)	Protólito 2	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 3150$; $\epsilon_{Nd}(2700) = -2.4$	Idade modelo	
		Rb-Sr	2219 ± 80 ; $Ri = 0.707$	Rejuvenescimento	Carneiro, 1992
	Biotita	K-Ar	536 ± 12		
Granito Souza Noschese	Zircão	U-Pb	2775 e 2728	Idade mínima de cristalização	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 3240$; $\epsilon_{Nd}(2700) = -1.7$	Idade modelo	
		Rb-Sr	1295 ± 80 ; $Ri = 1.01$	Rejuvenescimento	Carneiro, 1992
	Biotita	K-Ar	1147		Romano, 1989
Tonalito Sambaia	Zircão e Titanita		$2780 + 3/-2$ (is)	Cristalização	Carneiro, 1992
	Titanita	U-Pb	2774 ± 6 (c)	Cristalização	Machado & Carneiro, 1992
	RT	Rb-Sr	1188 ± 46 ; $Ri = 0.713$	Rejuvenescimento	
	Biotita	K-Ar	$1166 - 715$		
	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 3090$ $\epsilon_{Nd}(2700) = -2.5$ $T_{DM} = 2940$ $\epsilon_{Nd}(2700) = -0.9$	Idade modelo	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
Granito Brumadinho	Zircão	U-Pb	$2703 + 24/-20$ (is)	Cristalização	Carneiro, 1992
	RT	Rb-Sr	982 ± 91 ; $Ri = 0.741$	Rejuvenescimento	Machado & Carneiro, 1992
	Biotita	K-Ar	$1090 - 700$		
	RT	Sm-Nd	3100 $\epsilon_{Nd}(2700) = -2.7$ 2940 $\epsilon_{Nd}(2700) = -1.0$	Idade modelo	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
Granito Mamona	Zircão	U-Pb	2730 ± 10 (is)	Cristalização	Machado <i>et al.</i> , 1989
			2700 ± 12		Endo <i>et al.</i> , 2002
Anfibolito Paraopebas	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 3120$ $\epsilon_{Nd}(2780) = -0.15$	Idade modelo	Carneiro, 1992
	Horneblenda	K-Ar	$2157-1930$	Resfriamento (Riaciano)	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
Anfibolito Candeias	RT	Sm-Nd	$T_{DM} = 2960$; $\epsilon_{Nd}(2780) = +0.6$	Idade modelo	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
	Horneblenda	K-Ar	1707 ± 64	Rejuvenescimento	
Metadiabásio Conceição de Itaguá	Horneblenda	K-Ar	1006 ± 43	Rejuvenescimento?	Carneiro <i>et al.</i> , 1998b
Granito Salto do Paraopeba	Zircão	U-Pb	$2612 + 3/-2$ (is)	Cristalização	Noce <i>et al.</i> , 1998
Pegmatito próx. a granito			$2597-2677$	Cristalização?	Noce, 1995
S. Paraopeba			2236 ± 200	Cristalização?	

is – intercepto superior; c – concordante; d – discordante; n – núcleo; Ri – razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; RT – rocha total, T_{DM} – idade modelo manto empobrecido.

Tabela 1.5. Dados geocronológicos para o Complexo Metamórfico Bação e Caeté (adaptado de Silva, 2006).

Litótipo	Grão ou rocha	Método	Idade (Ma)	Interpretação	Autor
Complexo Metamórfico de Bação					
Gnaiss milonítico	Zircão	Pb-Pb evaporação	2972 ± 56	Idade mínima cristalização	Endo, 1997
Granito milonítico	Zircão	Pb-Pb evaporação	2567 ± 8	Idade mínima cristalização	
Dique granítico no gnaiss	Zircão	Pb-Pb evaporação	2555 ± 24	Idade mínima cristalização	
Dique granítico no gnaiss	Zircão	Pb-Pb evaporação	2682 ± 43	Idade mínima cristalização	
Pegmatitos intrusivos na Fm. Moeda	Zircão	Pb-Pb evaporação	2608 ± 24	Herdado	
Enclaves de anfibolito	Titanita	U-Pb	2059 ± 6	Metamorfismo	Machado <i>et al.</i> , 1989, 1992
Pegmatito não deformado no gnaiss	Monazita	U-Pb	2030	Idade mínima cristalização	
Pegmatito no contato Nova Lima - Bação	Monazita	U-Pb	2022	Idade mínima cristalização	
Gnaiss Bação	Zircão e titanita	U-Pb	2820	Idade mínima cristalização	Delhal & Demaiffe, 1985
Complexo Metamórfico Caeté					
Granodiorito Caeté	Zircão	U-Pb	2776+7/6 (is)	Cristalização	Machado <i>et al.</i> , 1989, 1992
Granodiorito Caeté pouco deformado	Rutilo	U-Pb	2391	Metamorfismo?	
Granodiorito Caeté milonitizado	RT	Rb-Sr	2250 ± 124 Ri=0.706-0.708	Metamorfismo?	Belo de Oliveira & Teixeira, 1990
Gnaiss milonitizado de Cocais	RT	Rb-Sr	2130 ± 101	Metamorfismo?	
Gnaiss milonitizado	Titanita	U-Pb	2555	Rehomogeneização parcial	Noce, 1995
Gnaiss milonitizado	Biotita	K-Ar	514	Rejuvenescimento	Teixeira <i>in</i> Noce, 1995
	Moscovita	K-Ar	812	Rejuvenescimento	
Granitóide de Cocais	Biotita	K-Ar	1225	Resfriamento	Endo, 1997

is – intercepto superior; Ri – razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$; RT – rocha total.

A **associação vulcanoclástica** compreende rochas vulcanoclásticas félsicas e máficas. Subordinadamente, ocorrem lentes dacíticas tectonicamente intercaladas por basálticas. As rochas vulcanoclásticas compreendem quatro litofácies: (1) brechas monomíticas e polimíticas, (2) conglomerados-grauvacas, (3) grauvacas-arenitos, e (4) grauvacas-argilitos. Apresentam composição e textura similar, apresentando contribuição vulcânica félsica. O depósito EA localiza-se nesta associação.

A **associação ressedimentada** é amplamente distribuída no QF e inclui três sequências diferentes de grauvacas-argilito, duas metamorfisadas na fácies xisto verde, e uma na fácies anfibolito. Esta associação inclui a formação Palmital situada no topo do Grupo Nova Lima.

A **associação costeira** é restrita a uma pequena área a nordeste do complexo Bação, sendo composta por quatro litofácies: (1) arenitos com estratificação cruzada de médio a grande porte, (2) arenitos com *ripple marks*, (3) arenitos com estratificação cruzada tipo espinha de peixe, e (4) arenitos-siltitos.

A **associação não-marinha** corresponde à Formação Casa Forte do Grupo Maquiné e compreende três litofácies: (1) arenitos-conglomerados, (2) arenitos de granulometria grossa e, (3) arenitos de granulometria fina a média. Estas litofácies representam sedimentos de um sistema de leques aluviais e fluvial de rios entrelaçados.

De acordo com Baltazar & Zucchetti (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, com base em relações de campo, estudos petrográficos e químicos.

O **ciclo 1** está relacionado com o estágio inicial da formação do *greenstone* em regime tectônico extensional de uma bacia oceânica, com deposição de sedimentos contemporâneos aos derrames vulcânicos. Compreende a associação máfica-ultramáfica e vulcanossedimentar química.

O **ciclo 2** compreende a associação sedimentar química clástica e turbiditos distais da associação ressedimentada, formado durante os estágios iniciais do vulcanismo félsico e finais da fase extensional da bacia oceânica. As associações ressedimentada e litorânea na parte sul também são incluídas correspondendo aos estágios avançados da subducção.

O **ciclo 3** corresponde a uma fase orogênica, durante a inversão da bacia, relacionada à formação de arcos de ilha e deposição de sedimentos em bacias *back-arc* durante a subducção. Compreende grauvacas da associação ressedimentada interpretadas como turbiditos que se depositaram na fase de subducção. Representa uma transição de ambientes de leques submarinos para sucessões não marinhas relacionadas a edifícios vulcânicos félsicos e à formação de arcos de ilhas. A associação vulcanoclástica também constitui o ciclo 3 e está relacionada com a formação de arcos de ilhas durante a subducção.

O **ciclo 4** compreende rochas clásticas da associação não-marinha e é interpretado como depósitos de planície fluviais e leques aluviais em bacias *foreland* retro-arco. Se formaram e deformaram dentro da bacia durante a segunda fase do evento compressivo Arqueano (D₂).

1.3.1.3 Unidades Supracrustais Proterozóicas

As unidades metassedimentares Proterozóicas compreendem os Supergrupos Minas e Espinhaço e o Grupo Itacolomi, e encontram-se em discordância angular sobre o GBRV. O **Supergrupo Minas** é constituído por sedimentos clástico-químicos em pacotes de quartzitos, metaconglomerados, metapelitos e uma espessa sequência de FFB com corpos mineralizados de alto teor (Rosière & Chemale, 2000). Chemale *et al.* (1994) interpreta o Supergrupo Minas como sendo uma bacia intracratônica, enquanto que Marshak & Alkmim (1989) o consideram como uma sequência supracrustal de plataforma com substrato siálico. Idades U-Pb (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, LA-ICPMS) em zircões detríticos da Formação Moeda e Grupo Sabará para a sedimentação, situam-se entre 2606 ± 47 e 2125 ± 4 Ma, respectivamente (Machado *et al.*, 1996). Hartmann *et al.* (2006), delimita a idade máxima da Formação Moeda em 2580 ± 7 Ma, obtida em zircões detríticos dos quartzitos.

O **Supergrupo Espinhaço** encontra-se sobreposto ao Supergrupo Minas em discordância angular. Compreende uma sequência do tipo rifte que inclui brechas sedimentares, conglomerados e quartzitos. Segundo Brito-Neves *et al.* (1995) o rifteamento ocorreu no Estateriano, levando à deposição de sedimentos clásticos continentais e marinhos entre 1840 e 1714 Ma (idades U-Pb, Machado *et al.*, 1989).

O **Grupo Itacolomi** compreende sedimentos clásticos imaturos (Dorr, 1969) e ocorre restritamente na porção NE do QF. Idades Pb-Pb em zircão definem uma idade mínima de 2060 Ma (Machado *et al.*, 1996).

1.4 Geocronologia

1.4.1 Greenstone belt Rio das Velhas

A evolução complexa e policíclica da região do QF, relacionada com os eventos Mesoarqueanos até Neoproterozóicos, dificulta a obtenção de idades consistentes que permitam definir uma evolução precisa do GBRV. Na **Tabela 1.6**, apresentam-se dados geocronológicos para o GBRV e na **Figura 1.4** apresenta-se a coluna litoestratigráfica do QF.

As datações U-Pb em zircão do vulcanismo félsico foram realizadas por Machado *et al.* (1989, 1992), em metariolitos da região de Caeté e Piedade do Paraopeba e forneceram idades de cristalização de 2776 ± 23 -10 Ma e 2772 ± 6 Ma, respectivamente. Datações U-Pb em zircão nas rochas vulcanoclásticas das regiões de Caeté, Rio Acima e Rio Vermelho,

forneceram idades de cristalização precisas de 2773 ± 7 Ma, 2792 ± 11 Ma e 2751 ± 9 Ma, respectivamente (Noce *et al.*, 2005). Os autores consideraram que o evento de magmatismo eruptivo félsico no GBRV ocorreu entre 2792 ± 11 e 2751 ± 9 Ma, em um único episódio ou episódios múltiplos. Segundo Noce (2001), a datação do vulcanismo félsico baliza a idade do GBRV, uma vez que essas rochas vulcânicas félsicas se localizam próximo ao topo da sucessão basal do *greenstone belt*.

O vulcanismo máfico da base do GBRV foi datado por Lobato *et al.* (2001c) pelo método Sm-Nd em rocha total, fornecendo uma idade indicativa (devido ao elevado erro) de 2927 ± 180 Ma. Os valores pouco negativos de ϵ_{Nd} indicam contaminação crustal, provavelmente por parte da sequência sedimentar durante a ascensão do magma basáltico. Uma vez que ocorrem intercalações de rochas máficas ao vulcanismo félsico, Noce *et al.* (2005), sugere que todo o magmatismo do *greenstone belt* pode ter ocorrido no intervalo de 40 Ma, estabelecido para o magmatismo félsico, similar a outros *greenstone belts* Arqueanos como o Abitibi, no Canadá.

Um grande acervo de datações U-Pb em zircões e monazitas (e.g. Machado *et al.* 1996, Shrank & Machado 1996a e b, Schrank *et al.*, 2002) evidenciam idades entre 3560 ± 5 Ma e 2776 Ma que sugerem os terrenos granito-gnáissicos como principal fonte dos zircões detríticos. Suita *et al.* (2002), determinou a idade mais antiga registrada na América do Sul de 3809 ± 3 Ma, em zircão detrítico de quartzo-arenitos. Idades U-Pb entre 2921 e 2857 Ma foram interpretadas como idade do metamorfismo em rochas do Complexo Belo-Horizonte, denominando-se evento de Belo Horizonte (Schrank & Machado 1996b).

Zircão detrítico em quartzito do Grupo Maquiné forneceu idades U-Pb de 3261 ± 2 e 2877 ± 3 Ma, e idades em monazitas forneceram idades de 2020 e 1989 Ma, sugerindo recristalização na orogênese Riacciana (Shrank & Machado 1996b). Datação de corpos granitóides registam eventos de metamorfismo devido à orogênese Riacciana, entre 2120-2040 Ma (Noce *et al.*, 2001).

Datações em zircão de um nível de rochas metassedimentares, intercaladas entre dois derrames basálticos no depósito Carrapato de Cima, parte basal do GBRV, forneceram idades de 1808 ± 4 (intercepto superior) e 590 ± 7 Ma (intercepto inferior), tendo sido interpretadas como o início da atividade do rift Espinhaço (~ 1.7 Ga) e da orogênese Brasileira (Shrank & Machado 1996a).

Silva *et al.* (2000), apresentam uma reconstrução da evolução do GBRV entre 2800 e 2690 Ma, baseado em vários autores como Machado & Carneiro (1992), Machado *et al.* (1992), Noce *et al.* (1998), entre outros:

- (1) regime tectônico extensional do fundo oceânico aos 2800 Ma, com fluxos de lava basáltica e deposição de ciclos sedimentares químicos exalativos;
- (2) estágio inicial da compressão (2780-2750 Ma), que marca o principal evento orogênico caracterizado por magmatismo bimodal e plutonismo tonalítico aos 2780 ± 3 Ma (e.g.

Shrank & Machado 1996b; Shrank *et al.*, 2002; Machado *et al.*, 1992) e vulcanismo félsico aos $2776 \pm 23/-10$ e 2772 ± 6 Ma (Machado *et al.*, 1992);

(3) estágio final da compressão (2750-2690 Ma) com a deposição das sequências sedimentares e intrusões granitóides cálcio-alcálinas pós e tardi tectônicas

Hartmann *et al.* (2006), consideram o principal estágio de sedimentação do GBRV entre 2746 ± 5 e 2717 ± 8 Ma. Velásquez (2006), marca um novo limite para a idade máxima do Grupo Nova Lima de 2694 ± 34 Ma, com base na datação de zircões de um dique máfico que corta e desloca os corpos mineralizados na região das mineralizações de Córrego do Sítio, próximo ao município de Santa Bárbara (associação ressedimentada).

Figura 1.4. Coluna litoestratigráfica do QF com informação dos dados geocronológicos obtidos para as diferentes unidades estratigráficas e respectivas referências. Adaptado de Romano *et al.*, 2013.

Tabela 1.6. Dados geocronológicos para o *greenstone belt* Rio das Velhas (adaptado de Lobato *et al.*, 2001a e Silva, 2006).

Litótipo	Grão ou rocha	Método	Idade (Ma)	Interpretação	Autor
Vulcânica félsica, Caeté	Zircão	U-Pb	2776 + 23/-10 (is)	Cristalização	Machado <i>et al.</i> , 1992
Vulcânica félsica, Piedade Paraopeba	Zircão	U-Pb	2772 ± 6 (c)	Cristalização	
Vulcânica félsica, Nova Lima	Zircão	U-Pb	2800 – 2750 (d)	Idade mínima cristalização	AF Trendall (não publicado)
Turbidito, região N QF	Zircão	U-Pb	3539 ± 34 a 2857 ± 1	Idade mínima sedimentação	Schränk & Machado, 1996b
Turbidito, Nova Lima	Zircão	U-Pb	2777 - 2771		
Quartzito, Maquiné	Zircão	U-Pb	3261 ± 2 2877 ± 3		
Vulcânica máfica	RT	Sm-Nd	2927 ± 180	Cristalização	Lobato <i>et al.</i> , 2001c
Turbidito, Morro Velho	Zircão	U-Pb	3560 ± 5 2770 ± 12	Idade mínima sedimentação	Schränk <i>et al.</i> , 2002
Tufo dacítico, Caeté	Zircão	U-Pb	2930 – 2982 (d) 3035 (c)	Cristalização	Noce <i>et al.</i> , 2002
Vulcânica dacítica, Caeté	Zircão	U-Pb	2931 ± 7 (is)	Cristalização	
Vulcânica dacítica, Caeté	Zircão	U-Pb	2773 ± 7 2930 e 3038	Cristalização Herança	Noce, 2005
Vulcânica dacítica, Rio Acima	Zircão	U-Pb	2792 ± 11 2871, 3420-3440	Cristalização Herança	
Vulcânica dacítica, Rio Vermelho	Zircão	U-Pb	2751 ± 9 2928 ± 14	Cristalização Herança	
Quartzo-arenito, Itabirito Rio Acima	Zircão detrítico	U-Pb	2749 ± 7 (c) 3809 ± 3 (c)	Idade rocha fonte	Suita <i>et al.</i> , 2002
Grauvacas feldspáticas, Carrapato	Zircão detrítico	U-Pb	3532 – 2900	Idade rocha fonte	Schränk&Machado, 1996b
	Monazita detrítica		2921-2850		
Grauvacas feldspáticas, Cuiabá	Monazita detrítica	U-Pb	2854-2857	Idade rocha fonte	
Sedimentos do depósito Carrapato de Cima	Zircão e monazita	U-Pb	1808 ± 4 (is) 590 ± 7 (ii)	Recristalização	Schränk&Machado, 1996a
Turfitos, Morro Velho	Zircão detrítico	U-Pb	3126-2776	Idade rocha fonte	
	Monazita detrítica	2068-1875	Recristalização	Recristalização	

is – intercepto superior; ii – intercepto inferior; d – discordante; c – concordante

1.4.2 Depósitos Auríferos

Embora de idade ainda controversa, no QF o principal evento de mineralização aurífera, relaciona-se ao final do Arqueano, entre 2.7 e 2.6 Ga, com remobilizações posteriores associadas aos ciclos orogênicos Riachão e Brasileiro (**Tabela 1.7**). Thorpe *et al.* (1984) determinou a idade Arqueana para as mineralizações auríferas do QF, com base em análises Pb-Pb em galenas de 5 depósitos (Cuiabá, Faria, Esperança III, Bicalho e Bela Fama). As galenas dos depósitos de Cuiabá, Faria e Esperança III, ocorrem em veios que cortam a FFB e deram idades modelo de Pb em estágio simples de 2409-2418 Ma, 2425 Ma e 2551 Ma, respectivamente. Para as minas de Bicalho e Bela Fama, galenas em veios de quartzo que cortam a lapa seca, forneceram idades de 2493-2569 Ma e 2710-1935 Ma, respectivamente. Estudos sobre a evolução do Pb em dois estágios indicaram possíveis eventos de remobilização de Pb, próximos a 2.4 Ga (Riachão) e 750-450 Ma (Brasileiro), que afetaram algumas das mineralizações da região. Lobato *et al.* (2001b) propõem que após um evento tectonometamórfico e magmático de 2.78 a 2.7 Ga, teria ocorrido a formação de mineralização aurífera em torno de 2.67 Ga; a mineralização seria tardia à evolução do *greenstone belt* e pós pico metamórfico. Essa idade seria similar à idade modelo de 2.65 Ga reportada por De Witt *et al.* (1994) com base em análises Pb-Pb em arsenopirita e pirita remobilizadas do depósito de São Bento. De Witt *et al.* (inédito), também analisaram sulfetos do minério de Morro Velho que forneceram uma idade de 2.82 Ga, interpretada como relativa à formação do depósito, visto que o minério não apresenta metamorfismo significativo.

Silva (2006), caracterizou três eventos mineralizadores entre 2.7 e 2.5 Ga para a mina Cuiabá, com base em análises Pb-Pb em pirita e pirrotita, sugerindo que a mineralização é epigenética. A influência da orogênese Brasileira no QF está caracterizada nas mineralizações auríferas dos depósitos de Cuiabá e Córrego do Sítio, onde Silva (2006) e Velásquez (2006) demonstraram a atuação da orogenia Neoproterozóica, remobilizando os sulfetos mineralizados. No trabalho de caracterização isotópica do depósito Córrego do Sítio, hospedado em metapelitos do topo do Supergrupo Rio das Velhas, Velásquez (2006) demonstrou que os eventos relacionados aos ciclos orogênicos Riachão e Brasileiro produziram a circulação de fluidos hidrotermais remobilizando o ouro das formações ferríferas e o reprecipitando de forma disseminada nas rochas metassedimentares mais jovens. Lobato *et al.* (2007), definiu uma idade precisa para a mineralização no depósito Cuiabá e Morro Velho através de análises U-Pb (SHRIMP) em monazita hidrotermal de 2672 ± 14 Ma.

1.4.3 Evolução Geotectônica

Os eventos geológicos que afetaram a região do QF, incluindo a história tectônica do GBRV é descrita da seguinte forma (Noce, 2001):

Tabela 1.7. Dados geoconológicos para os depósitos auríferos do *greenstone belt* Rio das Velhas (adaptado de Silva, 2006).

Depósito	Litótipo	Mineral	Método	Idade (Ma)	Interpretação	Autor
Cuiabá	FFB			2409 – 2418		
Esperança III	FFB			2551		
Faria	FFB	Galena	Pb-Pb	2425	Idade mínima mineralização	Thorpe <i>et al.</i> , 1984
Bicalho	"lapa seca"			2569, 2574, 2493		
Bela Fama	Vulcânica félsica			2710, 1935		
Região Caeté	Vulcânica máfica cisalhada e mineralizada	Rutilo hidrotermal	U-Pb	2580	Idade mínima mineralização	Noce, 1995
São Bento	FFB	Sulfetos	Pb-Pb	2650	Mineralização	De Witt <i>et al.</i> , 1996,
		Sulfetos	Pb-Pb	2820		
Cuiabá		Sulfetos	Pb-Pb	2780-2670	Mineralização	Lobato <i>et al.</i> , 2001a
Cuiabá	Metabasalo inf. (corpo Fonte Grande Sul)	Monazita	U-Pb	2672 ± 14	Mineralização	Lobato <i>et al.</i> , 2007
Morro Velho	"lapa seca"	Monazita hidrotermal	U-Pb	2672 ± 14	Mineralização	
Cuiabá	FFB	Pirita	Pb-Pb	2.73 – 2.55	Mineralização	Silva, 2006
Cuiabá	FFB	Pirita	Re-O	2600	Mineralização	

(1) Aos 2.9 Ga ocorreu a formação da crosta TTG, seguida de eventos tectônicos episódicos e curtos entre 2860-2600 Ma, sendo 2860 correspondente à migmatização dos TTG;

(2) A principal fonte das rochas sedimentares do GBRV parece ser os TTG, evidenciado pelas inúmeras datações U-Pb em zircões e monazitas de Machado *et al.* (1996), Schrank & Machado (1996a e b) e Schrank *et al.* (2002), no intervalo 3560 ± 5 Ma - 2776 Ma;

A datação do vulcanismo félsico por Machado *et al.* (1989, 1992) e Noce *et al.* (2005) de 2772 ± 6 Ma e 2773 ± 7 Ma, respetivamente, está relacionada com as fases finais de evolução da sequência máfica-ultramáfica da unidade basal do Grupo Nova Lima, representando a melhor idade estimada para a formação do GBRV. A unidade superior do Grupo Nova Lima terá se formado após 2772 ± 6 Ma, consistente com os dados de Velásquez (2006), que marca um novo limite para a idade máxima do Grupo Nova Lima de 2694 ± 34 Ma com base na datação de zircões de um dique máfico que corta e desloca corpos mineralizados da mina Córrego do Sítio (associação ressedimentada). Não existe datação para a sedimentação do Grupo Maquiné.

- (3) A evolução do *greenstone belt* está associada a um grande evento tectono-metamórfico e magmático entre 2780-2700 Ma, que corresponde à intrusão de granitóides nos TTG de composições variadas. O primeiro episódio magmático ocorreu entre 2780-2750 Ma, com retrabalhamento (metamorfismo) da crosta TTG antiga (metamorfismo do gnaiss Alberto Flores, complexo Bonfim, 2772 ± 6 Ma, Carneiro *et al.*, 1998), magmatismo bimodal cálcio-alcálico – toleítico (tonalito sambaia, complexo Bonfim, 2774 ± 6 Ma; Carneiro 1992 e Machado & Carneiro, 1992), e vulcanismo félsico no Grupo Nova Lima (2773 ± 7 Ma, Noce *et al.*, 2005). O segundo episódio magmático entre 2600-2700 Ma, corresponde à intrusão tardia de granitos tardi- a pós-colisionais (granito Santa Luzia, complexo Belo-Horizonte, $2712 \pm 5/-4$, Noce, 1995; granito General Carneiro, 2698 ± 18 Ma, Chemale *et al.*, 1993 *in* Noce 1995);
- (4) Cratonização com intrusão de granitos tardios (granito do Paraopeba, complexo Bonfim, $2612 \pm 3/-2$ Ma, Noce *et al.*, 1998; granodiorito Caio Martins, complexo Belo Horizonte, 2593 ± 8 Ma, Romano, 1989 *in* Silva, 2006). Segundo Lobato *et al.* (2001a), a seguir à cratonização ocorreu sedimentação plataformar de carbonatos aos 2400 Ma que sugere período de estabilidade tectônica com a deposição do Supergrupo Minas;
- (5) A orogênese Riachiana é registrada em monazitas com idades de recristalização de 2020 e 1989 Ma (Shrank & Machado 1996b). Datação de corpos granitóides registam também essa orogênese entre 2120-2040 Ma (Noce *et al.*, 2000). Distúrbios isotópicos são também registrados em datações U-Pb em zircão, devido aos eventos pós-Riachianos associados ao início da atividade do rift Espinhaço (1808 ± 4 Ma (is)) e à orogênese Brasileira (590 ± 7 Ma) (Shrank & Machado 1996a);
- (6) O final do Paleoproterozóico é marcado pela orogênese Riachiana, com geração de tonalitos e trondjemitos derivados do manto entre 2162 – 2124 Ma (e.g. tonalito Alto Maranhão), seguida de intrusões graníticas sin- a tardi-colisionais de derivação crustal (ex. Córrego do Brumado, complexo Belo-Horizonte, 2045 Ma) e sedimentação tipo bacia de ante-país (Noce, 1995; Noce *et al.*, 1998). O fim do orógeno resulta no desenvolvimento da estruturação em domo do QF (Alkmim & Marshak, 1998). Idades U-Pb de titanita e monazita entre 2060-2030 Ma definem a fase final de atuação desta orogênese (e.g. gnaiss Belo-Horizonte).
- (7) A mineralização aurífera parece ter ocorrido numa fase tardia da evolução do GBRV. A mineralização é mais antiga que a idade máxima do Supergrupo Minas (2606 ± 47 Ma) e provavelmente mais antiga que idades modelo Pb-Pb do depósito São Bento (2.65 Ga) e Cuiabá (2.67 Ga). A idade absoluta da mineralização deve ocorrer entre 2698 e 2670 Ma (Lobato *et al.*, 2001a). Dados recentes de Lobato *et al.* (2007) para a mineralização no depósito Cuiabá e Morro Velho de 2672 ± 14 Ma reforçam as sugestões anteriores.

1.5 Depósito de ouro Engenho d'Água

1.5.1 Histórico e produção no contexto da região do QF

O depósito Engenho d'Água (EA) encontra-se localizado na porção centro-oeste do QF, estado de Minas Gerais (Brasil), a NW de uma estrutura de escala regional conhecida como lineamento Paciência. O depósito situa-se a cerca de 3 km a norte da cidade de Rio Acima e a aproximadamente 30 km sudeste da cidade de Belo Horizonte (**Figura 1.5**). Encontra-se hospedado no Supergrupo Rio das Velhas, na sequência metavulcano-sedimentar do Grupo Nova Lima, mais precisamente na associação vulcanoclástica de Baltazar & Zucchetti (2007), conforme as **Figuras 1.5 e 1.6**.

Figura 1.5. Mapa geológico-estrutural simplificado do Quadrilátero Ferrífero mostrando a localização de Engenho d'Água e outros depósitos auríferos de relevância. Geologia e estruturas de Dorr (1969), Marshak e Alkmim (1989), Chemale *et al.* (1994) e Baltazar & Zucchetti (2007).

A jazida EA, atualmente propriedade da Mundo Mineração Ltda, foi explorada inicialmente em 1995 pela Mineração Morro Velho, sob a forma de mina a céu aberto, com uma produção de 22.222 t de minério e 63 kg de ouro (2.026 oz). Uma segunda fase da lavra a céu aberto ocorreu entre 2001 e 2004, sendo produzidas 171.257 t de minério com 642.8 kg de ouro (20.670 oz), sendo paralisada pela AngloGold Ashanti Mineração, devido aos elevados custos de produção e baixos preços do ouro na época. Em 2006, os direitos minerais foram vendidos à Mundo Mineração Ltda, que iniciou os trabalhos de lavra subterrânea na mina em 2007, estendendo suas operações até Novembro de 2011, altura em que foi encerrada. A mineralização é estruturalmente controlada por um sistema *lode-gold*, caracterizada por

alteração quartzo-carbonato-sericita e sulfetação das rochas vulcanoclásticas arqueanas hospedeiras (Mundo Minerals Ltda, 2006).

Figura 1.6. Mapa geológico simplificado da região NW de Nova Lima com localização do depósito Engenho d'Água e outros. Modificado de Vieira e Oliveira (1988). As associações do Grupo Nova Lima adaptadas de Baltazar & Zucchetti (2007).

1.5.2 Geologia do depósito

No depósito EA são reconhecidos dois conjuntos litológicos, rochas pelíticas e rochas vulcanoclásticas metamorizadas sob condições de fácies xisto verde. As mesmas estão hidrotermalmente alteradas dando lugar a intensa silicificação com formação de zonas de silicificação e veios de quartzo. As rochas pelíticas, incluindo um nível decamétrico de filito carbonoso, ocorrem na porção a norte do depósito e as rochas vulcanoclásticas predominam sendo as principais encaixantes da mineralização (Figueiredo e Silva *et al.*, 2002).

Na área do depósito são reconhecidas duas fases de deformação definidas pelas foliações S_N e S_{N-1} . A foliação S_{N-1} com atitude média 065/50 é na maior parte obliterada por S_N .

A foliação S_N , com atitude média 110/45, desenvolve-se em plano axial às dobras no plano S_{N-1} . Ambas as fases de deformação estão associadas a transporte tectônico de NE-SW, representado por uma falha de empurrão com comportamento oblíquo do lineamento Paciência. Esta estrutura corta o depósito a norte, colocando as rochas pelíticas cavalgados sobre as rochas vulcanoclásticas, sendo deslocado por uma falha secundária de direção NE-SW (Figueiredo e Silva *et al.*, 2002).

A mineralização em EA é estruturalmente controlada por um sistema de veios, caracterizada por alteração quartzo-carbonato-sericita e sulfetação das rochas vulcanoclásticas hospedeiras (Mundo Minerals Ltda, 2006; **Figura 1.7A e D**). O corpo de minério é dobrado e fortemente controlado pelo mergulho de aproximadamente 85°/34° (**Figura 1.7B**). A mineralização encontra-se melhor desenvolvida na zona de charneira onde a espessura excede os 20 m com 6 a 9g/t de Au. Este controle estrutural é consistente com outros depósitos do QF (Morro Velho, Bicalho, Morro da Glória, Faria e Urubu).

Figura 1.7. Imagens de afloramentos da jazida Engenho d'Água. **(A)** alteração hidrotermal a quartzo-carbonato-sericita das rochas vulcanoclásticas; **(B)** evidências de dobramento e controle estrutural com mergulho de aproximadamente 85°/34°; **(C)** rochas vulcanoclásticas com foliação S_N bem definida e intercalações de filito carbonoso; **(D)** pormenor de veio de quartzo com abundantes sulfetos (pirita).

1.6 Objetivos

O objetivo geral da tese consistiu na obtenção integrada de informações geológica, petrológica, de química mineral, geoquímica de rocha, termodinâmica e isotópica com vista à definição dos parâmetros da mineralização de ouro do depósito EA, da alteração hidrotermal envolvida, da fonte dos fluidos mineralizadores, suas composições e temperatura e, processos e condições de deposição de seu minério. A integração e interpretação destes dados levou ao refinamento do modelo genético aplicável ao depósito. De forma mais detalhada os objetivos são:

- (1) caracterização da amplitude de variação composicional admitida pelas fases minerais de interesse econômico e constituintes dos halos de alteração hidrotermal;
- (2) caracterização da amplitude de variação composicional admitida pela rochas hospedeiras da mineralização;
- (3) definição da idade da mineralização e dos estágios de alteração hidrotermal;
- (4) definição do modelo metalogenético do depósito EA com recurso aos dados geocronológicos inéditos para este depósito e apresentados neste trabalho e dos dados disponíveis na literatura sobre as mineralizações do QF, considerando as relações com os principais eventos geológicos regionais ocorridos no QF.

Capítulo 2

Métodos de Trabalho

2.1 Amostragem

A amostragem foi realizada em três etapas no decurso dos trabalhos de campo, contando com o apoio de geólogos da empresa Mundo Mineração, então detentora da mina Engenho d'Água. As duas primeiras etapas, realizadas em Abril e Setembro de 2011, tiveram como propósito o reconhecimento dos vários litótipos constituintes do depósito, bem como amostrar o minério e compreender as relações geológicas entre unidades. Foram coletadas 102 amostras de 17 furos de sondagem de três frentes de lavra ativas nos níveis subterrâneos 494,200N, 494,300N e 523,200N. Das amostras coletadas foram selecionados exemplares de minério sulfetado, rochas hospedeiras da mineralização (de preferência com os teores mais elevados em Au) e rochas representativas das diferentes zonas de alteração hidrotermal. A terceira etapa foi realizada em Maio de 2012, e serviu para refinar a amostragem, tendo permitido coletar 10 novas amostras mineralizadas.

2.2 Preparação de amostras

Os métodos adotados na preparação de amostras usadas nos diferentes procedimentos analíticos encontram-se descritos nas sub-seções seguintes. A preparação das amostras teve lugar nos laboratórios do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, excetuando a preparação de algumas amostras para análise petrográfica e de química mineral, que decorreu nos laboratórios do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Das 102 amostras coletadas foram utilizadas 86.

2.2.1 Amostras para análise petrográfica e microsonda eletrônica

As amostras foram cortadas com o auxílio de serras diamantadas, para posterior execução de lâminas delgadas e delgada-polidas para estudos de microscopia ótica. A preparação das mesmas ocorreu no Laboratório de Tratamento de Amostras (LTA) do departamento de Mineralogia e Geotectônica do IGc-USP e nos laboratórios do Departamento de Geologia da FCUL. Das 102 amostras coletadas, foram produzidas 86 lâminas (33 lâminas delgadas e 53 lâminas delgadas-polidas).

2.2.2 Pulverização de amostras para análise química e isotópica de rocha total

A preparação das amostras para análise química e isotópica de rocha total se iniciou com a partição grosseira (~ 5 cm), seguida de redução desses fragmentos (~ 0.5 cm) em um pilão de aço realizada com o auxílio de um martelo, terminando na pulverização realizada em moinhos de anéis de carboreto de tungstênio e ágata. Foram preparadas 41 amostras para estudos de geoquímica de rocha total e 32 amostras para geoquímica isotópica.

2.2.3 Concentrados minerais para análises isotópicas

A separação e purificação das fases minerais se iniciou com a *britagem e peneiramento* onde a amostra foi manualmente fragmentada até uma fração de 35-60 e 50-100 *mesh* de acordo com a textura da rocha, sendo os fragmentos de interesse separados individualmente para facilitar a concentração. A fração obtida foi lavada para retirar o pó e seca, tendo sido posteriormente eliminados os minerais magnéticos com recurso de um imã de mão. Na fase seguinte, o material foi submetido à *separação por líquidos densos*, onde os minerais mais densos que o líquido precipitaram e os menos densos entraram em suspensão. Os líquidos usados foram o bromofórmio ($d = 2.82 \text{ g/cm}^3$) e o iodeto de metileno ($d = 3.32 \text{ g/cm}^3$). No final do processo foi realizada uma *catação manual* com lupa binocular, que permitiu escolher os grãos minerais mais puros.

2.3 Procedimentos e condições analíticas

2.3.1 Análises de Microsonda Electrônica

Realizaram-se as análises de microsonda electrónica a 34 lâminas delgadas polidas representativas das litologias previamente identificadas na análise petrográfica. Foram analisados sulfetos, plagioclásios, micas (sericita), cloritas e carbonatos. O trabalho analítico foi dividido em três partes, análises químicas pontuais qualitativas (*EDS - energy dispersive spectroscopy*), análises quantitativas e imagens de elétrons retroespalhados. Ambas as análises foram realizadas com recurso à microsonda electrónica JEOL JXA 8200 do Centro de Geologia da FCUL, equipada com quatro espectrômetros WDS, 7 cristais analisadores (TAP, DEE2, LIF, LIFH, PET, PETH e PETJ) e detetores de electróns secundários e retrodifundidos, para além de um espectrômetro de dispersão de energia (EDS). As análises quantitativas foram realizadas com feixes de diâmetro 5 μm (excetuando as análises de carbonatos, para os quais se usaram diâmetros de 25 μm), 25 nA de corrente de emissão, 15 kV de potencial de aceleração e tempos de contagem de 20 s. A calibração da microsonda recorreu à análise de padrões metálicos e de minerais de composição conhecida (**Anexo A.I**).

Os erros que estão associados à determinação da massa total são inferiores a 1%, quando em condições de ótimo polimento e ausência de degradação da superfície polida. Para os elementos maiores, os erros na determinação da massa total são inferiores a 2%, enquanto que para os elementos menores (que representam mais de 0.1% da massa total) são inferiores a 5%. Para os elementos traço (que representam menos de 0.1% da massa total), a estimativa dos erros necessita de posterior determinação. A determinação do carbono pode ser feita por leitura direta, ou pela diferença de massa total para 100%. Por leitura direta o erro associado é elevado, podendo atingir 20% (embora tipicamente inferior a 10% da massa total), devido à metalização das lâminas com grafite. A determinação da água é sempre efetuada por diferença

da massa total para 100%, com erros inferiores a 15% nas micas e menos de 10% nas cloritas. Quando não são analisados todos os elementos, totalizando 80% de massa, o valor do erro para cada elemento medido pode aumentar até 5%.

2.3.2 Análises de Rocha Total

As análises de rocha total multi-elementares foram requeridas ao Acme Analytical Laboratories Ltd. (AcmeLabs), com uma unidade de preparação das amostras em Goiânia (Goiás, Brasil), sendo posteriormente enviadas para o Canadá. O pacote analítico selecionado para a determinação da totalidade dos óxidos de elementos maiores e um largo conjunto de elementos menores e traço, inclusivé ETR foi o LF202 *Total Whole Rock Characterization*. Dois pacotes adicionais foram selecionados para determinações da concentração em Au (FA430 *Fire Assay Precious Metals*) e CO₂ (TC006 *Inorganic Carbon: Leco Analysis*). Detalhes sobre as condições analíticas encontram-se no **Anexo A.II (Tabela 7)**.

2.3.3 Análise de Isótopos Radiogênicos em concentrados minerais e rocha total

Todos os procedimentos químicos foram realizados em laboratório limpo Classe 10000 (ISO 7), providos de capelas de fluxo laminar Classe 100 (ISO 5). Os reagentes utilizados no laboratório apresentavam alta pureza e a água foi filtrada, destilada e purificada num sistema Milli-Q para remover íons. Para purificação dos ácidos (HNO₃, HCl, HF e HBr) foi utilizada a técnica de sub-ebulição em garrafas de teflon e/ou destiladores de quartzo.

2.3.3.1 Pb-Pb

A metodologia isotópica de Pb-Pb requeriu muitos cuidados no momento de purificação dos reagentes e manuseio dos materiais, pois as concentrações de Pb nas amostras são baixas e as suas razões isotópicas podem ser facilmente afetadas pela contaminação. O procedimento analítico para os sulfetos se iniciou com a digestão total a 100°C de 80 mg de sulfetos em um béquer de teflon (Savillex) contendo 1ml HNO₃ 7M + 1 ml HCl 6M. Algumas amostras de bertierita não ficaram totalmente dissolvidas, tendo sido necessário centrifugar durante 20 min. Após aquecimento a solução foi evaporada e foi adicionado 1 ml de HBr 0.7M. A purificação do Pb foi realizada através da técnica de troca iônica, que permitiu isolar o Pb de outros elementos presentes em solução; a solução foi passada duas vezes em uma coluna de troca iônica Biorad, contendo resina AG-1-X8 200-400 *mesh* estando o procedimento descrito no **Anexo A.III**.

Nas análises de lixiviados foram usados cerca de 150 mg de amostra. Foram produzidos 5 lixiviados cujas etapas variaram de acordo com o ácido utilizado. Após cada ataque ácido, a solução juntamente com a lavagem do resíduo feita com água *milli-Q*, foi

transferida para um savillex limpo; a quantidade não dissolvida foi seca na chapa aquecedora e pesada para determinar a massa dissolvida, ou seja, lixiviada. O procedimento e os pesos adquiridos encontram-se no **Anexo A.III**. Terminados os procedimentos, as amostras foram depositadas em filamento de rênio de arranjo simples, com adição de 2µl de sílica-gel ultrapura. O procedimento de Pb-Pb em rocha total foi igual ao procedimento efetuado para sulfeto, no entanto inicialmente foram pesados cerca de 100 g de amostra e dissolvida em HF + HNO₃. As amostras de filito carbonoso por conterem muita matéria orgânica não dissolveram bem, tendo sido necessário recorrer a condições mais energéticas para a dissolução. As amostras foram colocadas em bombas tipo PARR inseridas em cápsulas de aço inox e aquecidas à temperatura de 150° na estufa. As composições isotópicas foram determinadas pela técnica TIMS (*Thermal Ionization Mass Spectrometer*) por meio do espectrômetro utilizando-se o espectrômetro de massa MAT 262 multicoletor. As razões isotópicas foram corrigidas para o fracionamento de massa de 0.095% a.m.u⁻¹ usando análises múltiplas do padrão NBS 981, analisadas sob condições similares. Os valores médios de ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb e ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb para o padrão NBS 981 durante as análises (com erro 1σ) variam de 16.897 ± 0.007 a 16.899 ± 0.006, 15.439 ± 0.009 a 15.441 ± 0.008 e 36.535 ± 0.029 a 36.545 ± 0.026, respetivamente; o branco foi inferior a 610 pg. Os resultados analíticos foram tratados com o uso do software ISOPLOT de Ludwig (2003).

2.3.3.2 Rb-Sr e Sm-Nd

As análises Sm-Nd e Rb-Sr foram realizadas por procedimentos de ataque químico natural, para as amostras cujas concentrações em Sm e Rb eram conhecidas, tendo sido determinadas por ICP-MS e, por diluição isotópica para as amostras cuja concentração nesses elementos não era conhecida. No caso de diluição isotópica, as concentrações em Rb foram determinadas por fluorescência de raios-X e deste modo apenas o Sr foi coletado por ataque químico natural. Durante o procedimento para separar o Sr, foi feita a extração inicial dos ETR para posterior separação do Sm e Nd. Como não foi possível determinar previamente os teores de Sm e Nd (pela ausência de padrão), foi utilizada a técnica de diluição isotópica que consiste na determinação de um elemento a partir da mistura de amostra mais um traçador (*spike*). O *spike* possui uma concentração e composição isotópica conhecida. O procedimento deu início com o ataque químico das rochas com 1 ml HNO₃ e 3 ml HF e no final com HCl 6M para eliminação dos resíduos. Posteriormente a extração dos elementos foi feita em colunas de troca catiônica Sr Spec, Re Spec e LN Spec, cujos procedimentos se encontram no **Anexo A.III**. Os concentrados de Sr foram depositados em filamentos de Ta com 2 µl de H₃PO₄. O Sm foi depositado em filamento de Ta e o Nd em filamento de Re com H₃PO₄. As composições isotópicas Sm-Nd e Rb-Sr foram determinadas pela técnica TIMS (*Thermal Ionization Mass*

Spectrometer) por meio do espectrômetro Triton. As razões de Nd foram normalizadas para $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$ (De Paolo, 1981), resultando valores médios para a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do padrão La Jolla JNdi-1 entre 0.512091 ± 0.000008 e 0.512098 ± 0.000007 ; o branco foi inferior a 127 pg. As razões de Sr foram normalizadas para $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$, resultando valores médios de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do padrão NBS-987 entre 0.710237 ± 0.000029 a 0.710251 ± 0.000038 ; o branco foi inferior a 775 pg. Os resultados analíticos foram tratados com o uso do software ISOPLOT de Ludwig (2003).

2.3.3.3 Ar-Ar

As análises isotópicas Ar-Ar seguiram o procedimento de Vasconcelos *et al.* (2002). Os grãos minerais foram irradiados por fluxo de nêutrons epitermais rápidos no reator de pesquisa TRIGA (CLICIT) do OSU/Oregon (USA) durante 15h contínuas, juntamente com o padrão internacional (monitor de fluxo) Fish Canyon (sanidina, 28.305 ± 0.036 Ma; Renne *et al.*, 2010). Após um período de 20 dias de resfriamento, a amostra foi depositada para análise por aquecimento gradual (*stepwise heating*), sendo o Ar extraído em linhas de extração via laser de estado sólido Nd:YVO₄ (visível próximo, 532 nm – modelo Verdi 6W Coherent) no Laboratório de Ar do Centro de Pesquisas Geocronológicas. O sistema de extração a laser está acoplado a um sistema de purificação que funciona com *getters* SAES-GP50 e espectrômetro de massa multicoletor ARGUS VI (ThermoScientific, Bremen, Alemanha), de setor magnético. As massas 40 a 36 foram medidas simultaneamente em 5 coletores Faraday (10^{11} ohm – para a massa 40, e 10^{12} ohm para as demais massas). A reprodutibilidade durante a sequência de análises (*run* SP2) foi monitorada continuamente através de medidas de Ar atmosférico (*air pipette*, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ *weighted mean* = 298.5).

As idades aparentes foram calculadas a cada etapa de aquecimento usando um fator $J = 0.00418 \pm 0.00002$, após serem aplicadas as correções para discriminação de massa, interferências nucleogênicas e contaminação atmosférica. A definição de idade *plateau* considera (i) $> 50\%$ $^{39}\text{Ar}_K$ (idealmente $> 70\%$) e (ii) máximo número de etapas contíguas com razão $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}_K$ coerentes entre si a nível de confiança 95% (McDougall & Harrison, 1999). As idades aparentes determinadas foram plotadas com erro 1σ . As constantes de decaimento são as recomendadas por Steiger & Jäger (1977). Os resultados analíticos foram tratados com o uso do software ISOPLOT de Ludwig (2003).

2.3.4 Análise de isótopos estáveis de enxofre

As análises de $\delta^{34}\text{S}$ em sulfetos foram requeridas ao *Activation Laboratories Ltd.* (ActLabs), no Canadá. O pacote analítico selecionado foi o *10A – delta 34S sulphide*, tendo sido realizadas 10 análises de $\delta^{34}\text{S}$ em sulfetos (5 piratas e 5 bertieritas).

De forma resumida, BaSO₄ puro e amostras de sulfetos puras são queimadas até SO₂ gasoso sob um vácuo de $\sim 10^{-3}$ torr. O SO₂ é enviado diretamente a partir da linha de vácuo para a fonte de íons de um espectrómetro de massa com razão isotópica VG 602 (Ueda, 1986). A combustão quantitativa para SO₂ é atingida misturando 5 mg de amostra com 100 mg de uma mistura de SiO₂ e V₂O₅ (1:1). A reação é efetuada a 950°C durante 7 minutos num tubo de reação de vidro de quartzo. Aparas de cobre puro são usadas como catalisador para assegurar a conversão de SO₃ para SO₂. Os padrões internos (*SeaWater*_{BaSO₄} e *Fisher*_{BaSO₄}) são medidos no início e no final de cada conjunto de amostras (tipicamente 25) e são utilizados para normalizar os dados, bem como para corrigir qualquer desvio do instrumento. Todos os resultados são apresentados na notação permil em relação ao padrão internacional CDT. A precisão e reprodutibilidade usada nesta técnica é normalmente melhor do que 0.2 permil (n = 10 padrões laboratoriais internos).

Capítulo 3

Petrografia

3.1 Introdução

A análise petrográfica teve como objetivo geral a caracterização mineralógico-textural dos litótipos representativos do depósito, classificados como rochas vulcanoclásticas e filitos carbonosos. Os estudos petrográficos foram realizados através de microscopia ótica convencional em luz transmitida e refletida, visando a caracterização mineralógica e textural dos principais litótipos hospedeiros da mineralização e halos de alteração hidrotermal, para além das fases constituintes do minério e sua evolução paragenética. Nesta fase do trabalho, foi realizada interpretação preliminar sobre a relação estabelecida entre os estágios de alteração hidrotermal/mineralização e os eventos tectono-metamórficos e magmáticos preservados no registo geológico da área em estudo.

3.2 Caracterização petrográfica das rochas hospedeiras da mineralização

No decurso dos estudos petrográficos reconheceram-se dois conjuntos litológicos principais: rochas vulcanoclásticas (**Figura 3.1 e 3.2A, B e C**) e filitos carbonosos (**Figura 3.2D, E e F**), predominando as primeiras na área envolvente do depósito. Ambos os conjuntos apresentam evidências de recristalização metamórfica em condições de fácies xisto verde e diferentes intensidades de alteração e/ou mineralização. As rochas vulcanoclásticas foram divididas consoante o grau de alteração e/ou mineralização, pelo que se designou por V1 as rochas pouco alteradas (**Figura 3.1A, B e C**), VMA as rochas moderadamente alteradas e mineralizadas (**Figura 3.1D, E, F e G**) e VFAM as rochas fortemente alteradas e mineralizadas (**Figura 3.1 H e I; Figura 3.2A, B e C**).

Rochas vulcanoclásticas

As rochas vulcanoclásticas exibem texturas grano-lepidoblásticas e são essencialmente constituídas por quartzo, plagioclásio, moscovita e sericita. Não são identificados fragmentos líticos e os minerais pesados (turmalina, zircão e rutilo) estão presentes como fases acessórias. Estas rochas exibem uma granulação variável, de muito fina a grossa.

Nos termos vulcanoclásticos de grão médio a grosso, a percentagem de matriz situa-se em média entre 30 e 60%, sendo constituída por quartzo de granulação fina (em média < 0.05 mm), plagioclásio, carbonato e agregados de moscovita e clorita, esta última regra geral pouco presente na matriz, com exceção de alguns exemplares. Os porfiroclastos, por sua vez, perfazem 40% a 70% da rocha e são constituídos por quartzo, plagioclásio e carbonato. Estas rochas acomodam de forma heterogénea a deformação tectônica, existindo sempre uma foliação (S_n) bem marcada, definida pela orientação dos minerais micáceos (mais precisamente palhetas de moscovita) e dos clastos de quartzo, plagioclásio e carbonato (**Figura 3.3A**); alguns exemplares exibem foliação incipiente (**Figura 3.3B**). A deformação tectônica induziu

endurecimento heterogêneo dos principais constituintes minerais, localmente seguida de recristalização dinâmica significativa (particularmente evidente nos agregados de quartzo). Em alguns exemplares, o quartzo matricial apresenta-se sob a forma de grãos finos com morfologia regular, aproximando-se de uma poligonização; nestes casos regista-se maior quantidade de carbonato. Os cristais de plagioclásio na matriz são menos abundantes, anédricos e, localmente maiores que o quartzo. O carbonato é fino e anédrico e a moscovita ocorre em palhetas orientadas no plano de foliação principal S_n . Algumas amostras exibem foliação espaçada paralela, com 70% de volume do domínio de clivagem e micrólitos constituídos por quartzo poligonal e carbonato. A zona foliada é composta por quartzo, carbonato e mica; mercê da granulação muito fina é difícil identificar opticamente a presença de plagioclásio (**Figura 3.3C**).

Os porfiroclastos de quartzo (em média < 1 mm) apresentam feições variadas. Na sua maioria são subarredondados e alguns subangulosos (**Figura 3.3A e B**), sendo baixa a abundância de clastos rolados. Apresentam extinção ondulante de intensidade variável e encontram-se orientados no mesmo plano de foliação da matriz. Os porfiroclastos de plagioclásio (1mm, em média) são subarredondados a subangulosos (**Figura 3.3A**) e manifestam frequentemente efeitos devidos a hidrólise (**Figura 3.3E**), sendo comum observarem-se seções total ou parcialmente substituídas por agregados secundários de moscovita + quartzo $\pm$ carbonato. Os porfiroclastos encontram-se muitas vezes bem orientados segundo o plano de foliação principal S_n (**Figura 3.3A**).

As rochas vulcanoclásticas de grão fino apresentam foliação muito bem marcada pelos arranjos matriciais dos grãos de quartzo, mica e quantidades variáveis de carbonato; alguns filonetes de quartzo + carbonato dispõem-se paralelamente à foliação (**Figura 3.3D**).

Os litótipos com maior grau de alteração hidrotermal apresentam disseminação de sulfetos, maioritariamente pirita, arsenopirita e pirrotita (**Figura 3.1 H e I**).

Filito Carbonoso

Os filitos carbonosos são rochas cinza escuro de granulação fina. Os seus constituintes principais são sericita, quartzo, carbonato e matéria carbonosa. Quantidades acessórias de zircão e de sulfetos são observadas, sendo a pirita mais comum (**Figura 3.3G e H**), seguida de calcopirita e tetraedrita. Apresentam textura lepidoblástica definida pela orientação dos agregados muito finos de moscovita, que se dispõem em lamelas orientadas segundo o plano de foliação principal S_n . A matéria orgânica também ocorre concentrada em filonetes negros orientados segundo o plano de foliação principal, recobrindo as lamelas de moscovita (**Figura 3.3F**). O quartzo da matriz tem granulação muito fina e desenvolve grãos anédricos com extinção ondulante. Todos os exemplares de filito carbonoso evidenciam clivagem de crenulação S_{n+1} espaçada e paralela ao plano axial de microdobras tardias (**Figura 3.3F**).

Figura 3.1. (A, B e C) vulcanoclásticas pouco alteradas (V1); (D, E, F e G) vulcanoclásticas moderadamente alteradas e/ou mineralizadas (VMA); (H e I) vulcanoclásticas fortemente alteradas e mineralizadas (VFAM).

Figura 3.2 (à direita) - (A, B e C) vulcanoclásticas fortemente alteradas e mineralizadas com deposição de sulfossais de antimônio em vênulas e fraturas; **(D, E e F)** exemplares de filito carbonoso com clivagem de crenulação S_{n+1} .

Figura 3.3 (à direita) - (A) Vulcanoclástica com porfiroclastos de quartzo (qtz), carbonato (carb) e plagioclásio (pl) orientados segundo o plano de foliação S_n , definido por palhetas de sericita (sct) (#EA-12; LTNC); **(B)** Vulcanoclástica com foliação incipiente e porfiroclastos de qtz rolados (#EA-11; LTNC); **(C)** Domínios de micrólito constituídos por qtz e carb (#EA-21; LT vs. NC); **(D)** Porfiroclastos de pl com efeitos devido à hidrólise (#EA-19(1); LTNC); **(E)** Vulcanoclásticas de grão fino constituídas por qtz, carb e sct (#EA-78; LTNC); **(F)** Filito carbonoso venulado e com clivagem de crenulação espaçada S_{n+1} e paralela ao plano axial das dobras (#EA-77(2); LTNC); **(G e H)** Filito carbonoso com cristais de pirita (py) grossos em sombras de pressão com quartzo e carbonato recristalizados (#EA-27; LTNC). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados.

3.3 Caracterização petrográfica das estruturas mineralizadas

As estruturas mineralizadas presentes no depósito de Engenho d'Água consistem numa complexa rede de veios e vênulas de quartzo. A observação microscópica detalhada destas descontinuidades estruturais revela ser possível o estabelecimento de critérios texturais e mineralógicos que permitem atribuir o seu desenvolvimento a três estágios evolutivos diferentes, e que têm importância para a compreensão do processo mineralizador, para além de um estágio pré-mineralização representado pelo desenvolvimento de veios precoces de quartzo. A observação dos vários tipos de precipitados hidrotermais que selam as diferentes estruturas revela que as diferentes gerações de quartzo se fazem acompanhar por quantidades variáveis de carbonato e, localmente, agregados de sericita, clorita e sulfetos. Estes últimos desenvolvem bolsões irregulares com grãos de dimensões milimétricas e associação mineral constituída por *pirita* (*py*) + *arsenopirita* (*apy*) + *pirrotita* (*po*) ± *esfalerita* (*sp*) contendo quantidades menores e variáveis de *calcopirita* (*ccp*), *sulfossais* (*bertierita* (*brt*), *jamesonita* (*jms*), *ulmanita* (*ulm*), *boulangerita* (*blg*), *electrum*, *ouro-estibinita* (*Au-Sb*) e *antimônio nativo* (*Sb*).

As gerações precoces de quartzo (*qtz₀*), correspondentes ao estágio pré-mineralização preenchem veios centimétricos concordantes com a foliação principal *S_n* preservada nas rochas vulcanoclásticas. Este quartzo precede e acompanha em parte a deposição de carbonato (*carb₀*) de composição calcítica (**Figura 3.4A e B**), plagioclásio (*pl₀* - **Figura 3.4C**) e agregados finos e intercrescidos (**Figura 3.4B e D**) de sericita (*sct₀*) e clorita (*chl₀*) de composição predominantemente férrica. O *qtz₀* mostra claras evidências de deformação intracristalina, exibindo extinção ondulante pronunciada, suturação intergranular e, localmente, subgranulação intergranular (**Figura 3.3C**). Localmente, como resultado da progressão heterogênea da deformação intracristalina (intensificação dos processos de recuperação relativamente aos de endurecimento), a maior intensidade da recristalização dinâmica conduz à formação de grãos de *qtz₀* com menores dimensões e contatos regulares. O *carb₀* encontra-se em equilíbrio textural com *qtz₀*, exibindo também evidências de deformação intracristalina.

Os exemplares de filito carbonoso preservam também evidências para um evento pré-mineralização, caracterizado por várias microestruturas com desenvolvimento anterior às que marcam os estádios mineralizadores. Grãos grossos sub-euédricos a euédricos de pirita (*py₀*) se encontram em sombras de pressão com *qtz₀* + *carb₀* recristalizados, exibindo estes últimos franjas adjacentes aos cristais de *py₀* (**Figura 3.4G e H**). Segundo Cox *et al.* (1981), pirita que se encontre nestas condições pode ter estado sujeita a temperaturas elevadas (> 470°C), permitindo assim justificar o seu comportamento dúctil. Em equilíbrio com *py₀*, ocorre tetraedrita (*td₀* - **Figura 3.4G e H**) e calcopirita (*ccp₀*).

A geração de **quartzo I** (*qtz I*) associa-se a carbonato I (*carb I*), fazendo-se acompanhar localmente por agregados de moscovita I (*ms I* – **Figura 3.5A**) ou clorita I (*chl I*) + sericita I (*sct I*) (**Figura 3.5D**). A quantidade de carbonato, sericita e clorita pode variar, podendo ser bastante significativa em alguns veios mineralizados. Esta geração de quartzo mostra evidências para cedência dúctil-frágil notória e cimenta preferencialmente agregados grossos de uma associação sulfetada principal constituída por *py I* + *apy I* + *po I* ± *sp I* ± *ccp I* ± *brt I*. Os sulfetos são grossos e manifestam fraturação intensa (**Figura 3.5C**), assim como o carbonato (**Figura 3.5B**) e o quartzo, apresentando este último claras fraturas intra- e intergranulares.

Figura 3.4 (à direita) - (A) Veio de *qtz* com calcita (*cal*) deformado, exibindo traços de clivagem curvos (#EA-1(8); LTNC); **(B)** Agregados finos intercrescidos de *sct* e *chl* (#EA-1(8); LTNC); **(C)** Grãos de *pl* hidrotermal (EA-1(8); LTNC); **(D)** Grãos de *qtz* deformados, exibindo extinção ondulante e contactos irregulares (EA-1(8); LTNC); **(E)** Cristais de turmalina (*tur*) dobrados associados a *sct* (EA-1(8); LTNP); **(F)** Cristais disseminados de *po* com exsoluções de pentlandita (*pn*) em veio de *qtz* + *carb* precoce (EA-4; LRNP); **(G e H)** Filito carbonoso com *py*₀ em sombras de pressão com *qtz*₀ e *carb*₀ recristalizados e cristais acessórios de *td*₀ (#EA-27; LTNC; F - LRNP). # - Referência da amostra; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados.

Figura 3.5 (à direita) - **(A)** Agregados grossos de ms I (#EA-82N; LTNC); **(B)** Agregados grossos de sulfetos fraturados (# EA-86N; LRNP); **(C)** Veios de qtz I com abundante sct I e chl (#EA-58; LTNC); **(D)** Carbonato fraturado (#EA-86A; LTNC); **(E)** Amostra de veio de quartzo tipo 1 e 2 com agregados grossos de sulfetos (#EA-82); **(F)** Subgranulação intergranular de veio de qtz do tipo 1 (#EA-82N; LTNC); **(G)** Cristais de brt I' e py I' em veio de qtz do tipo 1 (#EA-82N; LRNP); **(H)** Vênulas de qtz I + ms I + py I (#EA-47; LTNC; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos.

Episódios polifásicos de abertura de veios são comuns. O veio 1 (**Figura 3.5E**) é constituído pela geração de *qtz I'* com forte extinção ondulante e subgranulação intra- e intergranular significativa (**Figura 3.5F**), apresentando baixa taxa de recristalização dinâmica; os sulfetos são raros e integram a associação *py I' + brt I' + carb I'* (**Figura 3.5G**). O veio 2, resultado da abertura do veio 1, compreende agregados finos variavelmente recristalizados de *qtz I*, algum carbonato (*carb I*), abundantes sulfetos (*py + apy + po*), agregados grossos de moscovita e escasso plagioclásio. Alguns destes veios apresentam abundante carbonato, sericita e clorita, contendo grãos médios a grossos sub-euédricos a euédricos de pirita e arsenopirita, pouco fraturados. Do mesmo estágio mineralizador I fazem parte vênulas de quartzo + sulfetos e abundante moscovita grossa (**Figura 3.5H**). O quartzo não apresenta extinção ondulante e os contatos entre os grãos são regulares. Os sulfetos são constituídos por pirita sub-euédrica a anédrica muito fraturada, com ouro incluso e em fraturas (**Figura 3.6D**), pouca quantidade de arsenopirita e esfalerita formando inclusões ou dispendo-se ao longo dos bordos da pirita. Outro tipo de vênulas de quartzo da mesma família são constituídas por pirita sub-euédrica fraturada, plagioclásio, alguma moscovita e abundante carbonato (**Figura 3.6A**). Neste estágio são ainda identificados bolsões de quartzo poligonizado e sem extinção ondulante, acompanhado de carbonato, moscovita e sulfetos. A geração de **quartzo II** (*qtz II*) preenche uma rede de vênulas e fraturas tardias, fazendo-se acompanhar por uma quantidade significativa de sulfetos de antimônio (**Figura 3.2A, B e C e Figura 3.7A e B**). Vênulas de *qtz II* com extinção ondulante e pouco poligonizado, coexiste com uma associação sulfetada constituída por *py II + po II + brt II + jms II + ulm II + sb II* (**Figura 3.7B**). Vênulas de quartzo poligonizado e extinção ondulante, carbonato II (*carb II*) e moscovita II (*ms II*) contêm *py II + apy II* (**Figura 3.7A**). A geração de **quartzo III** (*qtz III*) dispõe-se em vênulas tardias sem evidências óticas de deformação/recristalização, sendo acompanhado por carbonato tardio (*carb III*), *py III* e Au (**Figura 3.6H**).

A pirita ocorre em contextos texturais distintos e desenvolve microestruturas específicas que, em conjunto, permitem colocar em evidência a presença de quatro gerações deste sulfeto. Os grãos da geração 0 associam-se a *qtz₀ + carb₀*, como já referido anteriormente, dispendo-se em sombras de pressão e em equilíbrio com *td₀* e *ccp₀* de dimensões reduzidas (**Figura 3.4H e G**). A *pirita I'* ocorre disseminada em veios de *qtz I'* do tipo 1 sob a forma de cristais anédricos a sub-euédricos, associando-se à *brt I'* e *carb I'* (**Figura 3.5E e G**). A pirita do tipo I ocorre nos veios do tipo 2 sob a forma de cristais grossos anédricos a sub-euédricos (em média entre 0.5 e 5 mm), formando agregados muito fraturados que se associam com frequência à *apy I* e *po I*, assim como a *qtz I ± carb I ± ms I* (**Figura 3.6B**). A geração *py I* também compreende grãos sub-euédricos muito fraturados em vênulas contemporâneas ou tardias do primeiro estágio mineralizador (**Figura 3.6C e D**), para além de grãos euédricos em fraturas discretas tardias,

fazendo-se neste caso acompanhar por *apy I* e *chl I* (**Figura 3.6G** e **Figura 3.7D**). O efeito do primeiro evento mineralizador também se faz sentir pela disseminação de grãos anédricos finos de *py I* na matriz das rochas encaixantes vulcanoclásticas (**Figura 3.6F**). A pirita do tipo *II* compreende grãos fraturados anédricos a sub-euédricos com dimensão média de 0.5 mm, dispostos em vênulas e fraturas, fazendo parte da associação mineral *qtz II* + *carb II* + *apy II* + *brt II* + *ms II* (**Figura 3.7A**) e *qtz II* + *po II* + *brt II* + *jms II* + *ulm II* + *sb II* (**Figura 3.7B**). A geração mais tardia de pirita (*py III*) compreende grãos finos anédricos dispostos em vênulas de quartzo + carbonato tardio (designados *qtz III* e *carb III* – **Figura 3.6H** e **Figura 3.9G** e **H**) e Au.

No conjunto das amostras estudado, a arsenopirita ocorre sob a forma de duas gerações principais que se desenvolvem em contextos mineralógicos e texturais semelhantes. A primeira geração (*apy I*) compreende cristais fraturados euédricos a anédricos com dimensão média de 0.5 mm que coexistem com *qtz I*, *carb I*, *ms I*, *chl I*, *py I* e *po I* (**Figura 3.6B**). A segunda geração (*apy II*) é constituída por grãos anédricos a euédricos fraturados, também dimensão $\approx$ 0.5 mm, que coexistem com *qtz II* + *carb II* + *ms II* + *py II* e *brt II* (**Figura 3.7A** e **B**). A cristalização da *apy I* e *II* é posterior à *py I* e *II*, respectivamente, e tal como acontece com a *py I* a primeira geração de arsenopirita também se pode encontrar sob a forma de cristais euédricos em fraturas tardias que podem conter *chl I* (**Figura 3.7C** e **D**).

A pirrotita ocorre em três gerações distintas. A geração *0* compreende grãos disseminados sub-euédricos a anédricos que apresentam exsoluções de pentlandita e coexistem com *qtz 0* (**Figura 3.4F**). A segunda geração (*po I*) é constituída por grãos anédricos fraturados (em média > 0.5 mm) que coexistem com a associação mineral *qtz I* + *py I* + *apy I* + *ulm I* $\pm$ *carb I* $\pm$ *ms I* (**Figura 3.6B** e **Figura 3.7H**). Na sequência de cristalização dos sulfetos no estágio mineralizador I, a *po I* é posterior à *py I* e *apy I*, ocorrendo nos bordos e em fraturas intra- e intergranulares nesses mesmos minerais (**Figura 3.7E**, **F** e **G**). A geração mais tardia de *po* (*po II*) ocorre como grãos anédricos fraturados (em média > 0.5 mm) dispostos em vênulas e fraturas, fazendo parte da associação *qtz II* + *py II* + *brt II* + *jms II* + *ulm II* + *sb II* (**Figura 3.7B**).

Os sulfetos de antimônio ocorrem em ambos os estágios de mineralização I e II, com especial incidência no segundo. No primeiro estágio mineralizador, em estreita associação com os agregados de *carb I'* presentes nos veios de *qtz I'*, desenvolvem-se escassos grãos anédricos disseminados de *brt I'* (**Figura 3.8A**).

Figura 3.6 (à direita) - **(A)** Vênulas de *qtz I* + *pl I* + *carb I* + *py I* (#EA-47; LTNC); **(B)** *Py I* + *apy I* + *po I* em veio de *qtz I* (#EA86N(4); LRNP); **(C)** Vênulas de *qtz I* + *ms I* + *py I* (#EA47; LTNC); **(D)** Au em fraturas na *py I* (#EA47; LRNP); **(E)** Fraturas discretas preenchidas por *py I* euédrica (#EA55; LRNP); **(F)** Grãos de *py I* disseminados em matriz de rocha vulcanoclástica (#EA51(3); LRNP); **(G, G1)** Fraturas discretas com *qtz I* + *chl I* + *py I* (#EA24; LTNC; LRNP); **(H)** Vênulas de *qtz III* + *carb III* + *py III* + Au (#EA16; LTNC). # - Referência da amostra; LTNC - Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP - Luz refletida nicóis paralelos.

Figura 3.7 (à direita) - **(A)** Py II em vênulas de qtz II + apy II + brt II (#EA72; LRNP); **(B)** Py II em vênulas de qtz II + brt II + jms I + sb II + po II (#EA72); LRNP); **(C)** Apy I euédrica em fraturas discretas com rutilo (rt) e py (#EA83(3); LRNP); **(D) (H, H1)** Apy I euédrica em fraturas discretas com chl I + qtz I (#EA24; LT vs. NC; LRNP); **(E)** Po I em fraturas intergranulares na py I (#EA49; LRNP); **(F)** Po I em fraturas intragranulares na Py I (#EA49; LRNP); **(G)** Po I em fraturas intragranulares na apy I (#EA49; LRNP); **(H)** Po I com ulm I no bordo (#EA75/EA86A; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos.

Nos veios de *qtz I*, os grãos de *brt I*, ainda em pouca abundância, ocorrem na forma de palhetas que frequentemente se associam a *sb I* (**Figura 3.8A**). A *ulm I* desenvolve-se de forma significativa neste estágio, estando invariavelmente associada à *po I*, ocorrendo nos bordos (**Figura 3.7H**) desta última e exibindo texturas de intercrescimento (**Figura 3.8B**). A *jms I* ocorre associada à *po I* e *brt I*. A *td* ocorre em cristais anédricos no bordo da *po I* (**Figura 3.8F**), associada à *apy I* e *ccp I* (**Figura 3.8G**) e disseminada. A boulangierita (*blg I*) ocorre na forma de cristais anédricos associados à *po* e *py* (**Figura 3.8E**). No segundo estágio de mineralização assiste-se ao maior desenvolvimento dos sulfetos de antimônio, traduzido pela maior abundância em bertierita, ulmanita, antimônio nativo e, jamesonita II (*jms II*). A *brt II* ocorre sob a forma de cristais anédricos fraturados preenchendo vênulas e fraturas; associa-se a *py II* em vênulas de quartzo poligonizado com *carb II*, *ms II*, e *apy II* (**Figura 3.7A**), bem como a vênulas de *qtz II* com extinção ondulante e pouco poligonizado que contêm *py II* + *po II* + *jms II* + *ulm II* + *sb II* (**Figura 3.8C e D**). A *jms II* ocorre na forma de cristais anédricos fraturados, associando-se tanto à *brt II* como a *po II* + *sb II*. O *sb II* ocorre tipicamente associado à *brt II* e *po II* e, localmente à *jms II*.

A esfalerita (*sp*) é um mineral presente em todos os estágios mineralizadores, dispondo-se em cristais anédricos de pequena dimensão nomeadamente inclusos ou nos bordos da pirita (**Figura 3.8E**) ou nos bordos da pirrotita e calcopirita. A calcopirita ocorre em todos os estágios mineralizadores, para além do evento pré-mineralização, associando-se preferencialmente à pirrotita. O rutilo desenvolve-se preferencialmente no primeiro estágio de mineralização, ocorrendo disseminado na matriz (**Figura 3.8H**).

A maior abundância de ouro relaciona-se com o primeiro estágio de mineralização, conduzindo à formação de partículas de Au-Ag (*electrum*) disseminadas na matriz quartzosa ou ao longo de fraturas discretas, para além de inclusões ou preenchimentos de fraturas intragranulares na *py* (**Figura 3.9F**) e *apy* (**Figuras 3.9D**) ou disposições ao longo dos bordos da *apy* (**Figura 3.9B**) e *po*. Ligas de Au-Sb (ouro-estibinita) são raras e associam-se ao *electrum* ou formam disseminações na matriz quartzosa (**Figura 3.9A**). Deste modo, o principal período de deposição de Au é correlativo das etapas tardias do processo mineralizador que antecede o evento responsável pela deformação das estruturas mineralizadas da primeira geração, pois no segundo estágio de mineralização são raras as ocorrências do mesmo. O último estágio mineralizador é caracterizado pela ocorrência de Au tardio associado a *carb III* + *py III* (**Figura 3.9G e H**).

3.4 Paragêneses de alteração hidrotermal

A alteração hidrotermal dos litótipos encaixantes das estruturas mineralizadas precede e acompanha o desenvolvimento polifásico de redes irregulares de veios, vênulas e filonetes de

quartzo + sulfetos $\pm$ Au-Ag. Macroscopicamente, a alteração traduz-se por silicificação intensa e sericitização + carbonatação variável, sendo localmente acompanhada por disseminação de sulfetos, nomeadamente pirita, pirrotita e arsenopirita. À escala microscópica confirma-se a deposição de diferentes gerações de quartzo, carbonato e agregados de sericita e/ou clorita.

A associação mineralógica *qtz 0 + carb 0 + sct 0 + ab 0* traduz a alteração mais precoce (pré-mineralização), sendo mais facilmente identificada nos domínios onde os efeitos imputáveis ao desenvolvimento das estruturas mineralizadas não se fazem sentir de forma significativa. Grãos de turmalina e alguma clorita também são característicos deste evento, embora em quantidades reduzidas.

O segundo evento de alteração hidrotermal, ainda pré-mineralização e de carácter regional e pervasivo, é materializado pela associação *quartzo 0' + carb 0' + sct 0' + chl 0'*. Os grãos de quartzo encontram-se poligonizados e não exibem extinção ondulante. Os carbonatos apresentam-se em grãos anédricos a sub-euédricos e se associam ao quartzo. A sericitização intensa, localmente acompanhada de cloritização, é mais tardia. Neste estágio de alteração hidrotermal verifica-se ausência de sulfetos (**Figura 3.10**).

O último evento de alteração hidrotermal é correlacionável com o desenvolvimento das estruturas mineralizadas. De modo geral caracteriza-se por forte carbonatação e silicificação nos domínios próximos aos veios mineralizados. Também induz forte disseminação de sulfetos (na sua maioria pirita, arsenopirita e pirrotita) nas rochas hospedeiras da mineralização para além do desenvolvimento de plagioclásio hidrotermal.

A descrição das estruturas mineralizadas é acompanhada de um quadro paragenético, onde se sintetiza de forma esquemática a sequência deposicional observada nas estruturas mineralizadas e rochas hospedeiras hidrotermalmente alteradas (**Figura 3.11**).

Figura 3.8 (à direita) - (A) Palhetas de brt I em veio de qtz I + py I (#EA75; LRNP); **(B)** Textura mirmequítica entre ulm II e po II (#EA72; LRNP); **(C)** Sulfetos de antimônio do segundo estágio de mineralização (brt, jms, sb) em associação com py II e po II (#EA72; LRNC); **(D)** Imagem de electróns retroespalhados de (C); **(E)** Blg no bordo de sp e py (#EA91; LRNP); **(F)** Td no bordo da po (#EA82(2); LRNP); **(G)** Td em associação com apy (#EA100A; LRNP); **(H)** Py I e rt I disseminado na matriz (#EA83; LRNP). # - Referência da amostra; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos; LRNC – Luz refletida nicóis cruzados.

Figura 3.9 (à direita) - (A) Ligas de Au-Ag e Au-Sb (ouro-estibinita) disseminados na matriz (#EA85A(2); LRNP); **(B)** Au incluído em arsenopirita e no bordo (#EA94(1); LRNP); **(C)** Au incluído em arsenopirita (#EA83(8); LRNP); **(D)** Au em fraturas na arsenopirita (#EA83(10); LRNP); **(E)** Au incluído em py I (#EA100B(3); LRNP); **(F)** Au em fraturas na py I (#EA47(2); LR NP); **(G e H)** Au em associação com carb III (#EA16(8); LTNC; LRNP). # - Referência da amostra; LTNC – Luz transmitida nicóis cruzados; LRNP – Luz refletida nicóis paralelos.

Figura 3.10 – Litótipos representativos da intensa alteração hidrotermal precoce (0').

Minerais	Ciclo Evolutivo Precoce pré-mineralização (0/0')	Ciclo Evolutivo Principal sin-mineralização		Ciclo Evolutivo Tardio tardi-mineralização
		I	II	
Pirita				
Arsenopirita				
Pirrotita				
Esfalerita				
Calcopirita				
Pentlandita				
Sulfossais de antimônio				
Quartzo				
Carbonato				
Sericita				
Albita				
Clorita				
Tetraedrita				
Antimônio nativo				
<i>Electrum</i>				
Ouro-estibinita				

Figura 3.11. Representação esquemática da sequência paragenética observada nas estruturas mineralizadas e rochas hospedeiras hidrotermalmente alteradas. A espessura das linhas corresponde à abundância relativa observada.

Capítulo 4

Química Mineral

4.1 Introdução

Os estudos de química mineral pretendem obter dados analíticos quantitativos dos elementos maiores e menores que permitam caracterizar as amplitudes de variação composicional admitidas pelas fases minerais de interesse econômico, isto é, portadoras de Au e Sb tais como sulfetos (pirita, arsenopirita, pirrotita) e sulfossais (bertierita, jamesonita, tetraedrita, ulmanita, boulangerita), bem como as fases minerais constituintes dos halos de alteração hidrotermal. Procura-se encontrar resposta para as seguintes questões, que se afiguram relevantes à compreensão da evolução do sistema mineralizador, bem como ao tratamento e beneficiamento de minérios: **(i)** quais os principais minerais de interesse portadores de Au e Sb; **(ii)** qual a evolução química dos diferentes estágios de evolução do sistema através das variações composicionais apresentadas pelas fases minerais representativas dos diferentes estágios de alteração hidrotermal; **(iii)** qual a variação composicional dessas fases minerais e de que forma a mesma varia com o tipo de rocha que as hospeda e **(iv)** quais os campos de estabilidade P-T dos sulfetos e sulfossais. As composições e fórmulas estruturais dos minerais estudados encontram-se no **Anexo B.I**.

4.2 Carbonato

A composição e distribuição catiônica dos carbonatos foi calculada com base em 6 átomos de oxigênio atendendo à estequiometria $(M_2, M_1)CO_3$, segundo Deer *et al.* (1992) e aos membros finais siderita ($FeCO_3$), rodocrosita ($MnCO_3$), magnesita ($MgCO_3$), calcita ($CaCO_3$) e estroncianita ($SrCO_3$).

Os carbonatos presentes nos filitos carbonosos (carb 0_{Fc}) são fundamentalmente dolomíticos com quantidades de Mg no intervalo 0.404 a 0.464 a.p.u.f., enquanto que os carbonatos presentes nos veios pré-mineralização (V₀; carb 0_{V0}) e na associação mineral que caracteriza a intensa alteração precoce (carb 0') apresentam composição calcítica com quantidades de Ca no intervalo 0.522 a 1.007 a.p.u.f. e 0.921 a 1.036 a.p.u.f., respectivamente (**Figura 4.1A e D; Tabela 1**). Os carbonatos que integram a associação mineral representativa dos estágios mineralizadores manifestam composição dolomítica com variável incremento em ferro ao longo do tempo com quantidades distribuídas no intervalo 0.162 a 0.184 a.p.u.f. e 0.210 a 0.303 a.p.u.f. para o carb I e carb III, respetivamente (**Figura 4.1A e D; Tabela 4.1**). As diferentes gerações de carbonato revelam quantidades distintas em Mn e Sr, não havendo Ba no sistema. O carb 0' apresenta os maiores valores em Mn (0.009 a 0.011 a.p.u.f.), em comparação com as restantes gerações (0.003 a 0.008 a.p.u.f. – **Figura 4.1B e D; Tabela 4.1**). Os conteúdos em Sr revelam valores mais elevados para as calcitas das gerações carb 0_{V0} e carb 0', assim como as dolomitas da geração carb I (> 0.003 a.p.u.f.). Nos carbonatos tardios carb III os conteúdos decrescem consideravelmente (0.001 a 0.002 a.p.u.f.) e não têm grande expressão nos carbonatos observados nos filitos carbonosos (0.001 a 0.002 a.p.u.f.; **Figura 4.1C; Tabela 4.1**).

Figura 4.1. Diagramas de correlação (A) Fe vs. Mg, (B) Fe vs. Mn e (C) Fe vs. Sr em átomos p.u.f. para as gerações de carbonato. (D) - Diagrama de variação composicional dos carbonatos definido em termos dos seus membros finais CaCO_3 , MgCO_3 e $\text{FeCO}_3 + \text{MnCO}_3$.

Tabela 4.1. Amplitude de variação composicional para os carbonatos em átomos p.u.f., exceto se indicado o contrário; N = número de análises.

		Fe	Mn	Mg	Ca	Sr	% FeCO_3	% MnCO_3	% MgCO_3	% CaCO_3	% SrCO_3	N
Carb 0 _{V0}	Mínimo	0.019	0.004	0.007	0.522	0.001	1.92	0.38	0.74	52.85	0.11	12
	Máximo	0.244	0.008	0.212	1.007	0.004	24.74	0.84	21.46	96.51	0.41	
	Mediana	0.032	0.004	0.014	0.946	0.004	3.04	0.44	1.38	94.77	0.37	
Carb 0 _{Fc}	Mínimo	0.060	0.002	0.404	0.511	0.001	5.71	0.15	38.68	48.74	0.00	13
	Máximo	0.116	0.007	0.464	0.532	0.002	11.09	0.71	44.06	50.58	0.17	
	Mediana	0.102	0.006	0.424	0.515	0.001	9.72	0.61	40.65	49.20	0.06	
Carb 0'	Mínimo	0.010	0.009	0.017	0.921	0.002	1.02	0.90	1.74	94.19	0.22	13
	Máximo	0.021	0.011	0.026	1.036	0.005	1.99	1.12	2.43	95.94	0.44	
	Mediana	0.019	0.010	0.021	0.953	0.003	1.86	0.97	2.06	94.77	0.35	
Carb I	Mínimo	0.162	0.006	0.291	0.462	0.003	16.25	0.57	31.45	49.33	0.29	16
	Máximo	0.184	0.008	0.336	0.507	0.004	18.23	0.75	33.08	50.00	0.41	
	Mediana	0.176	0.006	0.324	0.504	0.003	17.28	0.63	32.03	49.71	0.33	
Carb III	Mínimo	0.210	0.003	0.200	0.504	0.001	20.31	0.34	19.27	48.94	0.10	49
	Máximo	0.303	0.009	0.309	0.527	0.002	29.26	0.89	29.82	52.18	0.23	
	Mediana	0.254	0.005	0.246	0.516	0.002	24.73	0.49	24.21	50.36	0.15	

4.3 Silicatos

Plagioclásio

A distribuição catiônica dos plagioclásios foi calculada com base em 32 átomos de oxigênio considerando a fórmula geral MT_4O_8 , onde M inclui Ca^{2+} , Na^+ ou K^+ , e T inclui Al^{3+} ou Si^{4+} . Quimicamente foram classificados em função dos membros do sistema ternário albita ($NaAlSi_3O_8$), ortoclásio ($KAlSi_3O_8$) e anortita ($CaAl_2Si_2O_8$), segundo Deer *et al.* (1992).

O plagioclásio estudado é fundamentalmente albita, quer os que integram a associação mineral que documenta a intensa alteração precoce (*pl 0*), quer os que integram a associação mineral caracterizadora dos estágios mineralizadores (*pl I*), com valores de Ab_{91-99} e Ab_{96-99} , respectivamente.

Clorita

A clorita é um aluminossilicato hidratado cuja estrutura ideal é definida pela alternância regular de camadas em coordenação octaédrica (do tipo brucita) e camadas em coordenação tetraédrica-octaédrica-tetraédrica (do tipo talco) numa proporção de 2:1. A fórmula geral das cloritas é dada por $(R_u^{2+}R_y^{3+}\square_z)^{vi}(Si_{4-x}Al_x)^{iv}O_{10+w}(OH)_{8-w}$, onde R^{2+} representa nomeadamente o Mg^{2+} ou Fe^{2+} , R^{3+} representa nomeadamente o Al^{3+} ou Fe^{3+} , e $\square$ representa as vazios estruturais nas posições octaédricas; $u + y + z = 6$, $z = (y - w - x)/2$, w é geralmente zero ou um valor baixo. Na fórmula, as posições de coordenação octaédrica são denotadas com o índice “vi” e as de coordenação tetraédrica pelo índice “iv” (e.g. Bailey, 1988; Laird, 1988; De Caritat *et al.*, 1993; Zane *et al.*, 1998). A distribuição catiônica da clorita foi calculada com base em 14 átomos de oxigênio e a fórmula geral acima referida.

A caracterização petrográfica permitiu identificar dois grupos de cloritas, cloritas pré-mineralização associadas a episódios de intensa alteração precoce (*chl 0'*) e desenvolvidas em veios de quartzo precoces (*chl 0*) e cloritas tardias neoformadas (*chl I* e *chl I'*) desenvolvidas em fraturas em conjunto com sulfetos; atendendo a critérios de cronologia relativa *chl I* antecede *chl I'*.

A apreciação geral dos resultados revela pequena amplitude de variação nos conteúdos dos principais elementos químicos: Fe, Mg, Si e Al (**Tabela 4.2**). Contudo, verifica-se diminuição de FeO da *chl 0* (32.39 wt%) para a *chl 0'* (22.74 wt%) e aumento de MgO da *chl 0* (9.92 wt%) para a *chl 0'* (17.41 wt%). Os conteúdos em TiO_2 , CaO, Na_2O e K_2O são uniformemente baixos. Os elementos traço mais significativos são Cr, Mn e Zn com concentrações reduzidas dos óxidos elementares que, ocasionalmente, podem atingir 0.25 wt%, 0.19 wt% e 0.30 wt%, respectivamente (**Tabela 4.2**). Tais conteúdos podem representar contaminação por fases minerais adjacentes visto que a clorita se apresenta comumente sob a forma de agregados finos intercrescidos com sulfetos ($\pm$ sericita).

Tabela 4.2. Amplitude de variação composicional para a clorita (em wt%); N - número de análises.

		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	ZnO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	N
Chl 0	Mínimo	23.77	0.03	22.71	0.02	31.59	0.05	9.52	0.03	0.02	0.00	0.01	7
	Máximo	24.47	0.05	23.73	0.08	32.71	0.12	10.07	0.21	0.06	0.06	0.03	
	Mediana	24.13	0.04	23.04	0.06	32.39	0.08	9.92	0.13	0.04	0.02	0.01	
Chl 0'	Mínimo	25.55	0.00	21.32	0.08	22.32	0.11	17.17	0.00	0.00	0.00	0.00	20
	Máximo	27.31	0.13	22.60	0.18	23.12	0.19	18.22	0.13	0.03	0.05	0.04	
	Mediana	26.14	0.02	22.48	0.11	22.74	0.13	17.41	0.05	0.02	0.01	0.02	
Chl I	Mínimo	24.00	0.00	21.11	0.03	30.45	0.00	10.37	0.05	0.00	0.00	0.00	56
	Máximo	25.32	0.08	22.48	0.11	31.77	0.09	11.43	0.30	0.08	0.06	0.06	
	Mediana	24.72	0.03	21.90	0.07	31.14	0.05	11.03	0.14	0.03	0.01	0.02	
Chl I'	Mínimo	25.66	0.02	22.01	0.12	24.93	0.01	15.40	0.03	0.01	0.00	0.01	9
	Máximo	26.20	0.04	22.44	0.25	25.47	0.09	15.85	0.14	0.03	0.03	0.03	
	Mediana	25.94	0.03	22.23	0.19	25.15	0.05	15.63	0.07	0.02	0.01	0.02	

A variabilidade composicional da clorita resulta essencialmente de três mecanismos principais de substituição química que envolvem os cátions em coordenação octaédrica e tetraédrica e, por consequência, os principais elementos químicos (Fe, Mg, Al e Si): (i) substituição Fe = Mg (FM) nas posições de coordenação octaédrica (em notação vectorial $[\text{Fe}^{2+}]^{\text{vi}}\text{Mg}_{-1}^{\text{vi}}$); (ii) substituição di-trioctaédrica $3(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})^{\text{vi}} = \square + 2\text{Al}^{\text{vi}}$ (DT), responsável pelos vazios nas posições de coordenação octaédrica e (iii) substituição de Tschermak Si^{iv} (Mg, $\text{Fe}^{2+})^{\text{vi}} = \text{Al}^{\text{iv}}\text{Al}^{\text{vi}}$ (TK), onde a substituição de Al^{vi} por R^{2+} é compensada pela incorporação de Al^{3+} nas posições tetraédricas ocupadas por Si^{4+} (e.g. Zane *et al.*, 1998; Vidal *et al.*, 2005; Bourdelle *et al.*, 2013). As trocas catiônicas refletem os gradientes químicos impostos pelo meio, para além da temperatura. Neste contexto, uma análise detalhada dos resultados permite verificar que de uma forma geral as cloritas analisadas compreendem essencialmente a substituição FM, evidenciada pela boa covariação linear entre os conteúdos de Fe^{2+} e Mg ou (Mg + Mn) (**Figura 4.2A e B**). Tomando como referência a solução ideal entre os termos finais clinocloro-chamosita (Clin-Chm), $[(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}](\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, é possível verificar que algumas análises se desviam de forma significativa da linha de composição ideal Clin-Chm, indicando que existem outros mecanismos de substituição catiônica. Como tal, a chl 0 e I se aproximam da composição ideal chamosítica enquanto a chl 0' e I' se aproximam da composição ideal do clinocloro (**Figura 4.2A e B**). A partição dos conteúdos em Al^{iv} e Al^{vi} pelas duas posições de coordenação assinalam uma tendência de correlação positiva, embora para muitas análises essa partição não se processe de forma regular (**Figura 4.3C**).

Os desvios composicionais face à solução sólida ideal Clin-Chm podem ser estudados com recurso de vários diagramas. Os resultados analíticos revelam que o somatório $(\text{Al} + 2\text{Ti} + \text{Cr})^{\text{vi}}$ permanece, na maior parte dos casos, ligeiramente acima de Al^{iv} . Isso sugere predomínio

de mecanismos que conduzem à criação de vazios de ocupação octaédrica como resultado das substituições TK, $(R^{2+})^{vi}(R^{3+})^{iv}(R^{3+}, R^{4+})_{-1}^{vi}Si_{-1}^{iv}$, conforme é indicado pela proporcionalidade entre o somatório $(Fe^{2+} + Mg)^{vi}$ vs. $Si^{iv}-2\Box^{vi}$ e $(Al + 2Ti + Cr + Fe^{3+})^{vi}-Al^{iv}$ vs. Σ^{vi} (total de ocupação octaédrica; **Figura 4.3A e B**). Estas substituições são responsáveis pelo desvio das cloritas analisadas à composição ideal Clin-Chm e a distribuição $(R^{2+})^{vi}$ vs. Si^{iv} permite avaliar tais desvios composicionais notórios no sentido da amesita, denunciando conteúdos globais em alumina relativamente elevados (entre 2 a 3 a.p.u.f.; **Figura 4.3C**).

Figura 4.2. (A) Distribuição Mg vs. Fe^{2+} ; linha de composição ideal chm-clc definida por $[(Mg,Fe)_5Al](Si_3Al)O_{10}(OH)_8$ e ferro-amesita (Fe-Am) e magnésio-amesita (Mg-Am) definida por $[(Mg,Fe)_4Al_2](Al_2Si_2)O_{10}(OH)_8$, (B) (Mg + Mn) vs. Fe^{2+} e (C) Al^{vi} vs. Al^{iv} para as cloritas analisadas.

Figura 4.3. (A) Distribuição $[(Al+2Ti+Cr)^{vi} - Al^{iv}]$ vs. Σ^{vi} , **(B)** $(Fe^{2+} + Mg)^{vi}$ vs. $Si - (2\Box)^{vi}$ e **(C)** Total de catiões divalentes na posição octaédrica $(R^{2+})^{vi}$ vs. $(Si)^{iv}$ para as cloritas analisadas. Extremos composicionais definidos com base na composição ideal dos mesmos: amesita $[(Mg_4Al_2)(Al_2Si_2)O_{10}(OH)_8]$, clinocloro-chamosita $[(Mg,Fe)_5Al](Si_3Al)O_{10}(OH)_8$, lizardita-minesotaita $[Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8]$ e sudoíta $[(Mg_2Al_3)(AlSi_3)O_{10}(OH)_4]$.

Sericita

A composição e fórmula estrutural das sericitas foi estimada com base em 22 átomos de oxigênio de acordo com a fórmula geral $2[(R^{+})^{xii}(R^{3+}_{(2-x)}R^{2+}_x\Box)^{vi}(R^{4+}_{(3+x)}R^{3+}_{(1-x)})^{iv}]O_{20}(OH)_4$ (e.g. Bailey, 1984; Velde, 1967). De forma simplificada, a fórmula estrutural pode ser escrita da seguinte forma: $X_2Y_{4-6}Z_8O_{20}(OH,F)_4$, onde X é essencialmente Ca, Na, K e Ba, Y representa Ti, Al^{vi} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Mn e Mg e Z contém Si^{iv} e Al^{iv} . No cálculo, todo o ferro foi tomado como ferro ferroso.

A sericita constitui uma das principais fases de alteração hidrotermal nas rochas vulcanoclásticas, quer associada aos estágios mineralizadores (sct I/I') ou a estágios precoces de alteração intensa (sct 0/0'). A projeção dos resultados obtidos no diagrama Al^{iv} vs. Al^{vi} e Si vs. $(Fe + Mg)$ permite avaliar a importância das principais substituições químicas responsáveis pela composição química das sericitas analisadas e, conseqüentemente, o desvio à composição ideal das micas potássicas dioctaédricas. Deste modo, verifica-se que não existem

diferenças significativas na composição das várias gerações identificadas petrograficamente que, de forma geral apresentam desvios no sentido da fengita (Ph). De notar, desvios no sentido da ferri-fengita (FPh) particularmente notórios para a sct 0' (**Figura 4.4A e B**); pequenas variações no quimismo são imputáveis a gradientes químicos locais. A distribuição das análises ao longo da fronteira moscovita-fengita (Ms-Ph) permite afirmar que a amplitude de variação composicional é, na sua essência, assegurada pela substituição de Tschermak, tomando para $(R^{2+})^{vi}$ o Fe^{2+} e o Mg (além de quantidades traço de Mn). O Al^{vi} é substituído por $(R^{2+})^{vi}$, sendo essa substituição compensada pela incorporação de Al^{iv} . O diagrama Fe vs. Al^{vi} reforça esta ideia ao mostrar a forte correlação entre os dois elementos (**Figura 4.4C**). Não existem desvios no sentido trioctaédrico, nem no sentido ilítico.

Figura 4.4. Projeção das micas potássicas dioctaédricas analisadas no diagrama **(A)** Si vs. (Fe + Mg), **(B)** Al^{iv} vs. Al^{vi} e **(C)** Fe vs. Al^{vi} . Ms, FPh, Ph e Lc designam, respectivamente, os termos composicionais ideais para a moscovita $[K_2Al_4(Si_6Al_2)O_{20}(OH)_4]$, ferri-moscovita $[K_2(Al_3Fe^{3+})(Si_6Al_2)O_{20}(OH)_4]$, fengita $[K_2(Al_3R^{2+})(Si_7Al)O_{20}(OH)_4]$, ferri-fengita $[K_2(Mg,Fe^{2+})Al_2Fe^{3+}(Si_7AlO_{20})(OH)_4]$ e leucofilita $[K_2(Mg_2Al_2)Si_8O_{20}(OH)_4]$.

4.4 Sulfetos

Análises de microsonda eletrônica nos sulfetos dos diferentes estágios paragenéticos foram realizadas em 20 amostras. As fórmulas estruturais dos sulfetos foram calculadas da seguinte forma: pirita, arsenopirita e esfalerita – com base em 3 íons e a fórmula FeS_2 , $FeAsS$ e

(Zn,Fe)S, respectivamente; pirrotita – com base em 1 átomo S e a fórmula Fe_{1-x}S ; calcopirita – com base em 4 íons e a fórmula CuFeS_2 .

Pirita

Os resultados mostram que a amplitude de variação dos conteúdos em Fe e S na pirita é basicamente o mesmo para todas as gerações (**Figura 4.5A**). Os conteúdos em Fe na Py 0 (estágio pré-mineralização) apresentam valor mediano de 45.746 wt%, ligeiramente menor que nas restantes gerações (46.692 wt%, 46.588 wt% e 46.496 wt%, para Py I, Py II e Py III, respectivamente – **Tabela 4.3**). Os conteúdos medianos de S na Py 0 são ligeiramente superiores (52.808 wt%) aos revelados pelas restantes piritas (53.207 wt%, 53.266 wt% e 53.283 wt%, para a Py I, Py II e Py III, respectivamente). O As está presente em todas as gerações de pirita, aumentando da Py 0 (0.193 wt%) para a Py I (0.253 wt%) e Py II (0.265 wt%) e apresentando um decréscimo significativo na Py III (0.031 wt%). A Py I, do principal estágio mineralizador, apresenta os conteúdos máximos mais elevados de 1.685 wt%. O S e As mostram correlação negativa (**Figura 4.5B**), indicando substituição do S por As na estrutura da pirita, $[\text{Fe}(\text{As},\text{S})_2]$ (e.g. Fleet *et al.*, 1993, 1997; Reich *et al.*, 2005; Deditius *et al.*, 2008;). O Au apresenta conteúdos máximos de 0.358 wt%, 0.079 wt%, 0.058 wt% e 0.031 wt% para a Py 0, Py I, Py II e Py III, respectivamente, com valores medianos iguais a 0.171 wt%, 0.022 wt%, 0.026 wt% e 0.016 wt%, pela mesma ordem.

Figura 4.5. Diagramas de correlação (A) S vs. Fe e (B) S vs. As para as diferentes gerações de pirita.

Tabela 4.3. Amplitude de variação composicional para a pirita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - Mediana; N - número de análises.

		S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Sn	Ag	Au	N
Py 0	Min	52.197	45.325	0	0.048	0.012	0	0.065	0	0.003	0	0	0.143	5
	Max	53.030	46.312	0.036	0.276	0.060	0.029	0.324	0.001	0.068	0.028	0.027	0.358	
	Med	52.808	45.746	0.018	0.193	0.036	0.006	0.117	0.001	0.046	0.022	0.012	0.171	
Py I	Min	52.089	44.935	0	0.003	0	0	0.040	0	0	0	0	0	178
	Max	53.781	47.319	0.052	1.685	0.736	1.062	0.631	0.162	0.952	0.103	0.086	0.079	
	Med	53.207	46.692	0.010	0.253	0.031	0.016	0.085	0.027	0.054	0.017	0.014	0.022	
Py II	Min	52.091	45.971	0	0.010	0.005	0.001	0.041	0.012	0.005	0	0.001	0.001	43
	Max	53.495	47.039	0.041	0.673	0.321	0.058	0.652	0.133	0.147	0.048	0.038	0.058	
	Med	53.266	46.588	0.017	0.265	0.053	0.022	0.091	0.067	0.058	0.021	0.022	0.026	
Py III	Min	53.197	46.387	0	0	0.049	0.005	0.071	0	0	0	0.016	0	2
	Max	53.369	46.605	0	0.062	0.080	0.012	0.099	0	0.036	0	0.029	0.031	
	Med	53.283	46.496	0	0.031	0.065	0.009	0.085	0	0.018	0	0.023	0.016	

Arsenopirita

A amplitude de variação dos conteúdos medianos em Fe (35.964 wt% e 35.889 wt% para Apy I e Apy II, respectivamente) e S (21.807 wt% e 21.989 wt% para Apy I e Apy II, respectivamente) na arsenopirita são relativamente consistentes assim como verificado na pirita. Os conteúdos medianos em As são ligeiramente mais elevados na Apy II (41.979 wt%) em relação à Apy I (41.292 wt%). Os cristais de Apy I revelam significativa quantidade de elementos traço, nomeadamente Ni, Co, Sb, Pb e por vezes Au, este último com conteúdos máximos de 0.095 wt% e 0.059 wt% para a Apy I e Apy II, respectivamente (**Tabela 4.4**) e valores medianos iguais a 0.021 wt% e 0.026 wt%, pela mesma ordem.

Tabela 4.4. Amplitude de variação composicional para a arsenopirita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - Mediana N - número de análises.

		S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Sn	Ag	Au	As at%	N
Apy I	Min	20.6	34.5	-	39.5	0	0	0.02	-	0	-	-	0	27.59	157
	Max	23.3	36.5	-	43.2	0.82	0.48	1.2	-	0.26	-	-	0.1	30.80	
	Med	21.8	36.0	-	41.3	0.07	0.11	0.07	-	0.05	-	-	0.02	29.22	
Apy II	Min	21.4	35.2	-	39.4	0.01	0.01	0.05	-	0.02	-	-	0.01	27.53	11
	Max	23.5	36.3	-	42.1	0.16	0.3	0.11	-	0.13	-	-	0.06	29.72	
	Med	22.0	35.9	-	41.5	0.02	0.08	0.07	-	0.07	-	-	0.03	29.45	

Pirrotita

A pirrotita apresenta conteúdos relativamente constantes de Fe e S (**Tabela 4.5**). Note-se diminuição relativa dos conteúdos em Ni de 0.345 wt%, 0.154 wt% e 0.011 wt%, para a Po 0, Po I e Po II, respectivamente perante quantidades constantes de Co (**Figura 4.6, Tabela 4.5**). A geração de Po I e Po II registam ocasionalmente quantidades mensuráveis de Au com valores máximos de 0.042 wt% e 0.045 wt%, respectivamente (**Tabela 4.5**). A geração de Po 0 apenas registou uma análise com 0.003 wt% de Au.

Tabela 4.5. Amplitude de variação composicional para a pirrotita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - Mediana; N - número de análises.

		S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Sn	Ag	Au	N
Po 0	Min	36.68	59.68	0	0.003	0.061	0	0.07	0	0	0	0	0	20
	Max	38.9	61.37	0.028	0.056	0.504	0.061	0.142	0.067	0.166	0.108	0.057	0.003	
	Med	38.67	60.27	0.003	0.024	0.345	0.002	0.093	0.008	0.052	0.014	0.01	0	
Po I	Min	38.38	58.98	0	0	0	0	0.054	0	0	0	0	0	126
	Max	40.06	61.18	0.179	0.059	0.538	0.081	0.158	0.175	0.191	0.08	0.064	0.042	
	Med	39.41	60.37	0.016	0.023	0.154	0.003	0.108	0.005	0.056	0.021	0.015	0.007	
Po II	Min	38.5	59.48	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	38
	Max	39.79	60.58	0.043	0.059	0.069	0.049	0.142	0.072	0.15	0.069	0.04	0.045	
	Med	39.53	59.94	0.003	0.022	0.011	0.005	0.11	0.015	0.076	0.022	0.014	0.000

Figura 4.6. Diagramas de correlação Ni vs. Co para as diferentes gerações de pirrotita.

Esfalerita

As análises químicas de esfalerita dizem respeito a grãos nos bordos dos agregados de pirrotita e pirita. Este sulfeto exibe, regra geral, concentrações em Fe e Zn variáveis no intervalo [4.264, 7.238] wt% e [57.337, 61.369] wt%, respectivamente, cujos valores medianos se cifram em 5.991 wt% e 60.323 wt%, pela mesma ordem. As distribuições de concentração em S revelam menores amplitudes de variação no intervalo [33.02, 33.904] e valor mediano igual a 33.662 wt% (**Tabela 4.6**). As esfaleritas analisadas apresentam ainda quantidades menores de Ni, Sb e Cd nos intervalos [0, 0.437] wt%, [0, 0.174] wt% e [0.008, 0.223] wt%, respectivamente, com valores medianos iguais a 0.018 wt%, 0.026 wt% e 0.009 wt%, pela mesma ordem. As quantidades menores em Ni e Sb refletem análises em grãos de dimensão muito reduzida em contexto mineralógico caracterizado pela presença de sulfossais de antimônio e níquel. No que diz respeito ao Cd e Fe, os valores registados podem ser explicados pelo fato de estes elementos poderem substituir o Zn na estrutura da esfalerita. O Au apresenta conteúdos máximos de 0.051 wt% e uma distribuição cujo valor mediano é igual a 0.02 wt%.

Tabela 4.6. Amplitude de variação composicional para a esfalerita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - Mediana; N - número de análises.

		S	Fe	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Cd	Ag	Au	N
Sp I	Min	33.02	4.264	0	0	0	0.001	57.34	0.001	0.008	0	0.005	37
	Max	33.9	7.238	0.042	0.437	0.174	0.055	61.37	0.097	0.223	0.05	0.051	
	Med	33.66	5.991	0.011	0.018	0.026	0.019	60.32	0.04	0.098	0.011	0.02	

Calcopirita

Os resultados analíticos representativos dos grãos de calcopirita revelam-se bastante homogêneos. As concentrações de S, Fe e Cu encontram-se próximas das teoricamente esperadas com valores medianos iguais a 34.828 wt%, 30.642 wt% e 34.018 wt%, respectivamente (**Tabela 4.7**). De nota, as quantidades traço em Co, Sb, Zn e Pb com valores máximos iguais a 0.105 wt%, 0.11 wt%, 1.269 wt% e 0.136 wt%, respectivamente. Os conteúdos em Zn são justificáveis pela presença de esfalerita e os conteúdos em Sb e Pb são atribuíveis à presença da calcopirita em contexto mineralógico com abundantes sulfossais de Sb e Pb. Os conteúdos em Co se devem provavelmente a gradientes químicos locais. O Au apresenta conteúdos máximos de 0.075 wt% e uma distribuição cujo valor mediano se cifra em 0.023 wt%.

Tabela 4.7. Amplitude de variação composicional para a calcopirita (wt%). Min - mínimo; Max - máximo; Med - Mediana; N - número de análises.

	S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Ag	Au	N
Min	34.500	29.66	33.25	0	0	0.003	0.025	0	0	0	0	
Ccp Max	35.21	31.16	34.43	0.034	0.099	0.11	0.105	1.269	0.136	0.058	0.075	30
Med	34.83	30.64	34.02	0.012	0.027	0.028	0.055	0.09	0.045	0.021	0.023	

4.5 Sulfossais de antimônio

Análises de microsonda eletrônica nos sulfossais de antimônio de diferentes estágios mineralizadores foram realizadas em 10 amostras (**Tabelas 4.8, 4.9 e 4.10**). As fórmulas estruturais foram calculadas da seguinte forma: bertierita – com base em 7 íons e a fórmula FeSb_2S_4 ; jamesonita – com base em 25 íons e a fórmula $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$; ulmanita – com base em 3 íons e a fórmula NiSbS ; tetraedrita – com base em 29 íons e a fórmula $(\text{Cu,Fe,Ag,Zn})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ e boulangerita – com base em 20 íons e a fórmula $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$.

Os sulfossais de antimônio aproximam-se todos da composição teórica ideal e apresentam conteúdos muito baixos em Au (**Tabelas 4.8, 4.9 e 4.10**) com valores medianos de 0.010 wt% (jms II), 0.025 wt% (ulm I), 0.009 wt% (ulm II), 0.018 wt% (brt I) e 0.022 (brt II).

Tabela 4.8. Amplitude de variação composicional para a jamesonita (em wt%); N = número de análises.

	S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Au	Mn	Ge	Se	In	Cd	N
Mínimo	21.141	2.619	0.000	0.000	0.007	34.588	0.001	0.010	39.173	0.000	0.004	0.000	0.013	0.000	0.000	
Jms I Máximo	22.213	4.061	0.085	0.000	0.053	38.463	0.033	0.097	41.073	0.000	0.040	0.045	0.128	0.028	0.066	29
Mediana	21.507	2.737	0.035	0.000	0.028	35.186	0.016	0.054	40.263	0.000	0.025	0.013	0.099	0.007	0.020	
Mínimo	20.854	2.625	0.000	0.000	0.002	33.864	0.000	0.000	35.874	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	
Jms II Máximo	22.146	3.259	0.182	0.054	2.852	36.794	0.059	0.288	40.990	0.019	0.104	0.058	0.045	0.048	0.071	91
Mediana	21.818	2.758	0.017	0.006	0.022	35.585	0.021	0.038	39.875	0.010	0.023	0.013	0.016	0.014	0.017	

Tabela 4.9. Amplitude de variação composicional para a ulmanita (em wt%); N = número de análises.

	S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Ag	Au	Bi	Mn	Ge	Se	In	Cd	N
Mínimo	14.536	0.001	0.006	0.045	26.407	55.991	0.002	0.004	0.021	0.002	0.001	0.005	0.001	0.001	0.004	0.001	0.009	
Ulm I Máximo	15.692	0.723	0.105	0.722	28.190	57.989	0.688	0.004	0.260	0.051	0.064	0.088	0.053	0.042	0.024	0.020	0.045	39
Mediana	15.254	0.077	0.042	0.272	27.424	56.983	0.015	0.004	0.076	0.025	0.025	0.019	0.017	0.019	0.008	0.005	0.027	
Mínimo	14.997	0.071	0.001	-	25.310	57.281	0.033	0.017	0.001	0.003	0.007	0.000	0.001	0.002	0.001	0.008	0.005	
Ulm II Máximo	15.333	0.271	0.143	-	27.792	58.565	1.946	0.017	0.125	0.038	0.023	0.000	0.043	0.048	0.024	0.025	0.049	23
Mediana	15.117	0.121	0.043	-	26.184	57.784	1.114	0.017	0.056	0.017	0.009	0.000	0.014	0.018	0.007	0.022	0.014	

Tabela 4.10. Amplitude de variação composicional para a bertierita (em wt%); N = número de análises.

	S	Fe	Cu	As	Ni	Sb	Co	Zn	Pb	Ag	Au	Bi	Mn	Ge	Se	In	Cd	N
Brt I	Mínimo	28.580	11.305	0.002	0.001	0.001	53.577	0.001	0.001	0.156	0.002	0.003	0.034	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003
	Máximo	30.306	13.188	0.087	0.049	0.086	57.186	0.069	0.182	8.928	0.096	0.051	0.034	0.075	0.039	0.030	0.068	155
	Mediana	29.983	12.985	0.018	0.007	0.026	56.469	0.027	0.044	0.956	0.020	0.018	0.034	0.021	0.014	0.012	0.019	0.015
Brt II	Mínimo	29.512	12.738	0.001	-	0.001	55.906	0.001	0.001	0.431	0.002	0.002	0.005	0.001	0.002	0.001	0.002	0.004
	Máximo	30.114	13.210	0.046	-	0.072	57.234	0.080	0.156	1.272	0.076	0.068	0.045	0.072	0.049	0.024	0.056	83
	Mediana	29.947	12.996	0.011	-	0.026	56.552	0.031	0.034	0.953	0.026	0.022	0.016	0.017	0.016	0.008	0.015	0.010

4.6 Ouro

O ouro relaciona-se nomeadamente com o primeiro estágio de mineralização, onde surge como partículas de *electrum* disseminadas na matriz quartzosa ou ao longo de fraturas discretas, para além de inclusões ou preenchimentos de fraturas intragranulares na py e apy ou dispostas ao longo dos bordos da apy e po. Ligas de ouro-estibinita (AuSb_2) são raras e associam-se ao *electrum* ou formam disseminações na matriz quartzosa.

A apreciação dos resultados analíticos na **Tabela 4.11** revela conteúdos medianos em Sb e Au para a AuEst de 53.51 wt% e 46.18 wt%, respectivamente e, quantidades traço em As e Bi com valores medianos de 0.35 wt% e 0.22 wt%, pela mesma ordem. As partículas de *electrum* quando associadas à Au-Sb apresentam conteúdos medianos de Au e Ag de 93.50 wt% e 6.88 wt% e maiores quantidades traço de Bi com valores medianos iguais a 0.49 wt%. Quando se encontram disseminadas na matriz quartzosa apresentam conteúdos medianos em Au e Ag semelhantes de 93.11 wt% e 6.81 wt%, respectivamente, e conteúdos medianos em Bi de 0.54 wt%.

Tabela 4.11. Amplitude de variação composicional para o ouro (em wt%); Au-Sb - ouroestibinita; N - número de análises.

	Sb	Au	Ag	As	Bi	Mn	Fe	Ge	Sn	Cu	Se	Co	Cd	S	Ni	Zn	N
Au-Sb	Mínimo	53.44	45.31	0.01	0.02	0.12	0.00	0.01	0.02	-	-	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01	0.03
	Máximo	53.77	46.63	0.06	0.37	0.24	0.07	0.03	0.02	-	-	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	7
	Mediana	53.51	46.18	0.02	0.35	0.22	0.02	0.02	0.02	-	-	0.02	0.01	0.03	0.00	0.02	0.03
Associado a Au-Sb																	
<i>Electrum</i>	Mínimo	0.03	91.29	6.30	0.01	0.36	0.00	0.00	0.01	0.04	-	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03
	Máximo	0.07	94.70	7.26	0.01	0.61	0.01	0.03	0.02	0.04	-	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.09
	Mediana	0.04	93.50	6.88	0.01	0.49	0.01	0.02	0.02	0.04	-	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.05
Disseminado na matriz quartzosa																	
	Mínimo	0.00	89.30	5.56	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
	Máximo	0.10	94.67	8.37	0.03	0.74	0.09	0.11	0.04	0.06	0.03	0.05	0.06	0.07	0.04	0.09	96
	Mediana	0.03	93.11	6.81	0.01	0.54	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04

4.7 Geotermometria

Geotermômetro da clorita

Variações na composição química da clorita com a temperatura têm sido documentadas por vários autores e servido de base ao desenvolvimento de diferentes geotermômetros que, por sua vez, assentam em abordagens de natureza empírica ou termodinâmica. A abordagem

de natureza empírica, aceitável em certas circunstâncias (nomeadamente quando aplicada a sistemas geotérmicos), apresenta vários problemas. No entanto, se usada com prudência pode fornecer indicações preliminares sobre as condições de temperatura de formação da clorita. Desde modo, apenas cloritas neoformadas devem ser utilizadas minimizando os efeitos resultantes de gradientes químicos locais, nomeadamente os que se associam a processos de pseudomorfose.

Os geotermômetros empíricos consideram calibrações baseadas no conteúdo em Al^{iv} em função da temperatura medida em sistemas geotérmicos ativos. Vários autores registaram decréscimos sistemáticos em Si^{iv} (ou aumento em Al^{iv}) e $\square^{vi}$ (ou aumento em Σ^{vi}) nas cloritas com o aumento da profundidade em sistemas diagenéticos e geotérmicos ou com o aumento do grau de metamorfismo nas rochas metamórficas (e.g. McDowell & Elders, 1980; Cathelineau & Nieva, 1985; Cathelineau, 1988), tendo atribuído tais alterações composicionais ao progressivo aumento da temperatura de formação da clorita. McDowell & Elders (1980), por exemplo, registaram no sistema geotermal de Salton Sea significativo aumento em $Mg + Fe$ e fraco decréscimo de Al^{vi} com o aumento da temperatura, resultando em decréscimos regulares da razão $Al/(Al + Fe + Mg)$. No sistema geotermal Los Azufres (México), Cathelineau & Nieva (1985) registaram uma correlação positiva entre Al^{iv} e a temperatura sugerindo que o Al^{iv} pudesse ser usado como geotermómetro visto que nenhum outro parâmetro termodinâmico (composição da rocha total, natureza dos fluidos geotérmicos, pressão) parecia variar significativamente. Baseado em novos dados de cloritas de Los Azufres em conjunto com os dados de McDowell & Elders (1980), Cathelineau (1988) sugere que o Al^{iv} enquanto geotermómetro da clorita, apresenta potencialidade para ser aplicado em ambientes diagenéticos, hidrotermais e metamórficos, uma vez que o valor de Al^{iv} parece ser independente da litologia da rocha (rochas andesíticas em Los Azufres e areias feldspáticas em Salton Sea) e composição do fluido. De modo a tomar em conta as trocas catiónicas ocorridas nas posições octaédricas, refletidas nos valores da razão $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$, outros autores (e.g. Kranidiotis & MacLean, 1987; Jowett, 1991 e Zang & Fyfe, 1995) apresentaram correções às calibrações efetuadas por Cathelineau (1988). Kranidiotis & MacLean (1987) e Zang & Fyfe (1995) inserem a correção de Al^{iv} para ser usada em ambientes vulcanogénicos e tal como Zang & Fyfe (1995), argumentam que o geotermómetro pode conduzir a resultados apreciáveis quando aplicado em ambientes saturados em alumina, ou seja, na presença de outros filossilicatos. Caso contrário, a calibração de Jowett (1991) permite obter resultados que melhor se aproximam da temperatura real medida em vários sistemas geotérmicos. Contudo, estas calibrações não consideram os diversos fatores que podem modificar a composição química da clorita em diversos ambientes geoquímicos. As expressões de cálculo da temperatura ($T^{\circ}C$) para os diferentes geotermómetros são as seguintes:

$$(4.1) T = -61.92 + 321.98 \times \text{Al}^{\text{iv}} \quad (\text{Cathelineau, 1988});$$

$$(4.2) T = 106.2 \times \left[\text{Al}^{\text{iv}} - 0.88 \times \left(\frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}} - 0.34 \right) \right] + 17.5 \quad (\text{Kranidiotis \& MacLean, 1987});$$

$$(4.3) T = 319 \times \left(\text{Al}^{\text{iv}} + 0.1 \times \frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}} \right) - 69 \quad (\text{Jowett, 1991});$$

$$(4.4) T = 106.2 \times \left[\text{Al}^{\text{iv}} - 0.88 \times \left(\frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}} - 0.34 \right) \right] + 17.5 \quad (\text{Zang \& Fyfe, 1995}).$$

A abordagem de natureza termodinâmica permite contornar parte destes problemas, considerando outros parâmetros que podem influenciar a composição da clorita. No entanto, existem imprecisões e níveis de confiança insuficientes (*e.g.* Grosh *et al.*, 2012), uma vez que há: (1) numerosas incertezas quanto aos dados P-T usados na calibração dos modelos termodinâmicos; (2) dificuldade em conhecer com precisão as propriedades termodinâmicas para vários dos membros finais das soluções sólidas; (3) dúvidas quanto ao modelo mais adequado para proceder à repartição dos conteúdos catiônicos pelas várias posições de coordenação e (4) problemas na medição precisa dos conteúdos em Fe^{3+} . Vários geotermômetros de base termodinâmica têm sido estabelecidos (*e.g.* Walshe, 1986; Vidal *et al.*, 2001, 2005, 2006; Inoue *et al.*, 2009; Bourdelle *et al.*, 2013) e para a sua utilização é necessário identificar: (1) previamente a solução sólida adequada, através da seleção dos membros finais relevantes; (2) modelos de repartição do conteúdo catiônico pelas diferentes posições de coordenação na estrutura mineral e (3) modelos de cálculo das atividades ideais dos vários componentes da solução sólida.

Todos os geotermômetros de base empírica e termodinâmica foram testados nas cloritas analisadas. Os diferentes modelos das atividades ideais dos componentes da solução sólida da clorita usados para os cálculos do geotermômetro de base termodinâmica encontram-se na **Tabela 25, Anexo B.I**. Os resultados obtidos mostram que o geotermômetro empírico de Jowett (1991) e o geotermômetro de base termodinâmica de Inoue *et al.* (2009) foram os que melhor se adequam ao cálculo da temperatura de formação das cloritas. O cálculo da temperatura com base no modelo empírico de Jowett (1991) teve como base a expressão de cálculo 4.3 anteriormente referida. No modelo de Inoue *et al.* (2009), o espaço composicional é limitado por quatro componentes ideais (**Tabela 25, Anexo B.I**) adequados para cobrir a variabilidade composicional apresentada pela clorita gerada em condições de baixa temperatura; nestas circunstâncias o total de $\square^{\text{vi}}$ raramente excede 1 a.p.u.f.. Contudo, o ferro é somente atribuído a um membro da solução sólida, ao componente trioctaédrico chamosita. Tomando como referência a equação $3\text{Mg}_2\text{Al}_3\square\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_8 + \text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 =$

$3\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 7\text{SiO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, o cálculo da temperatura tem como base a expressão (4.5):

$$(4.5) \quad T(^{\circ}\text{C}) = \frac{1}{0.00293 - 5.13 \cdot 10^{-4} \chi + 3.904 \cdot 10^{-5} \chi^2} - 273,$$

onde $\chi = \log K_{(7)} = 3 \log a_{\text{crdp}} - 3 \log a_{\text{sud}} - \log a_{\text{Afch}}$.

As temperaturas de formação das cloritas analisadas são relativamente próximas entre si, embora se verifique uma diferença assinalável entre os dois geotermômetros (**Tabela 4.12**). O modelo empírico indica incremento médio da temperatura de 368 para 407°C para as cloritas cedo-hidrotermais e manutenção das condições médias de temperatura em torno de $\approx 380 \pm 10^{\circ}\text{C}$ para as cloritas síncronas dos estágios mineralizadores (chl I/I'), correlacionáveis com a precipitação de sulfetos tardios em fraturas. Os resultados do modelo de base termodinâmica indicam temperaturas médias elevadas em torno de $\approx 490 \pm 10^{\circ}\text{C}$ para todas as gerações de clorita analisadas. Se tomarmos em consideração o parâmetro #Mg que caracteriza a razão $\text{Mg}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$, verificamos dois grupos distintos que caracterizam nomeadamente diferenças em #Mg. A chl 0 e chl I evidenciam conteúdos em #Mg mais baixos entre 0.342 e 0.401, contrariamente aos conteúdos mais elevados da chl 0' e chl I' entre 0.520 e 0.593 (**Figura 4.7A e B**). Importante referir que as diferenças de temperatura assinaladas são habituais em paleossistemas hidrotermais afetados por metamorfismo, refletindo as imprecisões dos métodos de cálculo acima referidos. Deste modo, a abordagem empírica tende a subestimar as temperaturas de formação, enquanto que a abordagem termodinâmica sobrestima as mesmas.

Tabela 4.12 Amplitude de variação das temperaturas calculadas com base no modelo empírico de Jowett, 1991 e termodinâmico de Inoue *et al.*, 2009.

	Inoue <i>et al.</i> , 2009			Jowett, 1991		
	$\bar{X}$	σ	Med	$\bar{X}$	σ	Med
Chl0	487	53	505	368	11	368
Chl0'	506	11	508	407	7	405
ChlI	493	27	488	383	9	382
ChlI'	484	22	483	370	5	370

$\bar{X}$ - média; σ - desvio padrão; Med - mediana.

Figura 4.7. Diagrama #Mg vs. Temperatura. (A) – temperatura calculada com base no modelo empírico de Jowett, 1992; (B) – temperatura calculada com base no modelo termodinâmico de Inoue *et al.*, 2009.

Geotermômetro das micas potássicas dioctaédricas

A caracterização cristaloquímica das micas potássicas dioctaédricas no sistema K_2O - MgO - FeO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O , sob pressão de água constante igual a 2 kbar, e temperaturas no intervalo de 300 a 650°C, tem permitido estimar com relativa precisão os domínios P-T de estabilidade deste filossilicatos em função da sua composição (e.g. Monier, 1987 *in* Mateus, 1996). A aplicação deste método às micas potássicas naturais requer a avaliação dos desvios composicionais relacionados com trocas catiônicas complementares que envolvem os íons R^{2+} , Al e Si. Daqui resultam os parâmetros cristaloquímicos R^{2+} , Al e Si calculados da seguinte forma: $R^{2+} = Fe^{2+} + Mg + Mn - Ti$, $Al = Al^{iv} + Al^{vi} + Fe^{3+} + 2Ti + \square^{xii}$ e $Si = Si - \square^{xii}$, que permitem minimizar o quanto possível os efeitos dos mecanismos de substituição $Ti(R^{2+})^{vi}Al^{vi}_{-2}$, $(Fe^{3+})Al^{vi}_{-1}$ e $\square^{xii}Si^{iv}(R^{+})^{xii}_{-1}Al^{iv}_{-1}$, admitindo que todos os vazios de ocupação dodecaédrica resultam da substituição pirofilitica. Os conteúdos em Fe^{3+} são negligenciáveis e, em média, cerca de 1/8 dos vazios de ocupação dodecaédrica são atribuíveis ao mecanismo $(R^{2+})^{vi}\square^{xii}2(R^{+})^{xii}_{-2}\square^{vi}$. Deste modo, os parâmetros R^{2+} , Al e Si passam a ser calculados da seguinte forma: $R^{2+} = Fe^{2+} + Mg + Mn - Ti - 1/4 \square^{xii}$, $Al = Al^{iv} + Al^{vi} + 2Ti + 7/8 \square^{xii}$ e $Si = Si - 7/8 \square^{xii}$ (Mateus, 1996).

As distribuições R^{2+} - Al - Si obtidas mostram que, regra geral, as sericitas analisadas se distribuem ao longo da linha composicional Ms-Ph como já visto nos diagramas anteriores. Os limites P-T da área de estabilidade das sericitas 0 e 0' se cifram em torno de 2 - 3 kbar e 350 - 400°C (**Figura 4.8A e B**). Esta estimativa apresenta uma certa imprecisão, uma vez que o limite superior de temperatura pode estender-se até $\approx 450 - 475$ °C.

Figura 4.8. (A) Posição relativa dos termos de composição ideal moscovita (Ms), fengita (Ph), leucofilita (Lc), flogopita/anita (Phl/Ann) e siderofilita (Sidf) no diagrama ternário R^{2+} -Al-Si. **(B)** Projeção das análises de sericita junto com os domínios de estabilidade térmica obtidos experimentalmente para o sistema K_2O - FeO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O .

Geotermômetro da arsenopirita

Kretschmar & Scott (1976) propuseram um diagrama de concentração atômica da arsenopirita vs. temperatura que permite determinar a temperatura de formação da mesma, considerando as seguintes premissas: **(a)** a arsenopirita deve estar em equilíbrio com outras associações de sulfetos (e.g. Py + Apy), **(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 cristais de arsenopirita analisados cumprem as premissas enunciadas, com exceção de uma análise de Apy I com Co > 1 wt%, pelo que foi excluída dos cálculos geotermométricos. As percentagens atômicas (%at.) de arsênio nos cristais de arsenopirita I e II variam de 27.59 a 30.81 at% e 27.53 a 29.72 at%, respectivamente (**Tabela 4.4**). De acordo com o diagrama de Kretschmar & Scott (1976), estes valores indicam que a temperatura de formação da arsenopirita se encontra no intervalo de 300 a 363 °C, ligeiramente abaixo (ca. 1 a 2 at.%) do previsto pelos modelos termodinâmicos para a arsenopirita depositada em equilíbrio com pirita e pirrotita, usando a linha Py + As + Apy (**Figura 4.9**).

Figura 4.9. Diagrama de Kretschmar & Scott (1976) mostrando at%As vs. T (°C) aplicado ao geotermômetro da arsenopirita.

4.8 Discussão

Neste item pretende-se, de forma integrada, discutir e interpretar os resultados obtidos no capítulo III e no presente capítulo, dando resposta às questões inicialmente enunciadas: **(i)** quais os principais minerais de interesse portadores de Au e Sb; **(ii)** qual a evolução química dos diferentes estágios de evolução do sistema através das variações composicionais admitidas pelas fases minerais representativas dos diferentes eventos de alteração hidrotermal, isto é, minerais da ganga e minerais de minério; **(iii)** qual a variação composicional admitida por essas fases minerais e de que forma varia com o tipo de rocha que as hospeda e **(iv)** quais os campos de estabilidade P-T dos sulfetos e sulfossais.

Composição química das fases minerais e sua variabilidade ao longo dos diferentes estágios de evolução do sistema Engenho d'Água

Os estudos petrográficos e de química mineral revelam um padrão de alteração hidrotermal para as rochas vulcanoclásticas caracterizado por uma associação mineral com sericita, carbonato, clorita e sulfetos disseminados (nomeadamente pirita, arsenopirita e pirrotita). A alteração hidrotermal associada aos veios de quartzo é marcada por carbonato, sericita e intensa alteração a quartzo representada por distintas gerações de veios de quartzo com sulfetos. Foram identificados, pelas relações químicas e texturais, quatro ciclos evolutivos do sistema Engenho d'Água.

O primeiro ciclo evolutivo precoce (0) é caracterizado, nas rochas vulcanoclásticas, pela associação mineral $Qtz + Ab + Sct + Chl + Cal \pm Tur \pm Po \pm Ccp \pm Pn \pm Au$, já nos filitos carbonosos, a mesma é caracterizada por $Qtz + Sct + Dol + Py \pm Ccp \pm Td \pm Au$. Nas rochas vulcanoclásticas a alteração precoce é localmente muito intensa (0'), gerando domínios com matriz siliciosa muito fina e ricos em $Sct + Chl + Cal$. O segundo ciclo evolutivo é dividido em dois estágios principais. O primeiro estágio (I) é caracterizado pelo desenvolvimento das estruturas auríferas com deposição de $Qtz + Ab + Sct + Chl + Dol +$ sulfetos e sulfossais diversos e deposição de Au. Os sulfetos mais abundantes são pirita, arsenopirita e pirrotita e os sulfossais bertierita, jamesonita e ulmanita. O segundo estágio evolutivo (II) é caracterizado pela presença da associação $Qtz + Sct + Dol-Fe +$ sulfetos e sulfossais diversos e Au. Por fim, um terceiro ciclo evolutivo (III) marcado pelo desenvolvimento de fraturas e vênulas tardias que cortam os bolsões e/ou veios previamente formados, caracteriza-se pela deposição da associação $Qtz + Sct + Carb + Py + Au$.

A solubilidade dos carbonatos é tanto maior quanto maior for a pressão, funcionando de forma inversa em função da temperatura. Como tal, a variação composicional dos carbonatos em conjunto com a co-precipitação do quartzo sugere que a pressão parcial de CO_2 no sistema decaiu de forma significativa durante a evolução do sistema dos estágios precoces (carb 0/0')

passando pelo principal estágio mineralizador (carb I/II) até ao mais tardio (carb III). O mecanismo inerente à deposição destas fases pode ter sido desencadeado por despressurização.

A chl 0 (com $\text{Fe}^{2+} \gg \text{Mg}$) se diferencia de forma clara da chl 0' (com $\text{Mg} > \text{Fe}^{2+}$), o que se revela consistente com a recristalização metamórfica de produtos de alteração precoce capazes de fixar magnésio e outros elementos (note-se que a associação mineral precoce inclui tur 0, td 0, para além de po 0, pn 0 e py 0). Os estágios evolutivos seguintes, responsáveis pela introdução de ouro no sistema, sobrepõem-se aos efeitos de alteração/mineralização precoce recristalizada e conduzem à formação de clorita com $\text{Fe}^{2+} > \text{Mg}$ (chl I) e, posteriormente, clorita com Fe^{2+} análogo ou ligeiramente inferior ao Mg (chl I').

As sericitas, de um modo geral, não apresentam diferenças composicionais significativas ao longo da evolução do sistema, apenas com a particularidade do desvio composicional da sct 0' (pertencente ao estágio precoce de alteração intensa) no sentido da ferri-fengita que sugere oxidação do ferro, o que se afigura consistente com a ausência de sulfetos neste estágio. Note-se que neste estágio apenas se regista uma quantidade insignificante de pirrotita e calcopirita em veios de quartzo precoces nas rochas vulcanoclásticas.

As análises químicas adquiridas para os sulfetos revelam-se próximas da composição ideal, muito embora seja possível colocar em evidência conteúdos em elementos traço. A pirita com composição muito próxima a FeS_2 apresenta localmente quantidades traço de Ni, Co e Au nas posições do Fe a As nas posições do S, este último caracterizando-a como pirita arsenical. A presença de elementos como o Ni e Co sugere que os mesmos possam ter sido incorporados nas vulcanoclásticas a partir de rochas com afinidade máfica, ou seja, o fluido hidrotermal deve ter percolado nas sequências basais do Grupo Nova Lima, como a unidade máfica-ultramáfica. A geração de py I e II regista a maior amplitude de variação do vetor de substituição AsS_{-1} e apresenta, de forma fortuita, maiores conteúdos em níquel. Todas as gerações de pirita exibem quantidades ocasionais de Au, não sendo possível concluir se o mesmo está incorporado na estrutura ou se representa cripto-inclusões de partículas auríferas aprisionadas durante o seu desenvolvimento. O mesmo acontece para a pirrotita e arsenopirita. A pirita consiste no sulfeto mais abundante, estando representado em todos os estágios, seguido da arsenopirita (apenas presente no estágio I e II) e a pirrotita (presente no estágio 0, I e II).

O *electrum* se associa aos estágios I e II do segundo ciclo evolutivo ocorrendo, na pirita e arsenopirita, na forma de inclusões e como preenchimento de fraturas ou disposta ao longo dos bordos da arsenopirita e pirrotita e ainda de forma disseminada na matriz quartzosa. A presença de ouro-estibinita é rara e associa-se ao *electrum* ou forma disseminações na matriz quartzosa. Os maiores conteúdos em *electrum* estão associados aos sulfetos do estágio

precoce e do primeiro ciclo evolutivo com os valores medianos mais elevados a serem registados pela py 0 (0.171 wt%), po I (0.042 wt%), po II (0.045 wt%), py II e apy II (0.026 wt%).

A ocorrência de sulfossais de antimônio ricos em Pb (jamesonita) e Ni (ulmanita) está relacionada ao segundo ciclo evolutivo, com maior expressão no segundo estágio (II) caracterizado pela escassez de fases de ouro. Em função da presença ou ausência de ulmanita no sistema, a pirrotita apresenta conteúdos traço em Ni. Assim se explica o decréscimo deste elemento da po 0 para a po I e II, uma vez que nos estágios I e II existe maior ocorrência de ulmanita cujo coeficiente de distribuição para o Ni é maior.

Constrangimentos P-T para o percurso evolutivo do sistema Engenho d'Água

Os desvios composicionais à composição ideal clin-chm ocorrem globalmente no sentido da amesita, ocorrendo a criação de vazios nas posições octaédricas. O incremento da temperatura de 368 para 407°C para as cloritas pré-mineralização dado pelo modelo empírico está possivelmente relacionado com a heterogeneidade da alteração precoce intensa (chl 0'). O intervalo de temperatura indicado pelo modelo empírico aproxima-se mais do esperado, no entanto não deve ser excluída a temperatura indicada pelo modelo termodinâmico, uma vez que esta abordagem é mais fidedigna, pelo que as elevadas temperaturas calculadas com base em Inoue *et al.* (2009) podem ser resultado do próprio fluxo térmico associado ao sistema hidrotermal que se sobrepõe aos produtos recristalizados da alteração precoce intensa (chl I/I').

A regularidade composicional evidenciada para as gerações de sericita sugere que estas terão sido sujeitas a um processo de (re)-homogeneização química desenvolvido sob condições P-T em torno de 2-3 kbar e 350-400°C. Note-se que esta estimativa apresenta uma imprecisão elevada, uma vez que limite superior da temperatura pode se estender até $\approx$ 450-475°C.

Uma vez que a variabilidade composicional dos sulfetos no estágio I é pequena é possível sugerir que a deposição da associação Py I + Apy I + Po I tenha ocorrido próximo de 360°C a 370°C em condições de oxidação e sulfidização semelhantes às que caracterizam o equilíbrio Py-Po, isto é, $\log(aO_2)$ e $\log(aS_2)$ nos intervalos $]-32, -30]$ e $]-9, -11]$, respectivamente. O intervalo de temperatura calculado com base no geotermômetro de Kretschmar & Scott (1976) para a arsenopirita sugere que a mesma, em equilíbrio com pirita, pirrotita e ouro, se formou entre os 300 e 363°C, pelo que podemos sugerir este intervalo como a temperatura de formação da mineralização de EA. Para o estágio II, as condições físico-químicas do meio não devem diferir relativamente às do estágio I, uma vez que a composição química de ambas as fases não difere de forma significativa. Deste modo, é possível inferir que os dois estágios mineralizadores devem estar separados por um ou mais eventos que conduzem ao rejuvenescimento do sistema hidrotermal, ou seja, o desenvolvimento das estruturas

mineralizadas é polifásico e deve estar relacionado com incrementos da permeabilidade secundária permitindo a drenagem de novos influxos de fluido hidrotermal que deverá ser saturado em sílica, com CO₂ e relativo enriquecimento em metais diversos.

De acordo com Williams-Jones *et al.* (1997), a solubilidade de fases minerais no sistema Fe-Sb-S-O é favorecida por condições de elevada fO_2 e é extremamente elevada para temperaturas acima de 350°C, pelo que, a maioria dos depósitos de Sb se formam tipicamente abaixo dos 250°C. Deste modo, podemos inferir que após a deposição dos sulfetos houve decréscimo sucessivo da temperatura, na ordem dos 250-300°C e/ou variações nas condições redox e sulfidização que permitiram a deposição das fases minerais ricas em Sb, Ni e Pb, terminando com a deposição de antimônio nativo, *electrum* e ouro-estibinita. Para o último ciclo evolutivo tardio, as condições de sulfidização não permitiram a formação de pirrotita e arsenopirita, sugerindo valores de $\log(aS_2)$ apenas compatíveis com o campo de estabilidade da pirita.

Capítulo 5

Litogeoquímica

5.1 Introdução

Neste capítulo será apresentado o estudo geoquímico das rochas hospedeiras do depósito Engenho d'Água. O mesmo é abordado através de diversos diagramas que visam caracterizar a amplitude de variação química global admitida pelas rochas vulcanoclásticas e filitos carbonosos, com maior enfoque sobre as rochas vulcanoclásticas, uma vez que as características apresentadas pelos filitos carbonosos são bastante homogêneas e não levantam problemas de interpretação. Foram analisadas 38 amostras de rochas vulcanoclásticas representativas de diferentes intensidades de alteração hidrotermal e/ou mineralização. Das 38 amostras, 12 preservam indícios de alteração/mineralização incipientes, 10 apresentam transformações mineralógico-texturais heterogêneas atribuíveis a alteração e mineralização moderada e 16 registam efeitos de forte alteração/mineralização.

As características apresentadas pelo conjunto de amostras com indícios de alteração/mineralização incipientes permitem agrupá-las em dois grupos de rochas vulcanoclásticas designados **V1** e **V2**, que representam protólitos distintos. O conjunto de amostras com alteração/mineralização moderada também são divididos em dois grupos, considerando a sua proximidade geoquímica a V1 e V2, respectivamente, designados **V1-MA** (MA = moderadamente alteradas) e **V2-MA**. Da mesma forma, as amostras do conjunto com forte alteração/mineralização são agrupadas em dois grupos denominados **V1-FAM** (FAM = fortemente alteradas e mineralizadas) e **V2-FAM**. Deste modo, a sequência vulcanogênica hospedeira das mineralizações de EA inclui os dois tipos de rochas (V1 e V2) que, sujeitas aos mesmos processos de alteração/mineralização, originam termos composicionais distintos, mas relacionados entre si, conforme ilustrado pelas seguintes inter-relações: $V1 \Rightarrow V1-MA \Rightarrow V1-FAM$ e $V2 \Rightarrow V2-MA \Rightarrow V2-FAM$. A totalidade dos resultados analíticos obtidos constam nas **Tabelas 115, 116 e 117 (Anexo B.II)**.

5.2 Elementos maiores

A análise detalhada dos resultados analíticos relativos aos óxidos de elementos maiores recorreu da aplicação e consequente interpretação de “diagramas Harker”, onde cada óxido elementar é projetado contra a SiO_2 , que funciona como índice de diferenciação magmática. Os valores de concentração obtidos colocam em evidência elevada amplitude de variação composicional para cada subconjunto de amostras, com destaque para o comportamento diferenciado do subconjunto MA (definido com reta a tracejado), onde parte das amostras se associam aos campos composicionais do subconjunto FAM (definido com reta pontuada) e outra parte apresenta comportamento geoquímico particular. Este último grupo integra amostras do subconjunto V1-MA (45 e 19) e do subconjunto V2-MA (38, 26 e 71), exibindo conteúdos em SiO_2 ligeiramente abaixo do protólito V1 e V2 (definido com reta a cheio) e

maiores conteúdos em $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{T}}$, CaO, MgO e TiO_2 (**Figura 5.1B, C, D e H**). Os conteúdos em Al_2O_3 , Na_2O , K_2O e P_2O_5 são equivalentes ou ligeiramente acima do protólito V1 ou V2 (**Figura 5.1A, E, F e G**). As restantes amostras do subconjunto MA, em associação com o subconjunto FAM, revelam conteúdos em SiO_2 e $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{T}}$ equivalentes ou superiores aos protólitos (**Figura 5.1B**) decréscimo acentuado em TiO_2 (**Figura 5.1H**) e conteúdos relativos em Na_2O , K_2O e P_2O_5 , que tanto podem se posicionar ligeiramente acima dos protólitos, como traduzir significativo decréscimo em relação aos mesmos, como é o caso do K_2O e P_2O_5 para as amostras do subconjunto FAM (**Figura 5.1F e G**). Os conteúdos de MgO e CaO são equivalentes ou ligeiramente inferiores para o caso de algumas amostras do subconjunto V1-FAM (**Figura 5.1C e D**).

Os exemplares do filito carbonoso exibem conteúdos em SiO_2 significativamente inferiores relativamente aos subconjuntos MA (57.5 – 72.4 wt%) e FAM (64.6 – 79.4 wt%) no intervalo [37.4 – 48.1] wt% (**Figura 5.1, Tabela 5.1**), decréscimo acentuado de Na_2O (≈ 0.13 wt% - **Figura 5.1E**) e concentrações de CaO e MgO significativamente superiores (com exceção da amostra EA-77) com máximos de 12.3 wt% e 10.8 wt%, respectivamente, quando comparados com as amostras dos subconjuntos MA (valores máximos de 4.9 wt% e 4.2 wt%) e FAM (valores máximos de 3.6 wt% e 2.9 wt%, pela mesma ordem; **Figura 5.1C e D; Tabela 5.1**). Os conteúdos em Al_2O_3 , K_2O , P_2O_5 e TiO_2 são equivalentes ou por vezes ligeiramente superiores (para o caso do TiO_2) aos dos subconjuntos MA e FAM (**Figura 5.1A, F, G e H; Tabela 5.1**).

As características geoquímicas dos óxidos de elementos maiores aqui apresentadas não permitem retirar elações sobre processos geoquímicos primários, mas refletem a mineralogia atribuível aos efeitos da progressão heterogênea dos diferentes estágios de alteração/mineralização e/ou do metamorfismo de baixo grau na fácies xisto verde a que os litótipos de EA foram sujeitos. Como tal, as características geoquímicas particulares que diferenciam alguns exemplares do subconjunto MA (EA-19, EA-45, EA-26, EA-38 e EA-71), afastando-as do *trend* principal de alteração/mineralização (**Figura 5.1**), devem representar domínios onde são preservadas características representativas do ciclo evolutivo precoce. Os conteúdos mais elevados de K_2O , MgO e CaO descrevem essa alteração precoce caracterizada por abundante sericitização, cloritização e carbonatação, representadas por micas potássicas dioctaédricas (Sct 0'), cloritas magnesianas (Chl 0') e calcitas (Carb 0'), respectivamente. Por sua vez, os restantes exemplares, refletem as variações composicionais atribuíveis aos efeitos dos eventos de alteração/mineralização correspondentes ao ciclo evolutivo principal e tardio, correlativos da atividade hidrotermal posterior aos eventos de deformação D₁/D₂ que podem, ou não, se sobrepor a halos de alteração precoces. O aumento generalizado em SiO_2 reflete os efeitos dos processos de silicificação atribuíveis ao desenvolvimento da complexa rede de veios e vênulas de quartzo sobre a rocha hospedeira. É

Figura 5.1. “Diagramas Harker” de variação de óxidos de elementos maiores considerando a SiO_2 como índice de diferenciação magmática.

esperado que parte das amostras do subconjunto MA se integre no subconjunto FAM, pois denotam, ainda que moderadamente, os efeitos dos processos de alteração/mineralização. Em relação ao filito carbonoso, os elevados conteúdos em MgO refletem os carbonatos essencialmente dolomíticos (Carb 0_{Fc}).

Tabela 5.1. Amplitude de variação composicional para a geoquímica multi-elementar das vulcanoclásticas e resultados analíticos para o filito carbonoso; n = número de análises.

	V1 n = 11			V2	V1-MA n = 6			V2-MA n = 5			V1-FAM n = 12			V2-FAM n = 4			Fc	
	Min	Max	Med		Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	EA-27	EA-77
wt%																		
SiO ₂	63.94	69.97	65.77	70.60	57.53	72.43	70.08	57.80	66.83	59.53	64.57	74.14	68.31	71.83	79.39	76.57	37.39	48.08
Al ₂ O ₃	12.80	16.19	15.15	14.81	12.86	15.75	13.52	12.88	15.78	14.94	6.92	15.51	12.16	3.48	10.36	9.99	9.26	14.01
Fe ₂ O ₃ ^T	2.11	3.69	2.85	2.11	1.48	5.88	2.04	2.78	5.68	4.81	1.94	10.79	3.44	1.05	3.49	2.25	6.32	9.14
MnO	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.11	0.03	0.03	0.14	0.07	0.02	0.09	0.03	0.02	0.06	0.04	0.11	0.08
MgO	0.84	2.42	1.18	1.43	1.00	4.17	1.22	1.00	4.06	2.53	0.18	2.88	0.93	0.51	1.66	1.02	10.84	9.69
CaO	2.08	3.13	2.45	2.02	1.51	3.43	2.40	2.98	4.93	4.03	0.58	3.32	2.05	1.56	3.58	2.32	12.34	4.66
Na ₂ O	3.32	6.55	4.97	4.84	2.64	7.50	3.81	2.47	6.43	4.21	3.56	8.35	6.02	1.70	5.67	5.31	0.11	0.13
K ₂ O	0.96	2.20	1.83	1.57	0.08	2.87	2.57	1.12	2.46	1.72	0.05	1.10	0.16	0.20	0.37	0.21	1.78	1.78
TiO ₂	0.33	0.54	0.41	0.36	0.09	0.59	0.26	0.40	0.60	0.54	0.17	0.43	0.29	0.09	0.27	0.22	0.42	0.66
P ₂ O ₅	0.07	0.16	0.12	0.18	0.01	0.19	0.12	0.09	0.13	0.11	0.01	0.22	0.09	0.02	0.14	0.05	0.07	0.10
Cr ₂ O ₃	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	0.07
LOI	3.40	6.00	4.40	1.80	3.20	8.90	4.25	3.40	9.00	6.50	3.30	6.30	4.40	2.40	6.50	4.25	21.00	11.30
S	0.03	0.12	0.08	0.02	0.02	0.40	0.03	0.03	0.06	0.03	0.13	7.53	1.23	0.06	1.60	0.63	0.49	0.33
CO ₂	2.22	4.61	3.04	0.15	1.29	4.73	3.63	1.83	7.76	4.69	0.52	4.87	2.84	1.97	4.36	3.42	19.56	7.14
ppm																		
Au	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.45	11.23	4.20	0.09	3.36	0.55	0.01	0.01
Ag	0.30	0.30	0.30	< 0.1	0.20	0.40	0.30	0.20	0.20	0.20	0.30	4.30	0.60	0.40	5.20	0.55	0.20	< 0.1
As	2.40	99.70	29.80	15.10	2.10	407.30	39.40	2.40	112.40	56.05	49.10	4312.8	432.35	79.30	395.40	219.20	20.90	79.20
Ba	452.00	944.00	689.00	800.00	22.00	1085	845.50	378.00	767.00	708.50	25.00	390.00	63.00	68.00	119.00	77.00	245.00	338.00
Be	2.00	3.00	3.00	< 1	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.50	0.00	0.00	-	< 1	3.00
Bi	0.20	0.20	0.20	< 0.1	0.50	0.50	0.50	0.20	0.30	0.25	0.20	1.20	0.30	0.10	0.10	0.10	< 0.1	< 0.1
Cd	0.10	0.20	0.15	0.10	0.10	0.50	0.20	0.10	0.20	0.15	0.10	1.40	0.30	0.20	0.40	0.20	< 0.1	< 0.1
Co	20.70	54.90	32.30	38.70	26.60	57.50	46.55	25.40	44.90	40.35	31.60	74.40	53.60	60.10	109.10	90.90	38.40	54.70
Cs	0.90	3.50	2.10	1.70	2.40	3.20	2.60	0.70	2.80	1.90	0.10	1.10	0.50	0.10	0.40	0.20	3.50	3.40
Cu	2.30	41.80	7.40	9.10	3.70	24.90	10.40	1.00	48.10	10.60	2.20	80.50	15.50	7.80	54.30	15.20	66.30	21.30
Ga	15.70	20.10	18.10	18.80	10.20	20.60	16.05	13.50	24.00	17.50	5.00	15.60	10.15	1.80	10.00	6.70	11.30	15.40
Hf	2.80	4.30	3.70	4.30	1.10	4.40	3.15	2.60	4.10	3.35	1.30	3.40	2.40	0.80	2.70	1.95	1.40	2.70
Hg	0.00	0.00	-	< 0.01	0.00	0.00	-	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	< 0.01
Mo	0.30	3.50	0.60	1.20	0.40	1.60	0.50	0.20	1.90	1.10	0.20	1.00	0.40	0.30	0.60	0.30	1.20	1.00
Nb	3.50	5.00	4.20	5.50	2.60	18.40	4.75	3.10	7.10	4.65	1.00	4.90	2.75	0.60	7.10	1.95	3.60	5.00
Ni	21.00	106.00	36.00	68.00	27.00	202.00	48.00	47.00	159.00	142.00	26.00	126.00	54.00	35.00	72.00	58.00	160.00	309.00
Pb	1.40	9.70	3.80	15.20	1.80	72.00	3.35	2.00	28.00	8.20	5.60	352.00	52.35	3.30	73.50	46.45	2.10	1.90
Rb	23.80	64.70	50.10	40.00	1.20	91.80	63.10	24.40	71.30	42.85	1.00	25.80	3.10	4.10	7.30	5.10	58.20	52.50
Sb	0.50	18.20	2.20	5.50	0.40	7.10	1.50	0.60	8.80	6.75	7.00	2000	127.65	18.00	2000	416.75	25.00	9.40
Sc	4.00	11.00	5.00	6.00	3.00	18.00	3.50	4.00	14.00	9.50	1.00	8.00	3.00	3.00	4.00	3.50	16.00	21.00
Se	0.00	0.00	-	< 0.5	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.80	3.30	2.05	0.60	0.60	0.60	< 0.5	< 0.5
Sn	1.00	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sr	301.30	739.70	443.70	655.10	181.40	537.70	308.70	308.00	695.70	556.30	140.80	594.10	360.55	290.00	450.70	402.40	110.80	150.30
Ta	0.30	0.60	0.40	0.50	0.40	0.70	0.65	0.30	0.60	0.50	0.30	0.70	0.50	0.40	0.90	0.90	0.40	0.60
Th	3.10	5.20	3.60	5.90	1.20	5.70	4.60	2.50	5.30	3.45	1.50	4.40	2.60	0.70	2.50	1.85	2.90	4.30
Tl	0.00	0.00	-	< 0.1	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	< 0.1	< 0.1
U	0.80	1.90	1.00	1.50	0.40	2.30	1.30	0.70	2.00	1.30	0.50	1.90	0.95	0.60	0.80	0.80	0.80	1.40
V	16.00	93.00	46.00	44.00	13.00	94.00	29.00	16.00	81.00	69.50	20.00	58.00	39.00	20.00	34.00	23.50	79.00	152.00
W	111.00	369.30	216.40	257.20	169.30	453.60	279.15	137.20	261.40	177.90	225.40	531.40	407.35	518.10	1022.1	802.15	101.20	130.70
Y	7.20	11.20	8.70	12.40	3.90	15.80	8.45	7.00	15.70	13.00	2.70	10.70	6.75	3.20	6.90	5.80	10.40	19.00
Zn	28.00	75.00	49.00	71.00	7.00	381.00	59.00	56.00	123.00	68.50	4.00	183.00	34.00	8.00	36.00	19.00	13.00	41.00
Zr	105.30	150.00	140.70	173.00	31.40	162.60	121.10	97.60	152.70	133.50	42.80	135.20	79.05	19.90	79.70	70.95	58.50	91.00
La	15.90	26.70	23.50	32.50	6.00	26.40	19.85	17.50	25.00	20.55	8.00	27.30	15.60	3.60	14.20	8.40	10.50	17.00
Ce	28.50	52.10	45.20	66.60	10.00	52.80	39.20	32.20	54.90	40.55	15.40	54.40	30.10	6.90	30.00	15.95	19.00	35.30
Pr	3.28	6.16	5.43	6.96	1.42	6.30	4.42	3.88	5.80	4.97	1.82	5.66	3.30	0.67	3.35	1.76	2.39	4.17
Nd	12.30	21.90	19.70	23.80	3.40	24.00	16.25	16.50	21.00	18.50	5.60	19.60	10.05	1.10	10.90	5.60	8.00	14.30
Sm	2.11	3.97	3.46	3.94	0.71	3.96	2.86	2.83	3.68	3.39	1.09	3.32	2.04	0.43	2.31	1.20	1.84	3.00
Eu	0.56	1.20	1.06	1.10	0.20	1.14	0.72	0.87	1.11	1.03	0.36	1.02	0.57	0.17	0.51	0.36	0.49	0.82
Gd	1.76	3.11	2.75	3.49	1.00	3.31	2.46	2.42	3.31	3.01	0.83	3.22	2.09	0.93	2.03	1.35	1.97	3.52
Tb	0.23	0.36	0.33	0.45	0.10	0.49	0.34	0.30	0.48	0.43	0.10	0.36	0.26	0.06	0.24	0.19	0.32	0.52
Dy	1.46	2.07	1.68	2.19	0.66	2.71	1.74	1.38	2.78	2.48	0.53	1.93	1.33	0.45	1.55	0.94	1.85	2.94
Ho	0.22	0.44	0.28	0.36	0.12	0.47	0.30	0.25	0.55	0.48	0.09	0.34	0.23	0.06	0.27	0.22	0.40	0.67
Er	0.63	1.20	0.77	0.98	0.24	1.33	0.72	0.66	1.70	1.26	0.25	1.02	0.64	0.22	0.67	0.59	1.07	1.85
Tm	0.08	0.17	0.10	0.18	0.06	0.19	0.13	0.08	0.25	0.19	0.04	0.14	0.09	0.04	0.07	0.07	0.16	0.27
Yb	0.59	1.11	0.75	1.18	0.44	1.32	0.81	0.64	1.72	1.23	0.23	0.88	0.69	0.44	0.67	0.56	1.23	1.59
Lu	0.07	0.17	0.10	0.16	0.03	0.17	0.12	0.08	0.23	0.19	0.03	0.12	0.07	0.01	0.07	0.05	0.17	0.30

5.3 Elementos menores e traço

A análise detalhada dos resultados obtidos permite evidenciar concentrações em TI sistematicamente abaixo do limite de detecção (0.1) e, concentrações em Ag, Bi, Be, Cd, Hg, Se e Sn próximas ou abaixo do limite de detecção (0.1, 0.1, 1, 0.1, 0.01, 0.5 e 1, respectivamente). Note-se que as concentrações em Ag e Bi se encontram próximas ou acima dos respetivos limites de detecção para o subconjunto de amostras FAM. Os conteúdos em Ag são significativamente maiores que o limite de detecção, situando-se no intervalo [0.3 - 4.3] ppm (V1-FAM) e [0.4 - 5.2] ppm (V2-FAM) e valores medianos de 0.6 para ambos os subconjuntos. O Bi apresenta conteúdos no intervalo [0.2 - 1.2] ppm (V1-FAM) e valores medianos de 0.3 ppm (**Tabela 5.1**). Estes conteúdos se afiguram consistentes com a deposição de partículas de *electrum* com conteúdos em Ag no intervalo [5.56 - 8.37] wt% e Bi no intervalo [0.36 - 0.74] wt% (**Tabela 4.11, cap.4**). Os restantes elementos menores apresentam concentrações consideravelmente acima do limite de detecção, destacando-se o Au para além do As, Co, Cu, Ni, Sb, Pb e Zn presentes nos sulfetos e sulfossais; apenas o Au apresenta um valor abaixo do limite de detecção. Elementos como Au, As, Co, Pb e Sb apresentam elevada amplitude de variação nos conjuntos com maior intensidade de mineralização (V1-FAM e V2-FAM) com valores medianos e intervalo de variação para o conjunto de amostras V1-FAM de 4.2 [0.5 - 11.2] ppm, 432.4 [49.1 - 4312.8] ppm, 53.6 [31.6 - 74.4] ppm, 52.4 [5.6 - 352] ppm e 127.7 [7.0 - 2000] ppm, respectivamente. Para o conjunto V2-FAM, os valores se cifram em 0.5 [0.1 - 3.4] ppm, 219.2 [79.3 - 395.4] ppm, 90.9 [60.1 - 109.1] ppm, 46.5 [3.3 - 73.5] ppm e 416.8 [18 - 2000] ppm, pela mesma ordem. De notar também os conteúdos variáveis em Sr distribuídos entre 140.8 ppm e 739.7 ppm e Rb cujas concentrações se posicionam entre 1.2 ppm e 91.8 ppm (**Tabela 5.1**).

A análise multi-elementar dos elementos menores e traço recorre da aplicação e interpretação de dois tipos de diagramas multi-elementares, diagramas que utilizam os elementos do grupo de terras raras (ETR) e os designados *spider diagrams*. Os ETR são os elementos traço menos solúveis, sendo por isso relativamente imóveis durante os processos de metamorfismo de baixo grau, meteorização e alteração hidrotermal (Rollinson, 1993). A pequena diferença de tamanho e comportamento é explorado por um número de processos petrológicos causando a fracionamento dos ETR uns em relação aos outros. Esta característica é usada em geoquímica para interpretar processos petrogenéticos e/ou de alteração (Rollinson, 1993). Os *spider diagrams* podem ser entendidos como uma extensão aos diagramas de ETR, tendo como base a comparação de elementos incompatíveis. Estes elementos são subdivididos em dois subgrupos, atendendo ao potencial iónico, os *large ion lithophile elements* (LILE), potencialmente mobilizados na presença de uma fase líquida, e os *high field strength elements* (HFSE) cuja concentração é controlada pela mineralogia e natureza da fonte que originou os magmas e/ou que se encontra na base de transformações ocorridas em condições de relativa

alta temperatura (Rollinson, 1993; Winter, 2001). Em ambos os diagramas, as concentrações são normalizadas a um padrão conhecido, tendo-se selecionado para os ETR a normalização relativamente ao condrito (CN) de Palme & Jones (2003) e, para os elementos incompatíveis, a normalização ao manto primitivo (MP) de Palme & O'Neill (2003). Para os exemplares de filito carbonoso foi selecionada a normalização à *North American Shale Composite* (NASC) de Gromet *et al.*, 1984, para os ETR e, a normalização à NASC de Condie (1993) para os elementos incompatíveis. Os valores de normalização encontram-se na **Tabela 8, Anexo A.II**.

5.3.1 Padrões de concentração em ETR

Os padrões de concentração em ETR encontram-se na **Figura 5.2**. Os elementos encontram-se ordenados da esquerda para a direita segundo o número atômico. O padrão de distribuição dos ETR para o protólito V1 (**Figura 5.2A**) caracteriza-se por forte fracionamento das ¹ETRL relativamente às ETRP e decréscimos suaves entre ETRM e ETRP. O forte fracionamento das ETRL é materializado por declives negativos e elevados valores da razão $(La/Lu)_{CN}$ no intervalo [12.6 – 39.5]. Como seria de esperar, os valores da razão $(La/Sm)_{CN}$ no intervalo [3.7 – 4.9] são mais elevados que os valores da razão $(Gd/Yb)_{CN}$ no intervalo [1.7 - 4.2] e conteúdos medianos de 4.4 e 2.9, respectivamente (**Tabela 5.2**). O protólito V2, representado apenas por uma amostra (**Figura 5.2A**) apresenta razão $(La/Lu)_{CN}$, $(La/Sm)_{CN}$ e $(Gd/Yb)_{CN}$ de 21.1, 5.2 e 2.4, respectivamente, dentro da mesma ordem de valores apresentada pelo protólito V1 (**Tabela 5.2**). Para ambos os protólitos a anomalia do Eu é fraca ou ausente com ²Eu/Eu* no intervalo [0.8 - 1.2], com exceção da amostra EA-21 com fraca anomalia negativa e a amostra EA-1 com fraca anomalia positiva (**Figura 5.2A**).

Os padrões apresentados pelos exemplares do subconjunto MA (**Figura 5.2B**) preservam parte dos perfis documentados pelos protólitos V1 e V2 (**Figura 5.2A**), sendo complementados por enriquecimentos em ETRP (≈ 15 a $6.5 \times CN$), no caso dos exemplares EA-26 e EA-38 (pertencentes a V2-MA) e EA-45 e EA-44 (pertencentes a V1-MA) devido a intensa cloritização e lixiviação acentuada dos conteúdos em ETR (nos exemplares EA-45, EA-53 e EA-79) com presença de anomalia negativa em Eu e anomalias positivas em Gd e Yb associadas à neoformação de carbonatos ($\pm$ clorita – **Figura 5.2B**).

Os padrões apresentados pelos exemplares do subconjunto FAM (**Figura 5.2C**) reforçam os comportamentos geoquímicos face aos protólitos assinalados pelo subconjunto MA (**Figura 5.2B**), revelando enriquecimentos generalizados em ETRP (≈ 11 a $2.5 \times CN$) nomeadamente para as amostras do subconjunto V1-FAM; pequenas anomalias positivas em

¹ ETR Leves (ETRL): La, Ce, Pr, Nd, Sm; ETR Intermédias (ETRI): Eu, Gd, Tb, Dy; ETR Pesadas (ETRP): Ho, Er, Tm, Yb, Lu de acordo com Bodinier & Goddard (2003).

² $Eu/Eu^* = Eu_{CN}/(Sm_{CN} \times Gd_{CN})^{0.5}$, de acordo com McLennan (1989).

Gd e Yb e esboço de anomalia negativa em Eu (**Figura 5.2C**). Dois exemplares pertencentes a V2-FAM (EA-85 e EA-97) mostram notórios empobrecimentos em ETRL (com anomalia negativa em Nd) e perfil de ETRP distinto marcado por anomalias positivas em Gd e Yb (**Figura 5.2C**).

Os padrões apresentados pelos exemplares de filito carbonoso (**Figura 5.2D**) não apresentam fracionamento, com razões $(La/Sm)_{CN}$ e $(Gd/Yb)_{CN}$ muito próximas em torno de 1.093 e 0.967, respectivamente.

Figura 5.2. Padrões de concentração em ETR normalizados ao condrito (CN) para os (A) protólitos V1 e V2, (B) subconjunto MA, (C) subconjunto FAM e (D) filito carbonoso. A mancha azul de referência representa a envolvente dos padrões de concentração normalizada evidenciados pelos protólitos V1 e V2.

Tabela 5.2. Amplitude de variação dos conteúdos e razões entre ETR para as vulcanoclásticas.

	V1			V2	V1 e V2-MA			V1 e V2-FAM		
	Min	Max	Med		Min	Max	Med	Min	Max	Med
$(La/Sm)_{CN}$	3.7	4.9	4.4	5.2	3.0	6.3	4.2	3.2	6.4	4.6
$(La/Lu)_{CN}$	12.6	39.5	24.4	21.1	6.3	26.6	17.8	7.5	55.3	27.0
$(Gd/Yb)_{CN}$	1.7	4.2	2.9	2.4	1.1	3.8	2.6	1.7	3.9	2.6
Eu/Eu	0.8	1.2	1.0	0.9	0.6	1.2	0.9	0.7	1.2	0.9

5.3.2 Padrões de concentração multi-elementar – Spider Diagrams

A distribuição de concentração dos elementos traço litófilos encontra-se na **Figura 5.3**, seguindo uma ordem crescente de incompatibilidade da direita para a esquerda. Os padrões de concentração para a maioria dos elementos são apiciformes, contrastando com os padrões mais suaves registrados para os elementos menos incompatíveis (Sr, Nd, Hf, Zr, Sm, Eu, Tb, Yb, Y, Ti, Lu, Co e Ni). As amostras do subconjunto MA revelam perfis equivalentes aos que representam os protólitos V1 e V2, embora registem maiores enriquecimentos em Pb (≈ 400 a $150 \times$ MP) e As (≈ 7000 a $1900 \times$ MP) por parte das amostras EA-45 (V1-MA) e EA-38 (V2-MA – **Figura 5.3B**). De notar, o comportamento diferenciado da amostra EA-53 (V1-MA) que evidencia empobrecimento relativo em quase todos os elementos e acentuado decréscimo em LILE como o Rb, K e Ba e HFSE como o Nd e Ti (**Figura 5.3B**). Este comportamento deverá documentar um domínio rochoso que terá sido sujeito a intensa lixiviação no decurso dos sucessivos ciclos de atividade hidrotermal, complementada por considerável deposição de sílica. As amostras do subconjunto FAM revelam notórios enriquecimentos em Pb (≈ 2000 a $100 \times$ MP), Ag (≈ 2000 a $90 \times$ MP), Sb e As (≈ 200000 a $100000 \times$ MP) e empobrecimentos relativos em K, Nd e Lu (**Figura 5.3C**). Estas características geoquímicas traduzem os efeitos dos processos mineralizantes marcados por forte silicificação e precipitação de sulfetos, para além de franca lixiviação de vários elementos nomeadamente elementos alcalinos e ETR.

Os padrões de concentração multi-elementar para o filito carbonoso (**Figura 5.3D**) revelam notórios enriquecimentos em As (≈ 50 a $10 \times$ NASC), Sb ($\approx 50 \times$ NASC) e Rb ($\approx 200 \times$ NASC).

Figura 5.3. Padrões de concentração multi-elementar normalizados ao manto primitivo (MP) para o (A) protólito V1 e V2, (B) subconjunto MA, (C) subconjunto FAM e (D) filito carbonoso. A mancha azul de referência representa a envolvente dos padrões normalizados evidenciados pelos protólitos V1 e V2.

A concentração relativa dos elementos que constituem as fases minerais que caracterizam as associações de sulfetos, sulfossais e ligas metálicas reflete mais uma vez os efeitos do carácter polifásico e heterogêneo dos processos de alteração/mineralização responsáveis pelas transformações $V1 \Rightarrow V1-MA \Rightarrow V1-FAM$ e $V2 \Rightarrow V2-MA \Rightarrow V2-FAM$. A **Figura 5.4A** mostra o enriquecimento em Au e Ag que covaria positivamente com os conteúdos em As e Sb, separando de forma muito clara as amostras do subconjunto FAM que se associam aos processos de alteração/mineralização desenvolvidos durante o ciclo evolutivo principal e tardio, das amostras dos restantes subconjuntos que apenas evidenciam os feitos da alteração/mineralização (seguida de recristalização metamórfica) associada ao ciclo evolutivo precoce. Este enriquecimento é acompanhado por perda substancial de elementos LILE (como o Rb, Sr e Ba), reforçando o que anteriormente foi observado com base na interpretação dos padrões multi-elementares e de ETR (**Figura 5.4C**).

Figura 5.4. Diagramas de correlação **(A)** (Au + Ag) vs (Au + Sb), **(B)** (Au + Ag) vs (Sr + Rb + Ba) e **(C)** (Au + Ag + Sb + As) vs (Co + Zn + Pb + Cu) para os protólitos V1 e V2 e para os subconjuntos MA e FAM.

As amostras do subconjunto MA, desviantes do *trend* principal de alteração/mineralização correlacionável com a mineralização aurífera, apresentam conteúdos semelhantes ou mais elevados aos apresentados pelos protólitos V1 e V2 (**Figura 5.4A, B e C**).

Os conteúdos em metais preciosos não se correlacionam linearmente com os conteúdos em metais base presentes em quantidades menores ou traço (como é o caso do Cu, Pb, Zn e Co). As abundâncias de metais base mantêm-se com o aumento dos metais preciosos, o que se afigura consistente com a presença de sulfetos, portadores desses metais base, nos estágios de alteração/mineralização precoces (Po 0, Py 0, Pn 0, Td 0 e Ccp 0), assim como com a introdução tardia de ouro no sistema (ciclo evolutivo tardio) sem assinalável deposição de sulfetos que não a pirita (**Figura 5.4B**).

5.4 Índices de alteração

A utilização de índices geoquímicos constituem uma ferramenta útil na distinção de transformações composicionais sofridas pelas rochas vulcânicas durante processos diagenéticos ou metamórficos de baixo grau das que se desenvolvem no decurso de trajetos de alteração hidrotermal, acompanhados ou não por mineralização. Neste contexto, Large *et al.* (2001) propôs a construção de um diagrama *box plot* de alteração que assenta em dois índices de alteração, *alteration index* (AI) e *chlorite-carbonate-pyrite index* (CCPI), permitindo diferenciar *trends* composicionais adquiridos durante os processos diagenéticos ou de atividade hidrotermal relacionada com sistemas mineralizantes. Tomando como ponto de partida as propostas de Large *et al.* (2001) calcularam-se as razões do índice de alteração (IA) e CCPI* de acordo com as seguintes expressões:

$$(5.1) \quad IA = \frac{100 \times (K_2O + MgO)}{(K_2O + MgO + Na_2O + CaO)}$$

$$(5.2) \quad CCPI^* = \frac{100 \times (MgO + FeO + MnO + CaO)}{(MgO + FeO + MnO + CaO + Na_2O + K_2O)}$$

Estes índices balançam os efeitos decorrentes da hidrólise dos feldspatos (incluindo processos de sericitização e saussuritização) com os efeitos da cloritização/piritização nos domínios rochosos que sofreram intensa alteração hidrotermal como resultado de forte e prolongada interação fluido/rocha (geralmente sob razões $f/r \gg 1$). A estes adicionaram-se as razões que representam os índices de mineralização em metais preciosos (IM_{Au}) e metais base (IM_{MB}) calculadas de acordo com as seguintes expressões 5.3 e 5.4, respectivamente, traduzindo enriquecimentos decorrentes da atuação de processos mineralizantes auríferos e em metais base, pela mesma ordem.

$$(5.3) \text{IM}_{\text{Au}} = \frac{100 \times (\text{Au} + \text{Ag} + \text{Sb} + \text{As})}{(\text{Au} + \text{Ag} + \text{Sb} + \text{As} + \text{Sr} + \text{Rb})}$$

$$(5.4) \text{IM}_{\text{MB}} = \frac{100 \times (\text{Co} + \text{Zn} + \text{Pb} + \text{Cu})}{(\text{Co} + \text{Zn} + \text{Pb} + \text{Cu} + \text{Sr} + \text{Rb})}$$

Os resultados obtidos mostram que as amostras pertencentes aos subconjuntos sujeitos a alteração/mineralização precoce (MA) se diferenciam claramente dos *trends* de enriquecimento aurífero representados pelo subconjunto FAM, apresentando não apenas menores valores de IM_{Au} (entre 0 a 30 – **Figura 5.5A**) mas também razões IA e CCPI* mais elevadas, entre 20 a 50 e acima de 60, respectivamente (**Figura 5.5B**) e, ocasionalmente (e.g. amostra EA-19) acompanhados por IM_{MB} elevados (≈ 60 – **Figura 5.5A**). As amostras do subconjunto FAM, ricas em metais preciosos, isto é, com $\text{IM}_{\text{Au}} \gg \text{IM}_{\text{MB}}$ apresentam valores de CCPI* equivalentes ou inferiores aos registados pelas amostras dos restantes subconjuntos (**Figura 5.5D e F**), assim como valores baixos a muito baixos (< 30) de IA (**Figura 5.5C e E**), ou seja, não se associam aos efeitos da sericitização e cloritização, mas sim a modificações desencadeadas por silicificação e carbonatação. A amostra EA-19 (pertencente ao subconjunto V1-MA) apresenta um índice IM_{MB} significativamente mais elevado que as restantes amostras do mesmo grupo, representando um domínio particular (ou localmente?) enriquecido em sulfetos de metais base (**Figura 5.5E e F**).

5.5 Elementos Imóveis

Os elementos imóveis são úteis na discriminação geoquímica de protólitos e consequentemente dos processos de alteração a que foram sujeitos permitindo quantificar ganhos e perdas de massa e volume dos respetivos constituintes químicos. Elementos de alto potencial iónico (HFSE) como o Zr, Y e Nb são normalmente imóveis, assim como o Al, Ti e ETR, no decurso dos processos de interação fluido-rocha, relativamente aos elementos litófilos de grande raio iónico (LILE), abrangendo muitos elementos alcalinos e alcalino-terrosos, com comportamento tendencialmente móvel (e.g. MacLean & Kranidiotis, 1987, MacLean, 1990 e MacLean & Barrett, 1993). Antes de usar os elementos tendencialmente imóveis na discriminação geoquímica dos protólitos é necessário testar o carácter imóvel dos mesmos, visto que sob condições particulares de alteração, de entre os HFSE o Y e os ETRL são ligeiramente móveis (MacLean & Barrett, 1993).

Com o objetivo de identificar os percursos ígneos das rochas vulcanoclásticas foram projetados vários diagramas envolvendo o Al_2O_3 , TiO_2 e o Zr (TiO_2 vs. Al_2O_3 , TiO_2 vs. Zr e Al_2O_3 vs. Zr), tendo sido aplicada a abordagem apresentada por MacLean & Barrett (1993), que dá continuidade aos trabalhos pioneiros de MacLean & Kranidiotis (1987) e MacLean (1990).

Figura 5.5. Diagramas de projeção (A) IM_{MB} vs IM_{Au} , (B) IA vs $CCPI^*$, (C) IA vs IM_{Au} , (D) $CCPI^*$ vs IM_{Au} , (E) IA vs IM_{MB} e (F) $CCPI^*$ vs IM_{MB} , para as rochas vulcanoclásticas.

Amostras alteradas a partir de um protólito comum são projetadas ao longo da mesma reta que contém a origem do referencial. A dispersão de concentração materializada nestas retas traduz efeitos de diluição ou de enriquecimento relativo relacionado com a alteração. Contudo, as proporções entre as concentrações dos elementos imóveis manter-se-ão constantes (ou muito próximo disso). Retas com diferentes declives representam diferentes percursos composicionais (e.g. MacLean & Barrett, 1993; Barrett *et al.*, 2008). A projeção das amostras nos diagramas TiO_2 vs. Al_2O_3 , TiO_2 vs. Zr e Al_2O_3 vs. Zr revelou três *trends* principais (x_1 , x_2 e x_3)

sendo possível definir um campo de variação composicional, limitado entre x_1 e x_3 , que deve enquadrar os percursores ígneos das vulcanoclásticas (**Figura 5.6A, B e C**). A inclinação das retas é compatível com *melts* de composição intermédia associados à geração de rochas dacíticas (**Figura 5.6A, B e C**). Nem todas as amostras de protólito V1 se alinham ao longo da mesma reta, sugerindo diferentes graus de fusão parcial sobre um domínio crustal composicionalmente heterogêneo. Algumas amostras, nomeadamente pertencentes ao subconjunto MA, apresentam desvios acentuados, reforçando a ideia de que representam domínios particulares sujeitos a intensa alteração precoce.

Considerando o TiO_2 , Al_2O_3 e Zr imóveis, o uso das razões Zr/TiO_2 , $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ permite remover os efeitos dos balanços de massa, devidos aos processos de alteração, materializados pela dispersão de pontos ao longo das retas. Como tal, os diagramas $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/TiO_2 e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ mostram um agrupamento de amostras sugerindo um único precursor ígneo para as vulcanoclásticas analisadas, ou seja, **V1** e **V2** deverão relacionar-se com um *melt* de composição semelhante, não obstante a existência de desvios significativos que traduzem a sobreposição dos processos de alteração/mineralização (**Figura 5.6D e E**), sendo o caso mais extremo representado pela amostra EA-53 (pertencente ao subconjunto V1-MA). No entanto, estes desvios corroboram o que já foi referido na seção **5.4**, que as amostras do subconjunto MA se afastam do *trend* principal de alteração/mineralização associado à mineralização aurífera. Ainda é possível referir que a dispersão dos valores da razão Zr/TiO_2 é maior para amostras do subconjunto MA relativamente às amostras do subconjunto FAM. De notar, que os conteúdos em Zr são especialmente elevados para as amostras do subconjunto V1-MA, EA-44 (162.6 ppm) e EA-36 (139 ppm) e para a amostra representativa do protólito V2 (EA-76) com 173 ppm (**Tabela 115, Anexo B.II**). Estas variações podem ser reflexo da saturação primária dos *melts* que originaram as rochas analisadas.

As concentrações em Sc e Y tendem a diminuir à medida que aumenta a intensidade dos processos de alteração/mineralização (**Tabela 5.1**), pelo que a análise dos diagramas $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Nb , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Y e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Sc mostra dispersão de magnitude variável nas razões Zr/Nb , Zr/Y e Zr/Sc (**Figura 5.6F, G e H**). Deste modo, o Zr e Al_2O_3 deverão apresentar comportamento razoavelmente imóvel não tendo sido muito afetados pelas alterações sofridas pelos protólitos V1 e V2. No entanto, ocorrem exceções para algumas amostras do subconjunto MA e FAM onde o Zr atinge valores mínimos de 31.4 ppm e 19.9 ppm, para uma amostra do subconjunto V1-MA (EA-53) e uma amostra do subconjunto V2-FAM (EA-79), respectivamente (**Tabela 5.1**), sugerindo que esses valores tão baixos possam traduzir mobilidade química local deste elemento.

Figura 5.6. Diagramas padrão entre elementos imóveis para as rochas vulcanoclásticas: (A) TiO_2 vs. Al_2O_3 , (B) TiO_2 vs. Zr, (C) Al_2O_3 vs. Zr, (D) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/TiO_2 , (E) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$, (F) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Nb , (G) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Y e (H) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ vs. Zr/Sc .

5.6 Balanços de massa

A estimativa dos balanços de massa envolvidos durante os processos de interação fluido/rocha em depósitos hidrotermais permite definir vetores de alteração usados como guias na prospecção mineral (Barrett *et al.*, 2008), bem como estimar os fluidos responsáveis pela remoção dos elementos em questão. Para o cálculo dos balanços de massa é necessário calcular as diferenças entre a concentração elementar (x_j) do protólito ($C_{j,p}$) e o seu equivalente alterado/mineralizado ($C_{j,a/m}$) aferidas às variações de massa volúmica (ρ_p e $\rho_{a/m}$) estabelecidas pela transformação mineralógica e textural, para um dado valor global de massa M_p (geralmente 100g) uma vez que os valores analíticos são vulgarmente em peso %. A equação 5.5, devida a Gresens (1967) expressa o procedimento descrito. No entanto, esta expressão se torna inconveniente na medida em que obriga ao cálculo dos valores de massa volúmica para todas as amostras, admitindo que os elementos que apresentam comportamento imóvel são suficientes para estimar com relativa precisão o fator de volume ($f_v = V_{a/m} / V_p$) envolvido na referida transformação.

$$(5.5) \ x_j = M_p [((\rho_{a/m}/\rho_p) \times C_{j,a/m} \times f_v) - C_{j,p}]$$

Como tal, várias têm sido as propostas de cálculo de forma a evitar o cálculo dos valores ρ e f_v , sendo as mais conhecidas de Grant (1986, 2005) e Baumgartner & Olsen (1995). O procedimento descrito em MacLean (1990) e MacLean & Barrett (1993), semelhante aos procedimentos de Gresens (1967) e Grant (1986), pode ser usado como alternativa. Deste modo, o cálculo do balanço de massa elementar (Δ_j) é expresso de acordo com a seguinte equação:

$$(5.6) \ \Delta_j = C_{(j,a/m)R} - C_{j,p},$$

onde $C_{(j,a/m)R}$ corresponde a uma “concentração reconstruída”, isto é, aferida por um fator f que expressa a razão entre as concentrações de um elemento imóvel medidas no protólito e no seu equivalente alterado/mineralizado, pelo que,

$$(5.7) \ C_{(j,a/m)R} = f \times C_{j,a/m}, \text{ onde } f = [C_{\text{imóvel, p}} / C_{\text{imóvel, a/m}}].$$

No presente trabalho, o Al_2O_3 é a melhor escolha para os cálculos de f . Em alternativa, e para efeitos de comparação, todos os cálculos foram repetidos usando o zircônio como imóvel, não esquecendo a possibilidade deste elemento apresentar comportamento tendencialmente móvel em certas amostras, como já foi discutido anteriormente. Tomou-se

como composição de referência para o protólito V1 a média das concentrações elementares das amostras representativas desta litologia; para V2, a composição usada foi a da única amostra disponível.

Os resultados obtidos mostram que a utilização do zircônio induz sobre-estimativas nos ganhos e perdas de massa durante as transformações $V1 \Rightarrow V1\text{-MA} \Rightarrow V1\text{-FAM}$ e $V2 \Rightarrow V2\text{-MA} \Rightarrow V2\text{-FAM}$, especialmente notórios os desvios nas amostras com menores teores neste elemento (EA-53 e EA-97), com acréscimos globais de massa inverosímeis (≈ 350 g e 813 g por 100 g de protólito). Nestes casos, os conteúdos em zircônio não devem ser utilizados no cálculo de f . A comparação entre os ganhos e perdas de massa estimados com base no Zr e Al_2O_3 mostra, como seria de esperar, maior amplitude de variação para as amostras do subconjunto MA e FAM (**Tabela 5.3 e 5.4**). Em termos gerais, para qualquer base de cálculo, as transformações $V1 \Rightarrow V1\text{-MA} \Rightarrow V1\text{-FAM}$ e $V2 \Rightarrow V2\text{-MA} \Rightarrow V2\text{-FAM}$ envolvem na maioria dos casos incrementos de massa significativos. O balanço de massa líquido para ambas as transformações tende a ser positivo, implicando variações de volume que traduzem o desenvolvimento de (micro)estruturas mineralizadas ou não. Este balanço positivo varia de escassos g/100 g de protólito a algumas dezenas de g/100 g de protólito (**Tabela 5.3 e 5.4**).

Tabela 5.3. Balanços de massa para as transformações $V1 \Rightarrow V1\text{-MA} \Rightarrow V1\text{-FAM}$ considerando zircônio e alumina imóvel.

V1 $\Rightarrow$ V1-MA $\Rightarrow$ V1-FAM considerando zircônio imóvel																	
V1 $\Rightarrow$ V1-MA						V1 $\Rightarrow$ V1-FAM											
EA-19	E1-36	EA-44	E1-45	EA-53	EA-79	EA-2	EA-16	EA-50	E1-55	EA-72	EA-74	EA-81	EA-83	EA-86	EA-95	EA-98	EA-99
Σ Ganhos (wt%)	3.32	4.66	1.47	31.99	346.39	51.18	9.38	3.59	19.15	236.18	10.44	47.09	55.78	81.62	126.74	85.08	158.62
Σ Perdas (wt%)	12.95	6.04	17.04	1.62	1.58	1.91	1.57	2.22	1.51	1.39	2.83	2.08	8.04	6.95	1.60	1.57	0.61
Balanço líquido	-9.63	-1.37	-15.57	30.37	344.80	49.27	7.81	1.37	17.64	234.79	7.61	45.01	47.74	74.68	125.14	83.51	158.01
V1 $\Rightarrow$ V1-MA $\Rightarrow$ V1-FAM considerando alumina imóvel																	
EA-19	E1-36	EA-44	E1-45	EA-53	EA-79	EA-2	EA-16	EA-50	E1-55	EA-72	EA-74	EA-81	EA-83	EA-86	EA-95	EA-98	EA-99
Σ Ganhos (wt%)	4.29	19.29	11.35	12.52	18.74	16.56	15.26	4.20	3.93	125.79	8.81	13.17	21.95	84.84	44.85	16.19	64.81
Σ Perdas (wt%)	9.02	2.67	4.70	8.05	4.32	5.28	0.55	2.00	7.58	1.64	2.94	4.71	12.07	6.60	1.84	5.70	1.10
Balanço líquido	-4.73	16.61	6.65	4.47	14.42	11.28	14.71	2.19	-3.66	124.16	5.87	8.46	9.88	78.24	43.01	10.48	63.71

Tabela 5.4. Balanços de massa para as transformações $V2 \Rightarrow V2\text{-MA} \Rightarrow V2\text{-FAM}$ considerando zircônio e alumina imóvel.

V2 $\Rightarrow$ V2-MA $\Rightarrow$ V2-FAM considerando zircônio imóvel								
V2 $\Rightarrow$ V2-MA					V2 $\Rightarrow$ V2-FAM			
	EA-26	EA-35	EA-38	E1-71	EA-75	EA-85	EA-94	E1-97
Σ Ganhos (wt%)	20.39	36.54	90.16	35.37	129.37	149.13	153.90	814.00
Σ Perdas (wt%)	5.21	0.13	0.02	0.24	1.20	0.95	1.21	0.03
Balanço líquido	15.18	36.41	90.13	35.13	128.17	148.18	152.69	813.97
V2 $\Rightarrow$ V2-MA $\Rightarrow$ V2-FAM considerando alumina imóvel								
	EA-26	EA-35	EA-38	E1-71	EA-75	EA-85	EA-94	E1-97
Σ Ganhos (wt%)	12.71	4.99	28.60	20.24	62.63	53.00	53.61	348.22
Σ Perdas (wt%)	17.33	6.62	5.32	10.63	0.09	2.36	1.23	0.88
Balanço líquido	-4.62	-1.63	23.28	9.60	62.54	50.65	52.37	347.33

Uma vez que os balanços de massa tendo como base a utilização do zircônio como imóvel apresentam irregularidades, o uso de $f\text{Al}_2\text{O}_3$ se torna mais correto. Deste modo, para uma apreciação global é aqui apresentado a média do balanço de massa por subconjunto (**Tabela 5.5**); os balanços de massa por amostra se encontram nas **Tabelas 118 e 119, Anexo B.II**. Usando a alumina como imóvel resultaram os seguintes balanços líquidos positivos de massa:

- $\approx 8 \text{ g} / 100 \text{ g}$ de protólito para V1 $\Rightarrow$ V1-MA;
- $\approx 7 \text{ g} / 100 \text{ g}$ de protólito para V2 $\Rightarrow$ V2-MA;
- $\approx 33 \text{ g} / 100 \text{ g}$ de protólito para V1 $\Rightarrow$ V1-FAM; e
- $\approx 56 \text{ g} / 100 \text{ g}$ de protólito para V2 $\Rightarrow$ V2-FAM, excluindo a amostra EA-97.

Os acréscimos de massa conduzem a enriquecimentos em vários elementos, nomeadamente no subconjunto FAM, com destaque para:

- a sílica (até $\approx 37 \text{ g} / 10^2 \text{ g}$ de protólito);
- o enxofre (até $\approx 3 \text{ g} / 10^2 \text{ g}$ de protólito);
- o ouro (até $\approx 6 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito);
- o arsênio (até $\approx 1538 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito);
- o cobre (até $\approx 33 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito);
- o níquel (até $\approx 60 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito);
- o chumbo (até $\approx 91 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito); e
- o antimônio (até $\approx 1982 \text{ g} / 10^6 \text{ g}$ de protólito).

Os diagramas **A** e **B** da **Figura 5.7** ilustram os resultados analíticos obtidos. Os ganhos e perdas assim estimados para cada elemento químico são compatíveis com as interpretações anteriormente apresentadas quanto à influência dos processos secundários de alteração e mineralização sobre a lixiviação e/ou enriquecimento relativo manifestado por diversos constituintes.

Tabela 5.5. Média do balanço de massa para as vulcanoclásticas considerando Al_2O_3 imóvel; o subconjunto V2-FAM não inclui a amostra EA-97.

Média do balanço de massas					
	V1 => V1-MA	V2 => V2-MA	V1 => V1-FAM	V2 => V2-FAM	V2 => V2-FAM
Σ Ganhos (wt%)	13.79	16.63	36.77	129.36	56.41
Σ Perdas (wt%)	5.67	9.98	4.37	1.14	1.23
Balanço líquido	8.12	6.66	32.40	128.22	55.19
Média do balanço de massas					
	V1 => V1-MA	V2 => V2-MA	V1 => V1-FAM	V2 => V2-FAM	V2 => V2-FAM
wt%					
SiO_2	6.46	-8.72	24.36	94.21	36.53
$\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{T}}$	0.01	2.52	3.38	4.13	1.84
MgO	0.52	1.17	0.06	1.45	0.05
CaO	0.12	2.10	0.04	4.41	1.47
Na_2O	-0.51	-0.44	2.59	2.93	3.11
K_2O	0.57	0.20	-1.25	-1.13	-1.27
TiO_2	-0.11	0.17	-0.03	0.01	0.01
S	0.02	0.01	3.23	2.04	1.59
CO_2	0.18	4.86	0.19	8.34	4.99
ppm					
Au	-0.01	0.01	6.27	0.87	1.02
Ag	-0.19	0.06	0.63	2.66	2.97
As	67.63	44.96	1538.21	641.81	413.92
Ba	84.89	-151.05	-521.71	-642.22	-686.09
Bi	-0.10	0.14	0.12	0.11	
Cd	-0.01	-0.02	0.34	0.41	
Co	12.82	-0.22	38.76	164.75	77.80
Cu	1.99	9.98	10.09	37.47	32.71
Ni	30.70	22.09	50.76	66.38	9.04
Pb	12.35	-2.57	91.12	101.88	36.64
Rb	16.29	5.65	-33.72	-29.78	-33.47
Sb	-1.04	0.39	981.87	1525.67	1982.01
Sc	0.75	3.55	-0.82	1.91	-1.13
Se	0.00	0.00	1.36	0.45	0.59
Sn	-0.67	-5.77	-0.91	-5.64	-5.52
Sr	-112.03	-113.25	-29.52	278.58	-49.54
Y	0.75	0.11	0.00	0.68	-2.62
Zn	49.51	10.01	23.33	-8.73	-39.04
Zr	-15.86	-42.82	-25.48	-67.45	-60.50
La	-3.53	-11.32	-2.75	-12.50	-12.78
Ce	-5.80	-24.06	-4.07	-26.79	-25.86
Pr	-0.68	-2.00	-0.70	-2.53	-2.43
Nd	-3.47	-4.95	-4.08	-10.44	-8.54
Sm	-0.55	-0.58	-0.60	-0.92	-0.82
Eu	-0.26	-0.07	-0.18	-0.29	-0.37
Gd	-0.18	-0.50	0.05	-0.13	-0.80
Tb	0.00	-0.03	-0.01	-0.02	-0.12
Dy	0.04	0.14	-0.03	0.16	-0.12
Ho	0.05	0.09	0.02	0.11	-0.03
Er	0.06	0.28	0.06	0.31	-0.07
Tm	0.03	0.00	0.01	-0.03	-0.08
Yb	0.14	0.06	0.06	0.02	-0.20
Lu	0.02	0.01	-0.01	-0.04	-0.08

Figura 5.7. Diagramas de balanço de massa para os elementos considerando Al₂O₃ imóvel. (A) Elementos maiores (B) elementos menores e traço.

5.7 Discussão

Classificação composicional e afinidades magmáticas

As considerações aqui apresentadas somente dizem respeito aos protólitos V1 e V2, uma vez que os restantes subconjuntos apresentam características de atuação de processos secundários de alteração e mineralização.

Os protólitos V1 e V2 são de natureza félsica com conteúdos em SiO_2 entre 63.94 wt% e 70.60 wt% e acentuadamente sódicos com $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ a maioria das vezes superior a 2, com exceção de duas amostras com valores abaixo mas muito próximos de 1.71 e 1.93 (EA-20 e 22). Uma vez que apresentam discreta alteração hidrotermal, o diagrama classificatório do tipo TAS de LeBas *et al.* (1986), pode aqui ser apropriadamente empregue (**Figura 5.8**). Os resultados analíticos foram projetados no campo composicional dos dacitos. No entanto, a análise deste diagrama deve ser feita com cuidado pois foram usados elementos com comportamento geoquímico tendencialmente móvel. Deste modo, afigura-se pertinente a utilização de diagramas classificatórios que usam elementos imóveis, tendo sido neste caso usado o diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO₂ de Winchester & Floyd (1977). A composição dacítica é igualmente destacada (**Figura 5.9**) e encontram-se também projetados dados analíticos das rochas metavulcânicas félsicas do Supergrupo Rio das Velhas de Baltazar & Zucchetti (2000), aqui usados como referência e cuja classificação é também dacítica.

Figura 5.8. Diagrama SiO_2 vs. $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ de classificação de rochas vulcânicas de Irvine & Baragar (1971) e LeBas *et al.* (1986) para as vulcanoclásticas V1 e V2.

Figura 5.9. Diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO₂ de classificação de rochas vulcânicas de Winchester & Floyd (1977) para as vulcanoclásticas V1 e V2 e metavulcânicas félsicas do Rio das Velhas de Baltazar & Zucchetti (2000).

A assinatura geoquímica com forte fracionamento em ETR, materializada pelas altas razões (La/Lu)_{Cn} no intervalo [12.6 - 39.5] e, fraca ou ausência de anomalia do Eu no intervalo [0.8 - 1.2] é semelhante à assinatura geoquímica das metavulcânicas félsicas estudadas por Zucchetti & Baltazar (2000), que por sua vez apresentam características do magmatismo do tipo TTG. Dada a semelhança com o magmatismo TTG, Zucchetti & Baltazar (2000) interpretam que as manifestações vulcânicas félsicas do cinturão seriam co-genéticas e co-magmáticas com os domos intrusivos TTG que cortam o GBRV. À semelhança do que acontece em rochas ígneas e grauvas de outras sequências do tipo *greenstone belts* Arqueanas (Taylor & McLennan, 1985), forte depleção em ETRP associados à modesta concavidade para cima (**Figura 5.2**), é indicativa de fontes ígneas tendo a granada como fase residual e sugestivo de área-fonte félsica. Estas características também se verificam nas metavulcânicas de Baltazar e grauvas e clastos dacíticos da associação vulcanoclástica estudados por Noce *et al.*, 2005.

As razões Zr/Y desenvolvidas por MacLean & Barrett (1993) e Barrett & MacLean (1994) permitem caracterizar afinidades magmáticas. De acordo com estes autores razões Zr/Y ≤ 4.5 representam magmas com afinidade toleítica e magmas de afinidade calci-alcálica e transicional apresentam razões Zr/Y ≥ 7 e 4.5 ≥ Zr/Y ≤ 7, respectivamente. A projeção dos dados analíticos nos diagramas Al₂O₃/TiO₂ vs. Zr/Y (**Figura 5.10A**) e Sc/V vs. Zr/Y (**Figura 5.10B**) revelam afinidade calci-alcálica para os protólitos V1 e V2.

Figura 5.10. Diagramas de diferenciação de afinidades magmáticas (A) Al₂O₃/TiO₂ vs. Zr/Y e (B) Sc/V vs. (Zr/Y). Os limites que definem os campos de afinidade calci-alcálica, transicional e toleítica estão de acordo com Barrett & MacLean (1994).

Capítulo 6

Geología Isotópica

6.1 Isótopos radiogênicos

6.1.1 Pb-Pb

O sistema isotópico Pb-Pb resulta do decaimento radioativo do U e Th, dando origem a Pb radiogênico (Faure, 1986). Este método é amplamente usado no estudo de mineralizações para obtenção da idade de mineralizações e na caracterização da fonte dos fluidos hidrotermais. As idades Pb-Pb podem ser isocrônicas ou idades-modelo baseadas em curvas de evolução isotópica de Pb. Idade Modelo representa o tempo no qual a fase mineral possui a mesma composição isotópica do reservatório do qual o Pb foi extraído. Neste trabalho será usado o modelo de duplo estágio de Stacey & Kramers (1975) que considera a evolução isotópica do Pb em dois estágios. O primeiro estágio inicia-se para $t = 4.57$ Ga, com razões isotópicas primordiais obtidas através do meteorito de Canyon Diablo e $\mu = 7.2$ e, o segundo estágio para um tempo $t = 3.7$ Ga com $\mu = 9.7$, época em que a Terra sofreu importante processo de diferenciação geoquímica. Os isótopos de Pb, quando utilizados para a caracterização da fonte de fluidos hidrotermais ou de magmas, são comparados em diagrama Pb-Pb com curvas de evolução isotópica de Pb através do tempo geológico estabelecidas para determinados reservatórios geoquímicos da Terra. Como tal, são utilizadas as curvas de evolução isotópica de Pb estabelecidas pelo modelo de Plumbotectônica de Zartman & Doe (1981), que consiste em um modelo matemático com curvas de evolução isotópica de Pb para quatro possíveis reservatórios-fonte: manto, crosta continental superior, crosta continental inferior e ambiente orogênico, sendo este último caracterizado pela mistura das demais fontes. O modelo é aqui usado para demonstrar como evoluiu a composição isotópica de Pb e quais os reservatórios fonte dos fluidos hidrotermais.

Para a obtenção de idades isocrônicas Pb-Pb pode ser utilizada a técnica de lixiviação por etapas de Frei & Kamber (1995), que consiste no ataque por etapas com ácidos de diferentes normalidades que permite a liberação do Pb localizado na estrutura do mineral (neste caso pirita e bertierita). O Pb inicial aprisionado é comum e com o decaimento do U vai-se aprisionando Pb radiogênico, este último localizado nas zonas estruturais danificadas. No final do ataque ácido obtém-se a composição de Pb mais primário que estaria nas zonas estruturais menos afetadas. Segundo Frei & Kamber (1995), a distribuição linear dos pontos no diagrama $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ mostra que a composição isotópica inicial era homogênea e que o mesmo não foi afetado por distúrbios que levassem à abertura do sistema isotópico U-Th-Pb. O não alinhamento dos pontos no diagrama $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ não invalida a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. O não alinhamento dos pontos em ambos os diagramas revela abertura do sistema.

As vulcanoclásticas hospedeiras da mineralização EA apresentam composições isotópicas de Pb com razões de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ que variam de 13.758 a 26.328, 14.677 a 16.653 e 33.433 a 45.684, respectivamente. As vulcanoclásticas fortemente

mineralizadas e alteradas hidrotermalmente (subconjunto FAM) apresentam as composições menos radiogênicas: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 13.758 e 16.038, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 14.677 e 15.076 e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 33.433 e 35.849 (**Tabela 6.1**). As rochas menos alteradas (subconjunto V1 e V2) são mais radiogênicas e apresentam maior amplitude de variação. Isto sugere que pode ter ocorrido homogeneização isotópica parcial entre os fluidos hidrotermais e as rochas encaixantes, tornando as composições isotópicas de Pb das rochas fortemente alteradas mais próximas das composições isotópicas obtidas para os sulfetos.

Os pontos analíticos relativos ao conjunto de amostras V1 & V2 e MA projetados no diagrama $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, mostram um arranjo linear situado próximo a retas com inclinação relativa de idade 2100 ± 390 Ma e 2357 ± 160 , respectivamente. Os pontos analíticos Pb-Pb relativos ao conjunto de amostras FAM, com forte alteração hidrotermal, definem uma reta com inclinação relativa a idade de 2645 ± 250 Ma (**Figura 6.1**), muito próxima do evento mineralizador em torno de 2.6 Ga, pelo que nestas rochas a interação fluido-rocha deve ter sido suficiente para provocar homogeneização isotópica entre o fluido mineralizador e a rocha hospedeira.

O filito carbonoso apresenta a composição isotópica de Pb mais radiogênica que todas as rochas analisadas, com valores das razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ variando de 25.248 a 26.162, 16.553 a 16.936 e 46.376 a 48.187, respectivamente (**Tabela 6.1**). Estes valores são normais e compatíveis com os valores U/Pb das rochas sedimentares que possuem, em regra, razões U/Pb mais elevadas do que as rochas de origem vulcânica (Faure, 1986).

Figura 6.1. Diagrama isocrônico $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para as rochas fortemente alteradas e mineralizadas (conjunto FAM).

As razões isotópicas de Pb determinadas para os sulfetos constam na **Tabela 6.2**. Foram analisadas 16 amostras de concentrados de sulfetos, 5 de bertieritas e 11 de piritas, representativas das diferentes gerações identificadas petrograficamente.

Tabela 6.1. Resultados isotópicos de Pb para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.

Amostra	Mineral	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ
EA-10B	V1	17.244	0.003	15.223	0.003	36.384	0.003
EA-11	V1	16.774	0.003	15.200	0.003	36.166	0.003
EA-12	V1	22.286	0.004	15.869	0.005	42.702	0.005
EA-17	V1	21.746	0.004	15.762	0.004	39.248	0.004
EA-20	V1	17.671	0.005	15.361	0.005	36.880	0.005
EA-23	V1	16.279	0.004	15.109	0.004	35.599	0.004
EA-33	V1	19.481	0.004	15.706	0.004	38.806	0.004
EA-34	V1	18.811	0.004	15.554	0.003	38.463	0.004
EA-76	V2	15.851	0.013	15.068	0.013	35.532	0.013
EA-19	V1-MA	20.758	0.004	15.671	0.005	40.205	0.005
EA-45	V1-MA	21.234	0.037	15.784	0.04	41.757	0.047
EA-36	V1-MA	15.072	0.003	14.966	0.003	34.859	0.003
EA-53	V1-MA	15.741	0.006	14.949	0.006	34.826	0.006
EA-44	V1-MA	26.328	0.084	16.653	0.083	45.684	0.087
EA-79	V1-MA	18.936	0.024	15.411	0.024	38.050	0.026
EA-35	V2-MA	17.594	0.003	15.270	0.003	37.408	0.003
EA-38	V2-MA	15.751	0.004	15.072	0.005	35.302	0.006
EA-71	V2-MA	16.309	0.002	15.154	0.002	35.315	0.002
EA-26	V2-MA	23.492	0.036	16.217	0.036	41.117	0.036
EA-2	V1-FAM	15.031	0.003	14.951	0.003	34.396	0.001
EA-16	V1-FAM	15.517	0.003	14.969	0.003	35.390	0.004
EA-55	V1-FAM	15.263	0.003	15.002	0.003	34.559	0.004
EA-72	V1-FAM	14.017	0.002	14.749	0.002	33.665	0.002
EA-74	V1-FAM	13.772	0.003	14.677	0.003	33.433	0.004
EA-83	V1-FAM	13.836	0.003	14.706	0.003	33.470	0.003
EA-86	V1-FAM	13.758	0.003	14.695	0.004	33.443	0.004
EA-95	V1-FAM	16.038	0.003	15.076	0.002	35.849	0.002
EA-75	V2-FAM	14.830	0.003	14.909	0.003	34.180	0.004
EA-85	V2-FAM	14.803	0.004	14.909	0.005	34.326	0.005
EA-27	Fc	26.162	0.029	16.936	0.030	48.187	0.034
EA-77	Fc	25.248	0.036	16.553	0.038	46.376	0.037

As razões isotópicas de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ variam de 13.689 a 21.017, 14.674 a 16.266 e 33.303 a 37.596, respectivamente. As razões mais radiogênicas foram determinadas para a pirita 0, encaixada nos filitos carbonosos, com 21.017, 16.266 e 37.596, pela mesma ordem. As restantes gerações de sulfetos demonstram razões isotópicas de Pb similares com valores medianos de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ de 13.767, 14.754 e 33.547 (geração I) e 13.744, 14.680 e 33.404 (geração II), pela mesma ordem. Foram analisadas duas amostras pelo método de lixiviação (EA-86 Py e EA-86 Brt). O ataque sucessivo com ácidos mais fortes provocou, como seria esperado, um aumento das razões isotópicas de Pb a cada etapa, com recuperação final do Pb menos radiogênico ou mais primitivo. Note-se porém, que para a EA-86 Py, o lixiviado L1 apresentou composição um pouco

mais radiogênica que o total da amostra, pelo que alguma quantidade de Pb radiogênico deve ter sido removida no L1, uma vez que HBr + HCl é mais eficaz que o uso de apenas HBr ou HCl.

Tabela 6.2. Resultados isotópicos de Pb para as diferentes gerações de pirita e bertierita.

Amostra	Mineral	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	μ
EA-27	Py 0	21.017	0.004	16.266	0.005	37.596	0.005	12.0
EA-24	Py I	15.286	0.011	15.062	0.015	35.052	0.019	8.6
EA-49	Py I	14.230	0.070	14.863	0.074	33.911	0.074	9.1
EA-58	Py I	14.055	0.007	14.829	0.007	33.789	0.008	9.4
EA-73	Py I	13.758	0.003	14.698	0.004	33.399	0.005	9.1
EA-82	Py I	14.589	0.004	14.880	0.005	34.157	0.005	8.3
EA-83	Py I	13.692	0.003	14.674	0.004	33.303	0.005	9.2
EA-86 T	Py I	13.695	0.009	14.674	0.009	33.311	0.009	9.1
EA-86 L1	Py I	13.798	0.007	14.798	0.011	33.692	0.014	10.3
EA-86 L2	Py I	13.739	0.003	14.709	0.003	33.422	0.003	9.4
EA-86 L3	Py I	13.739	0.004	14.713	0.006	33.432	0.008	9.4
EA-86 L4	Py I	13.753	0.004	14.743	0.006	33.519	0.007	9.8
EA-86 L5	Py I	13.702	0.006	14.716	0.007	33.435	0.010	9.7
EA-88	Py I	14.155	0.006	14.752	0.006	33.565	0.007	8.2
EA-89	Py I	14.055	0.024	14.832	0.034	33.804	0.044	9.4
EA-72	Py II	13.689	0.003	14.677	0.003	33.374	0.003	9.2
EA-73	Brt I	14.687	0.003	14.895	0.003	33.994	0.004	8.3
EA-85	Brt I	14.270	0.028	14.834	0.029	33.858	0.029	8.7
EA-86 T	Brt I	13.776	0.079	14.757	0.078	33.538	0.078	9.9
EA-86 L1	Brt I	13.734	0.004	14.714	0.005	33.433	0.006	9.5
EA-86 L2	Brt I	13.758	0.006	14.755	0.009	33.556	0.012	9.9
EA-86 L3	Brt I	13.725	0.003	14.706	0.004	33.408	0.004	9.4
EA-72	Brt II	13.910	0.005	14.716	0.006	33.520	0.007	8.7
EA-74	Brt II	13.744	0.061	14.68	0.061	33.404	0.066	9.0

A projeção dos pontos analíticos relativos às amostras de pirita e bertierita no diagrama isocrônico $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, produz uma reta com inclinação relativa à idade de 2936 ± 84 Ma e 2902 ± 630 , respectivamente (**Figura 6.2A e B**). Considerando em conjunto as amostras de pirita e bertierita, obtém-se uma reta de idade 2938 ± 73 Ma (**Figura 6.2C**). O elevado valor de MSWD deve-se aos baixos desvios analíticos e à não colinearidade dos pontos. A idade aproximada de 2.9 Ga pode ser interpretada como a idade da rocha fonte do Pb que foi incorporado nos sulfetos, sendo que as rochas encaixantes não devem ser a única e principal fonte de Pb. A análise de zircões herdados das rochas vulcanoclásticas do Rio das Velhas realizada por Noce *et al.* (2005) mostrou idades entre 2.87 e 3.44 Ga. Outros trabalhos também sugerem a existência de crosta sílica antiga na região do QF como a presença de zircões herdados e os valores de ϵ_{Nd} nos gnaisses TTG. Deste modo, a idade de 2938 ± 73 Ma pode ter significado geológico estando correlacionada ao evento metamórfico-magmático Belo Horizonte de 2.9-2.8 Ga, definido por Schrank & Machado (1996b). A projeção dos dados analíticos obtidos pela técnica de lixiviação por etapas não produziu um arranjo linear sugerindo abertura do sistema isotópico U-Th-Pb produzida por evento geológico posterior.

Nos diagramas Pb-Pb das **Figuras 6.2A e 6.2B**, as retas definidas pelos pontos analíticos interceptam a curva de evolução isotópica de Pb do modelo Stacey & Kramers (1995; SK) em 2686 Ma (pirita) e 2698 Ma (bertierita). Estas são concordantes com a idade U-Pb em monazita de 2672 ± 14 Ma de Lobato *et al.* (2007), obtida na mineralização da mina Cuiabá e Morro Velho. Juntando os pontos analíticos da pirita com os da bertierita, obtém-se uma recta que intercepta a curva SK em 2692 Ma (**Figura 6.2C**). As idades modelo SK calculadas para a pirita e bertierita são muito próximas, pelo que este comportamento sugere que estes sulfetos incorporaram, em épocas próximas, Pb proveniente das mesmas fontes. Os interceptos nas idades de 628 Ma e 519 Ma para pirita e bertierita respectivamente, sugerem a actuação de um evento geológico superimposto que afetou a mineralização durante o Neoproterozóico (**Figura 6.2**). O fato da pirita 0 (do filito carbonoso) se encontrar próxima desse intercepto superior, reforça a hipótese de reabertura do sistema por um evento no ciclo Brasileiro.

Figura 6.2. Diagrama isocrônico $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para a (A) pirita, (B) bertierita e (C) pirita + bertierita. A curva a azul corresponde ao modelo de evolução do Pb de Stacey & Kramers (1975).

Os dados isotópicos de Pb foram lançados no diagrama uranogênico $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, com as curvas de evolução isotópica de Pb estabelecidas pelo modelo da Plumbotectônica de Zartman & Zoe (1981) como referência. Foram obtidos *trends* oblíquos, situados em campos distintos, sugerindo fontes heterogêneas de Pb, com características geoquímicas de crosta continental superior e inferior e, também, do manto. Este comportamento é típico de fluidos derivados de sequências vulcanossedimentares (**Figura 6.3A e B**). Os valores de μ calculados situam-se entre 8.2 e 12 (**Tabela 6.2**) indicando o predomínio de rochas da crosta continental superior como fonte dos fluidos mineralizadores. Cabe ressaltar que o ponto relativo à pirita 0, de composição significativamente mais radiogênica do que os demais sulfetos, situa-se acima da curva da crosta continental superior e em posição compatível com idades mais jovens. Esta pirita seria arqueana e durante a orogenia Brasiliana terá tido o seu sistema aberto incorporando Pb derivado dos filitos carbonosos e tornando-se claramente mais radiogênica.

Figura 6.3. Diagrama da Plumbotectônica de Zartman & Zoe (1981), para os sulfetos de EA, com as curvas de evolução isotópica do Pb representadas por círculos (crosta continental superior), triângulos (manto), quadrados (orógeno) e traços (crosta continental inferior). O diagrama (**B**) corresponde à ampliação do diagrama A.

No mesmo diagrama foram também projetadas as composições isotópicas de Pb de gnáisses, granulitos, granitóides e feldspatos (Complexo Campo Belo), obtido por Teixeira *et al.* (1996), assim como feldspatos (Complexo Belo Horizonte, Granito Morro da Pedra) obtidos por Noce (1995; **Figuras 6.4A e B**). A composição isotópica de Pb dos feldspatos, uma vez que este mineral possui baixa relação U/Pb, é muito próxima da composição isotópica inicial de Pb dos granitóides. Sendo que estes se situam na mesma linha de evolução isotópica dos sulfetos, reforça a possibilidade das idades próximas a 2.94 Ga (dos sulfetos) representarem a idade das rochas fontes de Pb (neste caso dos granitóides) incorporado na estrutura cristalina dos sulfetos. Estes resultados estão em concordância com a idade de cristalização dos granitóides de 2904 ± 56 Ma (pelo método Rb-Sr). Por sua vez, a idade Pb-Pb de 2650 ± 59 Ma

interpretada por Teixeira *et al.* (1996) como distúrbio do sistema muito tempo após a cristalização destas rochas, poderá estar relacionada com os processos de circulação hidrotermal que afetou esta parte do Craton de São Francisco no final do Arqueano.

Figura 6.4. Diagrama da Plumbotectônica de Zartman & Zoe (1981), para os suítes de EA, com as curvas de evolução isotópica do Pb representadas por círculos (crosta continental superior), triângulos (manto), quadrados (orógeno) e traços (crosta continental inferior). O diagrama (B) corresponde à ampliação do diagrama A.

6.1.2 Rb-Sr

O sistema isotópico Rb-Sr baseia-se na determinação do ^{87}Rb em ^{87}Sr , sendo o ^{86}Sr usado para a normalização das razões isotópicas (Faure, 1986). Em depósitos hidrotermais, os fluidos responsáveis pela mineralização ao interagirem com as rochas encaixantes, podem gerar redistribuição e reequilíbrio isotópico do sistema Rb-Sr. Esta homogeneização do sistema em relação aos minerais da rocha alterada, torna possível a determinação da idade do evento mineralizador. Assim, a razão isotópica inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ corresponderá à composição isotópica de Sr do fluido (após o episódio de interação fluido-rocha), no instante de formação da mineralização (e.g. Ruiz *et al.*, 1984; Nakai *et al.*, 1993). Se não ocorrer homogeneização isotópica ou ocorrerem eventos termais pós-mineralização capazes de produzir distúrbios no sistema Rb-Sr, as idades obtidas em diagramas isocrônicos podem não apresentar significado geológico. Por outro lado, a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtida em minerais de ganga ou de minério com baixa razão Rb-Sr, indica valores próximos da composição isotópica inicial destes minerais, que reflete a composição isotópica do fluido mineralizador no instante da precipitação dos metais. Podem então ser utilizados como traçadores para inferir sobre a fonte do fluido gerador da mineralização e da sua interação com as rochas percoladas durante a sua migração.

As amostras menos alteradas (subconjunto V1 e V2), moderadamente alteradas e mineralizadas (subconjunto MA) e fortemente alteradas mineralizadas (subconjunto FAM) apresentam, respectivamente, concentrações de Rb variando entre 24 e 56 ppm (média de 42.4 ppm), 24 e 92 ppm (média de 51.9 ppm) e entre 1 e 4.1 ppm (média de 2.4 ppm) com duas amostras com valores próximos a 25 ppm. Em relação às concentrações em Sr os valores variaram entre 329 e 740 ppm para o subconjunto V1 e V2 com média de 511.6 ppm, entre 181 e 696 ppm, com média de 418.8 ppm para o subconjunto MA e, entre 141 e 433 ppm para o subconjunto FAM com média de 312.6 ppm (**Tabela 6.3**). A forte depleção dos valores de Rb observada para o subconjunto FAM, representativo das amostras fortemente alteradas e, portanto, com a composição química mais próxima da mineralização, foi mais acentuada do que a perda de Sr sofrida por estas rochas durante o mesmo processo. Este comportamento está relacionado com a intensidade dos processos de alteração hidrotermal, sericitização e carbonatação, associados à mineralização. Como já foi discutido no **capítulo V**, existe predomínio da carbonatação em relação à sericitização nos domínios mineralizados. Uma vez que o Rb apresenta comportamento geoquímico similar ao K e o Sr ao Ca, as amostras do conjunto FAM vão apresentar menor quantidade de Rb, conseqüentemente menor relação Rb-Sr e valores mais baixos da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Exceção é feita para as amostras EA-2 e EA-16, que contêm maior incidência dos processos de sericitização.

As rochas do conjunto V1 e V2 apresentam razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ atuais variando de 0.7079 a 0.7165 (com média de 0.7114). O subconjunto MA possui razões mais radiogênicas, com valores entre 0.7093 e 0.7431 (com média de 0.7174), devido ao fato da alteração predominante ser sericitica. As rochas do subconjunto FAM são menos radiogênicas em termos

de composição isotópica de Sr, indicando valores entre 0.7047 e 0.7123 (com média de 0.7069), diferenciando-se assim das outras amostras (**Tabela 6.3**). O filito carbonoso apresenta as razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ mais radiogênicas com um valor máximo de 0.7662, o que é normal para rochas sedimentares, visto que tais rochas possuem razões Rb-Sr mais elevadas (e.g. Faure, 1986).

Os pontos analíticos relativos aos subconjuntos de rochas vulcanoclásticas, afetadas por diferentes graus de alteração hidrotermal, quando lançados em diagrama $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ vs. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ não se distribuem de forma linear, sugerindo que durante o evento de mineralização não ocorreu a homogeneização dos isótopos de Sr. As retas definidas indicam as mais diversas idades, sempre com elevados erros, como por exemplo as idades aparentes de 2130 ± 360 Ma, 1819 ± 300 Ma e 2013 ± 940 Ma, obtidas para os subconjuntos V1 e V2, MA e FAM, respectivamente, que não possuem maiores significados geológicos. Os pontos analíticos relativos às amostras FAM (com forte alteração) apresentam forte dispersão comparativamente às amostras do subconjunto V1 & V2 e MA, sugerindo reabertura do sistema isotópico pela atuação de um ou mais eventos mineralizadores e/ou um evento termal posterior à mineralização principal, que teria produzido a remobilização de Rb de forma mais acentuada do que no Sr (**Figura 6.5**). Tais eventos mais jovens, poderiam estar associados ao Paleo e/ou Mesoproterozóico como também, ao ciclo orogênico Brasileiro, que foi registrado na área do depósito EA pela datação Ar-Ar em sericita hidrotermal (ver item 6.1.4).

Os sulfetos apresentam baixa razão Rb/Sr, deste modo a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ medida pode ser considerada como próxima das respectivas razões iniciais. As piratas I e II apresentam valores entre 0.70560 e 0.70995, com valor médio de 0.7071. A pirita 0 (encaixada no filito carbonoso) possui valor extremamente radiogênico de 0.7403, indicando incorporação de Sr na sua estrutura, derivado das rochas sedimentares hospedeiras durante fase de remobilização tardia, possivelmente durante a orogênese brasileira que atuou na área. As gerações de bertierita (I e II) apresentam valores entre 0.7055 e 0.7101, com valor médio de 0.7070 (**Tabela 6.4**). As composições isotópicas de Sr dos sulfetos são similares às composições das rochas vulcanoclásticas fortemente alteradas hidrotermalmente (FAM). Por conseguinte, indicam que as fontes dos fluidos hidrotermais envolvidos são compostas por rochas da crosta continental superior, possivelmente da sequência metavulcano-sedimentar, devido a heterogeneidade das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais.

Figura 6.5. Diagrama isocrônico $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ vs. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as rochas do subconjunto (A) V1 e V2, (B) MA e (C) FAM.

Para comparar a composição isotópica de Sr da mineralização com as rochas hospedeiras, foram recalculadas as composições isotópicas de Sr destas rochas para a idade da mineralização de 2.68 Ga (idade SK). Obtiveram-se valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as rochas do subconjunto V1 e V2 entre 0.7014 a 0.7024, com média de 0.7019 (**Tabela 6.3**). As vulcanoclásticas com alteração hidrotermal mais acentuada (subconjunto MA e FAM) tiveram muito provavelmente as razões Rb/Sr modificadas por eventos superimpostos de remobilização durante o Neoproterozóico e, portanto não tem sentido calcular essas regressões para épocas anteriores. Mesmo as rochas pouco alteradas, como as amostras EA-17 e EA-20, com valores muito baixos de 0.69941 e 0.69934 (**Tabela 6.3**), respetivamente, devem também ter sofrido modificação das razões Rb/Sr de maneira mais significativa no final do Pré-cambriano. Os valores das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais da ordem de 0.7014 a 0.7024 são normais para rochas vulcânicas do Arqueano tardio associadas à sequências do tipo *greenstone belt*. Podemos considerar os valores da composição isotópica de Sr dos sulfetos da mineralização de EA como indicativos de uma fonte original de natureza vulcânica com incorporação de Sr também das rochas sedimentares integrantes da unidade vulcano-sedimentar do Supergrupo Rio das Velhas.

Tabela 6.3. Composição isotópica de Sr para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.

Amostra	Rocha	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2 σ^*	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i^{**}$
EA-10B	V1	26.8	443.7	0.708211	55	0.174838	0.701429
EA-11	V1	23.8	471.7	0.708088	49	0.146048	0.702423
EA-12	V1	50.1	374.9	0.716481	49	0.387139	0.701464
EA-17	V1	46.3	329	0.715218	50	0.407639	0.699406
EA-20	V1	55.7	389	0.715429	55	0.414768	0.699340
EA-23	V1	36.8	671.5	0.707855	50	0.158627	0.701702
EA-33	V1	51.4	529.7	0.712804	45	0.281009	0.701904
EA-34	V1	50.7	739.7	0.709507	52	0.198426	0.701811
EA-76	V2	40	655.1	0.709082	50	0.176759	0.702225
EA-45	V1-MA	51	414.8	0.714312	63	0.356110	-
EA-19	V1-MA	69	344.4	0.719596	69	0.580583	-
EA-44	V1-MA	91.8	181.4	0.743106	53	1.469901	-
EA-36	V1-MA	57.4	537.7	0.710111	51	0.309061	-
EA-53	V1-MA	1.2	300.9	0.707165	56	0.011543	-
EA-79	V1-MA	66.9	292.1	0.726745	49	0.664169	-
EA-35	V2-MA	42	695.7	0.708312	45	0.174752	-
EA-26	V2-MA	71.3	308	0.723690	50	0.671108	-
EA-38	V2-MA	43.7	555.9	0.709285	61	0.227574	-
EA-71	V2-MA	24.4	556.7	0.711556	36	0.126912	-
EA-2	V1-FAM	25.8	361.6	0.712328	47	0.206613	-
EA-16	V1-FAM	24.4	330.1	0.710117	43	0.214002	-
EA-55	V1-FAM	2.6	208	0.704821	40	0.036171	-
EA-72	V1-FAM	3.6	362.1	0.705070	44	0.028769	-
EA-74	V1-FAM	1.1	359.5	0.704650	44	0.008854	-
EA-83	V1-FAM	2.6	140.8	0.705969	48	0.053440	-
EA-86	V1-FAM	1.6	382.9	0.706301	45	0.012093	-
EA-95	V1-FAM	2.6	371.1	0.705849	51	0.020276	-
EA-81	V1-FAM	1	177.2	0.705676	36	0.016331	-
EA-75	V2-FAM	4.1	432.9	0.707879	43	0.027414	-
EA 77	Fc	59.2	149.5	0.739781	53	1.149797	0.695181
EA-27	Fc	65.5	92.6	0.766229	63	2.0591997	0.686354

*Erro = $n \times 10^{-6}$ ** $t = 2680$ Ma**Tabela 6.4.** Composição isotópica em Sr para os sulfetos.

Amostra	Mineral	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2 σ^*
EA-27	Py 0	0.740326	77
EA-49	Py I	0.707303	41
EA-58	Py I	0.709947	75
EA-73	Py I	0.706339	57
EA-82	Py I	0.708058	65
EA-83	Py I	0.705602	60
EA-86	Py I	0.706393	55
EA-88	Py I	0.705694	66
EA-89	Py I	0.706052	65
EA-72	Py II	0.708050	51
EA-73	Br I	0.707769	48
EA-85	Br I	0.710147	56
EA-86	Br I	0.705744	52
EA-72	Br II	0.705643	44
EA-74	Br II	0.705504	79

*Erro = $n \times 10^{-6}$

6.1.3 Sm-Nd

Os ETR são habitualmente imóveis em ambientes hidrotermais, mas se o grau de alteração for elevado, assim como os processos de interação fluido-rocha, pode ocorrer mobilidade dos mesmos que resulta em variações nas razões Sm/Nd e possibilita o cálculo de isócronas. Exemplo de mobilidade dos ETR por alteração hidrotermal é o depósito de sulfetos maciços de Kidd Creek (e.g., Campbell *et al.*, 1984; Schandl *et al.*, 1991). Outra aplicação do método em mineralizações é a caracterização de reservatórios-fonte dos fluidos hidrotermais através do parâmetro petrogenético ϵ_{Nd} . O objetivo principal da utilização deste método foi caracterizar a assinatura isotópica $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do minério EA e das rochas hospedeiras, para fazer inferências sobre as suas fontes e processos de interação com as rochas encaixantes.

Os resultados isotópicos para as rochas vulcanoclásticas V1/V2, MA e FAM apresentam razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ dentro do intervalo [0.0872 - 0.1231], [0.0172 - 0.1223] e [0.0934 - 0.1376], respectivamente, e valores médios de 0.1043, 0.0910 e 0.1083, pela mesma ordem. As razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ para todos os conjuntos situam-se entre 0.510008 e 0.511338 (**Tabela 6.5**). Os teores de Sm para os subconjuntos V1/V2, MA e FAM encontram-se no intervalo [2.93 - 3.97] ppm, [0.71 - 3.96] ppm, [2.83 - 3.68] ppm e [1.09 - 3.32] ppm, respectivamente. Os teores em Nd encontram-se no intervalo [18.80 - 24] ppm, [11.61 - 26] ppm e [6.70 - 19.60] ppm, pela mesma ordem. O intervalo de variação das razões Sm/Nd para os subconjuntos V1/V2 (0.14 – 0.20), MA (0.03 – 0.20) e FAM (0.15 – 0.23) são similares (**Tabela 6.5**).

As idades modelo Sm-Nd manto empobrecido (T_{DM} ; De Paolo, 1991) calculadas para as vulcanoclásticas são muito variáveis devido à heterogeneidade da própria rocha e ao elevado fracionamento das razões Sm/Nd produzido pelos sucessivos processos de alteração hidrotermal. No entanto, nas amostras alteradas e sem fracionamento, é possível caracterizar uma época próxima de 3.0 Ga como o principal período para a diferenciação do manto superior dos magmas parentais das rochas vulcânicas. Esta idade é compatível com o padrão geocronológico do QF suportado pelas idades U-Pb herdadas em zircão e T_{DM} em anfíbolitos e rochas da suíte TTG.

Os valores de ϵ_{Nd} calculados para a idade da mineralização (2.68 Ga) situam-se no intervalo de -6.4 a +2, -3.7 a +1.5 e -4.84 a +1.66, para as amostras do conjunto V1 e V2, MA e FAM, respectivamente (**Tabela 6.5**). Cabe ressaltar que somente foram utilizados os valores das amostras com razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ entre 0.090 e 0.120, ou seja, amostras que não sofreram fracionamentos significativos da razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$. Os valores apresentados são variáveis entre -6 e +2, indicando a heterogeneidade das rochas analisadas, típico de sequências meta-vulcanossedimentares do Arqueano, que incluem litótipos de origem mantélica, como rochas vulcânicas máficas e componentes crustais associados ao material sedimentar.

O filito carbonoso apresenta teores em Sm (2.05 e 3.28 ppm), Nd (10.63 e 16.18 ppm), razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (0.1167 e 0.1225) e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0.511150 e 0.511266) na mesma ordem de valores que as rochas vulcanoclásticas. Os valores de ϵ_{Nd} calculados para 2.68 Ga para as duas amostras analisadas são de 1.7 e -1.4. As idades modelo T_{DM} de 3.0 Ga indicam a estimativa de residência crustal destas rochas (**Tabela 6.5**).

Tabela 6.5. Composição isotópica de Nd para as rochas vulcanoclásticas e filito carbonoso.

Amostra	Rocha	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$2\sigma^*$	$f_{\text{Sm/Nd}}$	T_{DM} (Ga)	$\epsilon_{\text{Nd}}(2.68)$
EA-10B	V1	3.41	19.70	0.1047	0.510916	6	-0.47	3.0	-2.1
EA-11	V1	3.83	20.40	0.1135	0.510949	10	-0.42	3.2	-4.5
EA-12	V1	3.62	19.70	0.1111	0.510809	10	-0.44	3.4	-6.4
EA-17	V1	3.50	20.80	0.1018	0.510858	8	-0.48	3.0	-2.3
EA-20	V1	2.93	18.80	0.0942	0.510946	8	-0.52	2.7	2.0
EA-23	V1	3.47	20.60	0.1019	0.510997	7	-0.48	2.8	0.4
EA-33	V1	3.97	19.50	0.1231	0.510609	13	-0.37	4.2	-14.4
EA-34	V1	3.46	24.00	0.0872	0.510893	9	-0.56	2.6	3.4
EA-76	V2	3.69	21.97	0.1016	0.510884	14	-0.48	3.0	-1.7
EA-45	V1-MA	3.07	15.16	0.1223	0.511338	11	-0.38	2.9	0.1
EA-53	V1-MA	0.71	25.00	0.0172	0.511166	9	-0.91	1.5	32.7
EA-19	V1-MA	3.88	24.00	0.0978	0.510779	10	-0.50	3.0	-2.5
EA-79	V1-MA	1.84	11.61	0.0958	0.510818	15	-0.51	2.9	-1.0
EA-44	V1-MA	3.96	22.00	0.1088	0.510907	7	-0.45	3.1	-3.7
EA-36	V1-MA	3.51	21.80	0.0974	0.510008	10	-0.51	4.1	-17.3
EA-35	V2-MA	3.11	26.00	0.0723	0.510971	7	-0.63	2.2	10.0
EA-26	V2-MA	3.66	21.00	0.1054	0.511115	7	-0.46	2.7	1.5
EA-38	V2-MA	2.83	23.00	0.0744	0.511134	8	-0.62	2.1	12.5
EA-71	V2-MA	3.68	18.80	0.1184	0.510973	12	-0.40	3.4	-5.7
EA-2	V1-FAM	3.32	18.90	0.1062	0.510937	8	-0.46	3.0	-2.3
EA-16	V1-FAM	2.94	17.00	0.1046	0.510776	10	-0.47	3.2	-4.8
EA-55	V1-FAM	1.56	10.10	0.0934	0.510881	8	-0.53	2.8	1.0
EA-72	V1-FAM	3.05	19.60	0.0941	0.510925	9	-0.52	2.7	1.7
EA-74	V1-FAM	2.38	11.90	0.1209	0.510090	10	-0.39	5.1	-23.8
EA-81	V1-FAM	1.21	7.10	0.1031	0.510918	10	-0.48	3.0	-1.5
EA-83	V1-FAM	1.09	6.70	0.0984	0.510766	12	-0.50	3.0	-2.9
EA-86	V1-FAM	2.23	9.80	0.1376	0.510811	11	-0.30	4.7	-15.4
EA-95	V1-FAM	1.60	10.00	0.0968	0.510765	11	-0.51	3.0	-2.4
EA-75	V2-FAM	2.31	10.90	0.1282	0.510881	10	-0.35	4.0	-10.8
EA-27	FC	2.05	10.63	0.1167	0.511150	13	-0.41	3.0	-1.7
EA-77	FC	3.28	16.18	0.1225	0.511266	10	-0.38	3.0	-1.4

*Erro = $n \times 10^{-6}$

Os sulfetos analisados apresentam conteúdos variados em Sm (0.09 a 1.36 ppm) e Nd (0.10 a 8.18 ppm) com a razão Sm/Nd a variar de 0.10 a 0.59. Tanto as amostras de pirita como de bertierita, indicam valores de ϵ_{Nd} para a idade da mineralização (2.68 Ga) pouco negativos entre -5 e -1 (pirita I e II), -3.76 e -2.9 (bertierita I e II) e -0.3 para a pirita 0, típicos de mineralizações auríferas do Arqueano tardio, mostrando que os fluidos hidrotermais evoluíram a partir de rochas da crosta continental (**Tabela 6.6**). Note-se que os valores obtidos para as amostras EA-49, EA-82 e EA-86 foram excluídos, visto apresentarem valores $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ superiores a 0.13 e, no caso da EA-82, inferiores a 0.09. É importante observar que estes valores de ϵ_{Nd} estão dentro do intervalo dos valores calculados, para a mesma idade, das vulcanoclásticas sem alteração, sugerindo que estas rochas constituíram a principal fonte dos fluidos do sistema hidrotermal responsável pela mineralização EA.

Tabela 6.6. Composição isotópica de Nd para os sulfetos.

Amostra	Mineral	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2 σ^*	$f_{\text{Sm/Nd}}$	$\epsilon_{\text{Nd}}(2.68)$
EA-27	Py 0	0.23	1.10	0.1254	0.511371	19	-0.36	-0.3
EA-49	Py I	1.06	2.86	0.2237	0.510738	15	0.14	-46.3
EA-58	Py I	0.31	1.50	0.1256	0.511186	14	-0.36	-4.0
EA-73	Py I	0.35	1.73	0.1205	0.511036	11	-0.39	-5.2
EA-82	Py I	0.23	2.26	0.0601	0.510961	18	-0.69	14.0
EA-83	Py I	0.48	2.62	0.1098	0.510944	10	-0.44	-3.3
EA-86	Py I	0.06	0.10	0.3543	0.511569	30	0.80	-74.7
EA-88	Py I	1.36	8.18	0.1006	0.510848	11	-0.49	-2.1
EA-89	Py I	1.22	7.49	0.0984	0.510709	13	-0.50	-4.0
EA-72	Py II	0.88	5.86	0.0904	0.510701	12	-0.54	-1.4
EA-85	Brt I	0.34	2.07	0.0985	0.510725	13	-0.50	-3.8
EA-86	Brt I	0.20	1.16	0.1059	0.510884	11	-0.46	-3.2
EA-74	Brt II	0.09	0.48	0.1085	0.510944	12	-0.45	-2.9

*Erro = $n \times 10^{-6}$

Os valores de ϵ_{Nd} e da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as vulcanoclásticas e sulfetos, regredidos para a época da mineralização (2.68 Ga), foram lançados no diagrama ϵ_{Nd} vs. $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$. Os pontos relativos às vulcanoclásticas pouco alteradas (V1 e V2) situam-se nos campos do manto empobrecido e da crosta continental inferior e, os pontos relativos aos sulfetos situam-se próximos ao campo destas rochas, mas já no campo relativo à crosta continental superior, mostrando a incorporação de materiais da crosta superior (**Figura 6.6**).

Figura 6.6. Diagrama ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i vs. ϵ_{Nd} para as rochas vulcanoclásticas e sulfetos de EA.

6.1.4 Ar-Ar

O sistema isotópico Ar-Ar é baseado no decaimento de ^{39}K em ^{39}Ar . O método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ consiste na extração de Ar por aquecimento em etapas a laser até atingir a fusão total. A diferença fundamental em relação ao método K/Ar é o fato da análise de potássio não ser medida diretamente e sim como uma função de ^{39}Ar produzido a partir de ^{39}K , ativado mediante um fluxo de nêutrons num reator nuclear que converte ^{39}K em ^{39}Ar (Vasconcelos *et al.*, 2002). As idades obtidas para cada fração de Ar liberado são projetadas no “diagrama de espectro de idades”, onde é possível obter a “Idade Patamar”, isto é, a parte do espectro que representa mais de 50% do Ar liberado, sem variação na idade, considerando os erros analíticos.

Este método tem sido usado em geocronologia na datação de minerais hidrotermais ricos em K, como é o caso da sericita, com o objetivo de determinar a idade da alteração hidrotermal. No entanto, para o caso de mineralizações remobilizadas e/ou recristalizadas por eventos geológicos posteriores, as idades obtidas em minerais formados anteriormente podem refletir a época do último evento termal que afetou a área do depósito.

Duas alíquotas de sericita hidrotermal da amostra EA-85 foram analisadas. Os resultados encontram-se na **Tabela 120, Anexo B.III**. O diagrama da **Figura 6.7** mostra um espectro complexo evidenciando idades mais jovens nas duas primeiras etapas de aquecimento, indicando a perda de Ar nas bordas do grão. Nas etapas intermediárias de aquecimento, as amostras definem um *plateau* envolvendo 50% do Ar liberado, com sobreposição entre idades aparentes de 679.26 ± 3.95 Ma (erro 0.58% 1σ) e próximas mas não coerentes dentro do erro 2σ , produzindo uma idade integrada de 631.1 ± 5.96 Ma (0.94% 1σ), calculada com três etapas de aquecimento (**Figura 6.7**). Nas etapas de mais alta temperatura

foi liberado cerca de 20% a 40% de Ar, interpretado como excesso de Ar no sistema mineral possivelmente relacionado a algum núcleo de mineral detrítico presente na sericita. Com base nos dados obtidos pode ser sugerida uma idade neoproterozóica para a formação da sericita, confirmando a atuação de eventos tectono-termais durante o ciclo orogênico Brasileiro, que teria afetado a mineralização em Engenho d'Água e produzido circulação de fluidos hidrotermais, tal como verificado por Silva (2006) na mineralização aurífera da mina Cuiabá.

Figura 6.7. Diagrama ^{39}Ar vs. Idade para a sericita hidrotermal.

6.2 Isótopos estáveis de enxofre

O estudo de isótopos estáveis de H, C, O, e S tem vindo a ser usado para decifrar a origem e evolução dos fluidos mineralizadores. Fornecem informações acerca da (1) temperatura da deposição mineral, (2) fonte dos fluidos hidrotermais, (3) fonte do enxofre e carbono e por extrapolação, a fonte dos metais e (4) interação fluido-rocha. Vários estudos têm demonstrado que as suas razões isotópicas são normalmente alteradas nas rochas proximais aos corpos mineralizados, comparado com as rochas que não foram sujeitas à alteração hidrotermal. Como tal, halos de alteração dos isótopos estáveis podem ser delineados, constituindo uma importante ferramenta em exploração mineral, na medida em que podem ser definidas regiões de rochas que foram alteradas por fluidos hidrotermais (Campbell & Larson, 1998; Baker *et al.*, 2013). A composição isotópica em enxofre nos minerais hidrotermais é controlada pela composição de enxofre nos fluidos mineralizadores, pela temperatura, fugacidade do oxigênio ($f\text{O}_2$) e pH (e.g. Ohmoto & Goldhaber, 1997; McCuaig & Kerrich, 1998).

Determinações de $\delta^{34}\text{S}$ para os sulfetos e sulfossais de antimônio (pirita e bertierita) do minério de EA variam de +3.8 a +5.7 ‰ (**Tabela 6.7**). Os valores mais elevados são

apresentados pela geração de py I e II (+5.3 e +5.7 ‰, respectivamente), seguindo-se a py 0 com +4.6 ‰. As gerações de bertierita variam entre +3.8 e +4.1 ‰ (**Tabela 6.7**). A amplitude de variação apresentada por EA coincide com a maioria dos dados publicados em outros depósitos orogênicos de ouro com valores compreendidos entre +0 e +9 ‰ (McCuaig & Kerrich, 1998). Esta amplitude de valores indica fO_2 abaixo do tampão SO_2/H_2S e uma fonte de enxofre isotopicamente uniforme (e.g. Ohmoto & Goldhaber, 1997; McCuaig & Kerrich, 1998). Considerando um estado de oxidação relativamente constante durante a alteração hidotermal, os sulfetos teriam precipitado como resposta a incrementos na atividade do enxofre. Composições em enxofre dentro desta faixa de valores podem derivar da crosta (McCuaig & Kerrich, 1998) o que se afigura compatível com os dados de Pb, Sr e Nd que indicam a crosta continental superior como o principal reservatório fonte dos fluidos hidrotermais, nomeadamente as sequências vulcanossedimentares constituintes do *greenstone belt* Rio das Velhas.

Tab. 6.7 Valores de $\delta^{34}S$ para os sulfetos de EA.

Referência	Mineral	$\delta^{34}S$
EA-27	Py 0	4.6
EA-24	Py I	5.3
EA-82	Py I	5.3
EA-86	Py I	5.3
EA-72	Py II	5.7
EA-73	Br I	4.1
EA-85	Br I	4.4
EA-86	Br I	3.8
EA-72	Br II	3.9
EA-74	Br II	3.9

Dados isotópicos de $\delta^{34}S$, obtidos em sulfetos do minério do depósito de Cuiabá, variam de +1.4 a + 5.6 ‰ (Lobato *et al.*, 2001c) e coincidem com a maioria dos dados publicados em outros depósitos similares no mundo, na faixa de +0 a +9 ‰, ou tipicamente +1 a 5 ‰. Estudos recentes de $\delta^{34}S$ (-2.9 a +6.1 ‰; +9.0 a +0.92 ‰) e $\Delta^{33}S$ (+0.27 a +3.46 ‰) no depósito Carvoaria Velha (lineamento aurífero de Córrego do Sítio), sugerem uma origem metamórfica para os fluidos, característica dos depósitos Au Arqueanos e, interação com as rochas metassedimentares resultando na assimilação de enxofre crustal (Ribeiro, 2013). A **Figura 6.8** ilustra a amplitude de valores obtida para Cuiabá, Córrego do Sítio e Engenho d'Água.

Figura 6.8. Valores de isótopos de enxofre, $\delta^{34}\text{S}$, para os depósitos Cuiabá (Lobato *et al.*, 2001c), Carvoaria Velha do lineamento Córrego do Sítio (Ribeiro, 2013 & Ribeiro *et al.*, 2015) e Engenho d'Água.

Capítulo 7

Considerações Finais

7.1 Variabilidade química das fases minerais e evolução do fluido mineralizador

De acordo com as evidências petrográficas e de química mineral, a mineralização EA é epigenética, sendo possível sugerir uma evolução para o fluido hidrotermal mineralizador dividida em três ciclos evolutivos: um ciclo evolutivo precoce (0 e 0'), um ciclo evolutivo principal dividido em dois estágios mineralizadores (I e II) e um ciclo evolutivo tardio (III).

O ciclo evolutivo precoce, anterior a D_1 , nas rochas vulcanoclásticas, caracteriza-se pela associação $qtz + ab + sct + chl + cal \pm tur \pm po \pm ccp \pm pn \pm Au$ e, nos filitos carbonosos por $qtz + sct + dol + py \pm ccp \pm td \pm Au$. A pirrotita, pirita, pentlandita, tetraedrita e calcopirita encontram-se associadas ao desenvolvimento dos primeiros veios de quartzo (V_0) afetados pelo dobramento D_1/D_2 e as gerações iniciais de pirrotita e pirita já possuem quantidades traço de ouro. Nas rochas vulcanoclásticas, a alteração precoce é localmente muito intensa (0'), gerando domínios com matriz siliciosa muito fina e ricos em $sct + chl + cal$. Nesta fase evolutiva, as rochas foram sujeitas a recristalização metamórfica que conduziram à formação de fases minerais composicionalmente semelhantes às encontradas na fácies xisto verde, isto é, (1) carbonatos de natureza calcítica, excetuando os carbonatos dos filitos carbonosos; (2) sericitas fengíticas geradas no intervalo $\approx 450-475^\circ\text{C}$ e ≈ 3 kbar; (3) clorita 0 (com $\text{Fe}^{2+} \gg \text{Mg}$) e clorita 0' (com $\text{Mg} > \text{Fe}^{2+}$), possivelmente reajustada durante o metamorfismo, o que pode estar na origem da sobre-estimativa das temperaturas calculadas ($\approx 490 \pm 10^\circ\text{C}$) com base no geotermômetro de base termodinâmica de Inoue *et al.* (2009) e (4) presença abundante de albita. Uma vez que ocorre predominantemente o desenvolvimento de calcita, o desenvolvimento de epidoto (mineral esperado na fácies xisto verde) não foi possível devido à elevada pressão parcial de CO_2 necessária à formação das calcitas e à presença de fases minerais com maiores coeficientes de distribuição para o ferro, além de condições redox que não permitiram a oxidação do mesmo. O pico da recristalização metamórfica será correlativo a D_1 .

O segundo ciclo evolutivo caracteriza-se pelo desenvolvimento das estruturas mineralizadas sujeitas a dobramento isoclinal D_1/D_2 e consiste no principal ciclo evolutivo dividido em dois estágios (I e II). O primeiro estágio evolutivo (I) caracteriza-se pelo desenvolvimento da associação $qtz + ab + sct + chl + dol + \text{sulfetos} + \text{sulfossais}$ terminando com a deposição de antimônio nativo, *electrum* e ouro-estibinita. As condições P-T em que se inicia este estágio devem corresponder às que determinam a recristalização metamórfica das associações minerais ante- D_1 , progredindo para condições P-T mais baixas que levam à formação de (1) dolomita e Fe-dolomita, albita, clorita e sericita aproximadamente entre 400°C a 450°C sob pressões de 3 a 2 kbar; (2) deposição de $py + apy + po$, após $360-370^\circ\text{C}$ e (3) desenvolvimento, na ordem dos $250-300^\circ\text{C}$ e/ou variações nas condições redox e sulfidização, das fases minerais ricas em Sb, Ni e Pb, terminando com a deposição de antimônio nativo, *electrum* e ouro-estibinita. O segundo estágio evolutivo (II) é semelhante ao primeiro, embora

não ocorra o desenvolvimento de clorita, sugerindo rejuvenescimento do sistema hidrotermal em condições P-T um pouco mais baixas (3-2 kbar; $\approx 375^{\circ}\text{C}$ - 400°C), até ≈ 300 - 275°C que permitem o desenvolvimento dos sulfossais de antimônio. A associação *qtz + sct + dol-Fe + sulfetos + sulfossais* que caracteriza este estágio desenvolve-se ao longo de descontinuidades menores que podem corresponder a reativações de estruturas já existentes. Neste estágio, os conteúdos em ouro são significativamente menores, pelo que os fluidos intervenientes devem ser pobres neste elemento.

O terceiro ciclo evolutivo (III) é caracterizado pela deposição tardia de *qtz + py + carb + Au* em fraturas e vênulas que cortam os bolsões e/ou veios previamente formados. Os fluidos intervenientes neste estágio devem ser resultado da circulação de fluido hidrotermal por fraturação tardi-orogênica. Não sendo possível inferir sobre as condições P-T deste ciclo, podemos apenas concluir que os fluidos são composicionalmente distintos do ciclo evolutivo anterior, inferido pela menor quantidade de fases minerais, ainda que ocorra aumento relativo da quantidade de ouro.

7.2 Idade de deposição do minério

A idade da mineralização aurífera na região do QF tem sido discutida por vários autores. Distúrbios dos sistemas isotópicos impostos por eventos superimpostos que ocorreram durante o Transamazônico e orogênese Brasileira, tornam a datação direta da mineralização aurífera tarefa difícil. Muitos trabalhos, usando diferentes métodos de datação como Pb-Pb, Re-Os, Rb-Sr, Sm-Nd e Ar-Ar, obtiveram resultados inconclusivos (e.g. Silva, 2006; Noce *et al.*, 2007). Lobato *et al.* (2007) apresenta a primeira datação fidedigna de 2672 ± 14 Ma (MSWD = 2.3) para cristais de monazita hidrotermal do depósito de ouro orogênico Cuiabá e Morro Velho, restringendo a origem dos depósitos auríferos ao Arqueano tardio, relativo aos últimos estágios da evolução do *greenstone belt* Rio das Velhas.

Considerando os dados isotópicos de Pb apresentados para a mineralização de EA, é possível admitir a idade em torno de 2.6 Ga como a época de desenvolvimento do principal evento mineralizador/alteração hidrotermal (associado ao ciclo evolutivo principal), o que se afigura consistente com a idade U-Pb em monazita hidrotermal (2672 ± 14 Ma) obtida para o depósito Cuiabá e Morro Velho. Este evento teria ocorrido em várias fases evolutivas, conforme sugerido pela informação petrográfica e química mineral. A deposição das fases minerais ricas em Sb, representando uma fase mais tardia do sistema mineralizador, teria se formado dentro do mesmo período de tempo, isto é, no Arqueano. Evidências da atuação de eventos tectono-metamórficos mais jovens durante o Neoproterozóico (Brasiliano) são reveladas pelas interseções na curva SK de 628 e 519 Ma e pela idade integrada Ar-Ar (em sericita hidrotermal) de aproximadamente 631 ± 6 Ma. Para além do Pb-Pb e Ar-Ar, os dados analíticos de Rb-Sr e

Sm-Nd também evidenciam abertura do sistema impossibilitando a determinação da idade da mineralização através destes métodos. A atuação de eventos mais jovens na área do QF foi também documentada na mineralização Cuiabá.

7.3 Fonte dos fluidos mineralizadores e dos metais

O estudo integrado dos sistemas isotópicos permite tecer considerações relativas à fonte dos fluidos mineralizadores conducentes à deposição da paragênese hidrotermal observada. A principal fonte (reservatório) do fluido mineralizador e, eventualmente dos metais, é a crosta continental superior, nomeadamente as sequências vulcanossedimentares constituintes do *greenstone belt* Rio das Velhas. As inferências derivam de:

- (1) idade Pb-Pb em torno de 2.9 Ga, concordante com a idade dos granitóides do Complexo Campo Belo, sugere estes como fonte de fluido mineralizador;
- (2) elevada assinatura isotópica de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (> 0.707), também evidenciada nos estudos de Silva (2006) e Noce *et al.* (2007) para a jazida Cuiabá;
- (3) os valores de ϵ_{Nd} (2.68 Ga) para as vulcanoclásticas e sulfetos são variáveis entre -6 e +2, indicando a heterogeneidade das rochas analisadas, típico de sequências meta-vulcanossedimentares do Arqueano, que incluem litótipos de origem mantélica, como rochas vulcânicas máficas e componentes crustais associados ao material sedimentar.

O diagrama da **Figura 7.1** ilustra a evolução composicional e condições P-T sugerida para o depósito Engenho d'Água.

Figura 7.1. Representação da evolução sugerida para o sistema hidrotermal Engenho d'Água.

Capítulo 8

Referências Bibliográficas

- Almeida FFM (1976) – O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências* 7 (4): 349-364.
- Alkmim FF, Marshak S (1998) – Trans-Amazonian orogeny in the southern São Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research* 90: 29-58.
- An F, Zhu Y (2010) – Native antimony in the Baogutu gold deposit (west Junggar, NW China): Its occurrence and origin. *Ore Geology Reviews* 37: 214-223.
- Bailey SW (1984) – Crystal chemistry of the true micas. In: Micas (Bailey SW Ed.). Mineralogical Society of America, *Reviews in Mineralogy* 13: 347-403.
- Bailey SW (1988) – Chlorites: structure and Crystal chemistry. In: Hydrous Phyllosilicates (Exclusive of Micas) (Bailey SW Ed.). Mineralogical Society of America, *Reviews in Mineralogy* 19: 348-403.
- Barrett TJ, MacLean WH (1994) – Chemostratigraphy and hydrothermal alteration in exploration for VHMS deposits in greenstones and younger rocks. In: Alteration and Alteration Processes Associated with Ore-Forming Systems (DR Lentz, eds.). *Geological Association of Canada, Short Course Notes* 11: 433 - 467.
- Baumgartner LP, Olsen SN (1995) – A least-squares approach to mass transport calculations using the isocon method. *Economic Geology* 90: 1261-1270.
- Babinski M, Chemale Jr F, Van Schumus WR (1995) – The Pb/Pb age of the Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Precambrian Research* 72: 235-245.
- Baltazar OF, Zucchetti M (2000) – Projeto Rio das Velhas: programa estudos de distritos mineiros. Convênio DNPM – CPRM, Belo Horizonte 100 pp.
- Baltazar OF, Zucchetti M (2007) – Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews* 32:471-499.
- Barrett TJ, Dawson GL, MacLean WH (2008) – Volcanic stratigraphy, alteration, and Sea-Floor setting of the Paleozoic Feitais Massive Sulfide Deposit, Aljustrel, Portugal. *Economic Geology* 103: 215-239.
- Baker ALL, Dipple GM, Hickey KA, Lepore WA, Vaughan JR (2013) – Applying stable isotopes to mineral exploration: teaching an old dog new tricks. *Bulletin of the Society of Economic Geologists*, 108 (1): 1-9.
- Bodinier JL & Goddard (2003) – Orogenic, Ophiolitic, and Abyssal Peridotites. In: Elsevier's Treatise on Geochemistry, Vol 2: The mantle and core. Holand HD & Turekian KK (Eds), Elsevier: 103-170.
- Boehnke O, Watson EB, Trail D, Harrison TM, Schmitt AK (2013) – Zircon saturation re-revisited. *Chemical Geology* 351: 324-334.
- Bourdelle F, Parra T, Chopin C (2013) – A new chlorite geothermometer for diagenetic to low-grade metamorphic conditions. *Contribution to mineralogy and petrology* 165: 723-735.
- Black LP, Kamo SL, Allen CM, Aleinikoff JN, Davis DW, Korsch RJ, Foudoulis C (2003) – TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology. *Chemical Geology* 200: 155-170.
- Blichert-Toft J, Albarede F (1997) – The Lu-Hf isotope geochemistry of chondrites and the evolution of the mantle-crust system. *Earth and Planetary Science Letters* 148: 243-258.

- Brito-Neves BB, Sá JM, Nilson AA, Botelho NF (1995) – A tafrogênese estateriana nos blocos paleoproterozóicos da América do Sul e processos subsequentes. *Geonomos*, Belo-Horizonte 3(2): 1-21.
- Campbell IH, Leshner CM, Coad P, Franklin JM, Gorton MP, Thurston PC (1984) – Rare earth element mobility in alteration pipes below massive Cu-Zn-sulfide deposits. *Chemical Geology* 45: 181 – 202.
- Cathelineau M, Nieva D (1985) – A chlorite solid solution geothermometer, The Los Azufres (Mexico) geothermal system. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 91: 235-244.
- Cathelineau M (1988) – Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. *Clay Minerals* 23: 471-485.
- Campbell AR, Larson PB (1998) – Introduction to stable isotopes applications in hydrothermal systems. In: *Techniques in Hydrothermal Ore Deposits Geology* (Jeremy P. Richards & Peter B. Larson, Eds). *Reviews in Economic Geology*, 10: 173-193 p.
- Carneiro MA (1992) – *O complexo metamórfico Bonfim setentrional: evolução geológica de um segmento arqueano de crosta continental*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 232 p.
- Carneiro MA, Teixeira W, Carvalho Jr IM, Fernandes RA (1998) – Enslavement tectonic setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt: Nd and Pb isotopic evidence from the Bonfim metamorphic complex, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 28 (1): 29-44.
- Chemale Jr, Rosière CA, Endo I (1994) – The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Precambrian Research* 65: 25-54.
- Condie KC (1993) – Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales. *Chemical Geology* 104: 1-37.
- De Paolo DJ, Wasserburg GJ (1976) – Nd isotopic variations and petrogenetic models. *Geophysical Research Letters* 3 (5): 249-252.
- De Paolo (1981) – Neodymium isotopes in the Colorado Front Range and crust-mantle evolution in the Proterozoic. *Nature* 291: 193-196.
- Delhal J, Demaiffe D (1985) – U-Pb archean geochronology of the São Francisco craton (eastern Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 15 (1): 55-60.
- Deer WA, Howie RA, Zussman J (1992) – *Minerais constituintes das rochas – uma introdução*. 2ªed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 727 pp.
- De Caritat P, Hutcheon I, Walshe JL (1993) – Chlorite geothermometry: a review. *Clays and Clay Minerals* 41(2): 219-239.
- DeWitt ED, Landis GP, Zartman RE, Garaype E, Pereira SLM, Prado MGB, Vieira FWR, Thorman CH (1994) – Isotopic and fluid-inclusion data on the age and origin of the São Bento and Morro Velho Gold deposits, Minas Gerais, Brazil, In: Carter LMH, Toth MI, Day WC (Eds). *Research on minerals resources, Part A. Programs and Abstracts*. 9th VE McKelvey forum on energy and mineral resources. *US Geological Survey Circular* 1103-A: 27-29.

- Deditius AP, Utsunomiya S, Renock D, Ewing RC, Ramana CV, Becker U, Kesler SE (2008) – A proposed new type of arsenian pyrite; composition, nanostructure and geological significance. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72: 2919-2933.
- De Paolo (1991) – The continental age distribution: methods of determining separation ages from Sm-Nd isotopic data and application to the southwestern United States. *Journal of Geophysical Research* 98 (B2): 2071-2088.
- Dorr JV (1969) – Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *United States Geological Survey Professional Paper* 614-A: 110.
- Endo I (1997) – *Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozóico no interior da placa sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 243 p.
- Eilu PK, Charter IM, Groves DI, Allardye WJ (1999) – *Atlas of alteration assemblages, styles and zoning in orogenic lode-gold deposits in a variety of host rock and metamorphic settings*. Geology and Geophysics Department (Centre for Strategic Mineral Deposits) & UWA Extension. The University of Western Australia Publication 30.
- Endo I, Machado R (2002) – Reavaliação e novos dados geocronológicos (Pb/Pb e K/Ar) da Região do Quadrilátero Ferrífero e adjacências. *Revista Instituto Geociências USP* 2: 23-40.
- Erel Y, Harlavan Y, Stein M, Blum JD (1997) – U-Pb dating of Fe-rich phases using a sequential leaching method. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61 (8): 1697-1703.
- Faure G (1986) – *Isotopes, Principles and Applications*. 3ed. New York, John Wiley & Sons, 897 p.
- Figueiredo e Silva R, Sá LRBM, Mata MAF, Lobato LM, Duchini JR J (2002) – *Mineralização aurífera e estruturas do depósito Engenho D'Água, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. In: 41º Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa.
- Fleet ME, Chrysosoulis SL, MacLean PJ, Davidson R, Weisener CG (1993) – Arsenian pyrite from gold deposits: Au and As distribution investigated by SIMS and EMP, and color staining and surface oxidation by XPS and LIMS. *Canadian Mineralogist* 31: 1-17.
- Fleet ME, Mumin AH (1997) – Gold-bearing arsenian pyrite and marcasite and arsenopyrite from Carlin Trend gold deposits and laboratory synthesis. *American Mineralogist* 82: 182-193.
- Frei R, Kamber NS (1995) – Single mineral Pb-Pb dating. *Earth and Planetary Science Letters* 129: 261-268.
- Frei R, Pettke T (1996) – Mono-sample Pb-Pb dating of pyrrhotite and tourmaline: Proterozoic vs Archean intracratonic gold mineralization in Zimbabwe. *Geology* 24 (9): 823-826.
- Frei R, Nägler Th F, Schönberg R, Kramers JD (1998) – Re-Os, Sm-Nd, U-Pb and stepwise lead leaching isotope systematic in shear-zone hosted gold mineralization: genetic tracing and age constraints of crustal hydrothermal activity. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 62 (11): 1925-1936.
- Geraldes MC (2010) – Introdução à geocronologia. *Sociedade Brasileira de Geociências*. 146p.
- Grant JA (1986) – The isocon diagram – A simple solution to Gresen's Equation for metasomatic alteration. *Economic Geology* 81: 1976-1982.
- Grant JA (2005) – Isocon analysis: a brief review of the method and applications. *Physics and Chemistry of the Earth* 30: 997-1004.

- Gresens RL (1967) – Composition-volume relationships of metasomatism. *Chemical Geology* 2: 47-55.
- Gromet LP, Dymek RF, Haskin LA, Korotev RL (1984) – The “North American shale composite”: Its compilation, major and trace element characteristics. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48: 2469-2482.
- Groves DI, Goldfarb RJ, Gebre-Mariam M, Hagemann SG, Robert F (1998) – Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews* 13:7-27.
- Grosch EG, Vidal O, Abu-Alam T, McLoughlin N (2012) – P-T constrains on the metamorphic evolution of the paleoarchean Kromberg type-section, Barberton greenstone belt, South Africa. *Journal of Petrology* 53(3): 513-545.
- Hartmann L, Endo I, Suita MT, Santos JO, Frantz JC, Carneiro M, McNaughton NJ, Barley ME (2006) – Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon U-Pb isotopes. *Journal of South American Earth Sciences*, 20: 273-285.
- Helgeson HC, Delany JM, Nussbitt HW, Bird DK (1978) – Summary and critique of the thermodynamic properties of rock-forming minerals. *American Journal of Science* 278A: 1-229.
- Irvine TN, Baragar WRA (1971) – A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences* 8: 523-547.
- Inoue A, Kurokawa K, Hatta T (2009) – Application of chlorite geothermometry to hydrothermal alteration in Toyoha Geothermal System, Southwestern Hokkaido, Japan. *Resource Geology* 60(1): 52-70.
- Kranidiotis P, MacLean WH (1987) – Systematics of chlorite alteration at the Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec. *Economic Geology* 82: 1898-1911.
- Kretschmar U, Scott SD (1976) – Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. *Canadian Mineralogist* 14: 364-386.
- Kretz R (1983) – Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist* 68:277-279.
- Jowett EC (1991) – Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer: GAC/MAC/SEG Joint Annual Meeting (Toronto, May 27-29, 1991), Abstracts 16: A62.
- Laird J (1988) – Chlorites: metamorphic petrology. In: Bailey SW (eds.) *Hydrous Phyllosilicates (Exclusive of Micas)*. *The Mineralogical Society of America*, Washington D.C., 19: 405-453.
- Large RR, Gemmell JB, Paulick H, Huston DL (2001) – The alteration box-plot: a simple approach to understanding the relationship between alteration mineralogy and litogeochemistry associated with volcanic-hosted massive sulfide deposits. *Economic Geology* 96: 957-971.
- Lana C, Alkmim FF, Armstrong R, Sholz R, Romano R, Nalini Jr HA (2013) – The ancestry and magmatic evolution of Archean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. *Precambrian Research* 230: 1-30.
- LeBas MJ, LeMaitre RW, Streckeisen A, Zanettin B (1986) – A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27: 745 - 750.
- Lima LC (2012) – Geologia do depósito lode Au-As-Sb Laranjeiras, em metaturbiditos do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo-Horizonte, Brasil, 298 p.

- Lobato LM, Vieira FWR, Ribeiro-Rodrigues LC, Pereira LMM, Menezes MG, Junqueira PA, Pereira SLM (1998) – Styles of hydrothermal alteration and Gold mineralization associated with Nova Lima group of the Quadrilátero Ferrífero: Part I, description of selected gold deposits. *Revista Brasileira de Geociências* 28 (3): 339-354.
- Lobato LM, Ribeiro-Rodrigues L, Zucchetti M, Noce CM, Baltazar OF, da Silva L, Pinto CP (2001a) – Brazil's premier gold province. Part I: The tectonic, magmatic, and structural setting of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. *Mineralium Deposita*, 36: 228-248.
- Lobato LM, Ribeiro-Rodrigues L, Vieira FWR (2001b) – Brazil's premier gold province. Part II: geology and genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. *Mineralium Deposita* 36:249-277.
- Lobato LM, Ribeiro-Rodrigues LC, Costa MNS, Martins M, Lehne E, Alves JV, Tassinari CCG, Vieira FWR, Biasi EE, Silva RCF, Pereira CA, Noce CN (2001c) – Depósito de ouro Cuiabá, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: *Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros*. H. Jost, JA Brod, ET Queiroz (Eds) Brasília, DNPM/ADIMB, 3-77 p.
- Lobato LM, Santos JOS, McNaughton NJ, Fletcher IR, Noce CM (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 Reviews* 32: 764-680.
- Loios V (2009) – Métodos de preparação e separação de minerais. Boletim de Resumos Expandidos, *Simpósio 45 Anos de Geocronologia no Brasil*, IGc USP 107-109.
- Ludwig KR (2001) – Squid 1.02 – A User's Manual. Berkeley Geochronology Center. Special Publication No 2.
- Ludwig KR (2003) – Isoplot 3.00 – A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center. Special Publication No 4.
- MacLean WH, Kranidiotis P (1987) – Immobile elements as monitors of mass transfer in hydrothermal alteration: Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami Quebec. *Economic Geology* 82: 951-962.
- MacLennan SM (1989) – Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes. *Reviews in Mineralogy* 21: 170 - 200.
- Marshak S, Alkmim FF (1989) – Proterozoic contraction/extension tectonics of the Southern São Francisco region, Minas Gerais, Brazil. *Tectonics* 3: 555-571.
- Machado N, Schrank A, Abreu FR, Knauer LG, Almeida-Abreu PA (1989) – *Resultados preliminares da geocronologia U-Pb na Serra do Espinhaço Meridional*. In: *Simpósio Geologia, Minas Gerais, 5*, Belo-Horizonte. SBG. Boletim 10: 171-175.
- MacLean WH (1990) – Mass change calculations in altered rock series. *Mineralium Deposita* 25: 44 - 49.
- Machado N, Noce CM, Ladeira EA, Oliveira OB (1992) – U-Pb geochronology of archean magmatism and proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco craton, Brazil. *Geology Society of America* 104: 1221-1227.
- Machado N, Carneiro M (1992) – U-Pb evidence of late Archean tectono-thermal activity in the southern São Francisco shield, Brazil. *Canadian Journal Earth Science* 29: 2341-2346.

- MacLean WH, Barrett TJ (1993) – Lithogeochemical techniques using immobile elements. *Journal of Geochemical Exploration* 48: 109 – 133.
- Mateus (1996) – A variabilidades composicional das micas potássicas dioctaédricas como indicador das condições P-T de deformação; ensaio de aplicação às fácies graníticas sinorogénicas adjacentes ao segmento Sul do troço transmontano da falha da Vilaria (NE de Portugal). *Gaia* 13:9-41.
- Machado N, Schrank A, Noce CM, Gauthier G (1996) – Ages of detrital zircons from Archean-Paleoproterozoic sequences: implications for greenstone belt setting and evolution of a Transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. *Earth and Planetary Science Letters* 141 (1-4): 259-276.
- Monier (1987) – Cristallochimie des micas des leucogranites: nouvelles données expérimentales et applications pétrologique. *Geol. Geochimistry Uranium* 14: 347.
- Montel JM (1993) – A model for monazite/melt equilibrium and application to the generation of granitic magmas. *Chemical Geology* 110: 127-146.
- Mundo Minerals Ltda (2006) – Prospectus (including Snowden report), Perth, Australia, 146 p.
- McDowell SD, Elders WA (1980) – Authigenic layer silicate minerals in borehole Elmore 1, Salton Sea geothermal field, California, USA. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 74: 293-310.
- McCuaig TC, Kerrich R (1998) – P-T-t-deformation-fluid characteristics of lode gold deposits: evidence from alteration systematics. *Ore Geology Reviews* 12: 381-453.
- McDougall I, Harrison TM (1999) – *Geochronology and thermochronology by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method*. Oxford University, Inc., 2nd Ed., 271pp.
- Nakai S, Halliday AN, Kesler SE, Jones HD, Kyle JR, Lane TE (1993) – Rb-Sr dating of sphalerites from Mississippi Valley-type (MVT) ore deposits. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 57: 417 - 427.
- Noce CM (1995) – *Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Tese de doutorado. Instituto de Geociências/USP, São Paulo, 128 p.
- Noce CM, Machado N, Teixeira W (1998) – U-Pb geochronology of gneisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (southern São Francisco cráton). *Revista Brasileira de Geociências* 28 (1): 95-102.
- Noce CM (2001) – Geochronology of the Quadrilátero Ferrífero: a review. *Geonomos* 8 (1): 15-23.
- Noce CM, Zucchetti M, Baltazar OF, Armstrong R, Dantas EL, Renger FE, Lobato LM (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: 67-82.
- Noce CM, Tassinari C, Lobato LM (2007) – Geochronological framework of the Quadrilátero Ferrífero, with emphasis on the age of gold mineralization hosted in Archean greenstone belts. *Ore Geology Reviews* 32: 500-510.
- Ohmoto H, Goldhaber MB (1997) – Sulfur and carbon isotopes. In: Barnes HL (Ed.). *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, New York, 435-486.
- Palme H, Jones A (2003) – *Solar system abundances of the elements*. In: Elsevier's Treatise on Geochemistry: Meteorites, Comets and Planets (Holand HD & Turekian, eds.) 1:41-61.

- Palme H, O'Neill HSC (2003) – *Cosmochemical estimate of mantle composition*. In: Elsevier's Treatise on Geochemistry: The Mantle and Core (Holand HD & Turekian, eds.) 2: 1-38.
- Powell R (1978) – *Equilibrium thermodynamics in petrology: an introduction*. Harper & Row, London.
- Porto CG (2008) – A mineralização aurífera no Corpo Cachorro Bravo, lineamento Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo-Horizonte, Brasil, 109 p.
- Reich M, Kesler SE, Utsunomiya S, Palenik CS, Chrysosoulis SL, Ewing RC (2005) – Solubility of gold in arsenian pyrite. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 69: 2781-2796.
- Renne PR, Mundil R, Balco G, Min K, Ludwig KR (2010) – Joint determination of ^{40}K decay constants and $^{40}\text{Ar}^*/^{40}\text{K}$ for the Fish Canyon sanidine standard and improved accuracy for $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 74: 5349-5367.
- Ribeiro-Rodrigues LC, Friedrich G, Vieira FWR, Chemale F Jr, Oliveira CG (1997) – Structural styles of greenstone-hosted Gold deposits in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil (extended abstract). In: *6th Simpósio Nacional Estudos Tectônicos*. Sociedade Brasileira Geologia, Brasília, Brazil, 363-366.
- Ribeiro-Rodrigues LC (1998) – *Gold in Archean banded iron-formation of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil – the Cuiabá mine*. (Angustinus Verlag, Aachener Geowissenschaftliche Beiträge Band 27) Aachen University of Technology, Aachen, Alemanha. Tese de Doutorado, 264 p.
- Ridley JR, Diamond LW (2000) – Fluid chemistry of orogenic lode gold deposits and implications for genetic models In: *Gold in 2000*. Reviews in Economic Geology 13: 141-162.
- Ribeiro Y (2013) – *Estudo de inclusões fluidas e isótopos de oxigênio e enxofre em veios de quartzo-carbonato-sulfetos do depósito Carvoaria Velha, lineamento aurífero Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil*. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências/UFMG, Minas Gerais, Brasil, 108 p.
- Ribeiro Y, Figueiredo e Silva RC, Lobato LM, Lima LC, Rios FJ, Hagemann SG, Cliff J (2015) – Fluid inclusion and sulfur and oxygen isotope studies on quartz-carbonate-sulfide veins of the Carvoaria Velha deposit, Córrego do Sítio gold lineament, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews* 67: 11-33.
- Rollinson H (1993) – *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman Scientific & Technical, 352 pp.
- Rosiére CA, Chemale Jr F (2000) – Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero – uma visão geral e discussão. *Geonomos* 8(2): 27-43.
- Romano R, Lana C, Alkmim FF, Stevens G, Armstrong R (2013) – Stabilization of the southern portion of the São Francisco craton, SE Brazil, through a long lived period of potassic magmatism. *Precambrian Research* 224: 143-159.
- Ruiz J, Jones LM, Kelly WC (1984) – Rubidium – strontium dating of ore deposits hosted by Rb-rich rocks, using calcite and other common Sr-bearing minerals. *Geology* 12: 259 – 262.
- Sato K, Tassinari CGC, Kawashita K, Petronilho L (1995) – O método geocronológico Sm-Nd no IG-USP e suas aplicações. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 67 (3): 313 – 336.

- Sato K, Basei MAS, Sproesser WM, Siga Jr, O (2012) – The application of U-Pb geochronology to zircon and titanite by laser ablation – ICP-MS. *Geonalysis: the 8th International Conference on the Analysis of Geological and Environmental Materials*.
- Sato K, Tassinari CCG, Basei MAS, Júnior OS, Onoe AT, Souza MD (2014) – Sensitive High Resolution Ion Microprobe (SHRIMP Ile/MC) of the Institute of Geosciences of the University of São Paulo, Brazil: analytical method and first results. *Geologia USP* 14(3): 3-18.
- Seixas LAR, David J, Stevenson R (2012) – Geochemistry, Nd isotopes and U-Pb geochronology of a 2350 Ma TTG suite, Minas Gerais, Brazil: implications for the crustal evolution of the Southern São Francisco craton. *Precambrian Research* 196-197, 61-80.
- Silva LC, Noce CM, Lobato LM (2000) – Dacitic volcanism in the course of Rio das Velhas (2800-2969 Ma) Orogeny: a Brazilian Archean analogue (TTD) to the modern adakites. *Revista Brasileira de Geociências* 30: 384-387.
- Silva CMG (2006) – Aplicação de isótopos radiogênicos da mineralização da Mina Cuiabá Greenstone Belt Rio das Velhas (M.G.). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. *Tese de doutorado*, 138 p.
- Söderlund U, Patchett JP, Vervoort JD, Isachsen CE (2004) – The ¹⁷⁶Lu decay constant determination by Lu-Hf and U-Pb isotope systematics of Precambrian mafic intrusions. *Earth and Planetary Science Letters* 219: 311-324.
- Suita MTF, Hartmann LA, Endo I, Santos JOS, McNaughton NJ (2002) – The oldest detrital zircon in South America – 3.8 Ga, determined by SHRIMP geochronology from a Quadrilátero Ferrífero sandstone. In: Congresso Brasileiro Geologia, 41, João Pessoa. *Resumo*, p. 528.
- Schorscher JHD (1976) – Polimetamorfismo do pré-cambriano na região de Itabira, Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Brasileiro Geologia, 29, Ouro Preto. *Resumos*, 194-195 p.
- Schandl ES, Gorton MP (1991) – Postore mobilization of rare earth elements at Kidd Creek and other Archean massive sulfide deposits. *Economic Geologists* 86: 1546 – 1553.
- Schrank A, Machado N (1996a) – Idades U-Pb em monazitas e zircões das minas de Morro Velho e Passagem de Mariana – Quadrilátero Ferrífero (MG). In: Congresso Brasileiro Geologia, 39, Salvador, *Resumos Expandidos* 6: 470-472.
- Schrank A, Machado N (1996b) – Idades U-Pb em monazitas e zircões do distrito aurífero de Caeté, da mina de Cuiabá e do depósito de Carrapato, Quadrilátero Ferrífero (MG). In: Congresso Brasileiro Geologia, 39, Salvador, *Resumos Expandidos* 6: 473-475.
- Schrank A, Machado N, Stern R (2002) – Eventos no arqueano com base em idades U-Pb – SHRIMP de zircão detríticos em metassedimentos da Mina de Morro Velho – Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro Geologia, 41, João Pessoa. *Resumos*, p. 219.
- Stacey JS, Kramers JD (1975) – Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters* 26: 207 – 221.
- Steiger RH, Jäger E (1977) – Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochemistry. *Earth Planetary Science Letters* 36: 359-362.
- Spear FS (1993) – Metamorphic phase-equilibria and Pressure – Temperature – Time Paths. *Mineralogical Society of America*, Washington, D.C..

- Taylor SR, McLennan SM (1985) – The continental crust: its composition and evolution. Geoscience texts, Blackwell, Oxford.
- Teixeira W, Carneiro MA, Noce CM, Machado N, Sato K, Taylor PN (1996) – Pb, Sr and Nd isotope constrains on the Archean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. *Precambrian Research* 78:151-164.
- Tollari N, Toplis MJ, Barnes SJ (2006) – Predicting phosphate saturation in silicate magmas: An experimental study of the effects of melt composition and temperature. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70: 1518-1536.
- Thorpe RI, Cummings GL, Kristic D (1984) – Lead isotope evidence regarding the age of gold deposits in the Nova Lima district, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências* 14 (3): 147-152.
- Ueda A.a.H.R.K. (1986) – Direct conversion of sulphides and sulphate minerals to SO₂ for isotope analysis. *Geochemical Journal* 20: 209-212.
- Vasconcelos PM, Onoe AT, Kawashita K, Soares AJ, Teixeira W (2002) – ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology at the Instituto de Geociências, USP: instrumentation, analytical procedures and calibration. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 74 (2): 297-342.
- Velde B (1967) – Si⁴⁺ content of natural phengites. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 14: 250-258.
- Velásquez ME (2006) – Composição isotópica de Pb, Sr e Nd da mineralização de ouro do depósito Córrego do Sítio, Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): implicações na modelagem conceitual. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. *Dissertação de mestrado*, 75 p.
- Vieira FWR, Oliveira GI (1988) – Geologia do distrito aurífero de Nova Lima, Minas Gerais. In: Schoenhaus-Filho C, Coelho CES (eds) Metais básicos não ferrosos, ouro e alumínio. Principais depósitos minerais do Brasil 3. Departamento Nacional Produção Mineral/Companhia Vale do Rio Doce, Brasília, Brasil, 377-391 p.
- Vidal O, Parra T, Trotet F (2001) – A thermodynamic model for Fe-Mg aluminous chlorite using data from phase equilibrium experiments and natural pelitic assemblages in the 100° to 600°C, 1 to 25 kb range. *American Journal of Science* 301: 557-592.
- Vidal O, Parra T, Vieillard P (2005) – Thermodynamic properties of the Tschermak solid solution in Fe-chlorite: Application to natural examples and possible role of oxidation. *American Mineralogist* 90: 347-358.
- Vidal O, De Andrade V, Lewin E, Munoz M, Parra T, Pascarelli S (2006) – P-T-deformation-Fe³⁺/Fe²⁺ mapping at the thin section scale and comparison with XANES mapping: application to a garnet-bearing metapelite from the Sambagawa metamorphic belt (Japan). *Journal of Metamorphic Geology* 24: 669-683.
- Watson EB, Harrison TM (1983) – Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters* 64: 295-304.
- Walshe J L (1986) – A six-component chlorite solid solution model and the conditions of chlorite formation in hydrothermal and geothermal systems. *Economic Geology* 81: 681-703.
- Winchester JA, Floyd PA (1977) – Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20: 325 - 343.

- Williams-Jones A, Normand C (1997) – Controls of mineral parageneses in the system Fe-Sb-S-O. *Economic Geology* **92**: 308-324.
- Williams IS (1998) – In: McKibben MA, Shanks WC, Ridley WI (eds.) – *U-Th-Pb geochronology by ion microprobe, applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes. Reviews in Economic Geology* 7: 1-35.
- Winter JD (2001) – Continental alkaline magmatism. In: *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrogenesis*. Prentice Hall, 362 - 400.
- Zartman RE, Doe BR (1981) – Plumbotectonics – the model. *Tectonophysics* 75: 135 – 162.
- Zang W & Fyfe WS (1995) – Chloritization of the hydrothermally altered bedrock at the Igarapé Bahia gold deposit, Carajás, Brazil. *Mineralium Deposita* 30: 30-38.
- Zane A, Sassi R (1998) – New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rocks. *The Canadian Mineralogist* 36:713-726.

Anexo A

Métodos Analíticos

A.I Química Mineral

Tabela 1. Condições de leitura/medição para carbonatos.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 CaO	apatita.ast	55.6043	0.8890	0.9503	0.9355	1.0000
2 CO ₂	calcita.ast	44.0400	19.7512	73.9085	0.2672	1.0000
3 MnO	bustamita.ast	24.3100	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
4 FeO	almandina.ast	23.2700	0.1990	0.2024	0.9830	1.0000
5 TiO ₂	rutilo.ast	100.0000	0.5904	0.6060	0.9742	1.0000
6 MgO	almandina.ast	10.7000	4.1909	8.0108	0.5200	1.0060
7 La ₂ O ₃	monazita.ast	15.1300	0.4791	0.5161	0.9282	1.0000
8 SrO	celestita.ast	56.2000	3.4080	4.3528	0.7792	1.0048
9 Na ₂ O	jadeita.ast	15.1000	5.5606	10.7467	0.5153	1.0041
10 Ce ₂ O ₃	monazita.ast	36.0800	0.4302	0.4596	0.9360	1.0000
11 BaO	barita.ast	65.4500	0.5346	0.5744	0.9307	1.0000
12 ZnO	esfalerita.ast	83.4861	0.0633	0.0640	0.9904	1.0000

Tabela 2. Condições de leitura/medição para micas.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 MnO	bustamita.ast	24.3100	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
2 F	fluorite.ast	18.1320	3.2999	21.3283	0.1547	1.0000
3 Cs ₂ O	pollucita.ast	31.8100	0.5496	0.5876	0.9353	1.0000
4 K ₂ O	sanidina.ast	12.1100	1.0720	1.2031	0.8908	1.0003
5 TiO ₂	rutilo.ast	100.0000	0.5904	0.6060	0.9742	1.0000
6 Na ₂ O	jadeita.ast	15.1000	0.5606	10.7467	0.5153	1.0041
7 Cl	tugtupita.ast	7.5800	1.6241	1.9952	0.8140	1.0000
8 Rb ₂ O	—	109.3600	4.2505	5.7041	0.7452	1.0000
9 CaO	apatita.ast	55.6043	0.8890	0.9503	0.9355	1.0000
10 MgO	almandina.ast	10.7000	4.1909	8.0108	0.5200	1.0060
11 SiO ₂	piropo.ast	41.4500	2.8880	4.4381	0.6506	1.0001
12 FeO	almandina.ast	23.2700	0.1990	0.2024	0.9830	1.0000
13 Cr ₂ O ₃	óxido de crômio.ast	100.0000	0.3636	0.3706	0.9811	1.0000
14 Al ₂ O ₃	almandina.ast	22.0500	3.6182	5.9537	0.6037	1.0066
15 NiO	níquel silicide.ast	102.6928	0.1222	0.1238	0.9874	1.0000
16 BaO	batita.ast	65.4500	0.5346	0.5744	0.9307	1.0000

Tabela 3. Condições de leitura/medição para cloritas.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 MnO	bustamita.ast	24.3100	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
2 Na ₂ O	jadeita.ast	15.1000	0.5606	10.7467	0.5153	1.0041
3 SiO ₂	piropo.ast	41.4500	2.8880	4.4381	0.6506	1.0001
4 K ₂ O	sanidina.ast	12.1100	1.0720	1.2031	0.8908	1.0003
5 TiO ₂	rutilo.ast	100.0000	0.5904	0.6060	0.9742	1.0000
6 MgO	piropo.ast	19.3300	4.5894	7.9318	0.5749	1.0065
7 Cs ₂ O	pollucita.ast	31.8100	0.5496	0.5876	0.9353	1.0000
8 FeO	almandina.ast	23.2700	0.1990	0.2024	0.9830	1.0000
9 Cr ₂ O ₃	óxido de crômio.ast	100.0000	0.3636	0.3706	0.9811	1.0000
10 Al ₂ O ₃	almandina.ast	22.0500	3.6182	5.9537	0.6037	1.0066
11 CaO	.ast	18.9700	0.9006	0.9651	0.9260	1.0077
12 BaO	benitoita.ast	37.0800	0.5092	0.5389	0.9448	1.0000
13 F	fluorita.ast	18.1320	3.2999	21.3283	0.1547	1.0000
14 ZnO	esfalerita.ast	83.4861	0.0633	0.0640	0.9904	1.0000
15 NiO	níquel silicide.ast	102.6928	0.1222	0.1238	0.9874	1.0000

Tabela 4. Condições de leitura/medição para plagioclásio.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 CaO	diópsido.ast	25.7300	0.8657	0.9345	0.9263	1.0001
2 Na ₂ O	jadeita.ast	15.1000	5.5606	10.7467	0.5153	1.0041
3 SiO ₂	sanidina.ast	64.6700	3.2118	4.4181	0.7264	1.0007
4 K ₂ O	sanidina.ast	12.1100	1.0720	1.2031	0.8908	1.0003
5 MnO	bustamita.ast	24.3100	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
6 MgO	almandina.ast	10.7000	0.1909	8.0108	0.5200	1.0060
7 BaO	benitoita.ast	100.000	0.5092	0.5389	0.9448	1.0000
8 SrO	celestita.ast	56.2000	3.4080	4.3528	0.7792	1.0048
9 Al ₂ O ₃	plagioclase.ast	28.5300	4.2119	5.8530	0.7113	1.0116
10 TiO ₂	rutilo.ast	100.0000	0.5904	0.6060	0.9742	1.0000
11 FeO	almandina.ast	23.2700	0.1990	0.2024	0.9830	1.0000

Tabela 5. Condições de leitura/medição para óxidos.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 MnO	bustamita.ast	24.3100	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
2 Na ₂ O	jadeita.ast	15.1000	0.5606	10.7467	0.5153	1.0041
3 Cr ₂ O ₃	óxido de crômio.ast	100.0000	0.3636	0.3706	0.9811	1.0000
4 BaO	benitoita.ast	37.0800	0.5092	0.5389	0.9448	1.0000
5 TiO ₂	rutilo.ast	100.0000	0.5904	0.6060	0.9742	1.0000
6 MgO	periclase.ast	100.0000	5.4677	7.8316	0.6982	1.0000
7 CaO	apatita.ast	55.6043	0.8890	0.9503	0.9355	1.0000
8 V ₂ O ₃	vanádio.ast	147.1143	0.5082	0.5216	0.9741	1.0000
9 Ag ₂ O	prata.ast	107.4163	1.5455	1.7832	0.8667	1.0000
10 As ₂ O ₅	galium arsenito.ast	79.4562	3.4462	9.3860	0.3672	1.0000
11 K ₂ O	sanidina.ast	12.1100	1.0720	1.2031	0.8908	1.0003
12 Fe ₂ O ₃	hematita.ast	100.0000	0.2140	0.2170	0.9864	1.0000
13 Bi ₂ O ₃	selenid bismut.ast	71.1605	2.2464	3.2213	0.6974	1.0000
14 Al ₂ O ₃	plagioclase.ast	28.5300	4.2119	5.8530	0.7113	1.0116
15 PbO	galena.ast	93.2876	2.7233	3.4515	0.7890	1.0000
16 NiO	níquel silicide.ast	102.6928	0.1222	0.1238	0.9874	1.0000
17 ZnO	willemita.ast	66.8900	0.0604	0.0609	0.9922	1.0000
18 ZrO ₂	zircônia.ast	79.9300	2.8584	3.6086	0.7921	1.0000
19 SO ₃	estibinita.ast	70.7205	2.3647	3.1046	0.7576	1.0054
20 Cu ₂ O	cuprite.ast	100.0000	0.0926	0.0935	0.9908	1.0000
21 CoO	skutterudite.ast	19.6448	0.1817	0.1860	0.9771	1.0000
22 SiO ₂	dióxido.ast	55.3700	3.2406	4.3999	0.7358	1.0009
23 Au ₂ O	ouro.ast	104.0615	0.0223	0.0226	0.9875	1.0000

Tabela 6. Condições de leitura/medição para sulfetos.

Elemento	Nome do Padrão	Massa (%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 Sb	estibinita.ast	71.6800	0.9419	1.0853	0.8679	1.0000
2 As	galium arsenito.ast	51.8000	3.4462	9.3860	0.3672	1.0000
3 Mn	bustamita.ast	18.8271	0.2625	0.2704	0.9706	1.0001
4 Fe	pirita.ast	46.5500	0.2107	0.2168	0.9718	1.0000
5 In	-	100.0000	1.2834	1.4552	0.8819	1.0000
6 Ge	-	100.0000	6.8011	10.7887	0.6304	1.0000
7 Sn	cassiterita.ast	78.7643	1.0816	1.2016	0.9001	1.0000
8 Cu	cuprite.ast	88.8190	0.0926	0.0935	0.9908	1.0000
9 Bi	selenid bismuth.ast	63.8300	2.2464	3.2213	0.6974	1.0000
10 Se	selenid bismuth.ast	27.7388	4.6016	8.5071	0.5409	1.0000
11 Pb	galena.ast	86.6000	2.7233	3.4515	0.7890	1.0000
12 Co	skutterudite.ast	15.4500	0.1817	0.1860	0.9771	1.0000
13 Ag	prata.ast	100.0000	1.5455	1.7832	0.8667	1.0000
14 Cd	-	100.0000	1.4230	1.6272	0.8745	1.0000
15 S	pirita.ast	53.4500	2.2814	2.7738	0.8220	1.0006
16 Ni	pentlandita.ast	36.1200	0.1186	0.1228	0.9654	1.0000
17 Zn	esfalerite.ast	67.0700	0.0633	0.0640	0.9904	1.0000
18 Au	ouro.ast	100.0000	3.3936	4.5502	0.7458	1.0000

A.II Litogeoquímica

Tabela 7. Métodos analíticos usados nas análises geoquímicas; Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS); Inductively coupled plasma emission-mass spectrometry (ICP-ES); Leco analysis (Leco); Ar-ICP-MS; Fire Assay - AA

Elementos	Métodos	Limite de detecção	Unidades	Elementos	Métodos	Limite de detecção	Unidades
SiO ₂	ICP-ES	0.01	%	Hf	ICP-MS	0.1	ppm
Al ₂ O ₃	ICP-ES	0.01	%	Nb	ICP-MS	0.1	ppm
Fe ₂ O ₃ ^T	ICP-ES	0.04	%	Ni	ICP-MS	20	ppm
MnO	ICP-ES	0.01	%	Rb	ICP-MS	0.1	ppm
MgO	ICP-ES	0.01	%	Sc	ICP-MS	1	ppm
CaO	ICP-ES	0.01	%	Sn	ICP-MS	1	ppm
Na ₂ O	ICP-ES	0.01	%	Sr	ICP-MS	0.5	ppm
K ₂ O	ICP-ES	0.01	%	Ta	ICP-MS	0.1	ppm
TiO ₂	ICP-ES	0.01	%	Th	ICP-MS	0.2	ppm
P ₂ O ₅	ICP-ES	0.01	%	U	ICP-MS	0.1	ppm
Cr ₂ O ₃	ICP-ES	0.002	%	V	ICP-MS	8	ppm
LOI	ICP-ES	-5.1	%	W	ICP-MS	0.5	ppm
Au	Ar-ICP-MS	0.5	ppb	Y	ICP-MS	0.1	ppm
Ag	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Zr	ICP-MS	0.1	ppm
As	Ar-ICP-MS	0.5	ppm	La	ICP-MS	0.1	ppm
Bi	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Ce	ICP-MS	0.1	ppm
Cd	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Pr	ICP-MS	0.02	ppm
Cu	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Nd	ICP-MS	0.3	ppm
Hg	Ar-ICP-MS	0.01	ppm	Sm	ICP-MS	0.05	ppm
Mo	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Eu	ICP-MS	0.02	ppm
Pb	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Gd	ICP-MS	0.05	ppm
Sb	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Tb	ICP-MS	0.01	ppm
Se	Ar-ICP-MS	0.5	ppm	Dy	ICP-MS	0.05	ppm
Tl	Ar-ICP-MS	0.1	ppm	Ho	ICP-MS	0.02	ppm
Zn	Ar-ICP-MS	1	ppm	Er	ICP-MS	0.03	ppm
Ba	ICP-MS	1	ppm	Tm	ICP-MS	0.01	ppm
Be	ICP-MS	1	ppm	Yb	ICP-MS	0.05	ppm
Co	ICP-MS	0.2	ppm	Lu	ICP-MS	0.01	ppm
Cs	ICP-MS	0.1	ppm	CO ₂	Leco	0.02	ppm
Ga	ICP-MS	0.5	ppm	S (%)	Leco	0.02	%

Tabela 8. Valores de normalização relativamente ao condrito, manto primitivo e NASC.

Manto Primitivo				Condrito		NASC			NASC		
Palme & O'Neill (2003)				Palme & Jones 2003		Condie (1993)			Gromet et al. (1984)		
Cs	0.018	Sr	20.3	La	0.245	Ce	67	As	1.5	La	31.1
Rb	0.605	Nd	1.327	Ce	0.638	Sc	15	Sb	0.2	Ce	67.033
Pb	0.185	Hf	0.3	Pr	0.0964	Co	26	Rb	125	Nd	30.4
Th	0.0834	Zr	10.81	Nd	0.474	La	31	U	2.7	Sm	5.98
U	0.0218	Sm	0.431	Sm	0.154	Gd	5.2	Sr	142	Eu	1.253
Ba	6.75	Eu	0.162	Eu	0.058	Yb	3.1	Ti	4200	Gd	5.5
K	260	Tb	0.105	Gd	0.204	Y	35	Cr	127	Tb	0.85
Ta	0.04	Yb	0.462	Tb	0.0375	Zn	71	Zr	200	Dy	5.54
La	0.686	Y	4.37	Dy	0.254	Cu	25	Hf	6.3	Er	3.275
Ag	0.004	Ti	1280	Ho	0.0567	V	130	Ta	1.12	Yb	3.113
Ce	1.786	Lu	0.0711	Er	0.166	Ni	58	Th	12.3	Lu	0.456
Nb	0.588	Co	102	Tm	0.0256	Ba	636	Nb	13		
Sb	0.012	Ni	1860	Yb	0.165	Pb	20	Nd	27.4		
As	0.066			Lu	0.0254						

A.III Geologia Isotópica

Procedimento das análises Pb-Pb em sulfetos e rocha total

Montagem das colunas

- (1) Adicionar 5 gotas de resina, aguardar escoar toda a água;
- (2) Adicionar 2 ml de HCl 6M e esperar escoar;
- (3) Adicionar 0.3 ml de H₂O milliQ e aguardar escoar;
- (4) Adicionar 0.3 ml de HBr 0.7M e esperar escoar.

Deposição e eluição das amostras de sulfetos em coluna de troca iônica

- (1) Adicionar 0.3 ml de HBr 0.7M em cada coluna e aguardar escoar;
- (2) Repetir a etapa anterior por mais 2 vezes;
- (3) Retirar os béqueres de descarte e substituí-los por savillex;
- (4) Adicionar 1 ml de HCl 6M em cada coluna e aguardar escoar;
- (5) Adicionar 10 µl de H₃PO₄ 0.1M diretamente no savillex (sem passar na coluna);
- (6) Secar na chapa aquecedora;
- (7) Amostra pronta para espectrometria.

Procedimento das análises de lixiviados minerais

Amostra EA-86, Pirita

Lixiviado	Massa dissolvida por etapa	Reagentes	Tempo	T°C
L1	0.00095	2 ml MIX forte*	30 min	100
L2	0.00061	2 ml HBr 1N	4h	100
L3	0.00052	2 ml HCl 2N	5h	100
L4	0.00009	2 ml HCl 6N	2h	100
L5	0.18895	2 ml água régia	9 dias	100
Amostra EA-86, Bertierita				
L1	0.00452	2 ml MIX forte*	30 min	100
L2	0.00065	2 ml HBr 1N	4h	100
L3	0.00028	2 ml HCl 2N	5h	100
L4	0.02916	2 ml HCl 6N	2h	100
L5	0.08481	2 ml água régia	9 dias	100

Procedimento para separação de Rb, Sr, Sm e Nd em sulfetos e rocha total

Procedimento para ataque químico por diluição isotópica (Sm-Nd)

- (1) Pesar em savillex entre 50 – 200 mg de amostras, pesar e anotar pesagem;
- (2) Adicionar spike combinado de Sm-Nd, pesar e anotar pesagem;
- (3) Adicionar 1 ml HNO₃ e 3 ml HF (ácidos concentrados e destilados);
- (4) Fechar savillex e aquecer a aproximadamente 100°C por 10 dias utilizando a chapa aquecedora; Nota: no caso das amostras de xisto carbonoso, foi necessário colocar em bombas tipo PARR inseridas em cápsulas de aço inox e aquecidas à temperatura de 200° na estufa durante 5 dias;
- (5) Após aquecimento colocar savillex a evaporar até a secura em chapa aquecedora (60°C);
- (6) Após evaporar adicionar 6 ml HCl 6M e deixar aquecer por uma noite a 110°C;
- (7) Adicionar 1 ml HNO₃ concentrado aos resíduos e evaporar até secura;
- (8) Executar todos os procedimentos anteriores com o Branco;
- (9) Encaminhar para separação nas colunas.

Procedimento para ataque químico natural (Rb-Sr e Pb-Pb)

- (1) Pesar em savillex entre 50 – 200 mg de amostras, pesar e anotar pesagem;

- (2) Adicionar 1 ml HNO_3 e 3 ml HF (ácidos concentrados e destilados);
- (3) Fechar saviilex e aquecer a aproximadamente 100°C por 10 dias utilizando a chapa aquecedora; Nota: no caso das amostras de xisto carbonoso, foi necessário colocar em bombas tipo PARR inseridas em cápsulas de aço inox e aquecidas à temperatura de 200° na estufa durante 5 dias;
- (4) Após aquecimento colocar saviilex a evaporar até a secura em chapa aquecedora (60°C);
- (5) Após evaporar adicionar 6 ml HCl 6M e deixar aquecer por uma noite a 110°C ;
- (6) Adicionar 1 ml HNO_3 concentrado aos resíduos e evaporar até secura;
- (7) Encaminhar para separação nas colunas.

Procedimento colunas do tipo “Sr SPEC”

Montagem das colunas

- (1) retirar as colunas imersas em HNO_3 50%;
- (2) enxaguar as colunas com H_2O *milliQ*;
- (3) adicionar 1 cm de resina Sr SPEC em cada coluna;
- (4) adicionar 0.4 ml HNO_3 2M e aguardar escoar o ácido;
- (5) repetir etapa anterior.

Deposição e eluição

- (1) adicionar 1 ml HNO_3 2M ao resíduo proveniente do ataque químico;
- (2) depositar 0.5 ml de amostra e aguardar escoar;
- (3) repetir etapa anterior;
- (4) adicionar 0.2 ml HNO_3 2M e aguardar escoar;
- (5) repetir etapa anterior;
- (6) retirar saviilex com a matriz para separação das ETR em coluna RE e, colocar a secar em chapa aquecedora;
- (7) posicionar béqueres de descarte por debaixo das colunas;
- (8) adicionar 0.2 ml HNO_3 7M e aguardar escoar;

- (9) repetir etapa anterior 5 vezes;
- (10) adicionar 0.2 ml HNO_3 2M e aguardar escoar;
- (11) repetir etapa anterior 3 vezes;
- (12) retirar béqueres de descarte;
- (13) posicionar savillex para coleta de Sr;
- (14) adicionar 0.5 ml HNO_3 0.05M e aguardar escoar;
- (15) repetir etapa anterior por 6 vezes;
- (16) retirar savillex com Sr e colocar a secar na chapa aquecedora;
- (17) encaminhar Sr para espectrometria de massa.
- (18) Posicionar béqueres de descarte;
- (19) Adicionar 0.1 ml HCl 3M e aguardar escoar;
- (20) Repetir etapa anterior 4 vezes;
- (21) Posicionar savillex para coleta de Pb;
- (22) Adicionar 0.2 ml HCl 8M e aguardar escoar;
- (23) Repetir etapa anterior 5 vezes;
- (24) Retirar savillex com Pb e adicionar 10 μl de H_3PO_4 0.1M;
- (25) Colocar a secar na chapa aquecedora e encaminhar para espectrometria de massa.

Procedimento colunas do tipo “RE SPEC”

Montagem das colunas

- (1) retirar as colunas imersas em HNO_3 50%;
- (2) enxaguar as colunas com H_2O *milliQ*;
- (3) adicionar 1 cm de resina RE;
- (4) adicionar 0.5 ml HNO_3 1M e aguardar escoar;
- (5) repetir etapa anterior.

Deposição e eluição

- (1) adicionar 2 ml de HNO_3 1M ao material proveniente da etapa 6 da coluna Sr SPEC;
- (2) depositar 0.5 ml de amostra;
- (3) repetir etapa anterior 4 vezes;
- (4) adicionar 0.5 ml HNO_3 1M e aguardar escoar;
- (5) repetir etapa anterior 6 vezes;
- (6) adicionar 0.25 ml HNO_3 0.05M e aguardar escoar;
- (7) retirar béqueres de descarte;
- (8) posicionar savillex;
- (9) adicionar 0.2 ml HNO_3 0.05M e aguardar escoar;
- (10) repetir etapa anterior 6 vezes;
- (11) coletar ETR e colocar a secar na chapa aquecedora;
- (12) encaminhar para separação de Sm e Nd na coluna LN spec.

Procedimento colunas do tipo “LN SPEC”

Deposição eluição

- (1) adicionar 0.2 ml HCl 0.26M ao resíduo de ETR proveniente da etapa anterior;
- (2) depositar 0.2 ml de amostra e aguardar escoar;
- (3) adicionar 0.2 ml HCl 0.26M no savillex e depositar na coluna, aguardar escoar;
- (4) repetir etapa anterior 2 vezes;
- (5) seguir eluição de acordo com a calibração de cada coluna;
- (6) coletar Nd e Sm em savillex separados;
- (7) adicionar 5 μl H_3PO_4 0.1M;
- (8) colocar a secar em chapa aquecedora;
- (9) encaminhar para espectrometria de massa.

Limpeza e recondicionamento de cada coluna

- (1) adicionar 10 ml HCl 6M e aguardar escoar;
- (2) repetir etapa anterior;
- (3) adicionar 4 ml HCl 0.26M e aguardar escoar;
- (4) adicionar 0.5 ml HCl 0.26M e acondicionar a coluna em tubo centrífuga contendo HCl 0.26M.

Anexo B

Resultados Analíticos

B.I Química Mineral

Tabela	Grupo Mineral	Página
1 - 9	Carbonatos	B-5
10 - 16	Plagioclásio	B-14
17 - 25	Clorita	B-21
26 - 34	Sericita	B-30
35 - 49	Pirita	B-39
50 - 60	Arsenopirita	B-55
61 - 72	Pirrotita	B-66
73 - 74	Calcopirita	B-78
75 - 76	Esfalerita	B-80
78 - 91	Bertierita	B-82
92 - 98	Jamesonita	B-96
99 - 101	Ulmanita	B-103
102 - 104	Tetraedrita	B-106
105 - 106	Boulangerita	B-109
107 -114	Ouro	B-111

Tabela 1. Resultados analíticos para o carbonato 0 (V%).

Amostra	EA 1 (6)				EA 1 (7)				EA 1 (8)				
	Nº Análise	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4
FeO	2.25	2.24	2.29	1.45	1.43	1.50	1.45	1.35	2.55	2.30	2.34	17.49	
MnO	0.28	0.30	0.29	0.34	0.35	0.29	0.32	0.34	0.33	0.26	0.27	0.59	
MgO	0.59	0.55	0.58	0.31	0.32	0.34	0.30	0.30	0.69	0.60	0.62	8.51	
CaO	54.96	54.04	51.81	55.20	53.24	52.90	53.20	53.04	53.76	51.53	51.40	29.17	
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SrO	0.44	0.43	0.41	0.37	0.40	0.36	0.34	0.34	0.38	0.40	0.38	0.11	
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total real	58.51	57.56	55.37	57.67	55.75	55.39	55.61	55.37	57.71	55.10	55.00	55.87	
CO ₂ calculado	41.49	42.44	44.63	42.33	44.26	44.62	44.39	44.63	42.29	44.90	45.00	44.13	
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O													
Fe	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.24	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Mg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.21	
Ca	1.01	0.98	0.92	1.00	0.95	0.94	0.95	0.94	0.98	0.91	0.91	0.52	
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	1.06	1.04	0.98	1.04	0.99	0.98	0.98	0.98	1.04	0.97	0.97	0.99	
% FeCO ₃	3.02	3.06	3.25	1.98	2.02	2.13	2.05	1.92	3.48	3.28	3.35	24.74	
% MnCO ₃	0.38	0.41	0.41	0.47	0.50	0.42	0.46	0.49	0.46	0.38	0.38	0.84	
% MgCO ₃	1.41	1.35	1.46	0.74	0.81	0.85	0.76	0.75	1.69	1.53	1.58	21.46	
% CaCO ₃	94.78	94.77	94.47	96.46	96.28	96.25	96.39	96.51	94.01	94.41	94.31	52.85	
% SrCO ₃	0.41	0.41	0.40	0.35	0.39	0.36	0.33	0.33	0.36	0.40	0.38	0.11	

Tabela 2. Resultados analíticos para o carbonato 0 (Fc).

Amostra	EA 77 (1)						EA 77 (2)						EA-27	
	Nº Análise	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2
FeO		7.59	7.50	8.45	7.34	7.43	7.34	8.57	7.86	8.57	8.19	8.36	4.26	4.65
MnO		0.41	0.44	0.49	0.36	0.40	0.50	0.47	0.48	0.48	0.48	0.54	0.11	0.11
MgO		17.93	17.93	17.05	17.70	17.77	18.01	17.10	17.39	16.75	16.96	16.86	18.44	17.90
CaO		29.71	29.82	29.79	29.90	29.71	29.93	29.68	29.67	29.86	29.72	29.86	29.16	29.30
Na ₂ O		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01
SrO		0.09	0.07	0.08	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.08	0.00	0.19	0.01	-
BaO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real		55.73	55.76	55.86	55.36	55.35	55.84	55.89	55.46	55.74	55.35	55.81	51.99	51.97
CO ₂ calculado		44.28	44.24	44.14	44.64	44.65	44.16	44.11	44.54	44.26	44.65	44.20	42.29	42.09
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O														
Fe		0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.06	0.07
Mn		0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Mg		0.43	0.43	0.41	0.42	0.43	0.43	0.41	0.42	0.40	0.41	0.41	0.46	0.45
Ca		0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.52	0.51	0.52	0.53	0.53
Na		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr		0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	-	0.00	-	-
Ba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.06	1.05	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05
% FeCO ₃		9.72	9.59	10.90	9.46	9.57	9.37	11.04	10.16	11.09	10.63	10.81	5.71	6.27
% MnCO ₃		0.53	0.58	0.64	0.48	0.52	0.65	0.61	0.63	0.63	0.63	0.71	0.15	0.15
% MgCO ₃		40.93	40.90	39.18	40.65	40.82	40.98	39.28	40.06	38.68	39.27	38.85	44.06	42.99
% CaCO ₃		48.74	48.87	49.20	49.36	49.05	48.94	49.00	49.11	49.53	49.46	49.46	50.06	50.58
% SrCO ₃		0.08	0.06	0.07	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.07	0.00	0.17	0.01	0.00

Tabela 3. Resultados analíticos para o carbonato 0'.

Amostra Nº Análise	EA 26 (1)				EA 26 (3)				EA 44 (2)				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
FeO	1.41	1.39	1.39	1.31	1.48	1.41	1.35	1.34	0.79	0.77	0.85	0.73	0.75
MnO	0.66	0.71	0.71	0.69	0.70	0.66	0.66	0.67	0.78	0.68	0.76	0.78	0.79
MgO	0.86	0.85	0.80	0.83	1.01	0.86	0.89	0.84	0.75	0.71	0.74	0.71	0.69
CaO	54.82	52.23	51.94	53.08	54.72	53.12	53.34	52.50	56.40	53.29	53.70	53.57	53.06
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO	0.37	0.36	0.32	0.36	0.47	0.40	0.40	0.38	0.32	0.25	0.23	0.27	0.30
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real	58.12	55.54	55.16	56.25	58.38	56.45	56.63	55.72	59.04	55.69	56.28	56.06	55.58
CO ₂ calculado	41.88	44.46	44.84	43.75	41.62	43.55	43.37	44.28	40.96	44.31	43.72	43.94	44.42
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O													
Fe	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	1.00	0.93	0.92	0.95	1.00	0.95	0.96	0.94	1.04	0.95	0.96	0.96	0.94
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.05	0.98	0.97	1.00	1.06	1.01	1.01	0.99	1.08	0.99	1.00	1.00	0.99
% FeCO ₃	1.91	1.97	1.98	1.82	1.99	1.96	1.86	1.88	1.05	1.08	1.18	1.02	1.05
% MnCO ₃	0.90	1.02	1.03	0.97	0.96	0.93	0.93	0.96	1.05	0.97	1.06	1.10	1.12
% MgCO ₃	2.08	2.13	2.03	2.06	2.43	2.13	2.20	2.11	1.78	1.77	1.84	1.78	1.74
% CaCO ₃	94.77	94.53	94.66	94.81	94.19	94.60	94.62	94.69	95.83	95.94	95.70	95.84	95.79
% SrCO ₃	0.35	0.35	0.31	0.35	0.44	0.38	0.38	0.37	0.29	0.24	0.22	0.26	0.29

Tabela 4. Resultados analíticos para o carbonato I.

Amostra Nº Análise	EA 22 (2)										EA 22 (3)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
FeO	12.76	12.68	12.88	12.97	13.42	12.83	12.82	12.08	12.87	12.99	12.75	12.97	12.59	12.17	12.62	12.66
MnO	0.49	0.45	0.45	0.47	0.44	0.42	0.50	0.45	0.55	0.48	0.50	0.45	0.55	0.43	0.45	0.47
MgO	13.56	13.52	13.38	13.38	12.98	13.33	13.35	13.79	13.18	13.10	13.23	13.05	13.25	12.26	13.35	13.26
CaO	28.78	28.54	28.56	28.80	28.34	28.72	28.82	28.86	28.65	28.58	28.80	28.70	28.82	27.08	28.64	28.68
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SiO	0.34	0.35	0.38	0.38	0.41	0.35	0.44	0.34	0.31	0.32	0.35	0.39	0.33	0.33	0.32	0.42
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real	55.93	55.54	55.64	56.00	55.58	55.64	55.92	55.53	55.56	55.46	55.64	55.57	55.53	52.27	55.38	55.48
CO ₂ calculado	44.07	44.46	44.36	44.00	44.42	44.36	44.08	44.47	44.44	44.54	44.36	44.44	44.47	47.73	44.62	44.52
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O																
Fe	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.33	0.33	0.34	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.29	0.33	0.32
Ca	0.51	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51	0.46	0.50	0.50
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.92	1.01	1.01
% FeCO ₃	17.12	17.13	17.39	17.41	18.23	17.32	17.24	16.25	17.43	17.63	17.23	17.59	17.03	17.54	17.10	17.15
% MnCO ₃	0.67	0.61	0.61	0.64	0.60	0.57	0.68	0.62	0.75	0.65	0.69	0.62	0.75	0.63	0.62	0.64
% MgCO ₃	32.43	32.55	32.23	32.04	31.45	32.09	32.02	33.08	31.82	31.71	31.88	31.56	31.96	31.50	32.25	32.03
% CaCO ₃	49.46	49.38	49.42	49.55	49.33	49.70	49.66	49.74	49.71	49.71	49.87	49.86	49.95	50.00	49.72	49.79
% SiCO ₃	0.32	0.33	0.35	0.35	0.38	0.33	0.41	0.31	0.29	0.30	0.33	0.37	0.31	0.33	0.30	0.39

Tabela 5. Resultados analíticos para o carbonato III.

Amostra	EA2 (5)					EA12 (1)					EA12 (3)				
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5
FeO	15.54	15.21	15.85	15.13	16.03	16.16	19.57	20.04	19.02	19.54	18.05	17.77	21.14	19.80	17.99
MnO	0.40	0.40	0.40	0.40	0.44	0.46	0.37	0.40	0.35	0.36	0.36	0.37	0.41	0.24	0.41
MgO	11.17	11.02	10.23	11.56	10.43	10.44	8.90	8.49	9.43	8.87	10.01	9.93	7.81	8.81	9.97
CaO	28.98	29.35	29.48	29.21	29.16	29.29	28.39	28.50	28.45	28.33	28.63	28.79	28.64	28.46	29.00
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SiO	0.17	0.15	0.16	0.15	0.17	0.14	0.18	0.16	0.24	0.17	0.15	0.16	0.10	0.11	0.12
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real	56.26	56.12	56.12	56.45	56.24	56.49	57.40	57.59	57.48	57.26	57.19	57.02	58.11	57.41	57.49
CO ₂ calculado	43.74	43.88	43.89	43.55	43.76	43.52	42.60	42.41	42.52	42.74	42.81	42.98	41.89	42.59	42.51
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O															
Fe	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.23	0.28	0.29	0.27	0.28	0.25	0.25	0.30	0.28	0.25
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mg	0.28	0.27	0.25	0.29	0.26	0.26	0.23	0.22	0.24	0.22	0.25	0.25	0.20	0.22	0.25
Ca	0.52	0.52	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.52	0.52	0.53	0.52	0.53
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.02	1.03	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04
% FeCO ₃	21.26	20.85	21.91	20.54	22.10	22.17	27.06	27.75	26.13	27.09	24.71	24.39	29.26	27.39	24.50
% MnCO ₃	0.55	0.55	0.56	0.54	0.62	0.64	0.51	0.57	0.48	0.50	0.50	0.52	0.58	0.34	0.56
% MgCO ₃	27.23	26.92	25.20	27.98	25.63	25.55	21.95	20.95	23.09	21.93	24.43	24.30	19.27	21.74	24.21
% CaCO ₃	50.79	51.54	52.18	50.79	51.49	51.51	50.31	50.58	50.08	50.32	50.22	50.63	50.79	50.44	50.62
% SiCO ₃	0.16	0.14	0.15	0.14	0.16	0.14	0.17	0.15	0.22	0.16	0.14	0.16	0.10	0.10	0.12

Tabela 6. Resultados analíticos para o **carbonato III** (cont.).

Amostra		EA 12 (4)					EA 12 (5)					EA 12 (6)				
Nº Análise	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5		
FeO	19,48	20,29	19,46	19,33	19,52	19,14	19,37	18,70	19,04	19,74	19,67	18,86	19,59	20,27		
MnO	0,31	0,42	0,31	0,27	0,34	0,30	0,33	0,33	0,41	0,33	0,28	0,35	0,35	0,31		
MgO	8,89	8,32	9,18	9,02	8,94	9,45	9,16	9,29	9,33	8,69	8,74	9,25	8,78	8,05		
CaO	28,35	28,22	28,47	28,58	28,46	28,30	28,50	28,17	28,30	28,30	28,49	28,28	28,40	28,28		
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SiO	0,20	0,21	0,21	0,21	0,17	0,22	0,20	0,17	0,17	0,14	0,12	0,13	0,13	0,18		
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total real	57,22	57,46	57,63	57,41	57,44	57,40	57,57	56,67	57,25	57,20	57,31	56,87	57,26	57,09		
CO ₂ calculado	42,78	42,54	42,37	42,59	42,56	42,60	42,43	43,34	42,75	42,80	42,69	43,13	42,75	42,91		
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O																
Fe	0,28	0,29	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,26	0,27	0,28	0,28	0,27	0,28	0,29		
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		
Mg	0,22	0,21	0,23	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,22	0,22	0,23	0,22	0,20		
Ca	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,52	0,51	0,52	0,51		
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,01	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01		
% FeCO ₃	27,02	28,24	26,75	26,68	26,97	26,33	26,65	26,04	26,27	27,44	27,27	26,19	27,18	28,43		
% MnCO ₃	0,43	0,59	0,43	0,38	0,48	0,42	0,46	0,47	0,58	0,47	0,40	0,49	0,49	0,43		
% MgCO ₃	21,98	20,65	22,48	22,19	22,02	23,17	22,47	23,07	22,96	21,54	21,60	22,90	21,73	20,14		
% CaCO ₃	50,38	50,31	50,13	50,55	50,36	49,88	50,23	50,26	50,03	50,42	50,60	50,29	50,48	50,82		
% SrCO ₃	0,19	0,20	0,20	0,20	0,17	0,21	0,19	0,16	0,16	0,14	0,12	0,12	0,12	0,17		

Tabela 7. Resultados analíticos para o carbonato III (cont.).

Amostra	EA 12 (7)				EA 16 (2)				EA 16 (3)				
	Nº Análise	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FeO		19.66	19.17	19.64	18.97	16.13	15.72	17.76	15.37	15.90	15.40	15.11	16.27
MnO		0.35	0.33	0.31	0.28	0.65	0.58	0.36	0.63	0.49	0.57	0.58	0.45
MgO		8.59	8.86	8.64	9.20	11.11	11.73	10.01	11.76	11.48	11.63	12.45	11.29
CaO		28.51	28.33	28.46	28.53	29.05	28.91	28.55	29.00	28.47	28.62	28.42	28.31
Na ₂ O		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO		0.18	0.15	0.14	0.18	0.13	0.15	0.14	0.17	0.18	0.25	0.16	0.11
BaO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real		57.28	56.85	57.20	57.16	57.08	57.09	56.83	56.92	56.51	56.47	56.71	56.44
CO ₂ calculado		42.72	43.15	42.80	42.84	42.92	42.92	43.17	43.08	43.49	43.53	43.29	43.56
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O													
Fe		0.28	0.27	0.28	0.27	0.23	0.22	0.25	0.21	0.22	0.21	0.21	0.23
Mn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg		0.22	0.22	0.22	0.23	0.28	0.29	0.25	0.29	0.28	0.29	0.31	0.28
Ca		0.52	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51
Na		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		1.02	1.01	1.02	1.02	1.04	1.04	1.02	1.04	1.02	1.02	1.03	1.02
% FeCO ₃		27.31	26.74	27.31	26.22	21.82	21.14	24.45	20.70	21.65	20.93	20.31	22.23
% MnCO ₃		0.49	0.47	0.44	0.39	0.89	0.78	0.50	0.86	0.67	0.79	0.78	0.63
% MgCO ₃		21.27	22.02	21.42	22.67	26.80	28.13	24.57	28.25	27.85	28.20	29.82	27.50
% CaCO ₃		50.75	50.62	50.70	50.54	50.36	49.81	50.35	50.04	49.65	49.86	48.94	49.54
% SrCO ₃		0.17	0.15	0.14	0.17	0.13	0.14	0.14	0.16	0.17	0.23	0.15	0.11

Tabela 8. Resultados analíticos para o **carbonato III** (cont.).

Amostra	EA 19 (1)			EA 19 (5)				
Nº Análise	1	2	3	1	2	3	4	5
FeO	17.53	17.87	16.79	16.66	17.38	17.27	16.82	17.05
MnO	0.30	0.30	0.32	0.35	0.32	0.28	0.30	0.30
MgO	10.06	9.86	10.62	10.90	10.46	10.44	10.60	10.60
CaO	28.50	28.43	28.48	28.72	28.16	28.49	28.51	28.69
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO	0.13	0.15	0.11	0.14	0.18	0.13	0.18	0.14
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real	56.52	56.61	56.32	56.76	56.50	56.61	56.42	56.79
CO ₂ calculado	43.48	43.39	43.68	43.24	43.50	43.40	43.59	43.21
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O								
Fe	0.25	0.25	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	0.24
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.25	0.25	0.26	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26
Ca	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51
Na	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.01	1.01	1.01	1.03	1.01	1.02	1.01	1.02
% FeCO ₃	24.22	24.73	23.13	22.72	23.96	23.74	23.14	23.33
% MnCO ₃	0.42	0.42	0.44	0.48	0.45	0.38	0.42	0.41
% MgCO ₃	24.78	24.32	26.07	26.49	25.69	25.58	26.00	25.85
% CaCO ₃	50.45	50.39	50.25	50.18	49.72	50.18	50.26	50.27
% SrCO ₃	0.12	0.14	0.11	0.13	0.17	0.13	0.17	0.14

Tabela 9. Amplitude de variação composicional para os carbonatos: N = número de análises.

	Carb 0 (EM) N = 12			Carb 0 (Fc) N = 13			Carb 0' N = 13			Carb I N = 16			Carb III N = 49		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
FeO	1.35	17.49	2.24	4.26	8.57	7.59	0.73	1.48	1.34	12.08	13.42	12.79	15.11	21.14	18.05
MnO	0.26	0.59	0.31	0.11	0.54	0.47	0.66	0.79	0.70	0.42	0.55	0.46	0.24	0.65	0.35
MgO	0.30	8.51	0.56	16.75	18.44	17.70	0.69	1.01	0.83	12.26	13.79	13.29	7.81	12.45	9.86
CaO	29.17	55.20	53.12	29.16	29.93	29.72	51.94	56.40	53.29	27.08	28.86	28.69	28.16	29.48	28.49
Na ₂ O	-	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SrO	0.11	0.44	0.38	0.00	0.19	0.07	0.23	0.47	0.36	0.31	0.44	0.35	0.10	0.25	0.16
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total real	55.00	58.51	55.68	51.97	55.89	55.73	55.16	59.04	56.25	52.27	56.00	55.56	56.12	58.11	57.08
CO ₂ calculado	41.49	45.00	44.32	42.09	44.65	44.24	40.96	44.84	43.75	44.00	47.73	44.44	41.89	43.89	42.92
Fórmula estrutural calculada na base de 6 O															
Fe	0.02	0.24	0.03	0.06	0.12	0.10	0.01	0.02	0.02	0.16	0.18	0.18	0.21	0.30	0.25
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Mg	0.01	0.21	0.01	0.40	0.46	0.42	0.02	0.03	0.02	0.29	0.34	0.32	0.20	0.31	0.25
Ca	0.52	1.01	0.95	0.51	0.53	0.51	0.92	1.04	0.95	0.46	0.51	0.50	0.50	0.53	0.52
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.97	1.06	0.99	1.04	1.06	1.05	0.97	1.08	1.00	0.92	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02
% FeCO ₃	1.92	24.74	3.04	5.71	11.09	9.72	1.02	1.99	1.86	16.25	18.23	17.28	20.31	29.26	24.73
% MnCO ₃	0.38	0.84	0.44	0.15	0.71	0.61	0.90	1.12	0.97	0.57	0.75	0.63	0.34	0.89	0.49
% MgCO ₃	0.74	21.46	1.38	38.68	44.06	40.65	1.74	2.43	2.06	31.45	33.08	32.03	19.27	29.82	24.21
% CaCO ₃	52.85	96.51	94.77	48.74	50.58	49.20	94.19	95.94	94.77	49.33	50.00	49.71	48.94	52.18	50.36
% SrCO ₃	0.11	0.41	0.37	0.00	0.17	0.06	0.22	0.44	0.35	0.29	0.41	0.33	0.10	0.23	0.15

Tabela 10. Resultados analíticos para o plagioclásio 0.

Amostra	EA-1(1)				EA-1				EA-1(3)			EA-1(4)				
	Nº Análise	1	2	3	5	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4
SiO ₂		68.05	70.17	69.00	69.43	68.32	68.53	67.86	68.20	68.09	69.69	68.90	67.54	68.79	69.31	68.30
Al ₂ O ₃		19.02	18.89	19.38	18.90	19.80	19.54	19.56	19.84	19.72	18.12	19.07	19.32	19.06	19.29	19.38
FeO _T		0.02	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	0.02	0.10	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03
CaO		0.79	0.09	0.17	0.05	0.32	0.34	0.45	0.14	0.17	0.06	0.10	0.28	0.16	0.23	0.45
Na ₂ O		11.96	12.20	11.87	11.97	11.85	12.04	11.81	11.81	11.70	11.81	11.91	11.83	11.99	12.15	11.77
K ₂ O		0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.18	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02
Total		99.86	101.42	100.48	100.41	100.32	100.48	99.71	100.27	99.72	99.72	100.01	99.01	100.03	101.07	99.95
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O																
Si		11.95	12.09	12.00	12.08	11.91	11.94	11.91	11.91	11.93	12.19	12.04	11.94	12.02	12.00	11.96
Al		3.94	3.84	3.97	3.87	4.07	4.01	4.05	4.08	4.07	3.73	3.93	4.03	3.93	3.94	4.00
Fe ³⁺		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ca		0.15	0.02	0.03	0.01	0.06	0.06	0.08	0.03	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.04	0.08
Na		4.07	4.08	4.00	4.04	4.01	4.07	4.02	4.00	3.97	4.00	4.04	4.05	4.06	4.08	4.00
K		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Total		20.12	20.03	20.02	20.01	20.06	20.09	20.07	20.06	20.02	19.95	20.02	20.08	20.05	20.07	20.04
Ab (%)		96.3	99.4	99.0	99.6	98.4	98.4	97.8	98.4	99.1	99.6	99.4	98.6	99.2	98.8	97.8
An (%)		3.5	0.4	0.8	0.2	1.5	1.5	2.0	0.6	0.8	0.3	0.5	1.3	0.7	1.0	2.1
Or (%)		0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

Tabela 11. Resultados analíticos para o plagioclásio 0 e 0'.

Pl 0				Pl 0'											
Amostra	EA-1(8)			EA-19 (1)			EA-36 (2)			EA-36 (3)					
Nº Análise	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3
SiO ₂	67.94	68.15	68.59	68.97	66.11	69.20	68.53	68.69	68.57	69.18	69.16	69.21	69.66	68.77	69.07
Al ₂ O ₃	19.40	19.39	19.45	19.31	20.48	18.90	19.08	19.28	19.28	19.04	19.37	19.36	19.13	19.12	19.24
FeO _T	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
CaO	0.23	0.25	0.28	0.13	0.11	0.03	0.07	0.11	0.10	0.15	0.11	0.11	0.09	0.05	0.07
Na ₂ O	12.02	11.73	11.75	11.88	10.38	12.00	11.99	11.93	12.16	12.23	12.19	12.04	12.03	12.11	12.20
K ₂ O	0.03	0.03	0.03	0.02	1.39	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03
Total	99.60	99.55	100.10	100.33	98.58	100.15	99.74	100.04	100.17	100.61	100.87	100.76	100.94	100.08	100.63
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O															
Si	11.94	11.97	11.98	12.01	11.78	12.07	12.01	12.00	11.98	12.03	11.99	12.01	12.05	12.01	12.01
Al	4.02	4.01	4.00	3.96	4.30	3.88	3.94	3.97	3.97	3.90	3.96	3.96	3.90	3.94	3.94
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Na	4.09	3.99	3.98	4.01	3.59	4.06	4.07	4.04	4.12	4.12	4.10	4.05	4.04	4.10	4.11
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.32	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	20.10	20.03	20.01	20.02	20.02	20.02	20.05	20.04	20.10	20.09	20.08	20.04	20.02	20.07	20.08
Ab (%)	98.8	98.7	98.6	99.3	91.4	99.8	99.5	99.3	99.4	99.2	99.3	99.3	99.4	99.6	99.5
An (%)	1.0	1.2	1.3	0.6	0.5	0.1	0.3	0.5	0.4	0.7	0.5	0.5	0.4	0.2	0.3
Or (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	8.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1

Tabela 12. Resultados analíticos para o plagioclásio I.

Amostra	EA 2 (2)										EA 2 (3)				EA 2 (4)		EA 12 (2)	
	Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	1	
SiO ₂	69.46	68.67	69.45	68.83	68.76	68.32	69.03	68.77	69.25	69.22	69.84	69.47	69.27	69.26	69.78	67.57		
Al ₂ O ₃	19.29	19.41	19.07	19.27	19.18	19.36	19.24	19.43	19.25	19.09	19.16	19.16	19.04	19.11	19.08	19.26		
FeO _T	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	-	0.01	-	-	0.01	0.02	-	-	0.02	0.00	0.02		
CaO	0.29	0.39	0.05	0.26	0.10	0.18	0.17	0.04	0.08	0.03	0.07	0.10	0.02	0.04	0.04	0.07		
Na ₂ O	11.89	11.89	12.12	11.87	12.19	12.01	11.94	12.08	11.99	12.23	12.16	12.09	12.16	11.96	12.03	12.02		
K ₂ O	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03		
Total	101.00	100.37	100.73	100.27	100.25	99.89	100.41	100.34	100.58	100.60	101.26	100.84	100.51	100.40	100.95	98.97		
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O																		
Si	12.02	11.97	12.05	12.00	12.00	11.97	12.01	11.98	12.03	12.03	12.05	12.04	12.05	12.05	12.07	11.95		
Al	3.93	3.99	3.90	3.96	3.95	4.00	3.95	3.99	3.94	3.91	3.90	3.91	3.90	3.92	3.89	4.01		
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ca	0.05	0.07	0.01	0.05	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01		
Na	3.99	4.02	4.07	4.01	4.12	4.08	4.03	4.08	4.04	4.12	4.07	4.06	4.10	4.03	4.03	4.12		
K	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
Total	20.01	20.05	20.04	20.03	20.09	20.08	20.03	20.07	20.02	20.07	20.03	20.04	20.05	20.01	20.00	20.11		
Ab (%)	98.50	98.15	99.66	98.72	99.46	99.04	99.11	99.67	99.56	99.77	99.60	99.46	99.82	99.70	99.72	99.52		
An (%)	1.35	1.76	0.22	1.20	0.43	0.84	0.78	0.20	0.36	0.12	0.32	0.44	0.08	0.18	0.20	0.30		
Or (%)	0.15	0.09	0.12	0.08	0.11	0.12	0.11	0.14	0.08	0.11	0.09	0.10	0.10	0.12	0.09	0.18		

Tabela 13. Resultados analíticos para o **plagioclásio I** (cont.).

Amostra	EA 12 (2)				EA 12 (4)				EA 12 (5)				EA 12 (6)				EA 12 (7)	
	Nº Análise	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
SiO ₂	67.6	67.5	68.2	69.1	68.7	68.7	68.2	68.1	68.1	68.3	67.1	68.3	68.2	68.2	67.9	68.5		
Al ₂ O ₃	19.2	19.1	19.1	19.6	19.1	19.1	19.7	19.1	19.1	19.1	19.8	19.1	19.0	19.1	19.5	19.2		
FeO _T	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	-	0.0	0.0	0.0		
CaO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.0		
Na ₂ O	12.0	12.0	11.7	11.9	12.2	11.9	11.8	12.1	12.0	12.1	11.7	11.8	11.9	12.0	11.9	12.0		
K ₂ O	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
Total	99.0	98.8	99.3	100.8	100.1	99.8	99.9	99.4	99.3	99.8	99.3	99.5	99.4	99.5	99.7	99.9		
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O																		
Si	11.95	11.96	12.00	11.98	12.02	12.02	11.93	11.98	12.00	11.98	11.86	12.00	12.01	11.99	11.92	12.00		
Al	4.01	3.99	3.96	4.01	3.92	3.94	4.07	3.96	3.95	3.96	4.13	3.95	3.94	3.95	4.03	3.96		
Fe ³⁺	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ca	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.05	0.04	0.04	0.08	0.01		
Na	4.12	4.13	4.00	3.99	4.12	4.04	4.02	4.14	4.11	4.12	4.01	4.02	4.06	4.08	4.06	4.09		
K	0.01	0.01	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02		
Total	20.10	20.11	20.03	20.02	20.08	20.03	20.05	20.10	20.08	20.09	20.13	20.03	20.06	20.07	20.10	20.08		
Ab (%)	99.51	99.31	98.72	98.88	99.42	99.46	99.32	99.63	99.72	99.60	97.37	98.65	98.70	99.02	97.90	99.32		
An (%)	0.32	0.54	0.58	0.47	0.46	0.41	0.53	0.20	0.11	0.25	0.32	1.18	1.09	0.86	1.90	0.13		
Or (%)	0.17	0.15	0.70	0.65	0.12	0.14	0.14	0.18	0.17	0.15	2.32	0.18	0.21	0.12	0.20	0.55		

Tabela 14. Resultados analíticos para o **plagioclásio I** (cont.).

Amostra		EA 12 (7)										EA 16 (1)					EA 16 (3)	
Nº Análise	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	1	2		
SiO ₂	68.91	68.11	68.65	68.48	68.53	67.34	66.84	69.10	68.96	69.18	68.87	69.02	69.05	69.93	69.57	68.59		
Al ₂ O ₃	19.03	19.27	19.12	19.27	19.24	19.66	20.41	19.24	19.15	20.08	19.19	19.23	19.12	19.08	19.27	19.44		
FeO _T	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01		
CaO	0.06	0.15	0.04	0.10	0.13	0.35	0.17	0.05	0.04	0.01	0.06	0.11	0.08	0.08	0.14	0.24		
Na ₂ O	12.08	12.03	12.25	11.97	11.94	11.81	11.49	12.19	12.36	12.21	12.38	12.09	12.22	12.20	12.30	12.24		
K ₂ O	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.09	0.49	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03		
Total	100.11	99.60	100.11	99.84	99.91	99.25	99.47	100.62	100.55	101.52	100.53	100.49	100.49	101.31	101.31	100.54		
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O																		
Si	12.03	11.97	12.00	11.99	11.99	11.88	11.78	12.01	12.00	11.92	11.99	12.01	12.02	12.06	12.01	11.95		
Al	3.92	3.99	3.94	3.98	3.97	4.09	4.24	3.94	3.93	4.08	3.94	3.94	3.92	3.88	3.92	3.99		
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ca	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04		
Na	4.09	4.10	4.15	4.06	4.05	4.04	3.93	4.11	4.17	4.08	4.18	4.08	4.12	4.08	4.12	4.13		
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.11	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Total	20.06	20.09	20.11	20.06	20.05	20.10	20.11	20.07	20.12	20.08	20.13	20.06	20.09	20.04	20.09	20.12		
Ab (%)	99.57	99.15	99.61	99.39	99.27	97.89	96.49	99.72	99.65	99.81	99.57	99.32	99.49	99.50	99.22	98.79		
An (%)	0.29	0.68	0.18	0.45	0.58	1.60	0.81	0.22	0.17	0.05	0.27	0.49	0.35	0.34	0.60	1.06		
Or (%)	0.14	0.16	0.20	0.16	0.15	0.51	2.70	0.06	0.18	0.15	0.16	0.18	0.16	0.17	0.18	0.14		

Tabela 15. Resultados analíticos para o **plagioclásio I** (cont.).

Amostra	EA 16 (3)			EA 16 (5)					EA 16 (6)		EA 55 (3)	PI2		EA 75 (4)						
	Nº Análise	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	3	1	2	3	4	5	
SiO ₂	69.05	68.97	68.62	69.17	69.04	68.88	69.25	68.76	70.11	69.43	68.50	68.76	69.04	68.01	68.49	68.53	68.32	68.62	68.32	68.04
Al ₂ O ₃	19.56	19.32	19.63	19.36	19.44	18.98	19.33	19.45	19.18	19.15	19.48	19.00	19.51	19.48	19.32	19.24	19.18	18.99	19.17	19.85
FeO _T	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.07	0.05	0.02	0.08	0.01	-	0.02	0.01	0.00	0.02
CaO	0.09	0.16	0.16	0.15	0.10	0.06	0.14	0.09	0.02	0.04	0.03	0.05	0.17	0.09	0.17	0.02	0.04	0.03	0.01	0.04
Na ₂ O	12.29	12.23	11.94	12.05	12.19	11.94	12.01	12.07	12.33	12.10	12.04	12.10	11.97	11.74	11.87	12.09	12.15	12.10	12.19	12.08
K ₂ O	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.09	0.04	0.03	0.13	0.03	0.04	0.42	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	101.03	100.73	100.37	100.76	100.79	99.89	100.77	100.48	101.70	100.78	100.24	99.99	100.74	99.81	99.90	99.89	99.72	99.77	99.71	100.04
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O																				
Si	11.96	11.98	11.95	12.00	11.98	12.05	12.01	11.97	12.05	12.04	11.96	12.03	11.98	11.94	11.99	12.00	11.99	12.03	11.99	11.90
Al	3.99	3.96	4.03	3.96	3.98	3.91	3.95	3.99	3.88	3.91	4.01	3.92	3.99	4.03	3.99	3.97	3.97	3.92	3.96	4.09
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Na	4.13	4.12	4.03	4.05	4.10	4.05	4.04	4.07	4.11	4.07	4.07	4.10	4.03	3.99	4.03	4.10	4.13	4.11	4.15	4.10
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.09	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Total	20.11	20.10	20.05	20.05	20.08	20.03	20.03	20.08	20.06	20.04	20.08	20.07	20.04	20.08	20.04	20.07	20.10	20.07	20.11	20.10
Ab (%)	99.34	99.10	99.11	99.17	99.43	99.60	99.19	99.11	99.74	99.67	99.17	99.63	99.02	97.32	99.03	99.81	99.69	99.76	99.83	99.71
An (%)	0.41	0.70	0.72	0.68	0.45	0.26	0.65	0.39	0.07	0.17	0.12	0.23	0.77	0.39	0.76	0.10	0.18	0.15	0.05	0.18
Or (%)	0.25	0.20	0.17	0.15	0.12	0.14	0.16	0.50	0.19	0.16	0.72	0.14	0.21	2.29	0.21	0.08	0.12	0.09	0.12	0.10

Tabela 16. Amplitude de variação composicional para o plagioclásio; N = número de análises.

Plagioclásio N	PI 0 30			PI I 68		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med
SiO ₂	66.11	70.17	68.73	66.84	70.11	68.75
Al ₂ O ₃	18.12	20.48	19.30	18.98	20.41	19.23
FeO _T	0.00	0.10	0.02	0.00	0.12	0.01
CaO	0.03	0.79	0.13	0.01	0.42	0.09
Na ₂ O	10.38	12.23	11.96	11.49	12.38	12.05
K ₂ O	0.01	1.39	0.03	0.01	0.49	0.03
Total	98.58	101.42	100.12	98.76	101.70	100.24
Fórmula estrutural calculada na base de 32 O						
Si	11.78	12.19	12.00	11.78	12.07	12.00
Al	3.73	4.30	3.96	3.88	4.24	3.96
Fe ³⁺	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
Ca	0.01	0.15	0.02	0.00	0.08	0.02
Na	3.59	4.12	4.04	3.93	4.18	4.08
K	0.00	0.32	0.01	0.00	0.11	0.01
Total	19.95	20.12	20.04	20.00	20.13	20.07
Ab (%)	91.43	99.79	99.23	96.49	99.83	99.43
An (%)	0.12	3.53	0.61	0.05	1.90	0.39
Or (%)	0.07	8.05	0.14	0.06	2.70	0.15

Tabela 17. Resultados analíticos para a **clorita 0**.

Amostra	EA1 (1)	EA1 (8)					
Nº Análise	1	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	23.96	24.15	24.47	24.13	23.77	24.22	23.95
TiO ₂	0.03	-	-	0.03	0.05	0.05	-
Al ₂ O ₃	22.88	23.04	22.98	23.73	23.65	22.71	23.17
Cr ₂ O ₃	0.07	0.06	0.02	0.03	0.07	0.02	0.08
FeO	31.59	32.36	32.47	32.71	32.53	32.39	32.29
MnO	0.12	0.05	0.08	0.12	0.08	0.06	0.07
MgO	10.07	9.96	9.92	9.52	9.65	9.98	9.73
ZnO	0.09	0.03	0.15	0.21	0.06	0.16	0.13
CaO	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.02
K ₂ O	0.06	0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.02
Na ₂ O	0.02	0.03	-	-	0.01	0.01	-
F	0.01	-	0.01	-	0.04	0.02	0.02
Total	88.80	89.64	90.09	90.48	89.86	89.59	89.47
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O							
Si ^{iv}	2.58	2.58	2.60	2.56	2.53	2.59	2.57
Al ^{iv}	1.42	1.42	1.40	1.44	1.47	1.41	1.43
Fe ³⁺							
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al ^{vi}	1.48	1.48	1.48	1.52	1.51	1.45	1.49
Fe ²⁺	2.84	2.89	2.88	2.90	2.90	2.90	2.89
Mn	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.62	1.59	1.57	1.50	1.53	1.59	1.56
Zn	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01
Ca ²⁺	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.01	-	-	0.00	0.00	-
Cr ³⁺	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Σ ^{vi}	5.97	5.97	5.96	5.96	5.97	5.97	5.97
□ ^{vi}	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
(R ²⁺) ^{vi}	4.48	4.48	4.48	4.43	4.45	4.51	4.47
#Mg	0.36	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.35
T (°C) Jowett, 1991	405	405	398	412	419	401	409
T (°C) Inoue <i>et al.</i> , 2009	506	519	494	492	519	508	508

Tabela 18. Resultados analíticos para a clorita 0'.

Amostra		EA26 (1)							EA26 (2)		
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	
SiO ₂	25.71	26.10	26.09	25.86	25.69	26.12	25.74	26.06	26.40	26.28	
TiO ₂	0.02	-	0.13	0.03	0.04	0.01	0.01	-	0.02	-	
Al ₂ O ₃	22.52	22.24	22.49	22.51	22.55	22.22	22.33	22.53	22.54	22.48	
Cr ₂ O ₃	0.16	0.08	0.11	0.08	0.10	0.15	0.09	0.14	0.14	0.18	
FeO	22.82	22.70	22.76	22.74	22.76	22.64	23.12	22.81	22.73	22.72	
MnO	0.13	0.14	0.16	0.13	0.12	0.12	0.15	0.11	0.12	0.12	
MgO	17.65	17.84	17.44	17.82	17.30	17.32	17.41	17.25	17.38	17.31	
ZnO	0.01	0.05	0.01	0.01	0.10	0.01	-	0.05	0.02	0.12	
CaO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	
K ₂ O	0.01	0.01	-	-	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01	
Na ₂ O	0.03	0.03	0.01	0.04	-	-	0.01	-	0.01	0.01	
F	-	0.01	0.03	0.02	0.01	-	0.00	-	-	0.02	
Total	89.06	89.21	89.26	89.25	88.68	88.65	88.89	88.97	89.36	89.26	
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O											
Si ^{iv}	2.63	2.66	2.66	2.63	2.64	2.68	2.64	2.66	2.68	2.67	
Al ^{iv}	1.37	1.34	1.34	1.37	1.36	1.32	1.36	1.34	1.32	1.33	
Fe ³⁺											
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
Al ^{vi}	1.34	1.33	1.36	1.34	1.36	1.36	1.34	1.37	1.38	1.37	
Fe ²⁺	1.95	1.93	1.94	1.94	1.95	1.94	1.98	1.95	1.93	1.93	
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Mg	2.69	2.71	2.65	2.71	2.65	2.65	2.66	2.63	2.63	2.63	
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Ca ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Na	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cr ³⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Σ ^{vi}	6.01	6.00	5.97	6.01	5.99	5.98	6.01	5.98	5.96	5.97	
□ ^{vi}	0.01	0.01	0.04	0.00	0.03	0.04	0.00	0.04	0.05	0.05	
(R ²⁺) ^{vi}	4.65	4.66	4.60	4.66	4.62	4.60	4.66	4.59	4.57	4.58	
#Mg	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.57	0.57	0.58	0.58	
T (°C) Jowett, 1991	382	371	373	380	380	366	378	371	365	367	
T (°C) Inoue et al., 2009	475	514	507	387	528	503	306	507	485	481	

Tabela 19. Resultados analíticos para a clorita 0' (cont.).

Amostra	EA 26 (2)											EA 26 (3)	
	Nº Análise	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2		
SiO ₂	26.67	25.55	26.33	26.35	26.11	26.32	27.31	26.63	26.47	26.16			
TiO ₂	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02			
Al ₂ O ₃	21.61	22.60	21.47	22.30	22.48	22.53	21.70	21.32	22.52	22.38			
Cr ₂ O ₃	0.10	0.15	0.10	0.15	0.12	0.11	0.10	0.08	0.14	0.11			
FeO	22.32	22.73	22.33	22.68	22.73	22.79	22.40	22.86	22.85	23.03			
MnO	0.11	0.16	0.16	0.19	0.11	0.15	0.12	0.13	0.14	0.15			
MgO	18.22	17.40	17.89	17.55	17.36	17.40	17.98	17.83	17.29	17.17			
ZnO	0.03	0.13	0.07	0.06	0.03	0.06	0.00	0.11	0.00	0.05			
CaO	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02			
K ₂ O	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01			
Na ₂ O	0.03	0.02	0.04	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02			
F	0.00	-	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00			
Total	89.14	88.75	88.46	89.29	89.01	89.39	89.67	89.01	89.49	89.11			
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O													
Si ^{iv}	2.71	2.62	2.70	2.68	2.66	2.67	2.76	2.72	2.69	2.67			
Al ^{iv}	1.29	1.38	1.30	1.32	1.34	1.33	1.24	1.28	1.31	1.33			
Fe ³⁺													
Σ ^{iv}	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Al ^{vi}	1.30	1.35	1.30	1.35	1.37	1.37	1.34	1.29	1.38	1.36			
Fe ²⁺	1.90	1.95	1.92	1.93	1.94	1.94	1.89	1.95	1.94	1.97			
Mn	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
Mg	2.76	2.66	2.74	2.66	2.64	2.64	2.70	2.72	2.61	2.61			
Zn	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00			
Ca ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Na	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cr ³⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
Σ ^{vi}	5.99	6.01	6.00	5.98	5.98	5.98	5.95	5.99	5.96	5.98			
□ ^{vi}	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.03	0.05	0.04			
(R ²⁺) ^{vi}	4.67	4.64	4.68	4.61	4.60	4.59	4.61	4.69	4.57	4.60			
#Mg	0.59	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.59	0.58	0.57	0.57			
T (°C) Jowett, 1991	355	384	357	365	370	367	341	352	364	368			
T (°C) Inoue <i>et al.</i> , 2009	521	529	524	503	512	502	456	521	479	506			

Tabela 20. Resultados analíticos para a clorita I e I'.																			
Amostra		EA55 (3) - ChII																EA24 (1) - ChI'	
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8		
SiO ₂	25.66	25.99	25.89	26.08	25.72	25.77	25.94	26.20	25.97	25.19	24.72	24.46	24.85	24.75	24.52	24.48	24.29		
TiO ₂	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	-	0.03	0.03	0.02	-	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01		
Al ₂ O ₃	22.44	22.23	22.24	22.01	22.14	22.37	22.30	22.10	22.02	21.59	22.20	22.20	21.78	21.88	21.47	22.06	21.92		
Cr ₂ O ₃	0.19	0.17	0.25	0.22	0.15	0.18	0.21	0.21	0.12	0.08	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.07	0.04		
FeO	25.14	25.47	25.36	25.28	24.93	25.24	25.15	25.10	25.01	31.29	31.49	31.27	31.49	31.21	31.47	31.21	31.34		
MnO	0.05	0.05	0.09	0.02	0.06	0.06	0.04	0.01	0.04	0.02	0.07	0.09	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05		
MgO	15.85	15.48	15.40	15.68	15.63	15.75	15.60	15.50	15.75	10.73	10.65	10.75	10.73	10.95	10.74	11.12	10.80		
ZnO	0.14	0.07	0.13	0.08	0.03	0.05	0.06	0.03	0.09	0.11	0.16	0.27	0.13	0.17	0.16	0.19	0.05		
CaO	-	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	-	0.01	0.01	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05		
K ₂ O	-	-	-	-	0.03	0.00	0.01	-	0.01	0.02	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02		
Na ₂ O	0.01	0.03	0.01	-	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	-	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.00		
F	0.01	-	0.01	-	-	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	-	-	0.00	-	0.01	0.00	0.00		
Total	89.51	89.52	89.41	89.41	88.78	89.49	89.40	89.24	89.11	89.04	89.41	89.20	89.17	89.19	88.58	89.27	88.56		
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O																			
Si ^{iv}	2.64	2.67	2.67	2.68	2.67	2.65	2.67	2.70	2.68	2.69	2.64	2.62	2.66	2.65	2.65	2.62	2.62		
Al ^{iv}	1.36	1.33	1.33	1.32	1.33	1.35	1.33	1.30	1.32	1.31	1.36	1.38	1.34	1.35	1.35	1.38	1.38		
Fe ³⁺																			
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		
Al ^{vi}	1.36	1.37	1.37	1.36	1.37	1.37	1.38	1.38	1.36	1.41	1.43	1.42	1.41	1.40	1.38	1.39	1.40		
Fe ²⁺	2.16	2.19	2.19	2.18	2.16	2.17	2.17	2.16	2.16	2.80	2.81	2.80	2.82	2.79	2.84	2.79	2.83		
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00		
Mg	2.43	2.38	2.37	2.41	2.41	2.42	2.39	2.38	2.42	1.71	1.69	1.72	1.71	1.74	1.73	1.77	1.74		
Zn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00		
Ca ²⁺	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
K	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Na	0.00	0.01	0.00	-	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00		
Cr ³⁺	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00		
Σ ^{vi}	5.99	5.97	5.97	5.97	5.98	5.99	5.97	5.95	5.97	5.94	5.96	5.98	5.97	5.97	5.98	6.00	5.99		
□ ^{vi}	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.06	0.07	0.05	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02		
(R ²⁺) ^{vi}	4.61	4.58	4.57	4.59	4.58	4.60	4.57	4.55	4.60	4.52	4.52	4.55	4.55	4.55	4.59	4.58	4.57		
#Mg	0.53	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38		
T (°C) Jowett, 1991	380	369	371	366	371	376	370	361	366	367	385	391	378	382	382	391	391		
T (°C) Inoue et al., 2009	511	483	468	475	498	514	475	446	490	446	482	496	483	488	508	523	530		

Tabela 21. Resultados analíticos para a clorita I (cont.).

Amostra		EA24 (1)																EA 24 (2)				EA24 (3)			
Nº Análise	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	1	2	3	4									
SiO ₂	24.32	24.75	24.61	25.07	24.87	24.57	24.60	24.96	24.95	25.02	25.11	24.96	24.70	24.90	24.10	24.68									
TiO ₂	0.03	0.00	0.01	0.03	0.01	0.03	0.08	0.03	0.01	0.02	-	0.03	0.03	0.04	-	-									
Al ₂ O ₃	21.97	21.81	22.15	21.11	21.43	21.92	22.16	21.47	21.75	21.39	21.74	21.71	21.71	21.63	22.38	21.71									
Cr ₂ O ₃	0.08	0.09	0.08	0.11	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.05									
FeO	31.23	30.89	30.89	31.31	31.29	31.11	30.97	31.13	31.10	31.26	31.53	31.30	30.93	30.45	31.12	30.81									
MnO	0.03	0.06	0.00	0.06	-	0.05	0.06	-	0.05	0.01	0.07	-	-	0.04	0.04	0.04									
MgO	10.94	11.18	11.01	10.49	10.65	10.37	10.84	11.04	11.23	10.84	10.67	10.68	11.39	11.43	11.26	11.22									
ZnO	0.08	0.12	0.08	0.13	0.10	0.22	0.24	0.09	0.19	0.06	0.10	0.16	0.10	0.19	0.30	0.22									
CaO	0.07	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03									
K ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	-	-	-									
Na ₂ O	0.04	0.04	0.03	0.05	0.01	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	-	0.00	-	0.00	0.03	0.02									
F	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.02	0.01	0.02	-	0.02									
Total	88.80	88.99	88.90	88.38	88.46	88.45	89.15	88.89	89.44	88.74	89.31	88.97	88.97	88.76	89.32	88.79									
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O																									
Si ^{iv}	2.61	2.65	2.63	2.71	2.68	2.65	2.63	2.67	2.66	2.69	2.68	2.67	2.64	2.66	2.58	2.65									
Al ^{iv}	1.39	1.35	1.37	1.29	1.32	1.35	1.37	1.33	1.34	1.31	1.32	1.33	1.36	1.34	1.42	1.35									
Fe ³⁺																									
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00									
Al ^{vi}	1.40	1.40	1.43	1.39	1.40	1.44	1.42	1.39	1.39	1.39	1.42	1.42	1.38	1.39	1.40	1.39									
Fe ²⁺	2.81	2.76	2.76	2.83	2.82	2.81	2.77	2.79	2.77	2.81	2.81	2.80	2.77	2.73	2.78	2.76									
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	-	0.00	0.00	0.01	-	-	0.00	0.00	0.00									
Mg	1.75	1.78	1.76	1.69	1.71	1.67	1.73	1.76	1.78	1.73	1.70	1.71	1.82	1.82	1.79	1.79									
Zn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02									
Ca ²⁺	0.01	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	0.00	0.00									
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	-	-	-									
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.00	-	0.00	0.01	0.00									
Cr ³⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00									
Σ ^{vi}	5.99	5.98	5.97	5.95	5.95	5.96	5.97	5.97	5.98	5.96	5.95	5.95	5.98	5.96	6.01	5.98									
□ ^{vi}	0.03	0.05	0.05	0.08	0.06	0.08	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.03	0.06	0.02	0.04									
(R ²⁺) ^{vi}	4.57	4.56	4.53	4.53	4.54	4.50	4.52	4.56	4.58	4.55	4.53	4.52	4.59	4.57	4.61	4.58									
#Mg	0.38	0.39	0.39	0.37	0.38	0.37	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39									
T (°C) Jowett, 1991	392	381	386	363	371	381	387	373	378	369	372	374	383	376	404	382									
T (°C) Inoue et al., 2009	525	500	497	432	466	451	472	483	493	473	462	452	518	482	529	503									

Tabela 22. Resultados analíticos para a clorita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA24 (3)															EA24 (4) Ch1					
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6				
SiO ₂	24.23	24.25	25.04	24.86	24.89	24.63	24.53	24.63	24.53	24.46	24.00	24.89	24.53	24.75	24.62	24.51	24.65					
TiO ₂	0.06	0.01	0.04	-	0.03	0.01	0.01	-	0.05	0.01	0.03	0.05	0.03	-	0.01	-	0.04					
Al ₂ O ₃	21.87	21.87	21.98	21.80	21.58	21.79	22.05	22.22	22.24	22.27	22.48	22.21	22.05	21.90	22.12	22.32	21.94					
Cr ₂ O ₃	0.09	0.07	0.06	0.03	0.07	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05	0.10	0.07	0.08	0.07	0.03	0.03					
FeO	31.15	31.08	30.84	31.31	31.22	30.88	31.44	31.13	31.02	31.03	31.07	31.57	31.77	31.53	31.77	31.63	31.64					
MnO	0.04	0.02	0.06	0.08	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.08	0.03	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.07					
MgO	11.08	11.25	11.12	10.89	10.87	11.10	10.80	11.24	11.34	11.23	11.30	10.94	10.78	10.62	10.81	11.09	10.86					
ZnO	0.05	0.24	0.14	0.20	0.06	0.11	0.25	0.19	0.12	0.13	0.13	0.15	0.15	0.12	0.24	0.14	-					
CaO	0.00	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.01	0.06	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03					
K ₂ O	0.01	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-	0.00	0.01	-	-	0.01	0.01	0.00	0.00					
Na ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	-	0.03	0.04	0.01	0.06	0.01	0.04	0.02	0.01	-					
F	0.01	-	-	0.00	0.02	0.03	-	-	0.04	-	0.01	-	0.03	-	0.05	-	0.01					
Total	88.62	88.84	89.33	89.23	88.84	88.68	89.28	89.52	89.52	89.35	89.14	90.06	89.52	89.11	89.76	89.78	89.27					
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O																						
Si ^{iv}	2.61	2.61	2.66	2.66	2.67	2.64	2.62	2.62	2.61	2.61	2.57	2.64	2.62	2.65	2.62	2.61	2.64					
Al ^{iv}	1.39	1.39	1.34	1.34	1.33	1.36	1.38	1.38	1.39	1.39	1.43	1.36	1.38	1.35	1.38	1.39	1.36					
Fe ³⁺																						
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00					
Al ^{vi}	1.39	1.38	1.42	1.40	1.40	1.40	1.41	1.41	1.40	1.41	1.40	1.41	1.40	1.42	1.40	1.40	1.40					
Fe ²⁺	2.81	2.79	2.74	2.80	2.80	2.77	2.81	2.77	2.76	2.77	2.78	2.80	2.84	2.82	2.83	2.81	2.83					
Mn	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01					
Mg	1.78	1.80	1.76	1.74	1.74	1.78	1.72	1.78	1.80	1.78	1.80	1.73	1.72	1.70	1.72	1.76	1.73					
Zn	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00					
Ca ²⁺	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
K	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Na	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					
Cr ³⁺	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00					
Σ ^{vi}	5.99	6.00	5.95	5.97	5.96	5.98	5.99	5.98	5.99	5.99	6.01	5.97	5.98	5.97	5.98	6.00	5.97					
□ ^{vi}	0.02	0.02	0.07	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.01	0.06	0.04	0.05	0.04	0.02	0.03					
(R ²⁺) ^{vi}	4.59	4.62	4.52	4.56	4.55	4.56	4.56	4.57	4.57	4.57	4.60	4.54	4.58	4.54	4.57	4.59	4.57					
#Mg	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.39	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38					
T (°C) Jowett, 1991	394	395	377	379	374	383	389	390	393	394	407	385	391	381	390	395	386					
T (°C) Inoue et al., 2009	530	530	464	489	479	508	504	518	525	527	478	487	518	485	509	530	524					

Tabela 23. Resultados analíticos para a clorita I (cont.).

Amostra		EA24 (4) Ch11										EA24 (4) Ch12									
Nº Análise		7	8	9	10	11		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
SiO ₂	25.02	24.95	24.59	25.11	25.06	24.42	24.97	25.32	24.95	25.09	24.61	24.12	24.73	24.71	25.13						
TiO ₂	0.02	0.03	0.01	0.05	0.00	0.07	0.03	0.03	0.07	0.02	0.03	0.03	0.00	0.06	0.01						
Al ₂ O ₃	22.04	22.12	21.85	21.91	21.85	22.02	22.23	21.94	21.82	21.81	22.13	22.05	21.87	21.66	21.47						
Cr ₂ O ₃	0.06	0.09	0.06	0.05	0.07	0.03	0.10	0.08	0.07	0.06	0.07	0.09	0.09	0.07	0.10						
FeO	31.32	31.10	31.50	31.51	31.45	31.00	30.67	30.83	30.81	30.73	31.00	30.76	30.51	30.96	30.73						
MnO	0.07	0.05	0.08	0.06	0.04	0.03	0.07	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.04	0.03	0.09						
MgO	11.02	11.24	11.14	10.97	11.21	11.21	11.37	10.87	11.06	11.16	11.16	11.19	11.33	10.94	11.39						
ZnO	0.27	0.16	0.24	0.11	0.19	0.16	0.12	0.07	0.17	0.09	0.13	0.14	0.22	0.12	0.12						
CaO	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02						
K ₂ O	-	0.00	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.00	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02						
Na ₂ O	0.03	0.01	-	0.04	0.01	0.00	-	0.03	-	0.02	-	-	-	-	-						
F	0.02	0.00	0.01	0.00	-	0.00	-	-	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-	0.02						
Total	89.87	89.77	89.49	89.85	89.90	88.95	89.58	89.21	89.03	89.03	89.17	88.39	88.82	88.58	89.08						
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O																					
Si ^{iv}	2.65	2.64	2.63	2.66	2.66	2.62	2.64	2.69	2.66	2.68	2.63	2.60	2.65	2.66	2.68						
Al ^{iv}	1.35	1.36	1.37	1.34	1.34	1.38	1.36	1.31	1.34	1.32	1.37	1.40	1.35	1.34	1.32						
Fe ³⁺																					
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00						
Al ^{vi}	1.41	1.41	1.38	1.40	1.39	1.40	1.42	1.44	1.41	1.42	1.41	1.40	1.40	1.40	1.38						
Fe ²⁺	2.78	2.76	2.81	2.79	2.79	2.78	2.72	2.74	2.75	2.74	2.77	2.77	2.73	2.78	2.74						
Mn	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01						
Mg	1.74	1.78	1.77	1.73	1.77	1.79	1.80	1.72	1.76	1.77	1.78	1.80	1.81	1.75	1.81						
Zn	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01						
Ca ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Na	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Cr ³⁺	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01						
Σ ^{vi}	5.97	5.97	6.00	5.96	5.98	5.98	5.96	5.93	5.95	5.95	5.97	5.99	5.97	5.96	5.96						
□ ^{vi}	0.06	0.05	0.03	0.06	0.05	0.03	0.06	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.05	0.06	0.05						
(R ²⁺) ^{vi}	4.55	4.55	4.61	4.55	4.58	4.58	4.53	4.48	4.53	4.52	4.56	4.58	4.56	4.55	4.57						
#Mg	0.39	0.39	0.39	0.38	0.39	0.39	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.39	0.40						
T (°C) Jowett, 1991	380	383	389	377	379	392	382	368	376	373	388	397	382	379	371						
T (°C) Inoue et al., 2009	473	488	526	477	497	522	479	425	456	463	509	529	488	480	479						

Tabela 24. Amplitude de variação composicional para a clorita; N = número de análises.

Clorita	Chl I			Chl I'			Chl I			Chl I'		
	7			20			56			9		
N	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
SiO ₂	23.77	24.47	24.13	25.55	27.31	26.14	24.00	25.32	24.72	25.66	26.20	25.94
TiO ₂	0.03	0.05	0.04	0.00	0.13	0.02	0.00	0.08	0.03	0.02	0.04	0.03
Al ₂ O ₃	22.71	23.73	23.04	21.32	22.60	22.48	21.11	22.48	21.90	22.01	22.44	22.23
Cr ₂ O ₃	0.02	0.08	0.06	0.08	0.18	0.11	0.03	0.11	0.07	0.12	0.25	0.19
FeO	31.59	32.71	32.39	22.32	23.12	22.74	30.45	31.77	31.14	24.93	25.47	25.15
MnO	0.05	0.12	0.08	0.11	0.19	0.13	0.00	0.09	0.05	0.01	0.09	0.05
MgO	9.52	10.07	9.92	17.17	18.22	17.41	10.37	11.43	11.03	15.40	15.85	15.63
ZnO	0.03	0.21	0.13	-	0.13	0.05	0.05	0.30	0.14	0.03	0.14	0.07
CaO	0.02	0.06	0.04	0.00	0.03	0.02	0.00	0.08	0.03	0.01	0.03	0.02
K ₂ O	0.00	0.06	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.06	0.01	0.00	0.03	0.01
Na ₂ O	0.01	0.03	0.01	0.00	0.04	0.02	0.00	0.06	0.02	0.01	0.03	0.02
F	0.01	0.04	0.02	-	0.03	0.01	-	0.05	0.01	0.01	0.05	0.02
Total	88.80	90.48	89.64	88.46	89.67	89.13	88.38	90.06	89.15	88.78	89.52	89.41
Fórmula estrutural calculada na base de 14 O												
Si ^{iv}	2.53	2.60	2.58	2.62	2.76	2.67	2.57	2.71	2.65	2.64	2.70	2.67
Al ^{iv}	1.40	1.47	1.42	1.24	1.38	1.33	1.29	1.43	1.35	1.30	1.36	1.33
Fe ³⁺												
Σ ^{iv}	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al ^{vi}	1.45	1.52	1.48	1.29	1.38	1.35	1.38	1.44	1.40	1.36	1.38	1.37
Fe ²⁺	2.84	2.90	2.89	1.89	1.98	1.94	2.72	2.84	2.79	2.16	2.19	2.17
Mn	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	1.50	1.62	1.57	2.61	2.76	2.65	1.67	1.82	1.76	2.37	2.43	2.41
Zn	0.00	0.02	0.01	-	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
Ca ²⁺	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Cr ³⁺	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Σ ^{vi}	5.96	5.97	5.97	5.95	6.01	5.98	5.93	6.01	5.97	5.95	5.99	5.97
□ ^{vi}	0.04	0.06	0.05	0.00	0.06	0.04	0.01	0.09	0.05	0.04	0.07	0.05
(R ²⁺) ^{vi}	4.43	4.51	4.48	4.57	4.69	4.61	4.48	4.62	4.56	4.55	4.61	4.58
#Mg	0.00	0.01	0.01	0.57	0.59	0.58	0.37	0.40	0.39	0.52	0.53	0.53
T (°C) Jowett, 1991	398	419	405	341	384	368	363	407	382	361	380	370
T (°C) Inoue et al., 2009	492	519	508	306	529	505	425	530	489	446	514	483

Tabela 25. Modelos de cálculo das atividades ideais das soluções sólidas usadas para o cálculo dos quatro geotermômetros da clorita (adaptado de Inoue *et al.*, 2009).

Componente	Fórmula química	Atividade ideal
Valshe (1986)		
$T(^{\circ}\text{C}) = \left[1626 / (0.542 + \frac{1}{3} \log K_{\text{vsh}}) \right] - 273$	Meia fórmula unitária	$6 \text{ C2} + 14 \text{ SiO}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O} = 5 \text{ C1} + 3 \text{ C5}$
C1: Clorita sem Al (Afch)	$[\text{Mg}_6][\text{Si}_4]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c1} = (X_{\text{Mg,M}})^6 (X_{\text{Si,T2}})^2$
C2: Clinocloro (Clin)	$[\text{Mg}_5\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c2} = 59.72 (X_{\text{Mg,M}})^5 (X_{\text{Al,M}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C3: Chamosita (Chm) ^a	$[\text{Fe}^{2+}_5\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c3} = 59.72 (X_{\text{Fe2+,M}})^5 (X_{\text{Al,M}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C4:	$[\text{Fe}^{2+}_5\text{Fe}^{3+}][\text{Si}_2\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c4} = 59.72 (X_{\text{Fe2+,M}})^5 (X_{\text{Fe3+,M}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C5: Pirofilita-gibbsita (Pyp)	$[\text{Al}_4\text{Al}_2][\text{Si}_4]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c5} = 45.563 (X_{\text{Al,M}})^2 (X_{\text{Al,T2}})^4 (X_{\text{Si,T2}})^2$
C6:	$[\text{Fe}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}\text{Al}][\text{Si}_3\text{Fe}^{3+}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c6} = 729 (X_{\text{Fe2+,M}})^4 (X_{\text{Fe3+,M}})(X_{\text{Al,M}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Fe3+,T2}})$
Vidal <i>et al.</i> (2001)		
$T(^{\circ}\text{C}) = [1/(0.00184 - 1.113^{-4} \log K + 3.407^{-6} \log K^2)]$		$2 \text{ C1} + 3 \text{ C3} = 4 \text{ C4} + 7 \text{ SiO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$
C1: Clinocloro (Clin)	$[\text{Mg}_5\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c1} = 4 (X_{\text{Mg,M1}})(X_{\text{Mg,M2-3}})^4 (X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C2: Chamosita (Chm)	$[\text{Fe}^{2+}_5\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c2} = 4 (X_{\text{Fe2+,M1}})^4 (X_{\text{Al,M2-3}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C3: Sudoíta (Sud)	$[\text{Mg}_2\text{Al}_3\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c3} = 64 (X_{\text{Al,M1}})^2 (X_{\text{Al,M2-3}})(X_{\text{Mg,M2-3}})^2 (X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
C4: Corundofilita (Crdp)	$[\text{Mg}_4\text{Al}_2][\text{Si}_2\text{Al}_2]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c4} = (X_{\text{Al,M1}})^5 (X_{\text{Mg,M2-3}})(X_{\text{Al,T2}})^2$
Inoue (2009)		
$T(^{\circ}\text{C}) = [1/(0.00293 - 5.13^{-4} \log K + 3.904^{-5} \log K^2)] -$		$3 \text{ C4} + \text{C1} = 2 \text{ C2} + 7 \text{ SiO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$
C1: Clorita sem Al (Afch)	$[\text{Mg}_6][\text{Si}_4]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c1} = a_{c1} \text{ de Walshe (1986)}$
C2: Corundofilita (Crdp)	$[\text{Mg}_4\text{Al}_2][\text{Si}_2\text{Al}_2]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c2} = 45.563 (X_{\text{Mg,M}})^4 (X_{\text{Al,M}})^2 (X_{\text{Al,T2}})^2$
C3: Chamosita (Chm)	$[\text{Fe}^{2+}_5\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c3} = a_{c3} \text{ de Walshe (1986)}$
C4: Sudoíta (Sud)	$[\text{Mg}_2\text{Al}_3\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c4} = 1728 (X_{\text{Mg,M}})^2 (X_{\text{Al,M}})^3 (X_{\text{Al,M}})(X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})$
Bourdelle <i>et al.</i> (2013)		
$T(^{\circ}\text{C}) = [9400/(23.40 - \log K)] - 273$		$\text{C1} + 3 \text{ C5} = 3 \text{ C3} + 7 \text{ SiO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$
C1: Mg-Clorita (Mg-Chl S) ^b	$[\text{Mg}_6][\text{Si}_4]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c1} = (X_{\text{Si,T2}})^2 (X_{\text{Mg,M2-M3}})^4 (X_{\text{Mg,M1-M4}})^2$
C2: Fe-Clorita (Fe-chl S)	$[\text{Fe}^{2+}_6][\text{Si}_4]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c2} = (X_{\text{Si,T2}})^2 (X_{\text{Fe,M2-M3}})^4 (X_{\text{Fe,M1-M4}})^2$
C3: Mg-Amesita (Mg-Am) ^c	$[\text{Mg}_4\text{Al}_2][\text{Si}_2\text{Al}_2]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c3} = (X_{\text{Al,T2}})^2 (X_{\text{Mg,M2-M3}})^4 (X_{\text{Al,M1-M4}})^2$
C4: Fe-Amesita (Fe-Am)	$[\text{Fe}^{2+}_4\text{Al}_2][\text{Si}_2\text{Al}_2]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c4} = (X_{\text{Al,T2}})^2 (X_{\text{Fe,M2-M3}})^4 (X_{\text{Al,M1-M4}})^2$
C5: Mg-Sudoíta (Mg-Sud)	$[\text{Mg}_2\text{Al}_3\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c5} = 256 (X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})(X_{\text{Al,M1-M4}})(X_{\text{Al,M1-M4}})(X_{\text{Mg,M2-M3}})^2 (X_{\text{Al,M2-M3}})$
C6: Fe-Sudoíta (Fe-Sud)	$[\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_3\text{Al}][\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	$a_{c6} = 256 (X_{\text{Si,T2}})(X_{\text{Al,T2}})(X_{\text{Al,M1-M4}})(X_{\text{Al,M1-M4}})(X_{\text{Fe,M2-M3}})^2 (X_{\text{Al,M2-M3}})$

^aDafenita em Bourdelle *et al.* (2013)

^bClorita sem alumina em Inoue *et al.* (2009)

^cCorundofilita em Inoue *et al.* (2009) e Vidal *et al.* (2001)

$a_j = k_j \prod_p \prod_j \chi_{j,p}^{p,j,j}$, segundo Helgeson *et al.* (1978) e Powell (1978)

$X_{j,p}$ - fração molar do átomo j no sítio estrutural p

M - posição octaédrica

T - posição tetraédrica

Tabela 26. Resultados analíticos obtidos para a sericita 0.

Amostra	EA-1 (3)			EA-1 (4)			EA1 (5)			EA1 (6)			EA 1 (8)		
Nº Análise	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	4
SiO ₂	46.71	45.67	45.72	48.23	46.62	45.56	46.45	45.71	46.23	47.97	47.30	47.59	46.73	46.60	46.37
TiO ₂	0.17	0.15	0.47	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.08	0.11	0.25	0.13	0.12	0.18
Al ₂ O ₃	35.52	34.81	34.35	34.33	34.95	36.18	34.01	35.25	34.82	33.54	33.61	35.74	35.25	35.66	34.70
Cr ₂ O ₃	0.07	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.09	0.08	0.04	0.06	0.06	0.05	0.02	0.01
FeO	0.93	0.91	1.01	1.55	1.26	1.27	1.40	1.11	1.20	1.33	1.24	1.39	1.00	1.06	1.37
MnO	-	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	-	0.03	0.01	0.00	-	-	0.02	-
MgO	0.91	0.86	0.94	1.11	0.89	0.85	1.02	0.75	0.98	1.08	1.24	0.77	0.65	0.65	0.78
CaO	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01
Na ₂ O	0.50	0.60	0.61	0.52	0.67	0.59	0.64	0.77	0.77	0.43	0.52	0.60	0.47	0.63	0.70
K ₂ O	9.96	10.36	10.40	9.85	10.26	10.19	10.40	10.21	10.15	10.22	10.53	9.99	10.45	10.26	10.17
BaO	0.31	0.31	0.28	0.29	0.26	0.30	0.35	0.26	0.31	0.25	0.26	0.32	0.36	0.24	0.28
Total	95.10	93.74	93.86	96.10	95.12	95.18	94.50	94.29	94.72	94.98	94.90	96.73	95.09	95.28	94.57
Fórmula estrutural na base de 22 O															
Tetraédrica															
Si ^{iv}	6.20	6.18	6.19	6.34	6.22	6.08	6.25	6.15	6.20	6.39	6.33	6.22	6.23	6.19	6.22
Al ^{iv}	1.80	1.82	1.81	1.66	1.78	1.92	1.75	1.85	1.80	1.61	1.67	1.78	1.77	1.81	1.78
Fe ³⁺															
Total	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
Octaédrica															
Ti	0.02	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Al ^{vi}	3.76	3.73	3.67	3.66	3.71	3.77	3.65	3.74	3.69	3.65	3.62	3.73	3.76	3.78	3.71
Cr	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.10	0.10	0.11	0.17	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.15	0.14	0.15	0.11	0.12	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.18	0.17	0.19	0.22	0.18	0.17	0.20	0.15	0.20	0.21	0.25	0.15	0.13	0.13	0.16
Total	4.07	4.03	4.03	4.07	4.05	4.10	4.03	4.04	4.05	4.03	4.03	4.07	4.02	4.04	4.04
Dodecaédrica															
Ca	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	0.00	0.00
Na	0.13	0.16	0.16	0.13	0.17	0.15	0.17	0.20	0.20	0.11	0.13	0.15	0.12	0.16	0.18
K	1.69	1.79	1.80	1.65	1.75	1.73	1.79	1.75	1.73	1.74	1.80	1.67	1.78	1.74	1.74
Ba	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	1.84	1.97	1.98	1.81	1.94	1.91	1.98	1.97	1.96	1.87	1.95	1.84	1.92	1.92	1.94
Al*	5.73	5.61	5.60	5.52	5.57	5.79	5.44	5.64	5.56	5.40	5.36	5.70	5.63	5.68	5.58
Si*	6.06	6.16	6.17	6.17	6.16	6.00	6.24	6.13	6.16	6.27	6.29	6.09	6.16	6.12	6.17
(R ²⁺)*	0.23	0.26	0.25	0.33	0.29	0.28	0.35	0.25	0.31	0.32	0.36	0.24	0.21	0.22	0.28

*Parâmetros usados no diagrama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 27. Resultados analíticos obtidos para a sericita 0¹.

Amostra		EA 19 (1)										EA 19 (2)				EA 19 (3)			
Nº Análise	1	2	3	6	7	2	3	4	5	1	2	3	4	7	10				
SiO ₂	46.87	48.51	46.48	46.30	50.23	48.83	46.38	46.96	46.65	46.78	46.43	47.64	46.95	46.24	46.66				
TiO ₂	0.27	0.21	0.24	0.24	0.19	0.19	0.15	0.20	0.19	0.19	0.20	0.19	0.24	0.23	0.17				
Al ₂ O ₃	34.83	33.64	34.60	34.60	33.19	32.70	35.15	34.72	35.29	34.62	34.09	34.19	34.42	34.23	34.99				
Cr ₂ O ₃	0.06	0.08	0.03	0.01	0.06	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06				
FeO	1.48	1.44	1.31	1.34	1.25	0.95	0.92	0.97	0.89	1.40	1.27	1.39	1.30	1.39	1.18				
MnO	0.00	-	-	-	-	0.01	0.06	0.04	-	0.03	-	-	0.00	0.03	0.01				
MgO	0.88	0.76	0.73	0.80	0.68	0.70	0.67	0.71	0.61	0.88	0.67	0.80	0.80	0.78	0.65				
CaO	0.00	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01				
Na ₂ O	0.42	0.48	0.55	0.57	0.50	0.52	0.59	0.56	0.57	0.46	0.62	0.50	0.58	0.58	0.57				
K ₂ O	10.18	9.91	10.38	10.42	9.92	10.48	10.44	10.16	10.30	10.09	10.22	10.37	10.35	10.31	10.36				
BaO	0.29	0.42	0.29	0.35	0.26	0.32	0.27	0.31	0.31	0.34	0.27	0.26	0.32	0.21	0.28				
Total	95.28	95.45	94.63	94.66	96.28	94.78	94.71	94.70	94.91	94.84	93.86	95.42	95.06	94.06	94.94				
Fórmula estrutural na base de 22 O																			
Tetraédrica																			
Si ^{iv}	6.24	6.42	6.23	6.22	6.56	6.51	6.21	6.27	6.22	6.25	6.27	6.33	6.268	6.24	6.23				
Al ^{iv}	1.76	1.58	1.77	1.78	1.44	1.49	1.79	1.73	1.78	1.75	1.73	1.67	1.732	1.76	1.77				
Fe ³⁺																			
Total	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8				
Octaédrica																			
Ti	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
Al ^{vi}	3.70	3.67	3.71	3.69	3.67	3.65	3.75	3.74	3.77	3.70	3.70	3.68	3.68	3.69	3.74				
Cr	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
Fe ²⁺	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.11	0.10	0.11	0.10	0.16	0.14	0.15	0.15	0.16	0.13				
Mn	0.00	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	0.00				
Mg	0.17	0.15	0.15	0.16	0.13	0.14	0.13	0.14	0.12	0.18	0.13	0.16	0.16	0.16	0.13				
Total	4.07	4.01	4.03	4.03	3.96	3.92	4.02	4.01	4.01	4.06	4.01	4.02	4.02	4.03	4.02				
Dodecaédrica																			
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Na	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	0.13	0.15	0.14	0.15	0.12	0.16	0.13	0.15	0.15	0.15				
K	1.73	1.67	1.78	1.79	1.65	1.78	1.78	1.73	1.75	1.72	1.76	1.76	1.76	1.78	1.77				
Ba	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02				
Total	1.86	1.83	1.94	1.96	1.80	1.94	1.96	1.90	1.93	1.86	1.95	1.90	1.94	1.94	1.93				
Al*	5.64	5.44	5.57	5.56	5.32	5.23	5.61	5.59	5.65	5.61	5.52	5.47	5.52	5.54	5.60				
Si*	6.11	6.27	6.18	6.18	6.38	6.46	6.17	6.18	6.16	6.13	6.23	6.24	6.21	6.19	6.17				
(R ²)*	0.28	0.25	0.25	0.28	0.20	0.21	0.22	0.21	0.18	0.28	0.24	0.27	0.26	0.28	0.23				

*Parâmetros usados no diagarama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 28. Resultados analíticos obtidos para a **sericita 0'** (cont.).

Amostra		EA 19 (6)												EA 26 (1)				EA 26 (3)			
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	1	2	3	4					
SiO ₂	46.69	46.59	50.58	44.61	46.15	41.94	46.46	47.22	47.50	47.42	47.64	47.63	48.36	47.71	49.43	48.02					
TiO ₂	0.20	0.17	0.07	1.52	0.19	8.45	0.13	0.28	0.27	0.28	0.31	0.26	0.24	0.28	0.16	0.25					
Al ₂ O ₃	34.87	34.71	33.69	32.71	34.36	31.21	33.91	32.43	32.51	32.23	32.05	31.17	32.89	32.34	29.67	32.65					
Cr ₂ O ₃	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.10	0.06	0.19	0.14	0.18	0.16	0.22	0.13	0.09	0.10	0.20					
FeO	1.23	1.22	0.99	1.22	1.43	1.17	1.30	1.31	1.38	1.34	1.37	1.56	0.94	0.93	1.39	0.98					
MnO	-	-	-	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.03	-					
MgO	0.67	0.70	0.53	0.64	0.64	0.74	0.86	1.77	1.82	1.90	2.00	2.34	1.88	1.80	2.90	1.91					
CaO	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	-	0.01	0.03	0.00	0.01					
Na ₂ O	0.55	0.62	5.31	0.56	0.58	0.53	0.51	0.32	0.37	0.33	0.30	0.29	0.31	0.32	0.26	0.37					
K ₂ O	10.36	10.52	10.20	9.88	10.54	9.56	10.41	10.80	10.78	10.75	10.82	10.86	10.85	10.92	10.57	10.83					
BaO	0.29	0.26	0.25	0.30	0.20	0.29	0.32	0.24	0.29	0.32	0.31	0.28	0.32	0.36	0.15	0.23					
Total	94.97	94.87	101.71	91.51	94.16	94.06	93.98	94.55	95.05	94.79	94.99	94.61	95.96	94.77	94.65	95.43					
Fórmula estrutural na base de 22 O																					
Tetraédrica																					
Si ^{iv}	6.24	6.24	6.38	6.20	6.23	5.74	6.28	6.36	6.36	6.37	6.39	6.42	6.40	6.40	6.62	6.39					
Al ^{iv}	1.76	1.76	1.62	1.80	1.77	2.26	1.72	1.64	1.64	1.63	1.61	1.58	1.60	1.60	1.38	1.61					
Fe ³⁺																					
Total	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					
Octaédrica																					
Ti	0.02	0.02	0.01	0.16	0.02	0.87	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02					
Al ^{vi}	3.72	3.71	3.40	3.55	3.70	2.77	3.68	3.50	3.49	3.47	3.45	3.38	3.52	3.51	3.31	3.51					
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02					
Fe ²⁺	0.14	0.14	0.10	0.14	0.16	0.13	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.18	0.10	0.10	0.16	0.11					
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Mg	0.13	0.14	0.10	0.13	0.13	0.15	0.17	0.35	0.36	0.38	0.40	0.47	0.37	0.36	0.58	0.38					
Total	4.02	4.01	3.61	3.99	4.02	3.94	4.02	4.05	4.05	4.06	4.06	4.07	4.04	4.01	4.07	4.04					
Dodecaédrica																					
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Na	0.14	0.16	1.30	0.15	0.15	0.14	0.13	0.08	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.09					
K	1.77	1.80	1.64	1.75	1.82	1.67	1.79	1.85	1.84	1.84	1.85	1.87	1.83	1.87	1.81	1.84					
Ba	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01					
Total	1.93	1.97	2.96	1.92	1.98	1.83	1.95	1.95	1.96	1.95	1.95	1.96	1.93	1.98	1.88	1.95					
Al ⁺	5.59	5.53	4.19	5.74	5.52	6.92	5.47	5.24	5.22	5.20	5.17	5.04	5.23	5.19	4.82	5.21					
Si ⁺	6.17	6.21	7.22	6.13	6.22	5.59	6.24	6.31	6.32	6.33	6.35	6.39	6.34	6.38	6.52	6.34					
(R ²⁺) [*]	0.23	0.25	0.44	0.10	0.27	-0.62	0.29	0.46	0.48	0.49	0.51	0.61	0.44	0.43	0.69	0.45					

*Parâmetros usados no diagrama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 29. Resultados analíticos obtidos para a sericita 0' (cont.).

Amostra		EA 36 (1)										EA 36 (3)				
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5		
SiO ₂	47.06	46.59	47.20	47.28	46.98	47.02	46.95	46.50	46.96	48.05	46.91	47.50	46.93	47.03		
TiO ₂	0.18	0.23	0.21	0.23	0.13	0.22	0.25	0.25	0.25	0.14	0.22	0.11	0.15	0.14		
Al ₂ O ₃	34.78	34.80	33.97	34.01	35.12	34.52	33.65	33.84	33.81	35.19	34.10	34.03	33.45	34.55		
Cr ₂ O ₃	0.06	0.02	0.06	0.07	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04	0.04	0.05		
FeO	1.77	1.59	1.56	1.65	1.20	1.62	1.70	1.68	1.71	1.60	1.78	1.50	2.30	1.56		
MnO	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.04	0.01	0.00	-		
MgO	1.06	0.87	0.97	0.96	0.72	0.89	1.07	0.99	1.06	1.01	0.99	1.06	1.28	0.89		
CaO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	-	0.02	-	0.00	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01		
Na ₂ O	0.45	0.48	0.44	0.50	0.50	0.42	0.51	0.50	0.48	0.42	0.46	0.46	0.44	0.53		
K ₂ O	10.48	10.68	10.64	10.58	10.59	10.74	10.55	10.67	10.57	10.38	10.57	10.66	10.49	10.55		
BaO	0.37	0.45	0.40	0.36	0.36	0.37	0.35	0.42	0.38	0.34	0.36	0.30	0.35	0.40		
Total	96.22	95.72	95.46	95.65	95.68	95.83	95.08	94.87	95.26	97.18	95.45	95.68	95.46	95.71		
Fórmula estrutural na base de 22 O																
Tetraédrica																
Si ^{iv}	6.23	6.21	6.29	6.29	6.23	6.25	6.29	6.25	6.28	6.27	6.26	6.31	6.28	6.25		
Al ^{iv}	1.77	1.79	1.71	1.71	1.77	1.75	1.71	1.75	1.72	1.73	1.74	1.69	1.72	1.75		
Fe ³⁺																
Total	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		
Octaédrica																
Ti	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01		
Al ^{vi}	3.65	3.67	3.63	3.63	3.73	3.66	3.60	3.62	3.61	3.68	3.63	3.64	3.56	3.67		
Cr	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
Fe ²⁺	0.20	0.18	0.17	0.18	0.13	0.18	0.19	0.19	0.19	0.17	0.20	0.17	0.26	0.17		
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mg	0.21	0.17	0.19	0.19	0.14	0.18	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.25	0.18		
Total	4.08	4.04	4.03	4.03	4.02	4.04	4.04	4.03	4.04	4.07	4.05	4.03	4.09	4.04		
Dodecaédrica																
Ca	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		
Na	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.14		
K	1.77	1.82	1.81	1.80	1.79	1.82	1.80	1.83	1.80	1.73	1.80	1.81	1.79	1.79		
Ba	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03		
Total	1.91	1.97	1.95	1.95	1.95	1.95	1.96	1.99	1.95	1.86	1.94	1.94	1.93	1.95		
Al*	5.54	5.54	5.42	5.42	5.56	5.49	5.40	5.43	5.42	5.56	5.46	5.40	5.36	5.48		
Si*	6.15	6.18	6.25	6.25	6.19	6.21	6.26	6.24	6.24	6.15	6.21	6.26	6.22	6.21		
(R ²)*	0.37	0.32	0.33	0.34	0.25	0.32	0.37	0.36	0.37	0.32	0.36	0.35	0.48	0.32		

*Parâmetros usados no diagarama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 30. Resultados analíticos obtidos para a sericita I.

Amostra		EA2 (1)			EA2 (2)			MICA 2			EA2 (3)			EA2 (4)			EA12 (1)		
Nº Análise	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1	2	3
SiO ₂	47.57	46.68	46.73	46.44	46.55	47.69	46.60	48.20	47.18	47.47	47.41	47.53	47.22	46.96	46.70				
TiO ₂	0.24	0.16	0.21	0.11	0.19	0.15	0.18	0.07	0.16	0.08	0.06	0.01	0.22	0.25	0.24				
Al ₂ O ₃	35.38	35.21	35.06	35.50	34.97	35.96	34.98	35.51	35.27	34.33	36.03	35.34	34.56	33.97	34.08				
Cr ₂ O ₃	-	-	-	0.02	0.06	0.03	0.06	0.07	0.04	0.05	0.02	0.05	0.02	0.06	0.08				
FeO	1.15	1.16	1.06	1.01	1.16	0.70	0.84	0.78	0.77	0.85	1.10	0.97	1.75	1.57	1.57				
MnO	0.04	-	0.01	-	0.03	-	0.04	0.01	-	0.05	0.02	-	-	0.01	0.01				
MgO	0.73	0.59	0.68	0.72	0.77	0.69	0.82	0.97	0.76	0.99	0.88	0.89	0.86	0.86	0.81				
CaO	0.03	-	0.03	0.02	0.05	0.03	0.01	-	0.00	0.01	0.04	0.02	-	0.02	0.03				
Na ₂ O	0.65	0.80	0.78	0.75	0.70	0.63	0.67	0.61	0.76	0.74	0.63	0.79	0.38	0.43	0.40				
K ₂ O	9.96	10.11	10.06	10.02	10.01	9.75	10.01	9.74	9.98	10.07	9.40	9.64	10.32	10.58	10.61				
BaO	0.42	0.37	0.45	0.25	0.32	0.23	0.29	0.16	0.34	0.23	0.23	0.23	0.33	0.24	0.33				
Total	96.15	95.08	95.07	94.84	94.80	95.85	94.49	96.11	95.28	94.86	95.83	95.48	95.66	94.96	94.86				
Fórmula estrutural na base de 22 O																			
Tetraédrica																			
Si ^{iv}	6.26	6.22	6.23	6.19	6.22	6.25	6.23	6.30	6.25	6.32	6.22	6.27	6.27	6.29	6.27				
Al ^{iv}	1.74	1.78	1.77	1.81	1.78	1.75	1.77	1.70	1.75	1.68	1.78	1.73	1.73	1.71	1.73				
Fe ³⁺																			
Total	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				
Octaédrica																			
Ti	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.03	0.02				
Al ^{vi}	3.74	3.75	3.74	3.77	3.73	3.81	3.75	3.77	3.76	3.70	3.79	3.76	3.68	3.65	3.66				
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01				
Fe ²⁺	0.13	0.13	0.12	0.11	0.13	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.11	0.19	0.18	0.18				
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Mg	0.14	0.12	0.14	0.14	0.15	0.13	0.16	0.19	0.15	0.20	0.17	0.18	0.17	0.17	0.16				
Total	4.04	4.01	4.01	4.04	4.04	4.04	4.03	4.06	4.02	4.01	4.10	4.05	4.06	4.03	4.03				
Dodecaédrica																			
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				
Na	0.17	0.21	0.20	0.19	0.18	0.16	0.17	0.15	0.20	0.19	0.16	0.20	0.10	0.11	0.10				
K	1.67	1.72	1.71	1.70	1.71	1.63	1.71	1.62	1.69	1.71	1.57	1.62	1.75	1.81	1.82				
Ba	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02				
Total	1.87	1.95	1.95	1.92	1.92	1.81	1.90	1.79	1.91	1.92	1.76	1.84	1.87	1.94	1.95				
Al ⁱ	5.64	5.61	5.60	5.68	5.62	5.75	5.64	5.67	5.62	5.47	5.80	5.64	5.57	5.46	5.49				
Si ⁱ	6.14	6.18	6.18	6.12	6.15	6.09	6.15	6.11	6.17	6.25	6.01	6.13	6.15	6.23	6.22				
(R ²⁺) [*]	0.22	0.22	0.22	0.22	0.25	0.15	0.22	0.22	0.20	0.27	0.23	0.24	0.31	0.31	0.30				

*Parâmetros usados no diagarama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 31. Resultados analíticos obtidos para a sericita I (cont.).

Amostra		EA 12 (2)			EA 12 (4)			EA 16 (2)			EA 16 (3)		
Nº Análise	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
SiO ₂	49.17	46.75	46.99	46.76	46.40	46.71	46.16	45.24	45.44	44.18	47.44	46.45	44.86
TiO ₂	0.16	0.21	0.14	0.24	0.20	0.16	0.29	0.24	0.18	0.16	0.26	0.23	0.11
Al ₂ O ₃	31.35	33.63	33.57	34.04	33.56	34.05	33.96	33.54	34.38	32.42	34.76	33.94	32.84
Cr ₂ O ₃	0.04	0.06	0.01	0.03	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06
FeO	1.31	1.92	1.82	1.77	1.81	1.60	1.94	1.87	1.64	1.68	1.58	1.81	1.53
MnO	-	0.02	0.03	0.05	0.00	-	-	-	0.02	0.01	0.05	0.03	0.02
MgO	0.61	0.97	0.93	0.89	0.81	0.81	0.94	0.91	0.85	0.88	0.96	1.09	1.03
CaO	-	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	-	0.02	0.02	0.01	-	-
Na ₂ O	1.51	0.35	0.48	0.45	0.49	0.50	0.37	0.44	0.51	0.41	0.37	0.56	0.63
K ₂ O	10.40	10.14	10.47	10.51	10.40	10.61	10.41	10.59	10.65	10.20	10.40	10.41	9.85
BaO	0.18	0.28	0.25	0.28	0.25	0.27	0.28	0.26	0.24	0.24	0.41	0.28	0.24
Total	94.73	94.36	94.72	95.05	94.00	94.80	94.43	93.18	93.98	90.25	96.31	94.86	91.18
Fórmula estrutural na base de 22 O													
Tetraédrica													
Si ^{iv}	6.59	6.30	6.31	6.26	6.28	6.27	6.23	6.20	6.17	6.24	6.26	6.24	6.25
Al ^{iv}	1.41	1.70	1.69	1.74	1.72	1.73	1.77	1.80	1.83	1.76	1.74	1.76	1.75
Fe ³⁺													
Total	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
Octaédrica													
Ti	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
Al ^{vi}	3.54	3.63	3.63	3.64	3.64	3.66	3.63	3.62	3.67	3.64	3.66	3.61	3.65
Cr	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.15	0.22	0.20	0.20	0.20	0.18	0.22	0.21	0.19	0.20	0.17	0.20	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	0.12	0.19	0.19	0.18	0.16	0.16	0.19	0.19	0.17	0.18	0.19	0.22	0.21
Total	3.83	4.07	4.04	4.05	4.03	4.02	4.08	4.06	4.05	4.05	4.06	4.07	4.06
Dodecaédrica													
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.39	0.09	0.12	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12	0.13	0.11	0.09	0.15	0.17
K	1.78	1.74	1.79	1.80	1.80	1.82	1.79	1.85	1.84	1.84	1.75	1.78	1.75
Ba	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Total	2.18	1.86	1.94	1.94	1.95	1.97	1.91	1.99	2.00	1.97	1.87	1.95	1.94
Al ⁺	4.82	5.51	5.40	5.48	5.45	5.45	5.54	5.48	5.54	5.46	5.57	5.46	5.47
Si ⁺	6.75	6.17	6.26	6.21	6.24	6.24	6.15	6.19	6.17	6.21	6.15	6.20	6.20
(R ²⁺)*	0.30	0.36	0.36	0.34	0.33	0.32	0.36	0.37	0.34	0.36	0.31	0.39	0.37

*Parâmetros usados no diagrama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 32. Resultados analíticos obtidos para a sericita I (cont.).

Amostra	EA 16 (5)				EA 16 (6)				EA 75 (4)							
Nº Análise	4	1	2		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	47.43	46.88	47.04		46.75	45.83	46.52	47.01	47.60	47.34	47.39	47.10	46.98	46.75	47.25	46.69
TiO ₂	0.18	0.06	0.10		0.17	0.20	0.20	0.19	0.18	0.24	0.17	0.13	0.11	0.18	0.17	0.15
Al ₂ O ₃	34.56	35.19	34.17		35.51	34.44	33.86	33.34	35.36	34.39	34.49	35.03	34.53	33.76	34.60	34.57
Cr ₂ O ₃	0.03	0.03	0.10		0.04	0.06	0.05	0.03	0.05	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.04	0.06
FeO	1.53	0.92	0.96		1.46	1.62	1.62	1.64	1.41	1.35	1.38	1.41	1.34	1.44	1.27	1.24
MnO	0.00	0.04	0.03		0.01	0.03	-	0.01	0.02	-	0.01	0.02	-	0.01	-	0.01
MgO	0.88	0.78	0.82		0.87	0.93	1.09	1.18	1.04	1.01	0.97	0.97	1.08	1.06	0.95	1.00
CaO	-	0.03	-		0.01	-	-	0.01	0.04	0.05	0.02	0.02	0.01	0.03	-	0.02
Na ₂ O	0.64	0.70	0.84		0.59	0.62	0.45	0.41	0.42	0.49	0.52	0.54	0.59	0.54	0.54	0.56
K ₂ O	10.34	10.22	10.15		10.12	10.37	10.60	10.61	10.07	10.37	10.41	10.45	10.51	10.30	10.54	10.50
BaO	0.19	0.18	0.18		0.28	0.23	0.28	0.39	0.37	0.34	0.29	0.33	0.31	0.28	0.29	0.31
Total	95.77	95.03	94.37		95.82	94.33	94.68	94.82	96.56	95.67	95.72	96.06	95.52	94.41	95.63	95.10

Fórmula estrutural na base de 22 O

Tetraédrica

Si ^{iv}	6.28	6.24	6.30		6.19	6.19	6.26	6.32	6.24	6.28	6.28	6.23	6.25	6.29	6.27	6.24
Al ^{iv}	1.72	1.76	1.70		1.81	1.81	1.74	1.68	1.76	1.72	1.72	1.77	1.75	1.71	1.73	1.76
Fe ³⁺																
Total	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

Octaédrica

Ti	0.02	0.01	0.01		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Al ^{vi}	3.67	3.75	3.70		3.72	3.67	3.63	3.59	3.70	3.66	3.67	3.69	3.66	3.64	3.68	3.68
Cr	0.00	0.00	0.01		0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Fe ²⁺	0.17	0.10	0.11		0.16	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15	0.16	0.15	0.16	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.17	0.15	0.16		0.17	0.19	0.22	0.24	0.20	0.20	0.19	0.19	0.21	0.21	0.19	0.20
Total	4.04	4.03	4.00		4.08	4.06	4.05	4.04	4.09	4.04	4.04	4.06	4.04	4.04	4.03	4.04

Dodecaédrica

Ca	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.16	0.18	0.22		0.15	0.16	0.12	0.11	0.11	0.13	0.13	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14
K	1.75	1.73	1.74		1.71	1.79	1.82	1.82	1.68	1.75	1.76	1.76	1.78	1.77	1.78	1.79
Ba	0.01	0.01	0.01		0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	1.92	1.93	1.97		1.88	1.96	1.96	1.95	1.82	1.91	1.92	1.93	1.96	1.93	1.94	1.96
Al*	5.50	5.59	5.45		5.68	5.55	5.45	5.36	5.66	5.50	5.50	5.55	5.47	5.45	5.50	5.51
Si*	6.21	6.18	6.27		6.08	6.15	6.22	6.28	6.08	6.20	6.21	6.16	6.21	6.23	6.22	6.20
(R ²⁺)*	0.31	0.24	0.26		0.29	0.34	0.37	0.39	0.30	0.30	0.31	0.32	0.34	0.34	0.30	0.31

*Parâmetros usados no diagrama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 33. Resultados analíticos obtidos para a **sericita I'**.

Amostra Nº Análise	EA-1 (1)		EA-1			
	3	4	1	2	3	4
SiO ₂	45.82	46.73	47.22	46.19	47.19	46.90
TiO ₂	0.07	0.16	0.19	0.20	0.22	0.16
Al ₂ O ₃	36.81	34.06	34.25	34.63	34.38	35.68
Cr ₂ O ₃	0.09	0.10	0.04	0.02	0.05	0.04
FeO	0.62	1.37	1.43	1.35	1.34	1.02
MnO	-	0.01	0.02	-	-	0.04
MgO	0.26	0.86	0.96	0.74	0.86	0.70
CaO	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
Na ₂ O	0.82	0.72	0.55	0.68	0.62	0.49
K ₂ O	10.04	10.22	10.19	10.28	10.35	10.55
BaO	0.21	0.31	0.31	0.38	0.33	0.27
Total	94.76	94.55	95.16	94.51	95.36	95.87
Fórmula estrutural na base de 22 O						
Tetraédrica						
Si ^{iv}	6.10	6.28	6.29	6.21	6.28	6.20
Al ^{iv}	1.90	1.72	1.71	1.79	1.72	1.80
Fe ³⁺						
Total	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Octaédrica						
Ti	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Al ^{vi}	3.88	3.67	3.67	3.70	3.67	3.76
Cr	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.07	0.15	0.16	0.15	0.15	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.05	0.17	0.19	0.15	0.17	0.14
Total	4.02	4.02	4.04	4.03	4.02	4.03
Dodecaédrica						
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.21	0.19	0.14	0.18	0.16	0.13
K	1.71	1.75	1.73	1.76	1.76	1.78
Ba	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Total	1.94	1.96	1.90	1.97	1.94	1.93
Al*	5.85	5.46	5.51	5.56	5.49	5.65
Si*	6.05	6.24	6.20	6.19	6.23	6.14
(R ²⁺)*	0.10	0.30	0.31	0.27	0.28	0.22

*Parâmetros usados no diagrama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 34. Amplitude de variação composicional para a sericita.

Sericita	Sct O			Sct O'			Sct I			Sct I'		
	N	15	48	31	6							
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
SiO ₂	45.56	48.23	46.60	44.61	50.58	47.03	44.18	49.17	46.97	45.82	47.22	46.81
TiO ₂	0.08	0.47	0.13	0.07	2.46	0.22	0.01	0.29	0.17	0.07	0.22	0.17
Al ₂ O ₃	33.54	36.18	34.82	27.17	35.29	33.99	31.35	36.03	34.47	34.06	36.81	34.51
Cr ₂ O ₃	0.01	0.09	0.06	0.01	0.22	0.06	0.01	0.10	0.06	0.02	0.10	0.04
FeO	0.91	1.55	1.24	0.89	2.30	1.39	0.70	1.94	1.45	0.62	1.43	1.35
MnO	0.00	0.03	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	0.01	0.01	0.04	0.02
MgO	0.65	1.24	0.89	0.53	2.93	0.89	0.59	1.18	0.90	0.26	0.96	0.80
CaO	0.01	0.04	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03
Na ₂ O	0.43	0.77	0.60	0.17	5.31	0.49	0.35	1.51	0.56	0.49	0.82	0.65
K ₂ O	9.85	10.53	10.22	9.88	11.23	10.54	9.40	10.65	10.37	10.04	10.55	10.25
BaO	0.24	0.36	0.29	0.14	0.45	0.31	0.16	0.45	0.28	0.21	0.38	0.31
Total	93.74	96.73	94.98	91.51	101.71	94.98	90.25	96.56	95.04	94.51	95.87	94.96
Fórmula estrutural na base de 22 O												
Tetraédrica												
Si ^{IV}	6.08	6.39	6.22	6.20	6.70	6.28	6.17	6.59	6.26	6.10	6.29	6.24
Al ^{IV}	1.61	1.92	1.78	1.30	1.80	1.72	1.41	1.83	1.74	1.71	1.90	1.76
Fe ³⁺												
Total	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Octaédrica												
Ti	0.01	0.05	0.01	0.01	0.25	0.02	0.00	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02
Al ^{VI}	3.62	3.78	3.71	2.93	3.77	3.65	3.54	3.81	3.67	3.67	3.88	3.69
Cr	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Fe ²⁺	0.10	0.17	0.14	0.10	0.26	0.16	0.08	0.22	0.16	0.07	0.16	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.13	0.25	0.18	0.10	0.59	0.18	0.12	0.24	0.18	0.05	0.19	0.16
Total	4.02	4.10	4.04	3.61	4.09	4.03	3.83	4.10	4.04	4.02	4.04	4.02
Dodecaédrica												
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.11	0.20	0.16	0.04	1.30	0.12	0.09	0.39	0.15	0.13	0.21	0.17
K	1.65	1.80	1.74	1.64	1.93	1.80	1.57	1.85	1.76	1.71	1.78	1.75
Ba	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02
Total	1.81	1.98	1.94	1.80	2.96	1.95	1.76	2.18	1.93	1.90	1.97	1.94
Al*	5.36	5.79	5.60	4.19	5.74	5.45	4.82	5.80	5.50	5.46	5.85	5.53
Si*	6.00	6.29	6.16	6.11	7.22	6.24	6.01	6.75	6.20	6.05	6.24	6.19
(R ²⁺)*	0.21	0.36	0.28	0.10	0.72	0.32	0.15	0.39	0.31	0.10	0.31	0.28

*Parâmetros usados no diagarama ternário R²⁺-Al-Si.

Tabela 37. Resultados analíticos para a **pirita 0**.

Amostra	EA 27				
Nº Análise	1	2	3	4	5
S	52.197	53.03	52.535	52.996	52.808
Fe	45.325	45.847	45.425	45.746	46.312
Cu	0.018	-	-	-	0.036
As	0.276	0.054	0.048	0.193	0.211
Ni	0.036	0.012	0.031	0.051	0.06
Sb	-	0.006	0.029	-	-
Co	0.324	0.065	0.105	0.296	0.117
Zn	-	0.001	-	-	-
Pb	0.003	0.066	0.068		0.025
Sn	0.028	0.022	-	-	-
Ag	0.014	-	-	0.01	0.027
Au	-	-	0.143	0.358	0.171
Bi	-	-	-	-	-
Mn	-	-	0.03	-	-
Ge	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-
Total	98.221	99.103	98.414	99.65	99.767
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons					
S	1.9933	2.0027	2.0008	1.9975	1.9892
Fe	0.9938	0.9941	0.9933	0.9900	1.0016
Cu	0.0003	-	-	-	0.0007
As	0.0045	0.0009	0.0008	0.0031	0.0034
Ni	0.0008	0.0002	0.0006	0.0011	0.0012
Sb	-	0.0001	0.0003	-	-
Co	0.0067	0.0013	0.0022	0.0061	0.0024
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0000	0.0004	0.0004	0.0000	0.0001
Sn	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003
Au	0.0000	0.0000	0.0009	0.0022	0.0010
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000

Tabela 36. Resultados analíticos para a pirita I.

Amostra	Nº Análise	EA 2 (5)			EA 16 (1)			EA 16 (5)			EA 16 (6)			EA 24 (3)		
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	7	8	1	2	3
S	52.96	53.14	53.28	53.34	53.11	53.42	52.86	53.29	53.03	53.53	53.27	53.04	53.12	53.35	53.19	53.42
Fe	46.78	46.46	46.63	46.36	46.54	46.83	45.99	46.82	46.61	46.84	46.65	46.76	46.83	46.74	46.38	46.82
Cu	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.01	-	0.02	-	0.01	-	-	-	-
As	0.10	0.11	0.10	0.17	0.27	0.07	0.47	0.06	0.08	0.07	0.24	0.24	0.13	0.12	0.06	0.11
Ni	-	-	0.01	0.01	0.06	0.05	-	-	-	-	0.01	0.02	0.00	0.03	0.02	0.03
Sb	0.00	0.03	0.04	-	-	0.01	-	0.01	0.04	-	-	0.01	0.02	-	-	-
Co	0.09	0.14	0.12	0.07	0.08	0.06	0.35	0.09	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08	0.10	0.09	0.06
Zn	0.03	0.16	-	0.08	-	-	0.04	-	-	0.04	0.02	0.05	0.01	-	-	0.08
Pb	0.00	-	-	-	0.05	0.03	-	0.05	-	0.15	0.09	-	0.11	0.06	-	0.15
Sn	0.01	-	0.04	0.02	-	-	-	0.04	0.02	-	-	0.01	0.01	-	-	0.03
Ag	-	-	0.01	-	0.01	0.01	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	0.02
Au	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-	0.02	-	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.01	-	-	-	0.00
Ge	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00
Se	-	0.01	-	-	-	0.00	-	0.00	0.03	-	0.00	-	-	0.00	-	-
In	0.01	-	0.01	-	0.03	-	0.03	0.05	-	0.07	0.02	-	-	0.01	0.05	0.04
Cd	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Total	99.97	100.06	100.25	100.05	100.15	100.52	99.76	100.42	99.92	100.79	100.44	100.24	100.32	100.47	99.79	100.76
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																
S	1.988	1.992	1.993	1.997	1.991	1.993	1.990	1.991	1.991	1.993	1.991	1.987	1.988	1.992	1.997	1.991
Fe	1.008	1.000	1.001	0.997	1.001	1.003	0.994	1.004	1.005	1.002	1.001	1.006	1.007	1.002	1.000	1.002
Cu	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
As	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.001	0.008	0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	0.002	0.002	0.001	0.002
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001
Sb	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
Co	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.007	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
Zn	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Sn	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
Ag	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
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	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
In	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	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
total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabela 37. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 24 (3)			EA 55 (2)			EA 55 (3)			EA 75 (5)					
Nº Análise	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	1	2
S	53.00	53.40	52.30	52.74	53.34	53.28	53.20	53.21	53.70	53.30	53.63	52.83	53.18	52.90	53.36	53.35
Fe	46.58	46.87	46.11	45.90	46.86	47.32	46.95	47.00	46.82	46.85	46.93	46.10	46.94	46.65	46.78	46.80
Cu	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00	-	0.01	0.03	-	-	-	-	-	-
As	0.66	0.15	1.69	1.35	0.18	0.25	0.41	0.37	0.10	0.22	0.14	1.12	0.40	0.53	0.25	0.49
Ni	0.00	0.08	0.33	0.56	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.08	-	0.43	0.10	0.10	0.02	0.03
Sb	-	0.01	0.02	-	0.02	-	-	0.04	-	0.01	0.02	-	0.03	-	-	0.01
Co	0.12	0.09	0.09	0.11	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.11	0.07	0.09	0.11	0.11	0.09	0.08
Zn	0.01	-	-	-	-	-	0.05	-	-	0.01	-	-	-	-	0.02	-
Pb	-	-	-	-	0.02	0.05	0.03	-	0.07	-	0.05	0.04	0.01	-	-	0.04
Sn	0.00	-	0.02	0.02	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	0.06	-	-	0.01
Ag	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	0.01	0.01
Au	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01	0.06	0.02	-	-	-	0.04	-	0.05	0.02
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.01	-	-	0.00	0.02	-	0.01	0.02	0.03	-	-	-	0.00	-	0.00
Ge	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.03	-	0.02	-
Se	-	0.02	-	-	-	-	0.04	0.00	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-
In	-	0.03	-	0.01	0.01	0.04	0.02	-	0.01	0.00	-	-	-	-	0.01	0.01
Cd	-	-	0.02	-	-	0.01	-	0.00	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Total	100.37	100.65	100.61	100.70	100.54	101.08	100.82	100.80	100.85	100.68	100.84	100.61	100.89	100.30	100.61	100.84
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																
S	1.985	1.990	1.967	1.976	1.990	1.982	1.984	1.985	1.996	1.988	1.994	1.979	1.983	1.983	1.990	1.988
Fe	1.002	1.003	0.996	0.988	1.004	1.011	1.005	1.007	0.999	1.003	1.002	0.992	1.005	1.004	1.002	1.001
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
As	0.011	0.002	0.027	0.022	0.003	0.004	0.006	0.006	0.002	0.003	0.002	0.018	0.006	0.009	0.004	0.008
Ni	0.000	0.002	0.007	0.012	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.009	0.002	0.002	0.000	0.001
Sb	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
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	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
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Ag	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
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	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ge	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	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
In	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
Cd	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
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabela 38. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 75 (5)								EA 75 (1)							
Nº Análise	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	
S	53.20	53.01	52.84	52.87	53.06	53.24	53.35	53.48	53.02	52.89	53.15	53.21	53.36	53.35	53.45	53.483	
Fe	46.53	46.77	46.57	46.45	46.65	46.57	46.64	46.75	46.37	45.86	46.71	46.69	46.51	46.64	46.47	46.694	
Cu	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	
As	0.39	0.51	0.32	0.26	0.26	0.25	0.36	0.08	0.17	0.75	0.09	0.10	0.09	0.10	0.12	0.078	
Ni	0.02	0.03	0.02	-	0.00	0.10	-	-	0.00	0.13	0.04	0.04	0.03	0.00	-	-	
Sb	-	0.01	0.00	-	-	0.03	0.04	-	0.02	-	-	0.00	-	-	-	0.045	
Co	0.08	0.12	0.08	0.11	0.07	0.11	0.08	0.08	0.08	0.52	0.17	0.09	0.10	0.07	0.10	0.106	
Zn	-	0.00	-	-	-	0.01	0.11	-	0.06	-	0.05	0.05	0.02	-	-	0.076	
Pb	0.14	0.08	-	0.04	0.03	0.03	-	0.07	-	-	0.00	0.00	0.04	-	-	-	
Sn	-	-	-	0.02	-	0.03	0.05	0.01	0.03	-	-	0.01	-	0.00	0.01	0.069	
Ag	-	-	-	0.02	-	-	0.03	0.05	-	-	-	-	0.02	-	-	0.01	
Au	-	0.08	0.02	0.04	0.00	0.01	0.02	-	0.03	-	-	0.03	0.03	0.00	0.03	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	0.01	-	-	0.03	0.00	-	0.03	-	0.01	0.02	-	0.01	0.01	-	-	-	
Ge	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.006	
Se	0.01	-	0.01	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	
In	-	0.05	-	0.03	-	0.00	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	0.008	
Cd	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	
Total	100.36	100.65	99.87	99.89	100.08	100.36	100.73	100.55	99.78	100.18	100.22	100.25	100.21	100.20	100.21	100.575	
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																	
S	1.991	1.983	1.987	1.988	1.990	1.991	1.990	1.995	1.993	1.985	1.989	1.991	1.996	1.995	1.998	1.994	
Fe	1.000	1.004	1.005	1.003	1.004	1.000	0.999	1.001	1.001	0.989	1.004	1.003	0.999	1.001	0.998	1.000	
Cu	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	
As	0.006	0.008	0.005	0.004	0.004	0.004	0.006	0.001	0.003	0.012	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	
Ni	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	
Sb	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	
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.011	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	
Pb	0.001	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	
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
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	0.000	0.000	0.000	
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	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mn	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
In	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	
Cd	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	
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Tabela 39. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA75 (6)															
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
S	53.37	53.37	53.48	53.35	53.42	53.53	53.34	53.50	53.31	53.14	53.30	53.22	53.40	53.69	53.41	53.26	
Fe	46.94	46.92	46.87	46.96	46.84	46.90	46.64	46.78	47.11	46.80	46.62	46.77	46.85	47.22	46.99	46.55	
Cu	-	-	-	0.00	0.03	0.00	-	-	0.04	-	0.03	-	-	-	-	-	
As	0.05	0.00	0.04	0.05	0.06	0.07	0.03	0.06	0.07	0.62	0.47	0.36	0.25	0.12	0.09	0.35	
Ni	0.04	0.02	0.03	-	0.07	-	-	0.02	0.01	0.05	-	-	-	-	-	0.03	
Sb	-	-	0.02	-	0.07	-	-	0.02	0.03	0.03	-	-	0.03	-	-	0.04	
Co	0.09	0.09	0.09	0.10	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.07	0.09	0.08	0.05	0.09	0.08	0.04	
Zn	0.06	0.02	0.02	-	0.03	0.02	0.06	-	-	0.02	0.08	-	-	-	0.02	-	
Pb	0.12	-	-	0.03	0.01	0.02	0.14	0.03	0.09	-	0.09	-	0.00	-	0.14	-	
Sn	0.06	-	0.01	0.01	-	-	-	0.06	-	-	0.00	-	0.01	-	0.02	0.08	
Ag	-	-	0.01	-	0.00	-	-	0.01	0.03	0.01	-	-	-	0.03	-	0.01	
Au	0.03	0.01	-	-	-	0.02	0.00	0.04	-	0.01	-	0.00	0.03	0.00	0.03	0.02	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	0.00	0.01	-	-	0.03	-	0.00	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.02	
Ge	-	0.01	-	0.01	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	0.02	-	
Se	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	-	
In	-	-	0.01	0.05	0.01	-	0.05	-	-	-	0.02	0.00	0.04	-	0.01	-	
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.02	
Total	100.75	100.44	100.57	100.55	100.63	100.65	100.35	100.64	100.83	100.78	100.70	100.43	100.67	101.15	100.82	100.43	
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																	
S	1.989	1.992	1.993	1.990	1.991	1.994	1.994	1.994	1.986	1.983	1.989	1.989	1.991	1.991	1.990	1.991	
Fe	1.005	1.005	1.003	1.006	1.003	1.003	1.001	1.001	1.008	1.003	0.999	1.004	1.003	1.005	1.005	0.999	
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
As	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.010	0.008	0.006	0.004	0.002	0.001	0.006	
Ni	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	
Zn	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Pb	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
Sn	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
Ag	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
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	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
In	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cd	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	
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Tabela 40. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 75 (6)										EA 82 (1)*					EA 82 (2)			
Nº Análise	17	18	19	20	21	22	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8				
S	53.09	53.24	53.00	53.46	53.43	53.53	52.88	52.97	52.91	53.04	53.35	53.15	52.40	53.23	53.13	52.81				
Fe	47.03	47.01	46.66	47.11	46.82	46.90	46.63	46.48	46.58	46.80	46.57	46.64	46.66	46.81	46.48	46.83				
Cu	-	-	0.00	-	-	-	0.00	-	0.03	-	0.03	-	0.01	-	-	-				
As	0.51	0.46	0.76	0.12	0.42	0.20	0.39	0.58	0.56	0.50	0.45	0.51	0.94	0.02	0.02	0.37				
Ni	0.02	0.02	0.29	0.10	0.07	0.04	-	0.05	0.02	0.02	0.04	0.00	-	0.01	0.34	-				
Sb	-	-	-	0.08	-	-	-	-	-	0.02	-	0.03	0.02	-	-	-				
Co	0.09	0.06	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.11	0.13	0.10	0.18	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08				
Zn	-	-	-	-	-	0.01	0.06	0.05	0.02	0.01	0.04	-	-	-	0.07	0.01				
Pb	0.05	-	0.02	0.06	0.05	0.11	0.07	0.07	-	-	0.09	0.11	0.01	0.05	0.01	0.10				
Sn	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	0.05	-	-	0.07	-	-	-	0.01				
Ag	0.01	0.03	-	0.03	0.01	-	0.02	0.03	-	0.04	0.04	-	-	-	-	0.04				
Au	-	0.04	0.01	-	-	0.04	-	0.02	-	0.03	0.04	0.02	-	-	-	-				
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-				
Mn	0.00	-	0.02	0.01	-	0.00	0.00	-	-	0.01	0.02	-	0.06	-	0.00	0.00				
Ge	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Se	-	-	0.08	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	0.00				
In	-	-	0.08	-	0.01	0.03	0.03	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.03				
Cd	0.00	0.01	0.02	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-				
Total	100.84	100.87	100.93	101.08	100.95	100.95	100.18	100.38	100.30	100.60	100.83	100.64	100.18	100.19	100.13	100.29				
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																				
S	1.981	1.984	1.978	1.987	1.988	1.991	1.985	1.985	1.984	1.983	1.989	1.987	1.973	1.992	1.990	1.982				
Fe	1.008	1.006	1.000	1.005	1.000	1.002	1.005	1.000	1.003	1.005	0.997	1.001	1.009	1.006	1.000	1.009				
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
As	0.008	0.007	0.012	0.002	0.007	0.003	0.006	0.009	0.009	0.008	0.007	0.008	0.015	0.000	0.000	0.006				
Ni	0.000	0.000	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000				
Sb	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
Co	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002				
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000				
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001				
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000				
Ag	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
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	0.001	0.000	0.000	0.000				
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000				
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
In	0.000	0.000	0.001	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				
Cd	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				
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				

Tabela 41. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 82N (2)*							EA 82N (2)*							
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
S	53.13	53.19	52.09	52.97	52.95	53.12	53.02	52.73	52.68	53.57	53.60	53.00	53.63	53.46	53.48	53.28
Fe	46.57	46.77	44.94	46.68	46.63	46.44	46.53	46.68	46.45	47.09	47.01	47.03	47.05	46.96	46.84	46.93
Cu	-	0.01	0.02	0.01	-	0.03	-	0.04	-	-	-	-	0.04	0.01	0.01	0.04
As	0.69	0.51	0.61	0.59	0.62	0.48	0.61	1.10	1.05	0.04	-	0.77	0.09	0.11	0.49	0.20
Ni	0.02	0.00	0.10	0.02	-	-	0.20	-	0.05	0.04	0.04	-	-	-	0.04	-
Sb	0.02	0.03	1.06	0.00	-	-	0.00	0.03	0.02	-	-	0.04	0.01	0.02	0.03	0.00
Co	0.08	0.10	0.10	0.08	0.07	0.09	0.06	0.08	0.08	0.09	0.07	0.09	0.07	0.10	0.12	0.13
Zn	-	-	-	0.04	-	-	0.04	-	-	0.00	-	0.02	-	0.01	0.00	-
Pb	0.16	0.02	0.95	0.09	0.11	-	0.05	0.02	0.06	-	0.10	0.09	-	-	0.08	-
Sn	-	0.01	0.02	0.04	-	-	0.01	-	-	0.01	-	0.04	0.02	0.03	-	-
Ag	-	-	0.01	-	-	0.01	-	0.00	0.01	0.05	-	-	0.06	0.01	-	0.01
Au	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.03	-	-	0.03	-	0.00	0.02	0.01	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.03	0.00	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.02	-	0.01	0.02
Ge	-	-	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00	-	0.01
Se	0.02	-	0.01	0.00	0.02	-	-	0.01	-	-	-	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01
In	-	0.03	0.07	-	0.07	-	-	-	-	0.01	0.00	0.00	-	-	-	-
Cd	-	-	-	0.04	-	-	-	0.01	-	-	0.03	-	-	-	-	-
Total	100.69	100.70	100.03	100.56	100.48	100.19	100.54	100.72	100.43	100.90	100.93	101.08	101.00	100.75	101.11	100.64
Fórmula estrutural calculada com base em 3 ions																
S	1.986	1.986	1.984	1.983	1.984	1.990	1.984	1.975	1.978	1.991	1.993	1.977	1.992	1.991	1.988	1.987
Fe	1.000	1.002	0.983	1.003	1.003	0.999	1.000	1.004	1.001	1.005	1.003	1.007	1.003	1.004	1.000	1.005
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
As	0.011	0.008	0.010	0.009	0.010	0.008	0.010	0.018	0.017	0.001	0.000	0.012	0.001	0.002	0.008	0.003
Ni	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Sb	0.000	0.000	0.011	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
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003
Zn	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	0.001	0.000	0.006	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Sn	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
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
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	0.000	0.000	0.000
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	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Ge	0.000	0.000	0.001	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
In	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	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
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabela 42. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 82N (2)*			EA 86_ (1)											
Nº Análise	8	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	EA 86_ (1)				
S	53.46	52.51	52.74	52.68	52.39	52.58	53.02	53.78	53.03	52.73	53.44	52.97	52.77	53.10	53.05	53.49
Fe	47.10	46.92	46.83	46.56	46.56	46.66	46.37	47.06	46.75	46.52	46.86	46.54	46.40	46.58	46.62	46.88
Cu	0.04	-	0.00	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	0.01
As	0.15	0.70	0.54	0.65	0.90	1.02	0.84	0.42	0.88	0.85	0.76	0.45	1.00	0.67	0.80	0.46
Ni	-	0.03	0.04	0.07	0.03	0.00	0.17	0.01	0.03	0.03	0.06	-	0.02	0.01	0.03	-
Sb	0.03	0.00	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.00	0.01	-	-
Co	0.07	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07	0.12	0.08	0.09	0.10	0.08	0.08	0.04	0.12	0.07	0.08
Zn	0.05	-	0.08	0.00	0.02	-	-	0.05	-	0.04	0.00	-	-	0.02	0.01	-
Pb	-	-	0.09	-	0.14	-	0.01	0.11	-	0.03	0.05	0.11	0.08	0.01	0.05	0.04
Sn	0.04	0.01	0.00	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.01	0.10	0.01	0.03	-
Ag	-	-	0.03	-	-	0.01	-	0.02	-	0.01	-	-	0.01	-	0.03	-
Au	-	0.02	-	0.01	0.01	0.04	-	-	0.03	-	-	0.03	0.05	-	0.04	0.05
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.02	-	-	-	0.02	0.01	-	-	-	0.00	0.01	0.01	0.00	-	-	0.03
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-
Se	0.02	-	0.01	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-
In	-	0.01	-	-	0.02	0.03	-	-	-	-	-	0.04	-	0.00	0.03	0.05
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-
Total	100.96	100.26	100.44	100.08	100.19	100.42	100.53	101.56	100.81	100.32	101.27	100.27	100.52	100.51	100.77	101.09
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																
S	1.988	1.974	1.978	1.981	1.974	1.975	1.984	1.990	1.981	1.980	1.985	1.987	1.980	1.986	1.983	1.989
Fe	1.006	1.013	1.008	1.005	1.007	1.006	0.996	1.000	1.003	1.003	0.999	1.002	1.000	1.000	1.001	1.001
Cu	0.001	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
As	0.002	0.011	0.009	0.010	0.014	0.016	0.013	0.007	0.014	0.014	0.012	0.007	0.016	0.011	0.013	0.007
Ni	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Sb	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
Co	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
Zn	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Ag	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
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	0.000	0.000	0.000	0.001
Mn	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
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
In	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	0.001
Cd	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
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabela 43. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 86_ (1)										EA 86A (1)										EA 86A (2)		
Nº Análise	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3								
S	53.41	53.56	52.91	52.78	52.91	52.99	52.98	53.04	52.81	53.22	53.02	53.08	52.98	53.17	52.76	52.79								
Fe	46.76	46.70	46.70	46.41	46.22	46.30	46.44	46.52	46.59	46.56	46.43	46.58	46.32	46.76	46.79	46.52								
Cu	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.01	0.03	0.01	0.00								
As	0.12	0.18	0.30	0.39	0.46	0.40	0.24	0.24	0.68	0.19	0.20	0.09	0.07	0.34	1.13	0.92								
Ni	-	0.02	0.01	0.03	-	0.00	0.02	0.07	0.05	-	-	-	0.04	0.08	0.07	0.04								
Sb	-	-	-	0.03	-	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.02	-	0.01								
Co	0.08	0.09	0.07	0.11	0.10	0.10	0.07	0.08	0.11	0.09	0.13	0.08	0.07	0.10	0.09	0.08								
Zn	-	-	-	0.03	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-								
Pb	-	-	-	0.17	-	-	0.06	-	-	-	0.05	-	0.06	0.10	0.04	-								
Sn	0.01	-	-	-	0.03	-	0.02	-	0.03	-	0.02	0.02	0.04	-	-	0.05								
Ag	0.00	0.06	-	0.01	-	-	0.04	0.02	-	-	-	0.01	0.00	-	-	-								
Au	0.05	-	0.01	-	-	0.03	0.03	-	-	0.04	-	0.02	0.02	-	0.01	0.04								
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Mn	0.02	-	0.01	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-								
Ge	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-								
Se	-	-	-	0.00	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.01								
In	0.01	0.01	0.03	-	0.04	-	0.04	-	0.03	-	0.03	-	0.01	0.02	-	-								
Cd	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	0.02	-	0.02	-	-								
Total	100.46	100.61	100.08	99.95	99.80	99.87	99.98	99.97	100.29	100.10	99.88	99.92	99.62	100.64	100.96	100.43								
Fórmula estrutural calculada com base em 3 ions																								
S	1.993	1.995	1.986	1.986	1.991	1.991	1.990	1.991	1.981	1.993	1.992	1.992	1.994	1.986	1.973	1.980								
Fe	1.002	0.999	1.006	1.003	0.998	0.999	1.002	1.003	1.004	1.001	1.001	1.004	1.001	1.003	1.004	1.002								
Cu	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								
As	0.002	0.003	0.005	0.006	0.007	0.006	0.004	0.004	0.011	0.003	0.003	0.001	0.001	0.005	0.018	0.015								
Ni	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001								
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000								
Co	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002								
Zn	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000								
Pb	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000								
Sn	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								
Ag	0.000	0.001	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000								
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	0.000	0.000	0.000	0.000								
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000								
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000								
In	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								
Cd	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								
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								

Tabela 44. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 86A (2)										EA 86N (1)*									
Nº Análise	4	5	6	7	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
S	53.01	53.38	53.30	53.32	52.82	53.30	53.15	53.31	52.77	52.35	52.59	52.52	52.59	52.40	52.46	52.83					
Fe	46.38	47.00	46.72	46.71	46.83	46.88	46.65	46.79	46.84	46.68	46.67	46.53	46.55	46.52	46.34	46.72					
Cu	-	-	0.02	0.01	0.05	-	0.02	-	-	0.05	0.04	-	-	-	-	-					
As	0.76	0.15	0.28	0.19	0.56	0.08	0.12	0.13	0.61	0.94	0.90	0.97	0.93	1.09	0.93	0.45					
Ni	0.41	-	-	0.13	0.02	0.03	-	0.03	-	-	0.02	-	-	0.02	0.01	0.04					
Sb	-	0.00	-	0.01	0.03	-	0.02	0.00	0.03	0.01	0.02	-	-	0.03	-	0.02					
Co	0.09	0.10	0.08	0.07	0.09	0.07	0.09	0.09	0.09	0.05	0.09	0.08	0.08	0.09	0.04	0.05					
Zn	0.00	0.07	0.04	-	0.02	-	-	0.10	0.01	-	0.02	-	-	-	0.03	-					
Pb	0.12	0.05	0.07	-	-	0.07	0.09	0.05	0.07	0.09	0.02	0.05	0.04	0.10	0.03	-					
Sn	0.02	-	-	-	0.00	-	0.04	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-					
Ag	-	-	-	-	0.02	-	0.05	0.04	-	-	-	0.05	-	0.01	-	-					
Au	-	-	0.06	-	0.03	0.03	-	-	0.01	-	0.01	0.05	0.01	0.04	0.00	0.01					
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	0.06	-	-	0.03					
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-					
Se	-	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	0.00	0.00	-					
In	0.02	-	-	0.02	0.02	-	-	-	0.00	0.01	-	0.00	0.02	-	-	-					
Cd	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	0.00					
Total	100.82	100.76	100.57	100.45	100.52	100.46	100.23	100.58	100.44	100.18	100.39	100.25	100.27	100.36	99.88	100.14					
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																					
S	1.981	1.989	1.990	1.991	1.979	1.991	1.991	1.990	1.979	1.972	1.975	1.976	1.977	1.973	1.979	1.983					
Fe	0.995	1.005	1.002	1.002	1.007	1.005	1.003	1.002	1.008	1.010	1.007	1.005	1.005	1.006	1.004	1.007					
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
As	0.012	0.002	0.004	0.003	0.009	0.001	0.002	0.002	0.010	0.015	0.015	0.016	0.015	0.018	0.015	0.007					
Ni	0.008	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001					
Sb	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					
Co	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001					
Zn	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000					
Pb	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000					
Sn	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					
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000					
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	0.000	0.000	0.000					
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	0.001	0.000	0.000	0.001					
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001					
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
In	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					
Cd	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	0.001	0.000	0.000					
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					

Tabela 45. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra		EA 86N (2)*											EA 100B (1)						EA 100B (3)			
Nº Análise	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2						
S	52.66	52.35	53.38	53.38	53.20	53.11	53.10	53.48	53.62	53.27	53.45	53.26	53.40	53.22	53.52	53.49						
Fe	46.63	46.66	46.67	46.54	46.62	46.33	46.58	46.67	46.45	46.41	46.61	46.47	46.57	46.17	45.96	46.75						
Cu	-	0.05	-	-	-	-	-	0.03	-	0.00	0.04	-	-	0.00	0.01	0.02						
As	0.56	0.69	0.04	0.05	0.16	0.23	0.15	0.21	0.06	0.06	0.07	0.11	0.07	0.25	-	0.19						
Ni	0.04	-	0.01	-	0.01	0.08	0.09	0.01	0.02	-	0.02	0.04	0.01	0.07	0.74	-						
Sb	-	-	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	-	0.01	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00						
Co	0.10	0.06	0.08	0.07	0.12	0.10	0.08	0.11	0.08	0.06	0.10	0.07	0.06	0.35	0.07	0.16						
Zn	-	0.05	-	0.02	-	-	-	0.08	-	0.01	-	0.05	-	0.03	0.01	-						
Pb	-	0.03	-	0.13	-	0.07	-	0.07	0.01	-	0.03	0.07	-	0.06	-	-						
Sn	-	-	0.03	-	-	0.02	0.01	-	-	0.07	-	-	-	-	0.02	0.03						
Ag	0.02	0.02	-	0.01	-	0.03	-	-	-	-	-	0.09	0.01	-	-	-						
Au	0.03	-	-	0.02	0.04	-	-	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	-	-	-	-						
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-						
Mn	0.01	-	-	0.05	0.02	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01	0.02	-	-	0.00						
Ge	-	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Se	-	-	-	0.01	0.00	0.01	-	0.01	-	-	0.02	0.01	-	-	-	0.01						
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.04	0.02	-						
Cd	0.01	-	-	-	-	-	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-						
Total	100.05	99.91	100.22	100.28	100.17	99.99	100.04	100.72	100.29	99.89	100.38	100.21	100.14	100.18	100.40	100.65						
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																						
S	1.981	1.975	1.995	1.996	1.992	1.993	1.991	1.993	2.001	1.998	1.996	1.994	1.997	1.993	1.997	1.993						
Fe	1.007	1.011	1.002	0.999	1.002	0.998	1.003	0.998	0.995	0.999	0.999	0.999	1.000	0.993	0.985	1.000						
Cu	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						
As	0.009	0.011	0.001	0.001	0.003	0.004	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.000	0.003						
Ni	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.015	0.000						
Sb	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	0.001	0.000						
Co	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.007	0.002	0.003						
Zn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000						
Pb	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						
Ag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000						
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	0.000	0.000	0.000						
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	0.000	0.000	0.000	0.000						
Mn	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						
Ge	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						
In	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						
Cd	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						
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						

Tabela 46. Resultados analíticos para a pirita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 100B (3)															EA 100B (4)				
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5		
S	53.10	53.31	53.63	53.37	53.55	53.64	53.70	53.54	53.64	53.51	53.58	53.53	53.52	53.25	53.05	53.15	53.09	53.43			
Fe	46.02	46.60	46.80	46.70	46.75	46.83	46.88	46.82	46.90	46.87	47.02	47.05	47.06	46.75	46.91	46.83	46.86	46.72			
Cu	0.05	-	-	-	0.02	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.01	0.02	0.02	0.00	-	-			
As	0.66	0.08	0.02	0.15	0.03	0.13	0.05	-	0.09	0.09	0.02	0.05	0.06	0.38	0.32	0.31	0.27	0.09			
Ni	0.02	-	0.12	-	0.09	0.08	0.08	0.05	-	-	-	-	0.01	0.10	0.07	0.04	0.07	-			
Sb	-	0.01	-	0.01	0.01	0.02	-	-	-	0.01	0.02	0.01	-	-	0.04	0.01	-	0.02			
Co	0.63	0.18	0.10	0.08	0.12	0.10	0.10	0.13	0.05	0.10	0.09	0.07	0.08	0.06	0.10	0.07	0.07	0.07			
Zn	0.06	0.02	-	-	0.06	0.13	0.05	-	0.03	-	0.04	-	0.02	-	0.00	-	0.10	0.09			
Pb	0.04	0.06	-	0.05	0.02	0.03	0.01	0.16	-	-	0.09	0.06	0.01	0.09	0.03	0.08	0.05	0.09			
Sn	-	0.04	-	-	0.02	-	0.07	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.01	-	0.04	0.02	0.03	-			
Ag	0.03	0.00	0.01	0.05	0.03	-	-	-	0.00	0.03	-	0.00	-	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01			
Au	0.02	-	-	0.00	0.03	-	0.01	-	-	0.02	0.04	-	0.01	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	0.01	-	0.01	0.02	0.02	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.02	0.02	-			
Ge	0.01	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Se	-	0.01	0.01	0.03	-	-	0.02	-	-	-	0.03	-	0.01	-	0.00	0.02	-	-			
In	-	-	0.03	0.00	0.02	0.01	-	0.01	0.01	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01			
Cd	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-			
Total	100.7	100.3	100.7	100.5	100.8	101.0	101.0	100.7	100.8	100.6	101.0	100.8	100.8	100.7	100.6	100.6	100.6	100.5			
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																					
S	1.985	1.993	1.995	1.993	1.993	1.992	1.994	1.994	1.995	1.993	1.992	1.992	1.991	1.987	1.983	1.986	1.984	1.994			
Fe	0.988	1.000	1.000	1.001	0.999	0.999	0.999	1.001	1.002	1.002	1.003	1.005	1.005	1.002	1.007	1.005	1.006	1.001			
Cu	0.001	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			
As	0.011	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.006	0.005	0.005	0.004	0.001			
Ni	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000			
Sb	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			
Co	0.013	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001			
Zn	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002			
Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001			
Sn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Ag	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000			
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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Mn	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	0.001	0.001	0.000			
Ge	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Se	0.000	0.000	0.000	0.001	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			
In	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			
Cd	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			
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

Tabela 47. Resultados analíticos para a pirita II.

Amostra		EA72 (1)													EA72 (2)*		
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	7	8	9	
S	53.088	53.266	53.176	53.115	53.167	53.158	52.703	53.141	52.997	53.266	53.468	53.268	53.091	52.091	52.912	53.284	
Fe	46.509	46.607	46.61	46.53	46.319	46.604	46.129	46.399	46.462	46.334	46.576	46.566	46.456	46.392	46.594	46.75	
Cu	-	-	-	-	-	0.041	0.009	0	0.024	0.015	-	-	-	-	0.037	0.017	
As	0.371	0.404	0.46	0.496	0.673	0.569	0.474	0.463	0.418	0.265	0.303	0.321	0.378	0.32	0.325	0.238	
Ni	0.012	-	-	-	-	0.061	-	-	0.068	0.066	0.098	0.114	0.042	0.005	0.035	0.008	
Sb	-	-	-	-	0.026	-	-	-	0.007	-	0.058	-	0.02	-	-	-	
Co	0.074	0.084	0.087	0.091	0.054	0.122	0.089	0.082	0.106	0.107	0.095	0.085	0.111	0.088	0.046	0.129	
Zn	-	-	0.012	0.1	-	0.053	0.03	0.056	0.014	-	0.099	0.123	0.041	0.072	-	0.07	
Pb	0.057	-	0.048	0.058	0.057	0.11	0.124	0.011	0.028	0.06	0.096	-	0.005	-	0.028	0.091	
Sn	-	-	0.011	-	-	-	0.007	0.032	0	0.021	-	0.013	0.028	-	-	0.036	
Ag	-	0.033	-	-	0.03	0.016	0.031	-	0.011	0.005	-	0.023	0.01	-	-	-	
Au	-	-	-	0.035	-	-	0.029	0.029	0.014	-	-	-	-	0.058	0.028	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	-	-	-	0.032	-	-	0.002	-	0.03	0.019	-	-	0.014	-	-	
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Se	0.009	0.013	-	-	-	-	0.008	-	0.006	0.013	-	0.005	0.013	0.019	0.029	-	
In	0.041	-	0.029	0.053	0.053	-	-	-	-	-	0.045	-	-	0.042	0.033	0.011	
Cd	-	-	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	0.017	-	-	-	-	
Total	100.161	100.407	100.461	100.478	100.411	100.763	99.604	100.215	100.155	100.182	100.857	100.535	100.195	99.101	100.067	100.634	
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																	
S	1.990	1.991	1.989	1.988	1.990	1.985	1.989	1.991	1.988	1.994	1.991	1.989	1.990	1.978	1.987	1.989	
Fe	1.001	1.000	1.001	1.000	0.996	0.999	1.000	0.998	1.001	0.996	0.996	0.999	1.000	1.012	1.005	1.002	
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	
As	0.006	0.006	0.007	0.008	0.011	0.009	0.008	0.007	0.007	0.004	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.004	
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	
Zn	0.0000	0.0000	0.0002	0.0018	0.0000	0.0010	0.0006	0.0010	0.0003	0.0000	0.0018	0.0023	0.0008	0.0013	0.0000	0.0013	
Pb	0.0003	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003	0.0006	0.0007	0.0001	0.0002	0.0003	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	
Sn	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0004	
Ag	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003	0.0002	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0002	0.0000	
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Se	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0000	
In	0.0004	0.0000	0.0003	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003	0.0001	
Cd	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Tabela 48. Resultados analíticos para a pirita II (cont.).

Amostra	EA 72 (2)*									EA 72A (4)								
	Nº Análise	10	11	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
S	52.873	53.215	53.34	53.433	53.234	53.285	52.945	52.938	53.373	53.34	53.318	53.295	53.322	53.481	53.477			
Fe	46.379	46.444	46.337	46.355	45.971	46.416	46.761	46.852	46.9	46.786	46.79	46.833	46.865	46.716	47.039			
Cu	-	0.016	0.019	-	0.002	-	-	0.011	-	-	-	-	0.027	-	0.034			
As	0.577	0.29	0.047	0.05	0.022	0.058	0.627	0.542	0.197	0.159	0.264	0.029	0.07	0.128	0.07			
Ni	-	0.011	-	-	-	-	0.023	0.012	0.016	0.082	0.053	0.08	0.009	0.052	-			
Sb	0.013	-	-	0.03	-	0.012	-	-	-	-	0.024	-	0.044	-	0.022			
Co	0.112	0.052	0.098	0.114	0.071	0.072	0.087	0.041	0.077	0.103	0.058	0.092	0.081	0.072	0.086			
Zn	-	0.133	-	-	0.125	-	0.074	-	0.049	-	-	-	-	0.022	0.044			
Pb	0.109	0.023	-	0.061	-	0.147	0.093	0.05	0.095	0.043	0.071	0.038	-	0.058	0.05			
Sn	0.031	0.007	0.005	-	0.026	0.006	0	0	0.007	0.048	0.034	0.04	0.047	0.009	-			
Ag	0.015	0.022	-	-	0.015	-	0.022	0.011	0.032	-	-	0.001	-	-	-			
Au	0.029	0.009	-	0.005	-	-	-	-	0.001	0.036	0.021	0.01	-	-	0.015			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	0.034	-	-	-	0.028	-	-	-	-	-	-	-	0.037	-			
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	0.011			
Se	-	-	0.012	0.033	0.007	0.012	0.022	0.014	-	0.008	0.007	0.009	0.019	0.021	-			
In	-	-	0.004	-	0.014	-	0.002	-	0.029	-	-	0.04	-	0.008	0.039			
Cd	-	-	-	-	0.001	-	-	0.041	-	-	0.026	-	0.002	-	-			
Total	100.138	100.256	99.862	100.081	99.488	100.036	100.656	100.512	100.776	100.605	100.666	100.467	100.486	100.613	100.887			
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																		
S	1.987	1.992	1.999	2.000	2.002	1.997	1.981	1.982	1.989	1.990	1.990	1.990	1.991	1.993	1.990			
Fe	1.001	0.998	0.997	0.996	0.993	0.999	1.004	1.007	1.004	1.002	1.002	1.004	1.005	1.000	1.005			
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001			
As	0.009	0.005	0.001	0.001	0.000	0.001	0.010	0.009	0.003	0.003	0.004	0.000	0.001	0.002	0.001			
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000			
Sb	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			
Co	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002			
Zn	0.0000	0.0024	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0014	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0008			
Pb	0.0006	0.0001	0.0000	0.0004	0.0000	0.0009	0.0005	0.0003	0.0005	0.0002	0.0004	0.0002	0.0000	0.0003	0.0003			
Sn	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0003	0.0004	0.0005	0.0001	0.0000			
Ag	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Au	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001			
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Mn	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000			
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002			
Se	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	0.0001	0.0002	0.0003	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003	0.0000			
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001	0.0004			
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

Tabela 49. Resultados analíticos para a pirita II (cont.).

Amostra		EA 72A (4)					EA 72A (5)					EA 85A (4)				
Nº Análise	10	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5				
S	53.017	53.023	53.133	53.274	53.127	53.422	53.238	53.273	53.453	53.288	53.454	53.495				
Fe	46.757	46.635	46.588	46.4	46.487	46.556	46.407	46.639	46.746	46.677	46.636	46.638				
Cu	-	0.006	-	0.008	-	-	-	-	-	-	-	0.025				
As	0.22	0.079	0.169	0.301	0.22	-	0.324	0.012	0.068	-	0.01	0.019				
Ni	0.022	0.021	-	0.055	-	0.321	0.052	0.113	0.139	0.117	0.163	0.064				
Sb	0.017	0.018	-	-	0.001	-	-	-	0.023	-	-	0.04				
Co	0.08	0.098	0.319	0.652	0.423	0.065	0.523	0.093	0.131	0.099	0.12	0.176				
Zn	-	-	0.081	0.071	-	0.021	-	0.109	-	0.054	-	0.067				
Pb	0.105	0.009	0.113	0.105	0.06	-	0.047	-	-	-	0.035	0.122				
Sn	-	-	-	-	-	0.025	-	-	-	-	-	0.022				
Ag	-	0.026	-	0.022	-	0.038	0.012	0.028	0.037	0.022	-	-				
Au	-	-	0.026	0.009	-	0.044	0.041	-	-	-	-	0.01				
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mn	0.014	-	0.034	0.026	0.009	-	0.004	-	-	0.023	-	0.041				
Ge	-	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-				
Se	-	-	-	0.025	-	0.032	-	0.001	-	0.013	0.01	0.001				
In	-	-	-	-	-	-	-	0.034	-	-	-	-				
Cd	0.008	-	0.003	-	-	-	-	0.006	-	-	-	-				
Total	100.24	99.915	100.466	100.948	100.327	100.524	100.648	100.313	100.597	100.293	100.428	100.72				
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																
S	1.987	1.990	1.987	1.985	1.988	1.993	1.988	1.992	1.992	1.992	1.995	1.993				
Fe	1.006	1.005	1.000	0.993	0.999	0.997	0.995	1.001	1.000	1.002	0.999	0.998				
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
As	0.004	0.001	0.003	0.005	0.004	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000				
Ni	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003	0.001				
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
Co	0.002	0.002	0.006	0.013	0.009	0.001	0.011	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004				
Zn	0.0000	0.0000	0.0015	0.0013	0.0000	0.0004	0.0000	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0012				
Pb	0.0006	0.0001	0.0007	0.0006	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007				
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002				
Ag	0.0000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0004	0.0001	0.0003	0.0004	0.0002	0.0000	0.0000				
Au	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001				
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Mn	0.0003	0.0000	0.0007	0.0006	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0009				
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000				
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Cd	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				

Tabela 50. Resultados analíticos para a arsenopirita I.

Amostra	EA 24 (1)				EA 24 (2)				EA 55 (1)				EA 75 (6)			
Nº Análise	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
S	21.97	22.031	22.512	22.128	22.976	23.141	22.782	23.154	21.049	21.109	22.412	21.864	21.526	21.367	21.665	21.985
Fe	35.964	36.133	36.375	36.342	36.237	36.386	36.002	36.273	34.961	34.499	36.193	35.853	36.273	35.747	35.921	36.072
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	40.963	40.461	40.021	41.013	39.537	39.673	40.127	39.683	43.162	43.036	40.896	42.349	41.45	41.881	41.403	40.846
Ni	-	0.001	-	0.006	0.102	0.004	0.01	-	0.099	0.095	-	0.021	0.028	0.687	0.268	0.071
Sb	-	0.048	-	0.031	0.008	0.001	0.017	-	0.066	0.024	0.002	0.117	0.154	0.248	0.16	0.177
Co	0.049	0.042	0.073	0.074	0.077	0.074	0.043	0.047	0.59	0.727	0.075	0.051	0.05	0.056	0.049	0.071
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.02	0.095	0.178	0.051	0.02	0.033	-	0.06	-	0.067	0.081	-	0.048	-	0.033	0.024
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	0.084	0.013	0.013	-	0.014	0.088	0.045	0.092	-	0.025	-	0.008	0.055	0.021	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.025	0.005	0.013	-	-	-	0.012	0.008	0.013	0.018	-	0.002	-	0.024	-	0.01
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	99.075	98.829	99.185	99.645	98.971	99.4	99.038	99.317	99.94	99.6	99.659	100.257	99.537	100.065	99.52	99.256
Formula estrutural calculada com base em 3 Ions																
S	1.095	1.099	1.114	1.095	1.134	1.137	1.126	1.138	1.053	1.059	1.107	1.082	1.073	1.063	1.079	1.094
Fe	1.029	1.035	1.034	1.033	1.026	1.026	1.022	1.024	1.004	0.993	1.026	1.018	1.038	1.021	1.027	1.030
Cu	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
As	0.874	0.864	0.848	0.869	0.835	0.834	0.849	0.835	0.924	0.924	0.864	0.897	0.884	0.892	0.883	0.870
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.000	0.001	0.001	0.019	0.007	0.002
Sb	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
Co	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.016	0.020	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.0002	0.0007	0.0014	0.0004	0.0002	0.0003	0.0000	0.0005	0.0000	0.0005	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0003	0.0002
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Au	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0007	0.0004	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0002	0.0000
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0007	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0002	0.0004	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000	0.0007	0.0000	0.0003
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
at% As	29.12	28.79	28.26	28.96	27.83	27.80	28.30	27.83	30.79	30.79	28.81	29.89	29.4763	29.7207	29.419	28.9856

Tabela 51. Resultados analíticos para a arsenopirita I (cont.).

Amostra	EA 75 (6)																EA 82N (2)*				EA 82N (2)	
	Nº Análise	5	6	7	8	9	10	11	12	10	11	12	13	14	15	16	9					
S	21.32	21.416	21.186	22.169	21.103	21.309	20.979	21.055	22.021	21.948	21.874	22.012	22.616	21.05	21.977	22.319						
Fe	35.829	35.712	35.072	35.746	34.583	35.5	35.243	35.315	35.978	35.913	35.924	35.856	36.277	34.656	35.635	36.151						
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
As	41.651	41.537	42.78	41.738	43.003	43.127	42.974	42.672	40.444	41.011	40.892	41.4	40.119	41.837	40.946	40.527						
Ni	0.217	0.2	0.82	0.181	0.223	0.734	0.287	0.189	0.042	0.206	0.042	0.206	0.038	0.447	0.106	0.376						
Sb	0.407	0.313	0.077	0.051	0.236	0.059	0.316	0.219	0.12	0.143	0.175	0.07	0.058	0.213	0.073	0.045						
Co	0.05	0.022	0.094	0.06	0.981	0.08	0.194	0.128	0.054	0.066	0.091	0.098	0.122	0.384	0.256	0.06						
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Pb	-	-	-	0.055	0.061	-	-	0.038	0.031	0.019	0.087	-	0.058	0.184	0.009	0.096						
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Au	-	0.037	-	0.003	-	-	0.015	-	-	-	0.022	-	-	0.04	0.033	0.066						
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mn	0.002	0.035	0.03	0.01	-	0.021	-	0.034	0.002	-	-	0.017	-	0.029	-	-						
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Total	99.476	99.272	100.059	100.013	100.19	100.83	100.008	99.65	98.65	99.1	99.107	99.659	99.288	98.84	99.035	99.64						
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																						
S	1.066	1.072	1.056	1.095	1.054	1.055	1.050	1.055	1.100	1.094	1.091	1.091	1.117	1.063	1.095	1.103						
Fe	1.029	1.026	1.004	1.014	0.991	1.009	1.013	1.016	1.032	1.028	1.029	1.021	1.029	1.005	1.020	1.026						
Cu	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						
As	0.892	0.890	0.913	0.883	0.919	0.913	0.920	0.915	0.865	0.875	0.873	0.878	0.848	0.904	0.874	0.857						
Ni	0.006	0.005	0.022	0.005	0.006	0.020	0.008	0.005	0.000	0.000	0.001	0.006	0.001	0.012	0.003	0.010						
Sb	0.005	0.004	0.001	0.001	0.003	0.001	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001						
Co	0.001	0.001	0.003	0.002	0.027	0.002	0.005	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.011	0.007	0.002						
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003	0.0002	0.0001	0.0007	0.0000	0.0004	0.0014	0.0001	0.0007						
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Au	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0005						
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Mn	0.0001	0.0010	0.0009	0.0003	0.0000	0.0006	0.0000	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000						
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
at% As	29.72	29.66	30.43	29.42	30.63	30.45	30.68	30.51	28.82	29.16	29.10	29.28	28.28	30.14	29.12	28.58						

Tabela 52. Resultados analíticos para a **arsenopirita I** (cont.).

Amostra		EA 82N (2)*															EA 86_ (1)				EA 86_ (1)		
Nº	Análise	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3						
S	21.123	21.839	21.347	21.987	21.753	22.328	21.726	22.054	21.551	23.095	22.008	21.862	22.064	22.643	22.031	21.761							
Fe	35.366	34.947	35.738	36.226	35.716	36.361	36.054	36.129	35.868	36.342	36.13	35.923	36.226	36.153	35.887	35.641							
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
As	42.38	41.444	41.941	40.746	41.481	41.37	41.499	40.988	41.853	39.675	41.318	41.395	41.362	41.077	41.243	41.684							
Ni	0.273	0.29	0.411	0.028	0.167	0.083	-	0.011	0.05	0.008	0.029	0.182	0.045	0.099	-	0.352							
Sb	0.092	0.088	0.135	0.078	0.325	0.074	0.047	0.025	0.013	0.274	0.085	0.058	0.033	0.125	0.202	0.096							
Co	0.294	0.6	0.06	0.057	0.091	0.043	0.063	0.066	0.088	0.063	0.069	0.072	0.084	0.091	0.074	0.077							
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Pb	0.073	-	0.005	0.059	0.261	0.219	-	-	0.01	0.096	0.02	0.045	0.017	0.163	-	-							
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Au	0.007	-	0.095	0.011	0.003	0.006	-	-	0.035	-	-	-	0.013	-	0.017	0.063							
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Mn	0.001	0.046	0.009	0.034	0.037	0.014	0.03	0.03	-	0.019	0.035	-	-	-	-	-							
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Total	99.609	99.254	99.741	99.226	99.834	100.498	99.419	99.303	99.468	99.572	99.694	99.537	99.844	100.351	99.454	99.674							
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																							
S	1.058	1.089	1.065	1.093	1.082	1.097	1.082	1.095	1.075	1.134	1.091	1.086	1.091	1.111	1.095	1.082							
Fe	1.017	1.000	1.024	1.034	1.020	1.026	1.031	1.030	1.027	1.025	1.028	1.025	1.029	1.018	1.024	1.018							
Cu	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							
As	0.908	0.884	0.896	0.867	0.883	0.870	0.884	0.871	0.893	0.834	0.876	0.880	0.876	0.863	0.877	0.887							
Ni	0.007	0.008	0.011	0.001	0.005	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.001	0.003	0.000	0.010							
Sb	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001							
Co	0.008	0.016	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002							
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Pb	0.0006	0.0000	0.0000	0.0005	0.0020	0.0017	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0002	0.0003	0.0001	0.0012	0.0000	0.0000							
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Au	0.0001	0.0000	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005							
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Mn	0.0000	0.0013	0.0003	0.0010	0.0011	0.0004	0.0009	0.0009	0.0000	0.0005	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
at%As	30.27	29.48	29.85	28.91	29.44	29.01	29.48	29.04	29.78	27.80	29.21	29.35	29.19	28.75	29.23	29.57							

Tabela 53. Resultados analíticos para a arsenopirita I (cont.).

Amostra	EA86_(1)						EA86_(1)*						EA86N(1)					
	Nº Análise	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	
S	22.117	21.58	20.871	21.943	22.068	22.125	22.187	22.212	22.454	21.084	21.614	22.039	21.773	21.971	21.437	21.264		
Fe	36.137	35.901	35.753	36.165	36.425	36.364	36.222	35.981	36.532	35.146	35.672	36.07	35.942	36.145	35.767	35.867		
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
As	41.45	41.222	43.032	40.942	41.292	41.585	41.501	41.367	41.378	41.878	40.923	40.877	41.231	40.798	41.639	41.899		
Ni	0.155	0.056	0.204	0.086	-	0.05	-	0.226	0.016	0.295	0.04	0.06	0.015	0.006	0.023	0.023		
Sb	0.092	0.123	0.156	0.049	-	0.106	0.086	0.005	0.088	0.137	0.144	0.068	0.16	0.138	0.078	0.073		
Co	0.079	0.053	0.195	0.039	0.052	0.06	0.062	0.087	0.08	0.084	0.071	0.063	0.061	0.053	0.089	0.062		
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pb	0.075	0.125	-	-	-	0.031	0.082	0.04	-	0.03	0.106	-	-	0.006	0.019	0.041		
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Au	0.042	0.028	0.039	-	0.03	-	-	0.006	0.081	-	0.03	0.03	0.093	0.088	-	-		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	0.037	0.079	-	0.004	0.014	-	-	-	0.003	-	0.033	-	0.034	0.048	0.025	-		
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	100.184	99.167	100.25	99.228	99.881	100.321	100.14	99.924	100.632	98.654	98.633	99.207	99.309	99.253	99.054	99.229		
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																		
S	1.091	1.079	1.042	1.091	1.091	1.090	1.094	1.097	1.100	1.064	1.085	1.096	1.085	1.093	1.074	1.066		
Fe	1.024	1.031	1.025	1.033	1.034	1.029	1.026	1.020	1.028	1.019	1.028	1.030	1.029	1.033	1.029	1.032		
Cu	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		
As	0.875	0.882	0.920	0.872	0.873	0.877	0.876	0.874	0.868	0.905	0.879	0.870	0.880	0.869	0.893	0.899		
Ni	0.004	0.002	0.006	0.002	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.008	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001		
Sb	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001		
Co	0.002	0.001	0.005	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002		
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pb	0.0006	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0006	0.0003	0.0000	0.0002	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003		
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Au	0.0003	0.0002	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0002	0.0008	0.0007	0.0000	0.0000		
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Mn	0.0011	0.0023	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0014	0.0007	0.0000		
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
at% As	29.18	29.41	30.65	29.05	29.12	29.23	29.21	29.14	28.92	30.16	29.31	29.00	29.33	28.96	29.76	29.96		

Tabela 54. Resultados analíticos para a arsenopirita I (cont.).

Amostra		EA 86N (1)*													EA 86N (2)*	
Nº Análise	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2
S	21.571	21.926	22.404	21.757	21.802	21.682	21.758	21.754	21.412	22.047	22.099	21.848	23.145	22.033	21.717	21.835
Fe	35.478	35.893	35.945	36.089	35.978	35.942	36.052	35.939	35.715	36.126	36.136	35.952	36.431	35.697	36.124	36.05
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	40.55	41.093	40.726	41.144	39.842	40.538	40.944	41.009
As	41.541	40.671	40.175	41.052	40.839	41.3	41.113	40.978	40.55	41.093	40.726	41.144	39.842	40.538	40.944	41.009
Ni	0.165	0.02	0.062	-	-	0.015	0.021	0.046	0.013	-	-	-	0.008	0.242	0.035	0.04
Sb	0.089	0.178	0.16	0.136	0.067	0.056	0.128	0.197	0.072	0.152	0.147	0.033	0.092	0.207	0.167	0.101
Co	0.113	0.051	0.14	0.065	0.068	0.062	0.098	0.134	0.057	0.115	0.071	0.032	0.04	0.402	0.081	0.084
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	-	0.061	-	0.019	-	-	-	0.065	0.143	-	0.007	0.022	-	0.081	-	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	0.013	0.003	0.023	-	0.022	0.019	0.044	0.012	0.086	0.006	-	0.007	-	0.015	0.024	0.017
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.027	0.012	-	0.019	0.014	0.017	-	-	-	0.014	-	-	-	0.01	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	98.97	98.83	98.921	99.118	98.795	99.09	99.231	99.125	98.048	99.539	99.2	99.038	99.558	99.215	99.102	99.136
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																
S	1.080	1.095	1.113	1.086	1.090	1.083	1.085	1.086	1.082	1.094	1.098	1.090	1.135	1.096	1.084	1.088
Fe	1.020	1.030	1.025	1.034	1.033	1.031	1.032	1.030	1.036	1.029	1.031	1.030	1.026	1.020	1.035	1.032
Cu	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
As	0.890	0.870	0.854	0.877	0.874	0.883	0.877	0.876	0.877	0.872	0.866	0.879	0.836	0.863	0.875	0.875
Ni	0.005	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001	0.001
Sb	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.003	0.002	0.001
Co	0.003	0.001	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.011	0.002	0.002
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0011	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Au	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0007	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0000	0.0008	0.0003	0.0000	0.0006	0.0004	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
at% As	29.68	28.99	28.47	29.22	29.13	29.43	29.24	29.19	29.23	29.08	28.88	29.29	27.88	28.77	29.16	29.16

Tabela 55. Resultados analíticos para a arsenopirita I (cont.).

Amostra	EA 86N (2)*																EA 86N (3)*			
	Nº Análise	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	1	2	3	4			
S	21.807	21.523	21.772	21.749	21.723	21.865	21.813	21.967	21.883	21.921	22.067	23.263	22.436	21.596	21.784	21.473				
Fe	35.845	35.973	36.133	36.109	36.006	36.129	36.173	36.172	35.91	35.703	35.834	36.204	36.267	35.396	35.969	35.914				
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
As	41.114	41.287	41.122	41.218	41.459	40.991	41.256	41.264	40.945	40.738	40.681	39.488	40.496	41.153	41.338	41.363				
Ni	0.293	0.235	0.143	0.068	0.169	0.06	0.032	0.03	0.032	0.152	0.045	0.069	0.03	0.438	0.08					
Sb	0.1	0.148	0.13	0.066	0.11	0.111	0.097	0.086	0.424	0.285	0.201	0.385	0.078	0.107	0.218	0.124				
Co	0.101	0.048	0.076	0.08	0.096	0.077	0.087	0.074	0.026	0.323	0.225	0.31	0.074	0.19	0.072	0.065				
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Pb	0.024	0.068	-	0.002	0	0.083	0.139	0.092	0.037	-	0.024	0.016	0.046	0.071	-	-				
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Au	0.015	0.022	-	-	0	0.008	0.018	0.038	-	-	0.014	0.037	0.036	-	0.021	0.015				
Bi	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mn	0.056	-	0.004	-	0.035	-	-	-	-	0.018	0.028	-	0.01	-	-	0.019				
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Total	99.355	99.304	99.38	99.292	99.598	99.324	99.615	99.723	99.257	99.14	99.119	99.772	99.473	98.951	99.482	98.973				
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																				
S	1.086	1.075	1.084	1.083	1.080	1.088	1.084	1.089	1.091	1.092	1.098	1.139	1.109	1.081	1.084	1.076				
Fe	1.025	1.032	1.033	1.033	1.028	1.033	1.032	1.030	1.028	1.022	1.024	1.018	1.029	1.018	1.028	1.033				
Cu	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				
As	0.876	0.883	0.876	0.879	0.882	0.873	0.878	0.876	0.874	0.869	0.867	0.828	0.857	0.882	0.881	0.887				
Ni	0.008	0.006	0.004	0.002	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001	0.002	0.001	0.012	0.002	0.000				
Sb	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006	0.004	0.003	0.005	0.001	0.001	0.003	0.002				
Co	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.009	0.006	0.008	0.002	0.005	0.002	0.002				
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Pb	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0011	0.0007	0.0003	0.0000	0.0002	0.0001	0.0004	0.0006	0.0000	0.0000				
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Au	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0003	0.0000	0.0002	0.0001				
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Mn	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0006				
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
at% As	29.20	29.42	29.20	29.29	29.41	29.11	29.26	29.19	29.12	28.96	28.89	27.59	28.56	29.40	29.35	29.57				

Tabela 56. Resultados analíticos para a **arsenopirita I** (cont.).

Amostra		EA 86N (3)*										EA 86N (4)*									
Nº Análise	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
S	22.738	21.949	21.181	21.918	21.724	20.558	21.814	23.063	22.273	22.553	22.027	21.127	21.399	21.629	21.223	22.484					
Fe	36.126	35.751	35.778	36	35.519	35.004	36.026	36.462	36.313	36.516	36.161	35.558	35.908	35.747	35.361	35.964					
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
As	40.205	41.472	41.941	40.943	41.952	41.365	41.186	39.698	40.51	40.105	40.406	42.393	42.202	41.945	41.89	40.237					
Ni	0.22	0.138	0.128	-	0.203	0.392	0.062	0.027	-	0.025	-	0.308	0.255	0.182	0.31	0.244					
Sb	0.219	0.102	0.132	0.161	0.074	0.092	0.146	0.105	0.335	0.189	0.459	0.124	0.026	0.086	0.203	0.227					
Co	0.078	0.076	0.056	0.087	0.051	0.211	0.04	0.077	0.064	0.087	0.083	0.132	0.111	0.138	0.175	0.094					
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Pb	0.068	0.073	-	0.024	0.106	-	-	0.063	0.106	-	-	-	-	-	0.119	0.083					
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Au	-	0.019	-	-	0.018	-	0.006	0.012	-	0.005	0.04	0.009	-	0.021	0.022	-					
Bi	-	-	-	-	-	-	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mn	0.018	-	0.017	0.016	-	0.006	-	0.006	-	-	0.005	-	0.012	0.014	-	-					
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Total	99.672	99.58	99.233	99.149	99.647	97.628	99.28	99.513	99.601	99.48	99.181	99.651	99.913	99.762	99.303	99.333					
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																					
S	1.120	1.090	1.062	1.092	1.082	1.050	1.087	1.133	1.103	1.113	1.097	1.057	1.065	1.076	1.065	1.113					
Fe	1.021	1.020	1.030	1.030	1.015	1.027	1.030	1.028	1.032	1.035	1.034	1.021	1.026	1.021	1.019	1.022					
Cu	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					
As	0.847	0.882	0.900	0.873	0.894	0.905	0.878	0.834	0.858	0.847	0.861	0.908	0.899	0.893	0.900	0.852					
Ni	0.006	0.004	0.004	0.000	0.006	0.011	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.008	0.007	0.005	0.008	0.007					
Sb	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.002	0.006	0.002	0.000	0.001	0.003	0.003					
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.006	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.003	0.004	0.005	0.003					
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Pb	0.0005	0.0006	0.0000	0.0002	0.0008	0.0000	0.0000	0.0005	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0006					
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Au	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000					
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Mn	0.0005	0.0000	0.0005	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000					
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
at%As	28.24	29.39	30.01	29.10	29.80	30.15	29.27	27.81	28.61	28.23	28.70	30.26	29.96	29.76	29.98	28.41					

Tabela 57. Resultados analíticos para a arsenopirita I (cont.).

Amostra	EA 86N (4)*				EA 86N (5)*												EA 86N (6)		
	Nº Análise	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		
S	22.465	22.278	21.131	21.061	21.12	21.095	21.18	22.098	21.223	21.332	22.323	22.234	22.088	21.824	22.199	22.021			
Fe	36.001	36.224	35.825	35.46	35.621	35.866	35.845	36.116	35.684	35.725	36.234	36.057	36.001	35.953	36.03	35.935			
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
As	40.546	41.057	42.643	42.12	42.065	42.518	42.25	41.047	42.105	42.237	40.395	40.632	41.308	41.263	40.717	40.419			
Ni	0.195	0.089	0.139	0.446	0.044	0.016	-	0.047	-	0.14	0.02	0.028	0.056	0.038	-	-			
Sb	0.088	0.062	0.008	0.091	0.111	0.12	0.069	0.007	0.08	0.113	0.138	0.179	0.116	0.125	0.182	0.287			
Co	0.087	0.036	0.112	0.12	0.084	0.081	0.078	0.037	0.07	0.061	0.083	0.061	0.066	0.081	0.08	0.042			
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pb	-	-	0.013	0.057	-	0.042	0.09	0.021	-	-	0.086	0.007	0.034	0.024	0.016	-			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Au	0.025	-	0.007	-	-	0.002	-	0.016	0.023	-	-	0.027	-	0.019	0.001	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	0.011	0.021	0.023	0.015	-	0.013			
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	99.407	99.746	99.878	99.355	99.045	99.755	99.523	99.41	99.208	99.623	99.279	99.225	99.691	99.327	99.238	98.704			
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																			
S	1.111	1.100	1.055	1.057	1.062	1.055	1.060	1.096	1.065	1.065	1.107	1.104	1.094	1.087	1.102	1.100			
Fe	1.022	1.027	1.027	1.022	1.028	1.030	1.030	1.029	1.028	1.024	1.031	1.028	1.024	1.028	1.027	1.031			
Cu	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			
As	0.858	0.868	0.911	0.905	0.905	0.910	0.905	0.872	0.904	0.903	0.857	0.863	0.876	0.880	0.865	0.864			
Ni	0.005	0.002	0.004	0.012	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000			
Sb	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004			
Co	0.002	0.001	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001			
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Pb	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0003	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000	0.0007	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000			
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Au	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000			
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003	0.0006	0.0007	0.0004	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000			
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
at% As	28.60	28.93	30.37	30.15	30.17	30.34	30.18	29.05	30.13	30.09	28.57	28.78	29.20	29.32	28.84	28.81			

Tabela 58. Resultados analíticos para a **arsenopirita I** (cont.).

Amostra		EA 86N (6)									EA 86N (7)*								
Nº	Análise	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
S	21.705	21.874	21.668	21.571	21.288	21.824	22.15	21.044	21.311	21.251	21.938	21.583	22.32	22.196	21.635	21.404			
Fe	36.067	36.144	36.135	36.015	35.692	36.044	36.234	35.177	36.055	36.072	36.198	36.163	36.492	36.497	36.18	36.172			
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
As	39.828	41.104	41.386	41.348	41.566	40.882	40.576	41.76	41.695	42.115	40.595	41.816	40.886	40.917	41.887	42.385			
Ni	0.14	-	-	0.024	0.047	0.014	-	0.445	0.019	0.086	0.1	-	0.035	0.044	0.091	-			
Sb	0.341	0.231	0.094	0.142	0.175	0.125	0.043	0.107	0.095	0.25	0.477	0.132	0.152	0.241	0.109	0.121			
Co	0.119	0.054	0.063	0.072	0.067	0.068	0.041	0.32	0.048	0.047	0.07	0.091	0.068	0.067	0.065	0.069			
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pb	0.064	0.029	0.009	0.074	-	0.031	0.001	0.016	-	-	-	0.105	-	0.043	0.032	0.014			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Au	0.033	0.053	-	0.072	-	-	-	-	0.027	0.028	0.078	-	-	-	0.021	0.05			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	0.02	0.019	-	0.029	-	-	-	-	0.016	0.002	0.015	-	-	0.009	0.012	-			
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	98.317	99.508	99.355	99.347	98.835	98.988	99.045	98.869	99.266	99.851	99.471	99.89	99.953	100.014	100.032	100.215			
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																			
S	1.090	1.088	1.080	1.077	1.070	1.089	1.101	1.060	1.067	1.060	1.091	1.073	1.100	1.095	1.073	1.063			
Fe	1.040	1.032	1.034	1.033	1.030	1.033	1.034	1.017	1.036	1.033	1.033	1.032	1.033	1.034	1.031	1.032			
Cu	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			
As	0.856	0.875	0.883	0.884	0.884	0.873	0.863	0.900	0.893	0.899	0.864	0.890	0.862	0.864	0.889	0.901			
Ni	0.004	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.012	0.001	0.002	0.003	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000			
Sb	0.005	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.006	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002			
Co	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.009	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002			
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Pb	0.0005	0.0002	0.0001	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003	0.0002	0.0001			
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Au	0.0003	0.0004	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004			
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Mn	0.0006	0.0006	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000			
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
at% As	28.54	29.16	29.43	29.46	29.81	29.11	28.77	30.01	29.78	29.98	28.80	29.66	28.75	28.80	29.65	30.04			

Tabela 59. Resultados analíticos para a **arsenopirita I** (cont.).

Amostra		EA 94 (1)				EA 97 (4)				EA 100B (2)			
Nº Análise	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	3
S	21.731	20.619	20.891	21.55	21.775	21.615	21.451	21.402	21.766	21.432	21.344	21.392	21.335
Fe	35.948	35.628	35.631	35.794	36.011	35.885	35.894	35.348	35.942	35.258	35.943	34.527	34.48
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	41.59	42.841	42.781	42.295	41.475	41.552	41.237	41.778	41.482	41.598	41.588	42.595	42.27
Ni	0.04	0.042	0.047	0.009	0.011	0.01	-	0.501	-	0.449	0.045	0.146	0.165
Sb	0.11	0.077	0.012	0.139	0.085	0.031	-	0.05	0.035	0.093	0.047	0.142	0.129
Co	0.089	0.084	0.067	0.077	0.09	0.083	0.062	0.08	0.05	0.053	0.07	1.198	1.015
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.111	0.071	0.004	-	0.087	0.083	-	0.044	0.04	-	-	-	0.139
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	0.048	-	-	0.003	-	-	0.021	-	-	0.061	0.045	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.011	-	0.027	-	-	0.011	0.016	-	-	0.044	-	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	99.667	99.373	99.433	99.894	99.534	99.259	98.676	99.219	99.315	98.944	99.126	100	99.533
Fórmula estrutural calculada com base em 3 fons													
S	1.081	1.039	1.049	1.072	1.083	1.079	1.077	1.071	1.085	1.075	1.069	1.066	1.068
Fe	1.027	1.031	1.028	1.022	1.029	1.029	1.035	1.016	1.028	1.016	1.034	0.988	0.991
Cu	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
As	0.886	0.924	0.920	0.901	0.883	0.888	0.886	0.895	0.885	0.893	0.892	0.908	0.906
Ni	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.012	0.001	0.004	0.005
Sb	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002
Co	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.032	0.028
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.0009	0.0006	0.0000	0.0000	0.0007	0.0006	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Au	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0000	0.0003	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0003	0.0005	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
at% As	29.52	30.81	30.66	30.02	29.44	29.60	29.54	29.84	29.49	29.78	29.72	30.28	30.19

Tabela 60. Resultados analíticos para a arsenopirita II.

Amostra	EA 72 (2)						EA 72 (2)*				
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
S	21.989	23.476	21.436	21.826	21.916	21.877	22.552	22.112	21.788	22.079	23.213
Fe	35.154	36.297	35.539	35.889	36.095	35.969	36.169	35.856	35.852	35.835	36.34
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	40.33	39.449	41.497	41.479	42.082	41.699	41.104	41.693	41.884	41.359	40.065
Ni	-	0.024	0.155	0.022	0.013	0.04	0.011	0.01	0.051	-	-
Sb	0.022	0.299	0.026	0.1	0.064	0.085	0.079	0.01	0.056	0.089	0.292
Co	0.052	0.065	0.112	0.073	0.067	0.046	0.056	0.05	0.08	0.089	0.049
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	-	0.033	0.016	0.072	0.106	0.029	0.046	0.071	0.134	0.07	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	0.054	-	0.013	0.028	-	0.016	0.013	0.059	-	0.026	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.049	-	-	-	-	0.011	0.037	0.024	-	0.047	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	97.65	99.643	98.794	99.489	100.343	99.772	100.067	99.885	99.845	99.594	99.959
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons											
S	1.109	1.148	1.076	1.086	1.083	1.086	1.109	1.094	1.082	1.095	1.135
Fe	1.018	1.019	1.024	1.026	1.024	1.025	1.021	1.019	1.022	1.021	1.021
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
As	0.870	0.826	0.892	0.884	0.890	0.886	0.865	0.883	0.890	0.878	0.839
Ni	0.000	0.001	0.004	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Sb	0.000	0.004	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.004
Co	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	0.0000	0.0002	0.0001	0.0006	0.0008	0.0002	0.0004	0.0005	0.0010	0.0005	0.0000
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Au	0.0004	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0011	0.0007	0.0000	0.0014	0.0000
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
at% As	29.01	27.53	29.72	29.45	29.66	29.52	28.84	29.44	29.68	29.27	27.96

Tabela 61. Resultados analíticos para a pirota 0

Amostra		EA1(8)							EA4(3)							EA4(4)						
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7		
S	38.24	38.109	38.145	37.773	38.326	36.676	38.203	38.223	38.4	38.768	38.671	38.873	38.664	38.87	38.693	38.721	38.846	38.896	38.818	38.777		
Fe	59.936	60.222	59.703	60.058	59.75	61.365	59.85	59.679	59.741	60.522	60.512	60.48	60.655	60.636	60.374	60.546	60.251	60.435	60.289	60.071		
Cu	0.014	0.005	-	0.028	0.012	-	-	-	-	0.014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
As	0.027	0.023	0.046	0.024	0.017	0.042	0.008	0.028	0.034	0.022	0.016	0.045	0.011	0.009	0.056	0.009	0.036	-	-	0.003		
Ni	0.255	0.235	0.323	0.293	0.296	0.061	0.242	0.31	0.349	0.429	0.358	0.435	0.341	0.399	0.395	0.31	0.368	0.434	0.504	0.38		
Sb	0.004	-	0.061	0.014	0.008	-	-	-	0.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Co	0.093	0.109	0.135	0.142	0.114	0.08	0.092	0.119	0.117	0.123	0.086	0.088	0.092	0.091	0.07	0.091	0.09	0.109	0.098	0.079		
Zn	0.015	-	0.016	-	0.016	0.067	-	-	0.066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pb	0.047	-	0.054	0.052	0.085	0.065	0.152	0.134	0.009	-	0.116	-	-	0.042	0.166	-	0.048	0.07	0.009	0.045		
Sn	0.108	0.014	-	0.015	0.053	-	-	-	-	-	0.04	0.005	0.019	0.05	0.008	-	-	0.077	-	0.044		
Ag	0.013	-	0.014	-	0.057	-	0.031	-	0.043	0.007	0.032	-	-	0.002	0.01	-	-	0.015	0.004	-		
Au	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	-	-	0.018	-	-	-	0.009	-	0.012	-	-	-	0.009	-	0.014	-	-	-	0.032	-		
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Se	-	0.022	-	-	0.007	-	0.001	0.012	-	0.002	-	0.014	0.009	-	0.016	0.011	-	-	-	0.012		
In	-	0.043	0.027	-	0.015	-	0.024	0.002	-	-	0.008	-	0.044	-	0.019	0.014	0.023	-	-	-		
Cd	-	-	-	-	-	-	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	98.752	98.782	98.542	98.399	98.756	98.359	98.628	98.507	98.789	99.887	99.839	99.94	99.844	100.099	99.821	99.702	99.662	100.036	99.754	99.411		
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																						
S	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		
Fe	0.8999	0.9073	0.8987	0.9129	0.8951	0.9607	0.8995	0.8965	0.8933	0.8964	0.8985	0.8933	0.9008	0.8957	0.8959	0.8978	0.8906	0.8921	0.8918	0.8895		
Cu	0.0002	0.0001	0.0000	0.0004	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
As	0.0003	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002	0.0005	0.0001	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0006	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000		
Ni	0.0036	0.0034	0.0046	0.0042	0.0042	0.0009	0.0035	0.0044	0.0050	0.0060	0.0051	0.0061	0.0048	0.0056	0.0056	0.0044	0.0052	0.0061	0.0071	0.0054		
Sb	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Co	0.0013	0.0016	0.0019	0.0020	0.0016	0.0012	0.0013	0.0017	0.0017	0.0017	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013	0.0010	0.0013	0.0013	0.0015	0.0014	0.0011		
Zn	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0009	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Pb	0.0002	0.0000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0002		
Sn	0.0008	0.0001	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0003		
Ag	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0004	0.0000	0.0002	0.0000	0.0003	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000		
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Mn	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000		
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Se	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001		
In	0.0000	0.0003	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000		
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Total	1.9067	1.9132	1.9072	1.9203	1.9029	1.9645	1.9057	1.9036	1.9018	1.9046	1.9060	1.9013	1.9077	1.9032	1.9044	1.9038	1.8977	1.9007	1.9008	1.8966		

Tabela 62. Resultados analíticos para a pirroita I.

Amostra		EA 16 (1)			EA 16 (5)			EA 16 (6)			EA 19 (1)			EA 19 (5)			EA 19 (6)	
Nº Análise	5	6	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2
S	39.334	39.471	38.97	38.92	38.933	38.877	38.825	38.824	38.869	38.885	38.827	38.864	39.192	39.232	38.782	38.925		
Fe	59.676	59.81	60.202	60.178	60.678	60.366	60.657	60.537	60.573	60.516	60.378	60.585	60.232	60.396	61.092	61.077		
Cu	-	0.004	-	-	0.02	0.008	0.048	-	-	-	-	0.019	0.03	-	-	-		
As	0.008	0.003	0.033	-	0.001	0.01	-	0.017	0.004	0	0.003	-	-	0.047	0.033	0.008		
Ni	0.025	-	0.154	0.142	0.219	0.179	0.191	0.136	0.121	0.284	0.317	0.248	0.165	0.306	0.157	0.151		
Sb	-	0.034	-	-	-	-	0.001	0.081	0.048	-	-	0.016	0.011	-	0.011	0.024		
Co	0.104	0.091	0.115	0.098	0.12	0.083	0.118	0.069	0.115	0.154	0.123	0.156	0.153	0.125	0.13	0.136		
Zn	0.085	-	0.062	-	-	0.062	0.088	0.023	0.066	0.003	0.007	0.175	0.01	-	0.067	-		
Pb	0.055	0.039	-	-	-	0.051	0.026	0.014	0.076	-	0.073	0.158	0.044	0.027	0.113	0.025		
Sn	-	-	0.032	0.043	0	0.003	0.007	0.026	0.009	-	0.06	-	0.057	-	-	0.074		
Ag	0.038	-	-	-	-	0.044	-	0.006	-	0.012	0.015	0.003	-	0.011	0.064	0		
Au	0.007	0.008	-	-	-	-	-	0.002	0.022	-	0.013	0.023	0.007	0.019	0.012	0.042		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	0.008	0.017	-	-	-	0.024	0.008	-	-	0.029	0.009	0.02	-	0.007	-	0.018		
Ge	-	-	0.013	0.013	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-	-	0.025	-		
Se	0.007	0.029	0.032	0.001	0.008	-	0.009	-	0.008	-	0.012	0.001	-	-	0.005	-		
In	-	-	0.006	0.08	0.004	-	0.025	-	-	0.008	-	-	-	-	-	0.025		
Cd	-	-	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002		
Total	99.347	99.506	99.624	99.475	99.983	99.707	100.003	99.735	99.851	99.891	99.837	100.283	99.901	100.17	100.491	100.507		
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																		
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Fe	0.8711	0.8700	0.8870	0.8878	0.8849	0.8915	0.8970	0.8953	0.8948	0.8936	0.8929	0.8951	0.8824	0.8839	0.9045	0.9009		
Cu	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000		
As	0.0001	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0004	0.0001		
Ni	0.0003	0.0000	0.0022	0.0020	0.0031	0.0025	0.0027	0.0019	0.0017	0.0040	0.0045	0.0035	0.0023	0.0043	0.0022	0.0021		
Sb	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0002		
Co	0.0014	0.0013	0.0016	0.0014	0.0017	0.0012	0.0017	0.0010	0.0016	0.0022	0.0017	0.0022	0.0021	0.0017	0.0018	0.0019		
Zn	0.0011	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0008	0.0011	0.0003	0.0001	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	0.0008	0.0000		
Pb	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0003	0.0006	0.0002	0.0001	0.0005	0.0001		
Sn	0.0000	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0004	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0005		
Ag	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0000		
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002		
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Mn	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003		
Ge	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000		
Se	0.0001	0.0003	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000		
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002		
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Total	1.8748	1.8723	1.8927	1.8922	1.9000	1.8971	1.9037	1.8995	1.8991	1.9003	1.9003	1.9045	1.8880	1.8908	1.9111	1.9065		

Tabela 63. Resultados analíticos para a **pirotila I** (cont.).

Amostra		EA 19 (6)						EA 26 (1)		EA 42 (2)			EA 75 (1)					
Nº Análise	3	4	5	6	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6		
S	38.999	38.917	39.031	39.182	38.623	38.837	39.509	39.361	39.292	39.523	39.591	39.491	39.442	39.527	39.619	39.616		
Fe	60.869	61.142	60.584	61.057	60.461	59.975	60.115	60.102	59.891	60.303	60.214	60.14	60.217	60.288	60.274	60.289		
Cu	0.009	-	-	-	0.021	-	-	0.004	-	-	0.035	-	-	-	-	-		
As	0.019	0.01	0.052	0.053	0.033	0.019	0.029	-	0.027	-	-	-	-	0.015	0.023	0.002		
Ni	0.189	0.128	0.128	0.157	0.252	0.314	-	-	0.005	-	-	-	-	-	0.047	-		
Sb	0.004	0.011	-	0.007	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Co	0.132	0.123	0.158	0.143	0.114	0.085	0.108	0.101	0.129	0.124	0.135	0.09	0.112	0.105	0.111	0.113		
Zn	0.004	0.001	-	0.104	0.003	-	-	-	-	0.077	0.021	-	-	-	-	-		
Pb	0.111	0.119	-	0.072	0.055	0.038	0.017	-	-	0.077	0.021	0.006	-	0.149	-	0.039		
Sn	-	0.004	0.015	-	-	0.026	0.011	-	0.033	0.026	-	0.03	0.024	-	0.046	-		
Ag	0.005	-	-	-	0.007	-	-	0.042	0.029	-	-	-	-	-	-	-		
Au	0.032	-	0.006	0.036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	-	0.028	0.014	-	-	0.01	-	-	0.008	-	-	0.007	-	0.009	0.001	-		
Ge	-	-	0.018	-	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Se	-	-	0.016	-	-	0.011	0.04	-	0.012	-	0.015	0.009	-	0.021	-	0.017		
In	-	0.045	-	0.005	-	-	0.027	-	-	0.002	-	-	0.035	0.011	-	-		
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	100.373	100.528	100.022	100.816	99.569	99.334	99.856	99.61	99.426	100.055	100.011	99.773	99.83	100.125	100.121	100.076		
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																		
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Fe	0.8862	0.9021	0.8912	0.8947	0.8988	0.8867	0.8736	0.8767	0.8752	0.8761	0.8733	0.8744	0.8766	0.8758	0.8735	0.8738		
Cu	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
As	0.0002	0.0001	0.0006	0.0006	0.0004	0.0002	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000		
Ni	0.0026	0.0018	0.0018	0.0022	0.0036	0.0044	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000		
Sb	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Co	0.0018	0.0017	0.0022	0.0020	0.0016	0.0012	0.0015	0.0014	0.0018	0.0017	0.0019	0.0012	0.0015	0.0014	0.0015	0.0016		
Zn	0.0001	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Pb	0.0004	0.0005	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002		
Sn	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000		
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Au	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Mn	0.0000	0.0004	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000		
Ge	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Se	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002		
In	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000		
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Total	1.9017	1.9070	1.8965	1.9013	1.9049	1.8932	1.8762	1.8785	1.8780	1.8783	1.8758	1.8761	1.8786	1.8784	1.8763	1.8757		

Tabela 64. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 75 (1)												EA 82 (2)				EA 86A (2)			
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	8	9	10	11	12	13				
S	39.523	39.424	39.636	39.544	39.507	39.542	39.048	39.143	38.904	38.943	39.749	39.557	39.658	40.064	39.679	39.615					
Fe	60.31	60.29	60.297	60.615	60.252	60.276	60.318	60.804	60.764	60.472	60.684	60.547	60.565	60.817	60.727	60.377					
Cu	-	-	-	-	-	0.016	0.179	-	-	-	0.005	-	-	0.009	-	0.021					
As	-	0.055	-	0.012	0.04	-	0.009	-	-	-	0.021	-	0.028	0.055	-	0.048					
Ni	-	0.009	-	0.025	0.004	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.022					
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Co	0.144	0.128	0.115	0.128	0.094	0.111	0.128	0.138	0.095	0.11	0.118	0.131	0.097	0.1	0.1	0.088					
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Pb	-	0.114	-	0.039	0.104	0.064	0.01	0.088	0.078	0.191	0.073	-	-	0.033	-	0.093					
Sn	0.001	-	0.014	-	-	0.048	0.037	-	-	-	-	0.002	-	0.027	-	0.014					
Ag	-	-	-	0.054	-	-	-	-	-	0.002	-	0.022	-	-	0.02	-					
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mn	-	-	-	-	0.015	-	-	-	0.018	-	0.016	0.011	-	0.015	0.017	0.009					
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Se	-	-	0.002	0.022	-	0.01	0.008	-	0.003	0.002	0.014	-	-	-	-	-					
In	0.021	0.015	0.029	-	-	-	0.023	0.008	-	-	-	-	-	0.011	0.037	-					
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Total	99.999	100.035	100.093	100.439	100.016	100.088	99.76	100.181	99.862	99.72	100.68	100.27	100.348	101.131	100.58	100.287					
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																					
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Fe	0.8762	0.8781	0.8735	0.8801	0.8757	0.8752	0.8869	0.8919	0.8968	0.8916	0.8766	0.8788	0.8769	0.8716	0.8788	0.8751					
Cu	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003					
As	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0003	0.0006	0.0000	0.0005					
Ni	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003					
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Co	0.0020	0.0018	0.0016	0.0018	0.0013	0.0015	0.0018	0.0019	0.0013	0.0015	0.0016	0.0018	0.0013	0.0014	0.0014	0.0012					
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Pb	0.0000	0.0004	0.0000	0.0002	0.0004	0.0003	0.0000	0.0003	0.0003	0.0008	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0004					
Sn	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001					
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000					
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0003	0.0001					
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000					
In	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000					
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
Total	1.8783	1.8811	1.8754	1.8831	1.8781	1.8780	1.8917	1.8942	1.8987	1.8939	1.8791	1.8810	1.8785	1.8743	1.8808	1.8780					

Tabela 65. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra		EA86A (2)										EA 86N (4)				
Nº Análise	14	15	16	17	18	25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25
S	39.835	39.747	39.431	39.583	39.766	39.762	39.697	39.634	39.492	39.808	39.838	39.761	39.612	39.546	39.571	39.499
Fe	60.447	60.515	60.243	60.589	60.751	60.427	60.535	60.515	60.543	60.374	60.577	60.477	60.462	60.204	60.527	60.261
Cu	-	-	-	-	0.014	-	0.001	-	-	0.065	-	-	-	-	-	0.025
As	0.031	0.029	-	0.021	0.026	0.008	0.036	0.004	0.044	-	-	-	0.027	0.055	0.059	-
Ni	-	-	0.005	-	0.067	0.05	0.002	-	-	-	0.029	0.068	-	-	-	0.045
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.117	0.096	0.088	0.088	0.09	0.095	0.103	0.109	0.141	0.117	0.084	0.085	0.105	0.11	0.123	0.088
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.07	-	0.008	0.032	0.005	0.113	0.138	-	-	0.096	0.039	0.082	0.091	0.065	0.045	0.04
Sn	-	0.003	-	0.06	0.078	-	0.012	0.079	-	0.001	-	0.023	-	-	0.079	-
Ag	0.014	-	0.023	-	-	0.055	0.014	0.037	0.025	-	-	-	0.015	0.008	0.002	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.013	-	0.004	-	-	-	-	-	0.047	-	-	-	-	0.02	-	0.007
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	0.046	0.01	-	-	-	0.005	0.001	-	0.005	-	0.012	0.007	-	-	0.003	0.006
In	-	0.032	0.02	0.021	0.023	0.006	-	-	-	-	-	-	0.005	-	0.016	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100.573	100.432	99.822	100.394	100.82	100.521	100.539	100.378	100.297	100.461	100.579	100.503	100.317	100.008	100.425	99.971
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fe	0.8713	0.8742	0.8772	0.8789	0.8772	0.8726	0.8756	0.8767	0.8802	0.8708	0.8731	0.8733	0.8764	0.8741	0.8782	0.8760
Cu	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
As	0.0003	0.0003	0.0000	0.0002	0.0003	0.0001	0.0004	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0006	0.0006	0.0000
Ni	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0009	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Co	0.0016	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0014	0.0015	0.0019	0.0016	0.0011	0.0012	0.0014	0.0015	0.0017	0.0012
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pb	0.0003	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0004	0.0005	0.0000	0.0000	0.0004	0.0002	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0005	0.0000	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000
Ag	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mn	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
In	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	1.8742	1.8762	1.8789	1.8810	1.8805	1.8756	1.8782	1.8790	1.8836	1.8736	1.8749	1.8760	1.8786	1.8768	1.8815	1.8785

Tabela 66. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 86N (8)																	EA 88 (2)	
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	1	2			
S	39,575	39,655	39,731	39,728	39,746	39,815	39,649	39,516	39,718	39,764	39,733	39,727	39,677	39,567	39,453	39,458				
Fe	60,191	60,195	60,295	60,323	60	60,512	60,34	60,013	60,344	60,421	60,118	60,415	59,996	60,169	60,342	60,644				
Cu	-	-	0,045	0,018	0,032	-	-	-	0,014	0,011	0,009	-	0,036	0,022	-	0,017				
As	0,024	0,031	-	-	0,028	0,011	0,03	-	0,025	0,011	-	-	0,011	0,013	-	-				
Ni	0,015	0,008	-	-	0,029	-	0,003	0,054	-	0,002	0,014	-	-	-	0,006	-				
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Co	0,092	0,101	0,112	0,087	0,113	0,112	0,144	0,09	0,134	0,118	0,092	0,1	0,11	0,084	0,062	0,056				
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Pb	-	0,019	0,08	0,024	0,091	-	0,079	0,069	0,05	-	0,027	-	0,036	0,047	-	0,089				
Sn	0,024	0,012	0,052	0,029	0,002	-	0,078	-	-	-	-	0,019	-	0,022	-	-				
Ag	0,015	0,023	-	0,044	0,015	0,015	-	-	0,029	0,019	0,061	-	0,029	-	0,01	-				
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mn	-	-	-	-	-	0,026	0,006	-	0,014	-	-	-	-	0,002	0,013	-				
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Se	0,002	-	0,014	0,009	-	-	-	-	-	0,022	0,001	0,016	0,001	0,007	0,012	-				
In	-	0,009	-	0,037	-	-	0,029	0,044	-	-	-	0,001	0,03	0,02	0,026	-				
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Total	99,938	100,053	100,329	100,299	100,056	100,491	100,358	99,786	100,328	100,357	100,055	100,278	99,926	99,953	99,924	100,264				
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																				
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Fe	0,8733	0,8716	0,8714	0,8718	0,8668	0,8726	0,8738	0,8720	0,8724	0,8725	0,8668	0,8732	0,8662	0,8731	0,8782	0,8825				
Cu	0,0000	0,0000	0,0006	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0003	0,0000	0,0002				
As	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0003	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000				
Ni	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000				
Sb	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Co	0,0013	0,0014	0,0015	0,0012	0,0015	0,0015	0,0020	0,0012	0,0018	0,0016	0,0013	0,0014	0,0015	0,0012	0,0009	0,0008				
Zn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Pb	0,0000	0,0001	0,0003	0,0001	0,0004	0,0000	0,0003	0,0003	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0003				
Sn	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000				
Ag	0,0001	0,0002	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000				
Au	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Bi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Mn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000				
Ge	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000				
Se	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000				
In	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000				
Cd	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Total	1,8753	1,8738	1,8743	1,8742	1,8699	1,8748	1,8773	1,8746	1,8753	1,8746	1,8709	1,8748	1,8709	1,8753	1,8797	1,8838				

Tabela 67. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra	EA 88 (2)											EA 91B (2)											EA 91B (3)		
	Nº Análise	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3								
S	39,676	39,354	39,475	39,488	39,527	39,404	39,518	39,559	39,585	39,559	39,315	39,513	39,629	38,713	38,382	38,786									
Fe	60,387	60,392	59,917	59,88	59,922	59,829	59,874	59,819	59,938	59,929	60,137	60,272	60,109	60,27	60,51	60,883									
Cu	-	0,026	0,047	-	-	-	-	-	-	0,009	0,022	-	-	0,043	0,034	-									
As	-	0,025	-	0,022	0,042	0,016	0,015	0,01	0,02	-	0,034	0,018	0,012	0,023	0,017	-									
Ni	0,019	0,014	-	0,011	-	-	-	-	0,023	-	0,04	0,016	-	0,538	0,442	0,47									
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Co	0,086	0,089	0,126	0,126	0,106	0,097	0,095	0,075	0,094	0,12	0,106	0,108	0,12	0,112	0,123	0,133									
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Pb	-	0,029	0,083	0,133	0,097	0,111	-	0,035	-	0,162	0,091	0,126	0,086	0,071	0,131	0,04									
Sn	0,025	-	-	-	0,008	-	0,056	0,074	-	0,026	0,012	-	-	0,025	0,008	0,08									
Ag	0,007	-	0,006	0,035	-	0,019	0,009	-	-	-	0,021	0,019	-	-	0,02	0,03									
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Mn	-	0,018	0,007	-	-	-	-	0,012	-	-	-	-	-	-	-	0,018									
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Se	0,026	0,017	0,012	-	0,043	0,005	0,019	0,003	0,001	-	-	0,007	0,002	-	-	0,03									
In	0,069	0,016	0,01	-	0,011	-	0,004	0,034	-	0,056	-	0,058	0,034	-	-	0,038									
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Total	100,295	99,98	99,683	99,695	99,756	99,49	99,59	99,621	99,661	99,861	99,778	100,137	99,992	99,795	99,667	100,508									
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																									
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
Fe	0,8739	0,8811	0,8715	0,8707	0,8704	0,8718	0,8699	0,8682	0,8694	0,8698	0,8783	0,8758	0,8709	0,8939	0,9052	0,9013									
Cu	0,0000	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004	0,0000									
As	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0005	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0004	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0000									
Ni	0,0003	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0006	0,0002	0,0000	0,0076	0,0063	0,0066									
Sb	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Co	0,0012	0,0012	0,0017	0,0017	0,0015	0,0013	0,0013	0,0010	0,0013	0,0017	0,0015	0,0015	0,0016	0,0016	0,0017	0,0019									
Zn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Pb	0,0000	0,0001	0,0003	0,0005	0,0004	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0004	0,0005	0,0003	0,0003	0,0005	0,0002									
Sn	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0005	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0006									
Ag	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002									
Au	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Bi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Mn	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003									
Ge	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Se	0,0003	0,0002	0,0001	0,0000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003									
In	0,0005	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0004	0,0000	0,0004	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003									
Cd	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000									
Total	1,8763	1,8838	1,8745	1,8736	1,8733	1,8741	1,8721	1,8705	1,8712	1,8728	1,8815	1,8789	1,8733	1,9043	1,9146	1,9116									

Tabela 68. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra	EA 91B (3)			EA 100B (1)								EA 100B (2)							
	Nº Análise	4	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8		
S	38.916	38.723	38.813	38.924	38.714	38.738	38.702	38.587	38.785	38.671	38.529	38.569	38.597	38.84	38.911	38.838			
Fe	60.719	60.169	60.509	60.439	60.352	60.401	60.423	60.248	59.612	59.845	59.433	59.552	59.592	59.721	59.527	59.739			
Cu	0.04	0.002	-	-	-	0.035	0.056	-	-	0.008	-	-	-	0.006	0.017	0.057	-		
As	0.026	0.036	-	-	0.02	-	0.026	-	0.001	-	0.031	0.036	0.058	0.006	0.012	-			
Ni	0.4	0.18	0.216	0.18	0.239	0.187	0.199	0.133	0.19	0.105	0.204	0.207	0.218	0.128	0.177	0.15			
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Co	0.104	0.101	0.102	0.093	0.054	0.104	0.097	0.106	0.118	0.1	0.095	0.115	0.092	0.097	0.097	0.111			
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pb	0.087	-	0.055	0.009	0.088	0.026	0.043	0.055	0.091	0.128	-	0.143	-	0.019	0.026	-			
Sn	0.019	-	-	-	-	0.014	-	0.024	-	0.034	0.011	-	0.022	-	-	-			
Ag	-	-	-	-	-	0.05	0.015	-	-	0.028	0.032	-	-	-	-	-			
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	0.021	-	-	-	0.007	-	-	-	-	-	0.036	0.009	-	0.002	-			
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Se	0.005	0.029	0.032	0.003	0.006	-	0.008	0.004	-	-	0.019	-	0.022	0.014	-	-			
In	-	-	-	-	-	0.029	0.017	-	0.015	-	-	0.018	0.014	0.041	-	-			
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	100.316	99.261	99.727	99.648	99.473	99.591	99.586	99.157	98.797	98.9	98.358	98.706	98.586	98.913	98.823	98.838			
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																			
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Fe	0.8859	0.8822	0.8851	0.8815	0.8861	0.8863	0.8864	0.8865	0.8825	0.8886	0.8857	0.8865	0.8865	0.8829	0.8784	0.8832			
Cu	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0007	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0000			
As	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0004	0.0006	0.0001	0.0001	0.0000			
Ni	0.0056	0.0025	0.0030	0.0025	0.0034	0.0026	0.0028	0.0019	0.0027	0.0015	0.0029	0.0029	0.0031	0.0018	0.0025	0.0021			
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Co	0.0015	0.0014	0.0014	0.0013	0.0008	0.0015	0.0014	0.0015	0.0017	0.0014	0.0013	0.0016	0.0013	0.0014	0.0014	0.0016			
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Pb	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0005	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000			
Sn	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000			
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Mn	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000			
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Se	0.0001	0.0003	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000			
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000			
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Total	1.9043	1.8972	1.9002	1.8954	1.8999	1.9007	1.9021	1.9003	1.8872	1.8924	1.8908	1.8930	1.8918	1.8871	1.8834	1.8868			

Tabela 69. Resultados analíticos para a **pirota I** (cont.).

Amostra	EA 100B (2)				EA 100B (3)								EA 100B (4)			
	Nº Análise	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
S	39.249	38.555	38.903	38.885	38.894	38.804	38.736	38.847	38.907	38.96	38.916	39	39.028	38.933		
Fe	58.975	59.835	61.132	60.836	61.162	60.733	60.754	60.747	60.878	60.904	60.744	60.789	61.18	60.871		
Cu	-	0.015	0.012	-	0.015	0.025	-	0.028	0.022	-	-	0.032	0.045	-		
As	-	0.003	0.026	0.007	0.028	-	0.051	0.014	0.051	0.024	0.024	0.027	-	0.032		
Ni	0.163	0.206	0.18	0.188	0.196	0.225	0.214	0.184	0.137	0.182	0.236	0.194	0.187	0.182		
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Co	0.094	0.102	0.132	0.111	0.123	0.106	0.111	0.095	0.11	0.108	0.106	0.085	0.079	0.107		
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pb	-	0.087	-	-	-	0.05	0.056	0.083	0.044	0.149	0.08	-	-	0.022		
Sn	-	-	-	-	-	0.006	-	0.004	0.066	0.02	-	0.002	-	0.026		
Ag	0.038	-	0.029	0.015	0.008	-	-	0.004	-	-	-	0.031	0.052	0.024		
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.008	0.02		
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Se	-	-	0.008	-	-	-	0.004	0.019	0.001	-	0.01	0.02	-	0.006		
In	-	-	0.021	-	-	0.01	-	0.021	-	0.033	0.019	-	0.028	-		
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	98.521	98.803	100.443	100.042	100.482	99.963	99.972	100.051	100.274	100.291	100.055	100.236	100.607	100.223		
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Fe	0.8627	0.8911	0.9023	0.8983	0.9029	0.8987	0.9005	0.8979	0.8984	0.8976	0.8962	0.8950	0.9001	0.8977		
Cu	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0004	0.0006	0.0000		
As	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0003	0.0000	0.0006	0.0002	0.0006	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0004		
Ni	0.0023	0.0029	0.0025	0.0026	0.0028	0.0032	0.0030	0.0026	0.0019	0.0026	0.0033	0.0027	0.0026	0.0026		
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Co	0.0013	0.0014	0.0018	0.0016	0.0017	0.0015	0.0016	0.0013	0.0015	0.0015	0.0015	0.0012	0.0011	0.0015		
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Pb	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.0006	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001		
Sn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002		
Ag	0.0003	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0002		
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Se	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001		
In	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000		
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Total	1.8666	1.8960	1.9075	1.9027	1.9082	1.9040	1.9062	1.9031	1.9035	1.9025	1.9015	1.9003	1.9051	1.9029		

Tabela 70. Resultados analíticos para a pirrotita II.

Amostra		EA 72 (1)															
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
S	39,329	39,411	39,45	39,524	39,478	39,475	39,391	39,475	39,446	39,464	39,61	39,398	39,539	39,605	39,548	39,646	
Fe	59,505	59,675	59,602	59,516	59,657	59,762	59,841	59,673	59,634	59,504	59,621	59,483	59,69	59,649	59,628	59,659	
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,003	0,009	-	-	-	
As	0,001	-	-	0,017	0,025	-	0,013	0,016	0,039	0,032	0,023	0,033	0,021	-	-	0,02	
Ni	0,002	-	0,045	0,053	-	-	-	-	-	0,019	0,032	0,011	0,002	-	-	-	
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Co	0,118	0,083	0,112	0,122	0,09	0,105	0,075	0,1	0,136	0,098	0,083	0,131	0,109	0,103	0,098	0,112	
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	0,083	0,017	-	0,087	0,074	0,008	-	0,022	0,035	0,076	0,076	0,125	0,099	-	-	-	
Sn	0,028	-	0,018	-	0,014	-	0,032	-	-	0,026	0,059	-	-	-	-	0,025	
Ag	-	0,004	0,022	-	-	-	0,025	-	0,007	-	0,02	0,008	0,028	0,034	-	0,017	
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	0,043	0,025	-	-	-	0,001	0,043	0,01	0,029	-	0,011	0,019	0,02	0,022	-	
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Se	-	-	-	-	-	-	0,001	0,005	0,009	0,004	-	-	0,021	-	0,011	0,001	
In	-	0,018	-	-	-	-	-	0,069	0,003	-	-	-	-	-	0,013	0,006	
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	99,066	99,251	99,274	99,319	99,338	99,351	99,383	99,398	99,319	99,252	99,527	99,203	99,537	99,411	99,32	99,486	
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																	
S	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
Fe	0,8687	0,8694	0,8675	0,8646	0,8677	0,8693	0,8723	0,8680	0,8680	0,8657	0,8642	0,8669	0,8668	0,8648	0,8657	0,8640	
Cu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	
As	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0001	0,0002	0,0004	0,0003	0,0002	0,0004	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	
Ni	0,0000	0,0000	0,0006	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Sb	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Co	0,0016	0,0011	0,0015	0,0017	0,0012	0,0014	0,0010	0,0014	0,0019	0,0014	0,0011	0,0018	0,0015	0,0014	0,0013	0,0015	
Zn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Pb	0,0003	0,0001	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0005	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	
Sn	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	
Ag	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	0,0000	0,0001	
Au	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Bi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Mn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Ge	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Se	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	
In	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	
Cd	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Total	1,8709	1,8714	1,8703	1,8675	1,8696	1,8707	1,8739	1,8707	1,8708	1,8687	1,8670	1,8700	1,8698	1,8667	1,8676	1,8661	

Tabela 71. Resultados analíticos para a **pirota II** (cont.).

Amostra		EA 72A (1)								EA 72A (2)							
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8			
S	39.483	39.67	39.634	39.551	39.737	39.758	39.529	39.754	39.787	39.764	39.672	39.792	39.616	39.509			
Fe	59.639	59.852	60.229	59.896	59.99	60.125	59.815	60.128	60.383	59.986	60.329	60.234	60.337	60.196			
Cu	-	-	0.029	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	-	0.022			
As	-	0.001	0.015	0.013	-	-	0.005	0.05	0.011	-	-	0.028	-	-			
Ni	-	-	-	-	0.002	0.025	0.02	-	-	0.042	-	-	-	-			
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Co	0.123	0.107	0.088	0.127	0.06	0.128	0.116	0.076	0.11	0.099	0.124	0.128	0.1	0.085			
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pb	0.03	0.035	0.076	-	-	0.089	0.085	0.15	0.123	0.103	-	0.039	-	-			
Sn	0.003	0.035	0.051	-	0.017	0.001	0.015	-	-	-	-	0.053	-	0.049			
Ag	0.026	-	-	-	0.013	0.014	-	-	-	-	0.003	0.019	-	0.017			
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	-	-	-	0.013	-	-	-	0.025	-	-	-	0.001	-			
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Se	0.004	0.032	0.006	-	0.003	-	-	-	0.008	0.016	-	0.009	0.006	-			
In	0.047	0.016	0.024	-	-	0.015	-	0.025	0.019	-	0.02	0.001	0.002	0.032			
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	99.355	99.748	100.152	99.587	99.835	100.155	99.585	100.183	100.466	100.01	100.148	100.311	100.062	99.91			
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S																	
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Fe	0.8673	0.8663	0.8725	0.8695	0.8668	0.8663	0.8668	0.8664	0.8714	0.8662	0.8731	0.8691	0.8745	0.8748			
Cu	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0003			
As	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000			
Ni	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Co	0.0017	0.0015	0.0012	0.0017	0.0008	0.0018	0.0016	0.0010	0.0015	0.0014	0.0017	0.0018	0.0014	0.0012			
Zn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Pb	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0006	0.0005	0.0004	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000			
Sn	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0003			
Ag	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001			
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Se	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000			
In	0.0003	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002			
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Total	1.8697	1.8686	1.8751	1.8714	1.8681	1.8710	1.8712	1.8708	1.8741	1.8687	1.8750	1.8720	1.8760	1.8770			

Tabela 72. Resultados analíticos para a **pirota II** (cont.).

Amostra		EA85 (2)													
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
S	38.945	39.474	38.81	39.654	39.422	39.545	39.148	39.608	39.492	39.7	38.495	39.628	39.559	39.389	
Fe	60.246	59.795	60.531	60.581	60.281	60.192	60.538	60.272	60.238	60.456	59.827	60.307	60.277	60.379	
Cu	0.043	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	0.039	-	0.018	0.005	
As	0.016	0.029	0.059	0.023	0.025	0.031	0.023	0.045	0.037	0.002	0.027	-	-	-	
Ni	0.003	0.008	0.025	-	0.061	0.069	-	0.012	-	-	-	0.006	0.014	0.002	
Sb	0.014	0.014	-	-	0.037	-	0.049	0.01	-	-	0.006	0.045	-	0.005	
Co	0.119	0.135	0.114	0.119	0.117	0.142	0.111	0.088	0.127	0.068	0.104	0.097	0.083	0.11	
Zn	-	0.072	0.043	0.012	-	0.031	0.025	-	-	0.015	0.032	0.025	0.03	-	
Pb	0.005	0	-	0.019	0.114	0.07	0.078	0.107	0.027	0.144	0.029	0.031	0.132	0.081	
Sn	0.036	0.007	-	-	0.069	-	0.022	-	-	0.022	0.027	-	-	0.029	
Ag	-	-	0.015	-	0.014	0.014	0.008	0.04	-	-	-	0.004	0.014	-	
Au	0.04	-	-	0.014	0.027	-	0.045	-	-	0.003	0.014	-	-	0.029	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	-	0.013	-	-	-	-	0.029	-	-	-	0.032	-	-	
Ge	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.032	-	
Se	-	-	-	0.007	-	-	-	-	0.001	0.01	-	-	0.005	0.007	
In	0.028	0.005	0.027	0.041	0.019	-	-	-	-	0.05	-	0.051	0.007	0.072	
Cd	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	99.495	99.545	99.637	100.47	100.19	100.094	100.047	100.216	99.922	100.47	98.6	100.226	100.171	100.108	
Fórmula estrutural calculada com base em 1 átomo S															
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Fe	0.8882	0.8698	0.8955	0.8772	0.8780	0.8740	0.8879	0.8737	0.8758	0.8744	0.8924	0.8738	0.8749	0.8801	
Cu	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0001	
As	0.0002	0.0003	0.0007	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0005	0.0004	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	
Ni	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0008	0.0010	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	
Sb	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	
Co	0.0017	0.0019	0.0016	0.0016	0.0016	0.0020	0.0015	0.0012	0.0017	0.0009	0.0015	0.0013	0.0011	0.0015	
Zn	0.0000	0.0009	0.0005	0.0001	0.0000	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0004	0.0003	0.0004	0.0000	
Pb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0001	0.0006	0.0001	0.0001	0.0005	0.0003	
Sn	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	
Ag	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	
Au	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Mn	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	
Ge	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	
In	0.0002	0.0000	0.0002	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	
Cd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Total	1.8914	1.8732	1.8992	1.8797	1.8823	1.8780	1.8910	1.8769	1.8781	1.8767	1.8955	1.8768	1.8779	1.8830	

Tabela 73. Resultados analíticos para a calcopirita I.

Amostra Nº Análise	EA 4 (1)																EA 75 (2)				EA 88 (1)				EA 88 (2)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2								
S	34.777	34.715	34.921	34.849	34.801	34.945	35.042	35.086	34.893	34.965	34.988	35.017	35.209	35.03	34.611	34.5										
Fe	30.763	30.644	30.579	30.641	30.719	30.413	30.52	30.809	30.682	30.723	30.661	30.606	30.88	31.157	30.803	30.605										
Cu	33.916	34.044	34.107	34.02	33.961	34.015	33.985	33.738	34.067	34.052	33.918	34.324	34.063	33.949	33.894	33.829										
As	-	-	-	-	-	0.006	0.011	-	0.014	-	-	-	-	0.015	-	0.012										
Ni	-	-	0.025	0.031	0.015	0.027	-	0.014	-	0.013	0.017	0.039	-	-	0.042	-										
Sb	0.023	0.027	0.003	0.03	-	-	-	0.028	-	-	-	0.009	-	-	-	-										
Co	0.074	0.063	0.061	0.041	0.037	0.057	0.055	0.082	0.053	0.042	0.071	0.038	0.065	0.074	0.051	0.105										
Zn	-	-	-	0.197	0.138	0.096	0.073	0.18	0.099	0.04	0.046	0.105	0.051	0.072	0.057	0.118										
Pb	-	0.073	0.057	0.04	-	-	-	0.084	0.057	0.045	-	-	0.023	0.044	0.039	-										
Sn	0.046	0.028	0.037	0.048	-	0.036	-	0.014	-	0.021	0.024	-	-	-	0.034	0.028										
Ag	-	0.022	0.019	-	-	-	0.005	0.007	0.001	0.031	0.025	0.015	-	-	-	0.058										
Au	-	-	-	0.019	-	0.058	-	0.002	0.019	0.02	0.007	0.025	-	-	0.01	-										
Mn	0.021	-	0.038	0.01	0.018	0.011	0.005	0.023	0.038	0.022	-	0.005	-	-	-	0.012										
Se	0.003	0.004	-	-	0.033	0.032	0.005	-	0.018	-	-	0.009	0.002	-	0.004	-										
In	0.046	0.002	-	-	-	0.012	-	-	-	-	0.02	0.01	-	0.014	-	0.046										
Total	99.669	99.622	99.847	99.926	99.722	99.708	99.701	100.067	99.941	99.974	99.777	100.202	100.293	100.355	99.545	99.313										
Fórmula estrutural calculada com base em 4 íons																										
S	1.998	1.996	2.002	1.998	1.997	2.005	2.008	2.006	1.999	2.002	2.005	2.000	2.006	1.998	1.992	1.991										
Fe	1.015	1.012	1.007	1.009	1.012	1.002	1.004	1.011	1.009	1.010	1.009	1.004	1.010	1.020	1.018	1.014										
Cu	0.983	0.988	0.987	0.984	0.984	0.985	0.983	0.973	0.985	0.984	0.981	0.989	0.979	0.977	0.984	0.985										
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										
Ni	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000										
Sb	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										
Co	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003										
Zn	0.000	0.000	0.000	0.006	0.004	0.003	0.002	0.005	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003										
Pb	-	0.001	0.001	0.000	-	-	-	0.001	0.001	0.000	-	-	0.000	0.000	0.000	-										
Sn	0.001	0.000	0.001	0.001	-	0.001	-	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	0.001	0.000										
Ag	-	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	-	-	-	0.001										
Au	-	-	-	0.000	-	0.001	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	-										
Mn	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	-	-	0.001	0.001	0.000	-	0.001	-	-	0.000	0.000	-	0.000	-										
In	0.001	0.000	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Total	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										

Tabela 74. Resultados analíticos para a **calcopirita I** (cont.).

Amostra	EA 88 (2)				EA 100a (2)				EA 74 (2)					
	Nº Análise	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
S	34.682	34.647	34.668	34.663	34.807	34.733	34.926	34.643	34.81	35.038	34.846	34.772	34.971	34.777
Fe	30.422	30.594	30.456	30.65	30.385	30.577	30.821	30.669	30.56	30.517	30.791	30.643	29.727	29.661
Cu	33.786	33.845	34.127	34.161	34.22	34.361	33.947	34.328	34.172	34.232	34.427	33.753	33.583	33.248
As	-	-	-	-	-	0.012	-	-	-	-	-	-	0.034	-
Ni	0.056	-	-	-	-	0.017	0.005	-	0.031	-	-	-	0.099	0.046
Sb	-	0.028	-	-	-	0.028	-	-	-	-	-	-	0.038	0.11
Co	0.05	0.048	0.04	0.055	0.04	0.055	0.056	0.067	0.043	0.069	0.028	0.025	0.045	0.054
Zn	0.285	0.139	0.017	0.083	-	0.071	0.029	-	-	0.003	0.16	-	0.189	1.269
Pb	0.03	0.007	0.024	0.111	0.039	-	0.05	0.123	-	0.008	0.056	0.013	0.048	0.136
Sn	-	0.021	0.054	0.014	0.022	0.006	-	0.053	0.019	0.044	0.075	-	-	-
Ag	0.003	-	0.023	0.007	0.05	-	0.034	0.026	-	-	-	0.012	0.048	-
Au	0.075	-	-	-	0.045	-	-	-	-	0.041	-	0.046	-	0.047
Mn	0.014	-	-	-	-	0.036	0.009	-	0.025	-	0.015	0.011	-	-
Se	0.023	-	0.011	0.023	-	0.014	0.007	-	0.011	0.002	-	-	-	-
In	-	0.037	0.009	0.019	0.001	0.038	0.027	0.029	0.009	0.023	-	-	0.036	0.008
Total	99.426	99.366	99.429	99.813	99.609	99.948	99.911	99.938	99.68	99.977	100.398	99.275	98.818	99.356
Fórmula estrutural calculada com base em 4 íons														
S	1.998	1.996	1.997	1.991	2.001	1.992	2.000	1.989	1.999	2.005	1.991	2.003	2.021	2.007
Fe	1.006	1.012	1.007	1.011	1.003	1.007	1.014	1.011	1.008	1.003	1.010	1.014	0.986	0.983
Cu	0.982	0.984	0.992	0.990	0.993	0.994	0.981	0.995	0.990	0.988	0.992	0.981	0.979	0.968
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	0.001	0.000
Ni	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
Sb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Co	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
Zn	0.008	0.004	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.005	0.036
Pb	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	-	0.000	0.001	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Sn	-	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	-	0.001	0.000	0.001	0.001	-	-	-
Ag	0.000	-	0.000	0.000	0.001	-	0.001	0.000	-	-	0.000	0.000	0.001	-
Au	0.001	-	-	-	0.000	-	-	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000
Mn	0.000	-	-	-	-	0.000	0.000	-	0.000	-	0.000	0.000	-	-
Se	0.001	-	0.000	0.001	-	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	-
In	-	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	-	-	0.001	0.000
Total	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabela 75. Resultados analíticos para a esfalerita I.

Amostra		EA 4 (5)									EA 75 (2)			EA 88 (2)		
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S	33.02	33.646	33.572	33.573	33.53	33.718	33.581	33.704	33.61	33.734	33.62	33.764	33.796	33.792	33.818	33.713
Fe	5.833	5.95	5.341	5.491	5.469	5.897	5.885	6.202	5.602	5.951	5.71	7.188	6.96	6.954	7.018	6.267
Cu	0.065	-	-	0.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	0.008	-	-	0.009	0.015	-	-	-	0.013
Ni	-	-	0.041	0.018	0.014	-	-	-	0.01	0.018	0.006	-	0.01	0.059	-	-
Sb	-	0.033	0.005	-	0.034	-	0.003	0.03	-	0.003	-	-	-	-	0.041	0.038
Co	0.008	0.037	0.031	0.031	0.039	0.042	0.016	0.038	0.01	0.006	0.004	0.016	0.02	0.013	-	0.01
Zn	58.744	60.275	61.084	60.843	61.184	60.827	57.337	59.396	60.801	60.615	60.091	58.893	59.087	59.63	59.255	60.353
Pb	0.001	-	0.005	0.046	-	0.003	0.047	-	-	0.068	0.045	0.039	-	-	0.097	0.071
Sn	0.029	0.045	0.037	-	0.008	0.008	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-
Ag	-	-	0.004	0.05	-	0.003	-	-	-	-	0.027	0.012	0.027	-	-	0.019
Au	0.013	0.005	0.013	-	0.01	-	0.015	-	0.042	-	-	0.02	-	-	-	0.02
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-
Mn	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	0.023	0.001	0.01
Ge	-	-	-	0.016	-	-	-	0.001	-	0.008	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	0.011	0.039	0.003	-	-	0.023	-	0.001	-	-	-	-	-	-
In	0.043	-	-	0.002	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.045	-
Cd	0.063	0.128	-	0.08	0.008	0.093	0.223	0.155	0.096	0.132	0.158	0.127	0.135	0.127	0.117	0.098
Total	97.829	100.119	100.144	100.216	100.299	100.591	97.107	99.577	100.171	100.538	99.67	100.075	100.035	100.598	100.412	100.612
Fórmula estrutural calculada com base em 2 íons																
S	1.012	1.009	1.007	1.007	1.005	1.007	1.031	1.014	1.008	1.008	1.012	1.010	1.011	1.007	1.010	1.007
Fe	0.103	0.102	0.092	0.095	0.094	0.101	0.104	0.107	0.096	0.102	0.099	0.124	0.120	0.119	0.120	0.107
Cu	0.001	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
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
Ni	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Sb	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
Co	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.883	0.886	0.899	0.895	0.899	0.891	0.863	0.876	0.894	0.888	0.887	0.864	0.867	0.871	0.868	0.884
Pb	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
Sn	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
Ag	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002
Au	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
Bi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Mn	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0002
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Se	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
In	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
Cd	0.0006	0.0011	0.0000	0.0007	0.0001	0.0008	0.0020	0.0013	0.0008	0.0011	0.0014	0.0011	0.0012	0.0011	0.0010	0.0008
Total	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabela 76. Resultados analíticos para a esteleirita I (cont.).

Amostra		EA 88 (2)			EA 88 (2)			EA 91A (3)			EA 72a (2)			EA 74 (2)							
Nº Análise	10	11	12	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1
S	33.871	33.758	33.877	33.325	33.326	33.303	33.567	33.599	33.468	33.556	33.5	33.662	33.904	33.677	33.694	33.667	33.735	33.679	33.774	33.605	33.394
Fe	5.724	5.932	6.29	6.432	6.1	5.871	5.604	5.427	5.141	6.282	5.997	5.888	5.991	6.934	7.099	7.011	7.238	7.057	7.053	6.765	4.264
Cu	-	0.282	-	0.007	-	-	0.047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.343
As	-	0.042	-	-	-	-	-	0.017	0.024	0.023	-	-	-	0.001	0.013	0.011	-	0.003	0.004	-	0.008
Ni	-	0.049	-	0.002	0.042	-	-	0.024	0.04	-	0.036	0.005	-	0.01	0.026	-	0.001	0.015	0.001	0.041	-
Sb	0.024	-	0.007	-	0.004	0.007	0.057	-	-	-	-	-	0.01	-	0.026	0.026	-	0.026	0.065	-	0.174
Co	0.026	0.015	0.001	0.055	0.028	-	0.015	-	-	0.009	0.019	-	0.023	-	0.032	0.02	0.046	0.01	0.019	-	0.019
Zn	59.194	59.901	59.954	60.456	60.323	60.713	60.482	61.363	61.369	60.361	60.376	60.412	60.642	60.41	59.987	59.995	60.424	59.704	59.916	60.054	58.896
Pb	0.015	-	0.045	-	-	0.036	-	-	-	0.075	-	0.048	0.032	0.035	0.035	0.067	0.06	0.013	0.04	0.032	-
Sn	0.003	0.045	0.014	0.048	-	0.025	-	0.03	-	0.02	0.024	0.044	0.016	-	0.045	-	0.035	-	-	-	-
Ag	0.009	0.003	0.026	0.001	-	0.002	-	-	-	-	-	-	0.007	-	-	0.024	-	-	-	0.014	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021	-	-	-	0.009	0.023	-	-	0.051	-	-	0.043
Bi	-	-	0.089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	0.009	-	-	-	-	-	0.02	-	0.007	-	-	0.042	-	0.045	-	0.015	-	-
Ge	-	-	-	0.024	0.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	0.012	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019	-	-	-	-	-	-
In	-	-	-	0.006	-	-	-	-	0.033	-	0.009	0.009	-	-	-	0.021	-	-	0.049	-	-
Cd	0.085	0.136	0.141	0.119	0.145	0.12	0.073	0.039	0.065	0.077	0.114	0.077	0.108	0.082	0.063	0.07	-	0.053	0.042	0.065	0.104
Total	98.951	100.163	100.444	100.496	100.008	100.077	99.845	100.499	100.14	100.444	100.075	100.152	100.733	101.158	101.078	100.912	101.584	100.711	100.959	100.576	97.682
Fórmula estrutural calculada com base em 2 ions																					
S	1.023	1.011	1.012	0.998	1.002	1.002	1.009	1.005	1.005	1.004	1.006	1.009	1.010	1.001	1.001	1.002	0.998	1.004	1.004	1.003	1.024
Fe	0.099	0.102	0.108	0.111	0.105	0.101	0.097	0.093	0.089	0.108	0.103	0.101	0.102	0.118	0.121	0.120	0.123	0.121	0.120	0.116	0.075
Cu	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005
As	0.000	0.001	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	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007
Sb	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	0.001	0.001	0.000	0.001
Co	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Zn	0.876	0.880	0.878	0.888	0.890	0.895	0.882	0.900	0.904	0.886	0.889	0.888	0.886	0.880	0.874	0.876	0.877	0.873	0.874	0.879	0.886
Pb	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
Sn	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
Ag	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Au	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bi	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ge	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Se	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
In	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.0007	0.0012	0.0012	0.0010	0.0012	0.0010	0.0006	0.0003	0.0006	0.0007	0.0010	0.0007	0.0009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
Total	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabela 78. Resultados analíticos para a bentierita I.

Amostra	Nº Análise	EA 75 (6)					EA 82 (3)					EA 82 (4)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
S	29.90	29.89	29.95	30.15	30.08	29.75	30.11	29.90	29.93	29.89	29.96	29.54	29.39	29.62	29.85	29.74	
Fe	13.00	13.19	12.99	13.10	13.09	13.13	13.07	12.92	13.15	13.00	12.99	12.72	12.70	12.78	12.89	12.82	
Cu	-	0.01	0.03	-	-	0.02	-	-	0.00	-	0.01	-	-	0.05	-	-	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	
Ni	-	-	0.02	0.02	0.05	-	-	-	-	0.02	0.01	0.02	-	0.01	-	0.00	
Sb	56.03	56.70	56.94	56.81	56.52	56.46	56.52	56.54	56.95	56.61	57.08	56.18	55.88	56.68	56.49	56.53	
Co	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.04	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01	-	
Zn	-	0.01	-	-	0.00	-	-	0.03	-	0.08	-	0.08	0.02	-	-	-	
Pb	0.95	0.83	0.78	0.86	0.79	1.02	0.91	1.68	0.98	1.02	0.97	1.14	1.10	1.08	0.99	1.03	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	-	0.01	0.01	0.01	-	-	0.02	0.02	0.00	-	-	-	0.02	0.04	-	-	
Au	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.02	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	0.01	0.02	-	0.01	-	-	0.02	-	-	0.01	0.03	-	0.01	-	-	
Ge	-	-	0.02	0.01	-	-	0.01	0.00	-	0.01	-	-	-	-	-	-	
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	-	-	-	0.01	-	-	
In	-	-	-	0.04	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	
Cd	-	0.04	-	-	0.01	0.02	-	-	-	0.01	-	0.01	-	0.01	-	-	
Total	99.92	100.74	100.80	101.03	100.58	100.42	100.67	101.16	101.04	100.71	101.05	99.73	99.15	100.34	100.24	100.14	
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																	
S	4.00	3.98	3.99	4.00	4.00	3.98	4.00	3.98	3.98	3.98	3.99	3.99	3.99	3.98	4.00	3.99	
Fe	1.00	1.01	0.99	1.00	1.00	1.01	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sb	1.98	1.99	2.00	1.98	1.98	1.99	1.98	1.98	1.99	1.99	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	2.00	
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	

Tabela 79. Resultados analíticos para a berterita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 82 (4)							EA 82N (3)							EA 82N (4)							EA 85 (2)	
		6	7	8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2						
S	29.64	29.75	29.60	30.04	29.94	30.27	30.07	30.14	30.04	30.02	30.09	30.04	30.15	30.03	29.85	29.80	30.01	30.06						
Fe	12.83	12.69	12.81	13.13	13.15	13.10	13.14	13.17	13.06	12.93	12.95	12.85	13.01	12.96	12.98	13.05	13.11							
Cu	-	-	-	0.05	0.03	0.05	0.01	-	0.06	-	0.02	0.09	0.07	0.05	0.07	-	0.02							
As	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Ni	0.04	-	0.02	0.05	-	0.04	-	-	-	-	-	0.06	0.03	-	0.06	-	0.01							
Sb	56.74	56.64	56.88	56.24	56.53	56.53	56.53	56.69	56.58	56.35	56.67	56.33	56.21	56.36	56.67	56.47	56.99							
Co	0.01	0.05	0.01	-	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.03	0.01	0.02	0.06	0.02							
Zn	-	-	-	0.10	0.04	-	0.04	0.05	-	-	-	0.02	0.07	0.08	0.02	-	-							
Pb	0.97	1.16	0.99	1.20	1.04	1.03	1.20	0.70	0.93	0.83	1.05	0.98	1.11	1.01	1.01	1.01	0.89							
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Ag	-	0.04	0.04	0.02	-	-	0.01	-	0.02	-	0.01	0.02	-	0.04	-	-	-							
Au	-	0.02	-	-	0.01	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.01	-	-							
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Mn	0.01	-	0.00	0.01	-	0.05	0.02	-	0.04	0.00	0.03	0.04	-	-	-	-	0.03							
Ge	-	0.00	-	-	0.02	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	0.02	-	-	-							
Se	-	-	-	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	-	-	-	0.01	0.03	-	-	0.01	-							
In	-	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-							
Cd	0.02	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-							
Total	100.25	100.36	100.34	100.85	100.79	101.11	101.10	100.78	100.74	100.23	100.83	100.59	100.56	100.37	100.64	100.60	101.13							
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																								
S	3.98	3.99	3.98	3.99	3.98	4.00	3.99	3.99	4.01	4.00	3.99	4.01	4.00	3.99	3.98	4.00	3.99							
Fe	0.99	0.98	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00							
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Sb	2.01	2.00	2.01	1.97	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.97	1.97	1.98	1.99	1.98	1.99							
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Zn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00							
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02							
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00							

Tabela 80. Resultados analíticos para a betierita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 85 (3)							EA 85A (5)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
S	30.08	29.95	29.99	29.74	29.76	29.93	30.04	29.96	29.90	29.84	29.76	29.72	29.79	29.96	29.84	29.91	
Fe	12.88	12.86	12.90	12.87	12.83	12.92	12.86	12.80	12.87	13.11	12.92	13.08	12.99	13.02	13.00	12.98	
Cu	-	0.02	0.01	-	0.01	-	-	0.03	-	-	-	-	-	0.01	0.02	-	
As	-	0.03	0.01	0.04	-	-	-	-	0.05	0.03	-	-	-	-	-	0.03	
Ni	-	0.05	-	-	0.00	0.01	-	0.03	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	
Sb	55.95	56.27	56.35	56.42	56.47	56.44	56.88	56.36	56.81	55.51	55.71	55.17	55.84	55.72	55.73	55.59	
Co	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	-	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	
Zn	0.07	0.04	0.07	0.04	-	0.08	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	0.02	0.07	
Pb	1.00	1.01	1.10	0.99	0.99	0.99	0.78	1.12	1.07	1.09	0.93	0.96	1.00	0.98	0.90	0.91	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0.01	-	-	0.02	0.02	0.06	-	-	-	0.01	-	0.00	0.01	0.03	0.02	-	
Au	-	-	-	0.02	0.02	-	-	-	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	0.02	0.02	-	0.03	0.00	0.01	0.00	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.03	-	
Ge	-	0.00	0.03	0.01	0.03	-	-	0.01	-	-	-	0.03	-	-	-	-	
Se	0.02	-	-	-	-	0.02	0.01	0.02	-	0.00	0.02	-	-	0.01	0.01	-	
In	-	-	-	0.02	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	0.01	
Cd	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	100.06	100.29	100.48	100.24	100.15	100.50	100.60	100.35	100.77	99.66	99.37	99.00	99.67	99.73	99.60	99.53	
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																	
S	4.02	4.00	4.00	3.99	3.99	3.99	4.00	4.00	3.99	4.00	4.00	4.01	4.00	4.01	4.00	4.01	
Fe	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sb	1.97	1.98	1.98	1.99	1.99	1.98	2.00	1.98	2.00	1.96	1.97	1.96	1.97	1.96	1.97	1.96	
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zn	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	0.00	0.00	0.00	
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	

Tabela 81. Resultados analíticos para a bettleria I (cont.).

Amostra	EA 85A (5)					EA 85A (3)							EA 86 (1)				
	Nº Análise	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4
S	29.78	29.84	29.88	29.71	29.70	29.97	29.86	29.93	30.07	29.77	29.84	29.86	29.92	29.97	30.03	29.93	
Fe	13.04	13.04	12.96	13.11	13.00	13.02	13.01	13.03	13.00	12.97	13.15	13.08	12.88	12.94	12.97	12.82	
Cu	-	0.02	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	
As	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	0.00	-	-	-	-	
Ni	0.07	0.03	0.01	0.02	-	0.02	0.01	-	0.03	0.06	-	-	-	0.01	0.00	-	
Sb	55.54	56.63	56.66	56.54	56.11	56.05	56.59	57.03	56.67	56.80	56.68	56.30	56.79	56.62	56.24	56.43	
Co	0.03	0.04	0.02	0.01	0.03	0.07	0.05	0.02	0.05	0.00	0.03	-	0.03	0.06	0.03	0.04	
Zn	-	-	-	-	0.05	0.01	-	0.06	0.15	-	-	0.04	0.07	-	0.09	0.00	
Pb	1.00	0.86	1.06	0.99	1.09	0.96	0.93	0.16	0.79	1.09	0.91	0.89	0.90	0.84	1.02	1.13	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0.04	0.05	-	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	-	-	0.10	-	-	0.04	-	-	
Au	-	-	-	0.04	0.03	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	0.04	-	-	0.02	-	-	-	0.02	0.00	-	0.03	-	-	-	0.05	
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.01	-	-	-	-	
Se	-	-	0.00	-	0.02	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	0.02	-	
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	
Total	99.51	100.53	100.61	100.44	100.09	100.10	100.47	100.22	100.78	100.75	100.69	100.22	100.59	100.50	100.41	100.40	
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																	
S	4.00	3.98	3.99	3.98	3.98	4.00	3.99	3.99	3.99	3.98	3.98	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	
Fe	1.01	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sb	1.96	1.99	1.99	1.99	1.98	1.97	1.99	2.00	1.98	2.00	1.99	1.98	2.00	1.99	1.97	1.99	
Co	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	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	

Tabela 82. Resultados analíticos para a berterita I (cont.).

Amostra		EA86 (1)																			
Nº Análise	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
S	29.82	29.73	29.95	29.92	30.15	30.14	30.06	30.00	30.01	30.15	29.99	30.16	30.25	30.26	28.58	30.31	30.13				
Fe	12.81	12.84	12.99	12.82	13.01	13.01	12.99	12.85	12.99	12.94	12.96	12.93	12.90	13.01	11.31	13.02	12.93				
Cu	0.04	0.01	0.01	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.05	-	-				
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ni	-	0.01	-	-	-	-	0.03	0.02	-	0.06	0.06	0.09	0.01	-	-	-	-				
Sb	56.54	56.54	56.74	56.41	56.97	57.17	56.87	56.74	56.73	56.44	56.30	56.40	56.29	56.72	53.58	55.98	56.75				
Co	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.00	0.03	0.03	0.03				
Zn	-	-	-	-	0.07	-	-	0.18	-	-	0.00	-	-	0.02	-	0.01	0.08				
Pb	1.00	1.01	0.79	1.12	0.44	0.29	0.89	0.94	0.91	0.89	0.77	0.89	0.81	0.72	8.93	0.60	0.98				
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ag	-	-	0.02	-	-	0.03	0.02	-	0.04	0.02	-	-	0.00	-	-	0.03	-				
Au	-	-	0.03	-	-	0.04	-	0.01	-	-	-	0.03	-	0.01	-	0.03	-				
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mn	0.03	-	-	-	0.00	0.04	0.02	0.00	-	0.00	0.03	-	-	0.02	0.03	-	0.05				
Ge	0.01	-	0.00	-	0.01	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.02	-	0.00	0.03				
Se	-	-	-	0.02	0.00	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-				
In	-	-	0.03	-	-	-	-	0.05	-	-	0.02	-	0.02	-	-	0.04	-				
Cd	-	0.01	0.02	-	-	-	-	-	0.04	0.01	-	-	-	-	0.01	-	0.02				
Total	100.28	100.17	100.59	100.33	100.69	100.74	100.89	100.80	100.73	100.51	100.16	100.55	100.31	100.76	102.50	100.05	100.99				
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																					
S	3.99	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00	3.99	4.00	4.00	4.01	4.00	4.01	4.02	4.01	3.95	4.03	4.00				
Fe	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.90	0.99	0.98				
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Sb	1.99	2.00	1.99	1.99	1.99	2.00	1.99	1.99	1.99	1.98	1.98	1.97	1.97	1.98	1.95	1.96	1.98				
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Zn	0.00	0.00	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	0.00	0.01				
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.19	0.01	0.02				
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00				

Tabela 83. Resultados analíticos para a **berthierita** I (cont.).

Amostra		EA 86 (1)										EA 86 (2)							
Nº Análise	22	23	24	25	26	27	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
S	29.98	29.89	30.15	30.13	30.05	30.18	29.91	29.99	30.03	30.06	29.93	30.06	30.07	29.79	29.92	30.09			
Fe	12.96	12.93	12.88	12.95	12.96	13.02	13.01	12.99	12.82	13.05	12.90	12.90	12.92	12.94	12.87	13.05			
Cu	-	-	0.01	-	-	0.02	-	-	-	0.01	0.02	0.03	-	-	-	-			
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ni	0.01	-	0.04	-	0.03	-	0.03	0.03	-	-	0.00	-	0.01	-	-	0.02			
Sb	56.68	56.76	56.45	56.54	56.94	56.37	56.71	56.02	56.35	56.22	56.14	56.25	56.40	56.05	56.72	56.53			
Co	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.06	0.04	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.03	-	-	0.01			
Zn	0.08	-	0.09	0.07	0.08	0.06	0.01	0.03	-	0.02	-	0.03	-	-	-	-			
Pb	0.94	1.05	1.12	1.00	0.61	0.90	0.96	0.94	0.86	0.94	1.10	0.88	0.70	0.99	1.14	0.95			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	0.03	-	-	-	0.01	0.02	-	0.01	-	0.03	0.02	0.03	-	-	0.06	0.02			
Au	-	0.01	-	-	0.01	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.05	-	-	0.02	0.08	-	-			
Ge	-	0.00	0.00	-	0.02	-	-	0.02	-	0.01	0.01	-	0.01	-	-	0.01			
Se	-	-	-	-	0.00	-	0.01	-	0.01	-	-	-	0.02	-	0.01	0.00			
In	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cd	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	100.71	100.71	100.76	100.69	100.74	100.65	100.67	100.06	100.10	100.38	100.14	100.18	100.18	99.84	100.74	100.67			
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																			
S	3.99	3.99	4.01	4.01	3.99	4.01	3.99	4.01	4.01	4.00	4.00	4.01	4.01	4.00	3.99	4.00			
Fe	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.98	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00			
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Sb	1.99	1.99	1.98	1.98	1.99	1.97	1.99	1.97	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.98			
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Zn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02			
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00			
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00			

Tabela 84. Resultados analíticos para a beritéria I (cont.).

Amostra Nº Análise	EA 86 (2)								EA 86 (3)							
	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8
S	29.94	29.92	30.03	30.01	29.80	30.00	30.16	29.87	30.22	30.23	30.00	30.19	30.08	29.98	30.19	30.19
Fe	12.86	12.95	12.97	12.84	12.94	12.94	12.93	13.09	13.03	13.01	13.04	13.01	12.96	12.98	12.97	13.12
Cu	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.03	-	-	0.01	0.02	0.05	0.05	-	0.01	-	-	0.04	0.00	-	0.04	-
Sb	55.90	56.37	56.28	56.33	55.97	55.89	56.09	56.20	56.78	56.66	57.04	56.40	56.98	56.76	56.63	56.54
Co	0.04	0.00	-	0.05	0.02	0.05	0.05	0.03	0.05	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Zn	-	-	0.05	0.04	0.00	0.00	-	0.08	0.04	-	0.06	0.00	-	-	0.01	-
Pb	0.96	1.04	0.92	0.97	0.94	0.96	0.89	1.07	0.58	0.75	0.77	1.12	1.03	0.76	0.75	0.65
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	0.00	0.03	0.02	-	-	-	-	0.01	-	-	0.05	0.01	-	0.01	-	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.02	0.05	-	-	-	-	0.04	-	0.02	0.04	0.01	0.02	-	-	0.04	0.03
Ge	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
In	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-
Cd	-	0.03	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-
Total	99.75	100.39	100.28	100.25	99.70	99.92	100.23	100.37	100.74	100.70	101.00	100.80	101.08	100.52	100.63	100.57
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																
S	4.01	4.00	4.01	4.01	4.00	4.01	4.02	3.99	4.01	4.01	3.98	4.01	4.00	4.00	4.01	4.01
Fe	0.99	0.99	0.99	0.98	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	2.00	1.97	1.99	1.99	1.98	1.98
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	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	0.00
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00

Tabela 85. Resultados analíticos para a bentonita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA86 (3)												EA86 (4)					
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6		
S	30.11	30.11	30.06	30.06	30.05	30.07	30.20	30.02	30.00	30.21	30.11	30.15	29.96	29.94	29.86	30.09			
Fe	12.99	13.03	12.97	13.07	12.97	13.01	12.89	13.07	13.04	12.89	13.13	13.15	12.94	12.99	13.11	13.14			
Cu	-	-	0.03	-	-	-	-	0.00	0.01	-	0.02	0.01	0.04	0.03	-	-			
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ni	-	0.04	-	-	-	0.00	-	-	-	0.01	0.03	0.03	-	0.00	0.01	-			
Sb	56.87	57.19	56.72	56.66	56.75	56.71	56.65	56.60	56.53	56.59	56.68	56.19	56.90	55.84	56.28	56.45			
Co	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.08	0.01	0.05	0.03	0.04	0.04	0.01	0.04	-	0.04			
Zn	0.04	-	-	-	-	-	0.08	0.01	-	-	-	0.05	-	-	-	-			
Pb	0.77	0.61	0.93	0.52	0.82	1.02	1.21	1.03	0.86	0.88	0.39	0.84	1.01	0.85	0.89	0.96			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	0.04	0.02	0.02	-	0.06	-	-	0.00	-	0.05	-	0.00	0.05	0.03	-	0.01			
Au	-	0.01	-	-	-	0.04	-	-	-	0.04	0.03	-	0.03	-	-	0.00			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	-	-	0.02	-	-	0.02	0.03	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-			
Ge	0.03	0.03	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.02	-	0.03	-	0.00	-	0.02			
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.00	0.01	-			
In	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	0.01	-	-	0.02			
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-			
Total	100.90	101.05	100.73	100.32	100.64	100.85	101.06	100.81	100.51	100.72	100.43	100.50	100.95	99.72	100.15	100.73			
Fórmula estrutural calculada com base em 7 ídes																			
S	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	4.01	3.99	4.00	4.01	4.00	4.00	3.99	4.01	3.99	4.00			
Fe	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.98	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00	1.01	1.00			
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Sb	1.99	2.00	1.99	1.99	1.99	1.99	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.97	1.99	1.97	1.98	1.98			
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Zn	0.00	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	0.00	0.00			
Pb	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00			

Tabela 86. Resultados analíticos para a bertierita I (cont.).

Amostra	EA 86 (4)																										EA 86? (1)						EA 86? (2)					
	Nº	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6												
S	30.08	30.10	30.14	30.12	30.07	30.17	30.10	29.96	29.98	30.11	29.90	30.21	30.03	29.98	29.74	29.80	29.80	29.74	29.91	29.96	30.08	29.81	29.97	30.02	29.86													
Fe	13.11	13.12	13.04	13.06	13.11	13.06	13.01	13.13	13.06	13.17	13.03	13.13	13.10	13.12	13.02	12.94	12.86	12.92	12.96	12.99	12.97	12.92	12.95	12.78	12.73													
Cu	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.00	-													
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Ni	-	-	0.04	-	0.04	0.02	-	0.03	0.03	0.03	-	0.00	-	0.03	0.03	-	-	0.07	0.03	0.02	-	-	-	0.07	-													
Sb	55.91	56.00	56.44	56.28	55.76	56.31	56.32	56.31	56.19	56.12	56.20	56.38	56.14	56.32	55.99	56.12	56.47	56.65	56.52	56.60	56.37	56.78	56.82	56.11	56.79													
Co	0.02	0.04	0.02	0.02	-	0.02	0.02	0.02	0.00	0.05	0.02	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.04	0.06	0.01	0.01	-	-	0.05	-	0.03													
Zn	-	0.03	-	-	-	0.06	0.08	0.00	-	-	-	-	0.01	-	-	0.00	0.06	0.06	0.05	-	-	0.03	0.06	0.00	0.06													
Pb	1.06	1.00	0.77	0.82	0.94	1.05	0.78	0.64	0.99	1.04	0.94	1.00	1.11	1.09	0.86	1.07	0.89	0.91	0.90	0.95	0.94	0.87	0.98	0.93	1.02													
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Ag	-	0.02	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	0.03	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-													
Au	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.00													
Bi	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Mn	0.01	-	-	-	0.02	0.00	-	0.04	-	0.04	-	0.01	0.01	-	-	0.06	-	-	-	-	-	0.03	-	0.02	-													
Ge	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.02	-	0.04	-	-	-	-	0.01	-	0.02													
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-													
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-													
Cd	-	-	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.01	-	-	-	-	-	0.07													
Total	100.18	100.30	100.50	100.37	99.94	100.70	100.34	100.13	100.27	100.55	100.10	100.87	100.46	100.63	99.71	100.04	100.18	100.46	100.39	100.55	100.40	100.46	100.92	99.93	100.57													
Fórmula estrutural calculada com base em 7 líes																																						
S	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	3.99	3.99	3.99	3.98	3.99	4.00	4.01	3.99	3.99	4.02	3.99													
Fe	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98														
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Sb	1.96	1.96	1.98	1.97	1.96	1.97	1.97	1.98	1.97	1.96	1.98	1.97	1.97	1.98	1.98	1.98	1.99	2.00	1.99	1.99	1.98	2.00	1.99	1.98	2.00													
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Zn	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02														
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00														
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00													

Tabela 87. Resultados analíticos para a bentierita II.

Amostra		EA 72 (1)															
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
S	30.01	29.99	29.85	29.89	29.85	29.90	29.91	29.89	29.88	29.81	29.92	29.82	29.76	29.82	29.97	29.86	
Fe	13.01	12.84	12.87	12.84	12.87	12.79	12.83	12.89	12.89	12.77	12.97	12.85	12.86	12.91	12.92	12.77	
Cu	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.00	-	-	-	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.02	-	-	-	-	-	-	0.04	-	0.03	-	0.01	-	-	0.03	0.07	
Sb	56.56	56.45	56.78	56.51	56.73	56.56	56.41	56.35	56.82	56.75	56.89	56.79	56.54	56.54	56.83	56.49	
Co	0.03	0.04	0.00	-	0.03	0.03	0.03	0.04	0.01	0.03	0.05	0.02	0.02	-	0.00	0.03	
Zn	0.03	0.08	0.16	0.01	0.00	-	-	0.06	0.03	-	0.07	-	0.05	0.01	-	0.09	
Pb	1.20	1.27	1.14	1.02	0.85	0.96	1.21	1.15	1.08	1.09	0.60	0.99	1.12	1.18	0.86	1.07	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0.04	-	-	-	0.08	0.03	0.04	-	0.01	-	-	0.02	0.03	-	0.03	-	
Au	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	
Mn	-	-	0.00	-	-	0.01	-	-	-	0.04	0.05	-	-	0.00	-	-	
Ge	0.00	0.03	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	0.02	0.03	
Se	-	0.01	-	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	
In	-	-	0.06	-	-	0.01	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	
Cd	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	0.05	-	0.01	-	-	-	-	-	
Total	100.91	100.71	100.86	100.31	100.40	100.32	100.43	100.47	100.77	100.52	100.57	100.50	100.41	100.47	100.70	100.42	
Fórmula estrutural calculada com base em 7 íons																	
S	3.99	4.00	3.98	4.00	3.99	4.00	4.00	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	
Fe	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Sb	1.98	1.98	2.00	1.99	2.00	1.99	1.99	1.98	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	1.99	1.99	1.99	
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Pb	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	

Tabela 88. Resultados analíticos para a **berterita II** (cont.).

Amostra	EA 72 (1)										EA 72 (2)									
	Nº Análise	17	18	19	20	21	22	23	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
S	29.90	29.77	29.86	29.83	29.85	29.88	29.98	29.95	30.09	30.02	29.97	29.90	29.85	29.94	30.01	29.99	30.00			
Fe	12.91	12.82	12.96	12.83	12.74	12.88	12.93	13.02	13.04	13.15	13.06	12.99	13.04	13.03	13.04	13.03	12.96			
Cu	0.02	-	0.04	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	0.03	-	-	0.01		
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ni	-	-	0.03	0.01	0.02	-	0.00	0.01	0.00	0.05	0.04	0.03	0.02	-	-	0.05	0.06	-		
Sb	56.87	56.41	56.28	56.68	56.92	56.66	56.48	56.60	57.08	56.66	56.71	56.47	56.55	56.67	56.61	56.10	56.13	-		
Co	0.05	-	-	-	-	0.05	0.06	0.04	0.06	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.07	-	-	0.05		
Zn	0.03	0.07	-	-	-	-	-	-	0.06	-	0.01	-	-	-	-	0.11	-	-	0.02	
Pb	1.10	1.05	1.15	1.23	1.19	1.13	0.96	0.92	0.60	0.67	0.79	0.83	0.92	0.89	0.81	0.97	1.02	-		
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ag	0.01	-	-	-	0.02	-	0.03	-	-	-	-	0.06	-	0.06	0.06	0.03	0.07	-		
Au	0.00	-	0.01	0.03	0.03	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-		
Bi	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-		
Mn	-	-	-	-	-	0.02	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-		
Ge	0.01	-	-	-	-	0.04	0.02	-	0.00	-	-	0.04	-	-	0.01	-	-	0.01		
Se	-	0.01	0.02	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	0.01		
In	0.01	0.03	-	-	0.04	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-		
Cd	0.01	0.08	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	0.05	0.02	-	0.05	-	-	-	-		
Total	100.92	100.24	100.35	100.67	100.78	100.68	100.48	100.53	101.00	100.56	100.66	100.34	100.48	100.71	100.77	100.18	100.26			
Formula estrutural calculada com base em 7 ions																				
S	3.98	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	4.00	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	4.00	4.00			
Fe	0.99	0.99	1.00	0.99	0.98	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99		
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Sb	2.00	1.99	1.98	2.00	2.00	1.99	1.98	1.99	1.99	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99	1.98	1.97	1.97			
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		
Pb	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00			

Tabela 89. Resultados analíticos para a berterita II (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 72 (2)								EA 72A (4)							
		11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8
S	30.01	29.85	29.76	29.99	30.04	29.98	29.96	29.83	30.06	30.08	29.99	29.90	29.97	29.87	30.05	29.93	
Fe	12.97	12.93	12.97	13.15	13.00	12.97	13.00	12.99	13.21	13.11	12.94	13.12	12.94	13.03	13.03	13.11	
Cu	-	-	-	-	-	0.01	-	0.00	-	0.01	-	-	-	-	-	-	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.04	0.03	-	0.03	0.02	0.04	-	0.02	-	0.03	-	0.01	0.03	0.04	-	0.03	
Sb	56.33	56.63	56.53	56.32	56.65	56.20	56.67	56.73	55.91	56.22	56.17	56.25	55.97	56.11	56.61	56.41	
Co	0.03	0.01	0.03	-	0.02	0.04	0.02	0.07	0.05	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.08	0.02	
Zn	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	0.03	0.02	-	0.05	0.03	0.00	0.03	
Pb	0.95	0.57	0.76	0.77	0.60	0.97	0.96	1.10	1.03	0.95	1.04	0.97	0.95	1.21	0.96	1.00	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0.03	-	-	0.01	0.01	0.03	-	0.04	0.04	-	0.02	0.05	0.01	0.05	0.02	0.05	
Au	-	-	-	-	-	-	0.03	0.04	-	-	-	0.00	-	-	0.04	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	0.02	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.01	-	0.01	
Ge	-	-	0.00	-	-	0.05	-	0.01	-	0.01	0.03	-	-	-	-	-	
Se	-	0.00	-	-	0.00	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.00	
In	-	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	
Cd	-	-	0.01	-	-	-	0.04	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	
Total	100.36	100.02	100.06	100.29	100.34	100.33	100.68	100.81	100.30	100.52	100.22	100.30	99.96	100.39	100.79	100.59	
Fórmula estrutural calculada com base em 7 íons																	
S	4.00	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	3.99	3.98	4.00	4.00	4.01	3.99	4.01	3.99	4.00	3.99	
Fe	0.99	0.99	1.00	1.01	0.99	0.99	0.99	0.99	1.01	1.00	0.99	1.01	0.99	1.00	0.99	1.00	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sb	1.98	2.00	2.00	1.98	1.99	1.97	1.99	1.99	1.96	1.97	1.98	1.98	1.97	1.97	1.98	1.98	
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Pb	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	

Tabela 90. Resultados analíticos para a berterita II (cont.).

Amostra	EA 72A (4)						EA 72A (5)						EA 74 (1)					
	Nº Análise	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	
S	30.01	30.03	29.93	29.98	30.03	29.89	29.94	30.11	29.95	29.95	30.10	30.09	30.10	30.02	30.10	29.95		
Fe	12.98	13.09	13.03	12.93	13.10	12.98	13.10	13.11	13.04	13.05	12.88	13.01	13.06	13.06	13.10	13.02		
Cu	-	-	-	-	0.01	-	0.02	0.03	-	0.01	-	-	0.05	-	-	-		
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ni	-	0.01	-	-	0.03	-	-	0.01	-	-	0.00	0.05	0.06	0.01	-	-		
Sb	56.38	56.27	56.89	56.36	56.85	56.75	56.70	56.44	57.02	56.40	56.24	56.53	57.07	56.79	57.23	56.65		
Co	0.03	-	0.02	0.02	0.00	0.06	0.03	0.00	0.04	0.01	-	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04		
Zn	-	0.04	0.06	0.02	-	-	0.06	0.06	0.10	-	0.02	0.02	0.08	-	-	-		
Pb	1.11	1.08	0.95	1.17	0.88	1.06	0.91	0.80	0.43	0.97	0.94	1.01	0.84	0.70	0.84	0.92		
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ag	0.00	0.08	0.04	-	-	-	0.04	0.01	-	-	0.01	0.00	0.04	0.02	-	0.01		
Au	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00		
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-		
Mn	0.03	-	-	-	-	-	0.03	-	-	0.04	-	0.07	-	0.01	-	0.01		
Ge	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.00	0.04	0.02		
Se	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-		
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cd	0.01	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00		
Total	100.55	100.63	100.93	100.52	100.95	100.74	100.83	100.60	100.59	100.42	100.19	100.82	101.32	100.64	101.35	100.62		
Fórmula estrutural calculada com base em 7 íons																		
S	4.00	4.00	3.98	4.00	3.99	3.99	3.98	4.00	3.99	3.99	4.02	4.00	3.98	3.99	3.99	3.99		
Fe	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00		
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Sb	1.98	1.97	1.99	1.98	1.99	1.99	1.99	1.97	2.00	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	2.00	1.99		
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Zn	0.00	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		
Pb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02		
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00		

Tabela 91. Resultados analíticos para a **berterita II** (cont.).

Amostra		EA 74 (1)										EA 74 (2)					EA 74				
Nº Análise	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5			
S	30.00	29.94	29.96	30.03	30.04	29.96	29.98	29.83	29.97	29.98	29.89	29.91	29.91	29.63	29.51	29.64	29.57	29.61			
Fe	13.12	13.10	13.01	13.00	13.04	12.97	13.01	13.02	12.92	12.96	12.96	13.09	13.03	13.06	13.14	12.99	13.12	12.92			
Cu	-	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-	0.01	-	0.03	-	-	-	0.03			
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ni	0.06	-	-	0.06	0.05	0.06	-	-	0.01	0.02	-	0.04	0.04	-	-	0.03	0.02	-			
Sb	56.77	56.82	56.36	56.46	56.42	56.44	56.77	56.47	56.61	56.36	56.52	56.49	56.78	56.71	57.07	56.48	56.10	56.94			
Co	0.05	0.03	0.01	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02	-	-	0.05	-	0.03	0.03			
Zn	-	0.02	0.01	-	-	0.03	0.14	-	-	0.14	0.01	0.03	-	0.03	-	0.03	0.05	-			
Pb	0.56	1.11	0.97	0.91	0.98	0.86	0.82	0.93	0.80	0.87	0.90	0.92	0.85	0.63	0.78	0.86	0.91	1.10			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	0.01	0.04	-	0.03	0.02	0.02	0.07	0.03	0.02	-	-	-	0.03	-	-	-	-	0.00			
Au	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.03	-	0.03	-	0.03	-	-	-	-	-			
Ge	0.00	-	-	-	-	-	0.02	0.04	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	0.00			
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
In	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-			
Cd	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01			
Total	100.57	101.06	100.32	100.53	100.60	100.39	100.85	100.35	100.41	100.38	100.32	100.53	100.70	100.10	100.54	100.03	99.79	100.63			
Fórmula estrutural calculada com base em 7 íons																					
S	3.99	3.98	4.00	4.00	4.00	4.00	3.99	3.99	4.00	4.00	3.99	3.99	3.98	3.97	3.96	3.98	3.97	3.97			
Fe	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	0.99			
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Sb	1.99	1.99	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.98	1.99	1.98	1.99	2.00	2.01	2.00	1.99	2.01			
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Pb	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02			
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Total	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00			

Tabela 92. Resultados analíticos para a jamesonita I.

Amostra		EA 86 (1)							EA 86N (9)		EA 100a (1)				EA 100a (2)		
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	1	2	1	2	3	4	1	2	3	
S	22.19	22.21	22.09	21.72	21.57	21.61	21.71	21.98	22.01	21.50	21.70	21.74	21.51	21.31	21.28	21.29	
Fe	2.91	3.05	3.06	2.86	2.87	2.77	2.62	4.06	4.02	2.74	2.70	2.70	2.71	2.74	2.76	2.64	
Cu	-	0.04	0.05	0.03	0.07	-	-	0.00	0.01	0.07	0.05	-	0.05	0.03	0.02	-	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0.01	0.02	-	-	-	0.05	-	0.01	-	0.03	0.05	-	-	-	0.01	0.04	
Sb	34.87	34.97	34.75	34.80	34.59	35.60	38.46	35.55	35.28	35.36	35.19	35.07	35.35	35.02	34.99	35.25	
Co	0.01	-	0.03	-	-	0.01	-	0.01	0.00	-	0.01	0.02	0.03	-	-	-	
Zn	0.04	-	0.07	0.01	-	-	-	-	0.06	0.07	0.08	0.06	-	0.03	-	-	
Pb	39.83	39.89	39.17	39.67	39.41	40.26	39.95	40.74	41.02	39.94	40.72	40.81	40.93	40.48	39.82	40.51	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	0.01	0.00	-	-	0.01	0.03	-	-	0.03	-	0.01	-	0.03	0.03	-	0.02	
Ge	-	-	-	0.00	0.01	0.01	-	0.05	-	-	0.03	-	0.01	-	-	0.01	
Se	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	-	0.01	0.02	0.05	0.11	0.13	0.13	0.11	0.12	0.12	0.09	
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.01	
Cd	-	-	0.01	0.01	0.02	-	0.01	0.06	0.07	0.05	0.02	0.06	0.06	0.01	-	-	
Total	99.91	100.19	99.25	99.12	98.57	100.35	102.77	102.47	102.53	99.86	100.67	100.59	100.78	99.78	98.99	99.87	
Fórmula estrutural calculada com base em 25 ions																	
S	14.13	14.10	14.11	14.03	14.01	13.90	13.73	13.73	13.74	13.89	13.92	13.95	13.85	13.85	13.89	13.85	
Fe	1.07	1.11	1.12	1.06	1.07	1.02	0.95	1.46	1.44	1.01	0.99	0.99	1.00	1.02	1.03	0.98	
Cu	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
Sb	5.85	5.85	5.85	5.92	5.92	6.03	6.41	5.85	5.80	6.01	5.94	5.93	5.99	5.99	6.02	6.04	
Co	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	
Pb	3.93	3.92	3.87	3.97	3.96	4.01	3.91	3.94	3.96	3.99	4.04	4.05	4.08	4.07	4.02	4.08	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	

Tabela 93. Resultados analíticos para a jamesonita I (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 100a (2)										EA 100a (3)				
		4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5		
S	21.49	21.52	21.48	21.57	21.34	21.43	21.51	21.46	21.23	21.45	21.34	21.20	21.14			
Fe	2.70	2.76	2.71	2.74	2.69	2.75	2.66	2.77	2.69	2.71	2.75	2.71	2.75			
Cu	-	-	-	-	-	-	0.02	0.05	-	0.09	0.02	0.04	0.01			
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ni	0.04	0.05	-	0.02	-	0.01	0.03	-	-	0.03	-	0.02	-			
Sb	34.69	35.10	35.08	35.26	35.17	35.20	34.82	35.23	35.08	35.52	35.46	35.51	35.19			
Co	-	-	0.03	0.00	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	-	-	-	0.00			
Zn	-	0.05	0.03	0.01	0.02	-	-	0.03	-	0.07	0.09	-	0.10			
Pb	40.63	40.56	40.95	40.23	40.82	41.07	39.97	40.15	40.22	40.13	40.53	39.74	40.57			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn	-	0.04	-	0.03	-	-	0.02	-	0.04	-	-	0.02	-			
Ge	-	-	-	-	0.02	0.03	0.02	-	-	-	-	0.02	0.01			
Se	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.12	0.10	0.12	0.08	0.10	0.10			
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cd	0.07	-	0.02	-	0.01	-	0.06	-	-	-	-	-	0.03			
Total	99.71	100.18	100.41	99.95	100.17	100.61	99.23	99.83	99.37	100.11	100.26	99.36	99.88			
Fórmula estrutural calculada com base em 25 íons																
S	13.94	13.89	13.88	13.93	13.84	13.84	13.96	13.88	13.85	13.85	13.82	13.82	13.78			
Fe	1.00	1.02	1.00	1.01	1.00	1.02	0.99	1.03	1.01	1.00	1.02	1.01	1.03			
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00			
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ni	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00			
Sb	5.93	5.96	5.97	6.00	6.01	5.99	5.95	6.00	6.03	6.04	6.05	6.10	6.04			
Co	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00			
Zn	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	0.03			
Pb	4.08	4.05	4.09	4.02	4.10	4.11	4.02	4.02	4.06	4.01	4.06	4.01	4.09			
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mn	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00			
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00			
Se	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03			
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cd	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01			
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00			

Tabela 94. Resultados analíticos para a jamesonita II.

Amostra		EA 72 (1)															
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
S	21.83	21.85	21.79	21.81	21.87	21.77	21.86	21.77	21.85	21.89	21.90	21.89	21.83	21.94	21.77	21.83	
Fe	2.67	2.76	2.75	2.76	2.78	2.71	2.79	2.73	2.72	2.75	2.67	2.74	2.77	2.71	2.76	2.73	
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	
Ni	0.01	-	0.02	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	0.00	0.02	0.03	-	-	
Sb	35.85	35.49	35.67	35.80	35.65	35.35	35.72	35.94	35.42	35.43	35.60	35.73	35.93	35.92	35.93	35.68	
Co	-	0.03	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	0.00	0.03	0.01	-	-	0.01	
Zn	-	-	0.04	-	0.00	0.04	0.09	0.07	-	0.02	0.07	0.13	0.13	-	-	0.03	
Pb	38.50	38.88	38.37	38.70	38.32	38.70	38.48	38.83	39.10	38.40	38.42	38.86	38.09	39.18	38.11	38.73	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	0.07	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04	0.00	-	
Ge	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.00	0.02	0.02	0.01	-	-	-	-	
Se	0.00	-	0.00	-	0.03	-	-	0.01	0.00	-	0.02	-	0.04	-	-	0.01	
In	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cd	-	-	-	0.03	0.01	0.06	-	-	0.03	-	0.02	-	0.04	0.06	-	-	
Total	98.86	99.08	98.66	99.09	98.69	98.63	98.99	99.36	99.11	98.54	98.72	99.26	98.87	99.88	98.57	99.01	
Fórmula estrutural calculada com base em 25 íons																	
S	14.08	14.06	14.06	14.04	14.09	14.08	14.05	14.01	14.08	14.11	14.11	14.06	14.03	14.03	14.06	14.06	
Fe	0.99	1.02	1.02	1.02	1.03	1.01	1.03	1.01	1.00	1.02	0.99	1.01	1.02	1.00	1.02	1.01	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	
Sb	6.09	6.01	6.06	6.07	6.05	6.02	6.05	6.09	6.01	6.02	6.04	6.05	6.08	6.05	6.11	6.05	
Co	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	
Pb	3.84	3.87	3.83	3.86	3.82	3.87	3.83	3.87	3.90	3.83	3.83	3.86	3.79	3.88	3.81	3.86	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	
Ge	0.00	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	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	

Tabela 95. Resultados analíticos para a jamesonita II (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 72 (1)								EA 72 (2)								EA 72 (2)			
		17	18	19	20	21	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4			
S	21.93	21.78	21.79	21.85	21.81	21.80	21.82	21.95	21.75	21.83	21.81	21.82	21.82	21.72	21.86	21.80	21.83				
Fe	2.76	2.74	2.74	2.75	2.78	2.86	2.95	2.77	2.93	3.26	2.79	2.81	2.90	2.79	2.71	2.72	2.80				
Cu	0.01	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	0.02	-	0.01	0.05				
As	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-				
Ni	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.02	-	-	0.03	-	-	-	0.05	0.04				
Sb	35.78	35.79	35.57	35.62	35.59	35.22	35.20	35.59	35.60	35.24	35.28	35.46	35.33	34.89	34.81	34.58	34.70				
Co	0.01	0.06	-	-	0.01	-	-	0.04	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0.02				
Zn	-	-	-	0.02	-	-	0.04	-	-	0.01	0.04	-	0.11	0.09	0.06	-	-				
Pb	38.43	38.59	38.64	38.30	37.89	39.49	39.80	39.51	40.25	39.86	40.90	40.29	40.19	40.09	40.30	39.85	39.88				
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Mn	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	0.00				
Ge	0.00	0.02	-	0.02	-	-	-	0.01	0.02	0.01	-	0.01	-	0.03	0.06	0.05	-				
Se	0.01	0.04	-	-	0.01	0.01	0.02	0.01	-	0.01	0.02	-	-	0.02	0.00	-	0.01				
In	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Cd	0.01	0.01	0.01	-	0.00	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	-	-	-	0.01	0.00	0.01				
Total	98.93	99.03	98.79	98.56	98.10	99.46	99.87	99.88	100.57	100.35	100.86	100.43	100.36	99.64	99.80	99.05	99.33				
Fórmula estrutural calculada com base em 25 ions																					
S	14.09	14.03	14.06	14.10	14.11	14.03	13.99	14.05	13.92	13.91	13.96	13.97	13.96	14.00	14.06	14.09	14.06				
Fe	1.02	1.01	1.02	1.02	1.03	1.06	1.09	1.02	1.08	1.19	1.02	1.03	1.07	1.03	1.00	1.01	1.04				
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01				
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01				
Sb	6.06	6.07	6.05	6.05	6.06	5.97	5.95	6.00	6.00	5.91	5.95	5.98	5.96	5.92	5.90	5.89	5.89				
Co	0.00	0.02	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	0.00	0.01				
Zn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00				
Pb	3.82	3.85	3.86	3.82	3.79	3.93	3.95	3.91	3.99	3.93	4.05	3.99	3.98	4.00	4.01	3.99	3.98				
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00				
Se	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Cd	0.00	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	0.00	0.00				
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00				

Tabela 96. Resultados analíticos para a jamesonita II (cont.).

Amostra	Nº Análise	EA 72 (2)								EA 72a (1)								EA 72a (2)				
		5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5					
S	20.85	21.80	21.80	21.31	21.84	21.93	22.15	22.01	21.92	21.86	21.80	21.75	21.72	21.67	21.81	21.80						
Fe	2.64	2.73	2.73	2.69	2.77	2.75	2.81	2.79	2.76	2.74	2.75	2.68	2.82	2.80	2.81	2.78						
Cu	-	-	-	0.02	-	0.00	-	-	-	0.02	0.02	-	-	0.02	-	-						
As	-	0.05	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ni	-	-	0.04	-	0.03	-	-	-	-	0.04	-	-	0.04	0.05	-	0.01						
Sb	33.86	34.52	34.83	34.45	35.34	35.55	35.73	35.44	35.88	35.37	35.27	35.77	35.93	35.41	35.41	35.65						
Co	-	-	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	-	-	-	0.03	0.01	-	-	0.03	0.03						
Zn	-	-	0.04	0.03	-	0.01	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.02	0.05						
Pb	38.73	39.68	40.04	39.02	39.57	39.90	39.70	40.57	40.04	40.25	40.61	40.28	40.26	40.99	40.00	40.62						
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mn	0.01	-	-	-	0.05	0.03	0.00	-	0.03	-	-	0.04	-	0.05	0.03	-						
Ge	-	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-	0.01	-	0.01	0.02	-	0.00	-						
Se	0.01	-	0.03	0.02	-	0.02	-	-	0.02	0.00	-	-	0.01	-	0.02	0.01						
In	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.00	-	0.01	-	-	-	-						
Cd	-	0.00	-	0.02	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-						
Total	96.10	98.78	99.53	97.57	99.64	100.23	100.45	100.81	100.69	100.30	100.48	100.54	100.79	100.97	100.19	100.95						
Fórmula estrutural calculada com base em 25 ions																						
S	13.98	14.11	14.04	14.02	14.03	14.02	14.07	14.03	13.98	14.01	13.98	13.95	13.90	13.89	13.98	13.93						
Fe	1.02	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	0.99	1.04	1.03	1.03	1.02						
Cu	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00						
As	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Ni	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00						
Sb	5.98	5.89	5.91	5.97	5.98	5.99	5.98	5.95	6.03	5.97	5.96	6.04	6.06	5.98	5.98	6.00						
Co	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01						
Zn	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02						
Pb	4.02	3.98	3.99	3.97	3.93	3.95	3.90	4.00	3.95	3.99	4.03	4.00	3.99	4.07	3.97	4.02						
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00						
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00						
Se	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
In	0.00	0.00	0.00	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						
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00						
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00						

Tabela 97. Resultados analíticos para a jamesonita II (cont.).

Amostra		EA72a(2)																				
Nº Análise		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
S	21.85	21.53	21.84	21.85	21.78	21.78	21.74	21.84	21.81	21.88	21.92	21.85	21.76	21.83	21.73	21.82						
Fe	2.78	2.72	2.75	2.76	2.78	2.74	2.78	2.87	2.78	2.74	2.76	2.78	2.74	2.75	2.78	2.76						
Cu	-	-	0.03	-	0.00	-	0.07	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.00						
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ni	-	0.04	-	-	0.06	0.00	-	0.06	-	0.01	0.01	-	-	0.04	-	-						
Sb	35.60	35.25	35.77	35.28	35.81	35.62	35.54	35.67	35.49	35.38	35.53	35.48	35.85	35.21	35.50	35.49						
Co	-	0.02	0.02	0.03	0.02	-	0.02	-	0.02	0.00	0.02	-	0.02	0.00	-	-						
Zn	-	0.06	-	-	0.04	0.02	0.14	-	-	-	-	-	0.09	-	-	0.02						
Pb	39.85	40.47	40.43	39.83	40.74	39.80	40.21	40.21	40.61	40.49	40.33	40.15	40.22	40.81	39.86	39.96						
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-						
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mn	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.04	0.10	0.03	-	-	-	-	0.00						
Ge	0.03	0.03	0.01	0.00	0.02	-	-	0.05	-	-	-	-	-	0.03	0.02	-						
Se	-	0.03	0.02	0.05	0.00	-	-	0.04	0.04	0.00	0.01	-	-	0.04	0.02	0.02						
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.03	-						
Cd	0.02	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	0.07	0.05	0.02						
Total	100.15	100.13	100.86	99.81	101.25	99.96	100.51	100.76	100.79	100.63	100.64	100.28	100.72	100.78	100.01	100.08						
Fórmula estrutural calculada com base em 25 Ions																						
S	14.00	13.90	13.95	14.03	13.90	14.00	13.92	13.93	13.95	13.99	13.99	14.00	13.93	13.97	13.97	14.00						
Fe	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.02	1.05	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02						
Cu	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00						
Ni	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00						
Sb	6.01	5.99	6.02	5.97	6.02	6.03	5.99	5.99	5.98	5.96	5.98	5.99	6.04	5.93	6.01	6.00						
Co	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00						
Zn	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01						
Pb	3.95	4.04	4.00	3.96	4.02	3.96	3.99	3.97	4.02	4.01	3.99	3.98	3.98	4.04	3.97	3.97						
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Ge	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00						
Se	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00						
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00						
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00						

Tabela 98. Resultados analíticos para a Jamesonita II (cont.).

Amostra Nº Analise	EA 72a (2)										EA 72a (3)										EA 74 (2)										EA 74 (2)										EA 74 (2)									
	22	23	24	25	27	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5																								
S	21.89	21.79	21.87	21.87	21.71	21.72	21.76	21.87	21.88	21.90	21.72	21.92	21.72	21.82	21.71	21.78	21.81	21.71	21.83	21.66	21.42	21.76	21.91	21.87	21.76	21.85																								
Fe	2.78	2.84	2.88	2.70	2.75	2.75	2.76	2.75	2.76	2.77	2.77	2.79	2.74	2.76	2.68	2.68	2.64	2.63	2.65	2.71	3.00	2.71	2.80	2.77	2.69	2.81																								
Cu	0.01	0.03	-	-	0.02	0.02	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.03	-	0.04	0.01	-	0.18	-	0.01	0.04	-	-																								
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Sb	35.74	35.79	35.57	36.18	35.54	35.69	35.69	35.66	35.86	35.41	35.73	35.61	35.40	35.77	35.07	35.65	35.81	35.63	35.70	35.92	36.79	35.44	35.42	35.11	35.74	35.32																								
Co	-	0.03	-	-	-	0.01	-	-	0.01	0.02	-	0.11	-	0.03	0.04	-	0.04	0.00	0.06	-	0.04	-	0.01	0.02	-	0.02																								
Zn	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.29	0.08	0.00	0.04	0.06	-																								
Pb	39.99	39.94	39.86	40.20	40.03	39.89	40.06	39.56	39.79	39.54	40.01	39.51	39.28	39.39	39.21	40.18	39.81	40.08	40.28	40.44	35.87	40.90	40.60	40.48	40.65	40.23																								
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Mn	-	-	-	-	0.08	-	0.00	-	0.08	-	-	-	-	0.04	-	0.01	0.00	-	-	-	0.01	0.00	0.00	-	0.00	-																								
Ge	-	0.00	0.01	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.01	0.00	-	0.00	-	0.01	0.02	-	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.05	-	0.00																								
Se	0.01	0.00	-	0.02	-	0.03	0.02	0.04	0.00	0.02	-	0.02	0.03	0.02	-	0.00	0.02	0.04	-	-	-	0.02	0.00	0.00	-	0.05																								
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																								
Cd	-	-	-	-	-	-	0.01	0.03	0.07	-	-	0.04	-	0.03	-	0.05	-	-	0.00	-	0.04	-	0.02	0.01	0.02	0.04																								
Total	100.42	100.45	100.19	100.97	100.14	100.14	100.31	99.92	100.47	99.66	100.24	100.00	99.20	99.86	98.75	100.45	100.27	100.12	100.54	100.75	100.52	100.96	100.78	100.39	101.03	100.30																								
Fórmula estrutural calculada com base em 25 ions																																																		
S	14.00	13.94	13.99	13.95	13.95	13.95	13.96	14.02	13.97	14.06	13.95	14.02	14.02	14.00	14.06	13.96	13.98	13.98	13.99	13.90	13.31	13.93	13.99	14.00	13.92	14.00																								
Fe	1.02	1.04	1.06	0.99	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.00	0.99	0.97	0.97	1.00	1.07	1.00	1.02	1.02	1.02	0.99	1.03																								
Cu	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00																									
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.01	0.01	0.01																									
Sb	6.02	6.03	5.99	6.08	6.01	6.04	6.03	6.02	6.03	5.99	6.04	6.00	6.02	6.04	5.98	6.02	6.04	6.04	6.02	6.07	6.02	5.97	5.96	5.92	6.02	5.86																								
Co	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01																									
Zn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.09	0.02	0.00	0.01	0.02																									
Pb	3.96	3.95	3.95	3.97	3.98	3.97	3.98	3.92	3.93	3.93	3.98	3.91	3.92	3.91	3.93	3.99	3.95	3.99	3.99	4.02	3.45	4.05	4.01	4.01	4.02	3.99																								
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																									
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00																									
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00																									
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00																									
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01																									
Total	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00																								

Tabela 99. Resultados analíticos para a ulmanita I.

Referência	EA 75 (1)					EA 86 (4)				EA 86a (2)									
Nº Análise	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
S	15.34	15.24	14.54	15.15	15.24	15.69	15.31	15.28	15.29	15.23	15.40	15.34	15.00	15.00	15.12	15.10			
Fe	0.31	0.11	0.19	0.07	0.28	0.17	0.06	0.02	0.05	0.29	0.04	0.08	0.00	0.05	0.04	0.05			
Cu	0.05	0.04	0.03	-	0.03	0.07	0.02	-	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.04			
As	0.07	0.11	0.26	0.09	0.05	-	0.36	0.16	0.19	0.27	0.29	0.45	0.61	0.57	0.47	0.53			
Ni	27.08	26.86	27.29	26.41	27.32	27.04	28.07	27.69	27.82	27.42	27.72	27.99	27.06	27.39	27.27	27.05			
Sb	57.73	57.55	57.39	57.91	57.68	56.84	57.38	56.91	57.26	56.88	56.94	56.78	56.34	57.26	57.40	56.85			
Co	0.30	0.34	0.22	0.69	0.29	-	0.02	-	-	0.01	-	-	-	0.00	-	-			
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pb	-	0.05	0.04	0.26	0.10	-	0.09	-	0.10	0.09	-	-	-	0.02	0.05	0.05			
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ag	-	-	0.04	0.02	-	0.05	0.03	-	-	-	0.03	0.01	0.03	-	0.01	-			
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-			
Bi	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	0.02			
Mn	0.01	-	0.03	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.02	-	0.00	0.05	-	0.01			
Ge	-	0.03	0.03	-	-	-	-	0.02	0.02	-	0.01	-	0.04	-	0.02	-			
Se	-	-	0.02	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-			
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.01	0.00			
Cd	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.05			
Total	100.90	100.32	100.10	100.60	100.98	99.88	101.33	100.08	100.81	100.27	100.48	100.77	99.13	100.41	100.46	99.67			
Fórmula estrutural calculada com base em 3 Ions																			
S	1.01	1.01	0.97	1.00	1.00	1.03	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00			
Fe	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
As	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02			
Ni	0.97	0.97	0.99	0.95	0.98	0.97	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98			
Sb	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00			
Co	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Total	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00			

Tabela 99. Resultados analíticos para a ulmanita I.

Referência	EA 75 (1)										EA 86 (4)				EA 86a (2)					
	Nº Análise	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
S	15.34	15.24	14.54	15.15	15.24	15.69	15.31	15.28	15.29	15.23	15.40	15.34	15.00	15.00	15.12	15.10				
Fe	0.31	0.11	0.19	0.07	0.28	0.17	0.06	0.02	0.05	0.29	0.04	0.08	0.00	0.05	0.04	0.05				
Cu	0.05	0.04	0.03	-	0.03	0.07	0.02	-	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04					
As	0.07	0.11	0.26	0.09	0.05	-	0.36	0.16	0.19	0.27	0.29	0.45	0.61	0.57	0.47	0.53				
Ni	27.08	26.86	27.29	26.41	27.32	27.04	28.07	27.69	27.82	27.42	27.72	27.99	27.06	27.39	27.27	27.05				
Sb	57.73	57.55	57.39	57.91	57.68	56.84	57.38	56.91	57.26	56.88	56.94	56.78	56.34	57.26	57.40	56.85				
Co	0.30	0.34	0.22	0.69	0.29	-	0.02	-	-	0.01	-	-	-	0.00	-	-				
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Pb	-	0.05	0.04	0.26	0.10	-	0.09	-	0.10	0.09	-	-	-	0.02	0.05	0.05				
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ag	-	-	0.04	0.02	-	0.05	0.03	-	-	-	0.03	0.01	0.03	-	0.01	-				
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-				
Bi	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	0.02				
Mn	0.01	-	0.03	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.02	-	0.00	0.05	-	0.01				
Ge	-	0.03	0.03	-	-	-	-	0.02	0.02	-	0.01	-	0.04	-	0.02	-				
Se	-	-	0.02	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-				
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.01	0.00				
Cd	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.05	-				
Total	100.90	100.32	100.10	100.60	100.98	99.88	101.33	100.08	100.81	100.27	100.48	100.77	99.13	100.41	100.46	99.67				
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																				
S	1.01	1.01	0.97	1.00	1.00	1.03	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00				
Fe	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
As	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02				
Ni	0.97	0.97	0.99	0.95	0.98	0.97	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98				
Sb	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00				
Co	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Total	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00				

Tabela 101. Resultados analíticos para a ulmanta II.

Amostra EA 72 (1)		EA 72 (1)																				EA 74 (2)		
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	
S	15.05	15.05	15.03	15.13	15.19	15.08	15.15	15.10	15.00	15.11	15.13	15.12	15.12	15.09	15.00	15.12	15.21	15.08	15.14	15.17	15.33	15.20	15.30	
Fe	0.18	0.14	0.11	0.13	0.10	0.11	0.12	0.12	0.09	0.15	0.13	0.11	0.11	0.16	0.07	0.10	0.14	0.11	0.10	0.16	0.27	0.22	0.17	
Cu	-	0.01	-	0.02	0.05	-	0.05	0.06	0.05	0.01	0.01	0.02	-	0.04	-	-	0.00	0.01	-	0.06	0.14	0.05	0.08	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	25.80	26.31	26.72	25.43	26.17	25.66	26.06	26.16	26.08	26.02	25.31	26.44	26.30	25.64	26.34	26.71	26.55	26.18	26.12	26.38	27.79	27.58	27.72	
Sb	58.57	57.72	57.56	58.19	57.71	57.78	58.01	57.73	57.48	58.15	57.72	57.72	57.76	58.28	57.28	57.90	57.64	57.69	58.07	58.09	58.01	57.93	58.08	
Co	1.27	1.18	0.59	1.95	1.11	1.31	1.15	0.81	1.00	1.06	1.58	0.80	1.26	1.44	1.16	0.75	1.29	1.19	0.96	0.80	0.08	0.06	0.03	
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	-	-	0.05	0.03	-	0.07	0.02	-	0.13	-	0.07	-	-	-	0.06	-	0.05	-	0.11	-	0.07	0.03	0.00	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0.01	0.02	-	-	-	0.02	-	-	0.03	-	0.00	0.01	-	0.04	-	-	0.04	0.02	0.01	-	-	0.00	-	
Au	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mn	-	0.02	-	0.01	0.00	-	-	0.01	0.03	0.00	-	-	0.02	-	0.01	-	0.00	0.04	-	-	0.04	-	0.01	
Ge	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.02	-	-	0.00	-	0.02	0.00	-	0.02	-	0.05	-	-	-	0.03	
Se	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	
In	-	-	0.02	-	-	-	0.03	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.01	-	-	-	
Cd	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.05	-	
Total	100.89	100.45	100.06	100.88	100.34	100.02	100.58	100.00	99.94	100.51	99.98	100.22	100.61	100.70	99.92	100.58	100.93	100.35	100.58	100.67	101.74	101.12	101.41	
Fórmula estrutural calculada com base em 3 íons																								
S	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ni	0.93	0.95	0.97	0.92	0.95	0.93	0.94	0.95	0.95	0.94	0.92	0.96	0.95	0.93	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.99	0.99	0.99	
Sb	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.02	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	0.99	1.00	1.00	
Co	0.05	0.04	0.02	0.07	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	

Tabela 102. Resultados analíticos para a **tetraedrita 0 e II**.

Amostra Nº Análise	Td II								Td 0	
	EA 85 A (4)								EA-27	
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
S	25.13	25.24	25.32	25.15	25.30	25.19	25.19	25.07	25.52	25.41
Fe	4.99	5.07	5.15	5.00	4.98	4.99	5.09	5.14	5.59	5.61
Cu	36.60	36.89	36.99	36.96	36.85	36.82	37.02	36.91	38.32	38.41
As	0.07	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.02	0.04	0.73	0.76
Ni	-	0.00	-	0.01	-	0.10	0.01	-	0.01	-
Sb	29.32	29.30	29.19	29.39	29.25	29.25	29.43	29.18	29.43	29.73
Co	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.05	0.02	0.03	0.07	0.10
Zn	2.17	2.19	2.26	2.23	2.30	2.10	2.07	2.19	0.67	0.72
Pb	0.01	0.10	-	0.04	0.01	-	0.10	-	-	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	2.25	2.37	2.33	2.41	2.28	2.38	2.23	2.20	0.11	0.10
Au	-	0.02	-	-	-	-	0.03	-	0.74	0.41
Bi	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Mn	0.01	0.06	0.00	0.00	0.02	-	0.00	-	-	0.03
Ge	-	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-
Se	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	0.03	-	-	-	0.01	-	-	-	-
Total	100.55	101.30	101.30	101.23	101.06	100.96	101.22	100.75	101.18	101.28
Fórmula estrutural calculada com base em 29 íons										
S	13.02	12.99	13.01	12.96	13.03	13.00	12.98	12.96	13.06	13.00
Fe	1.48	1.50	1.52	1.48	1.47	1.48	1.50	1.52	1.64	1.65
Cu	9.57	9.58	9.59	9.61	9.58	9.59	9.63	9.63	9.90	9.91
As	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.16	0.17
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb	4.00	3.97	3.95	3.99	3.97	3.98	4.00	3.97	3.97	4.01
Co	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
Zn	0.55	0.55	0.57	0.56	0.58	0.53	0.52	0.55	0.17	0.18
Pb	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.35	0.36	0.36	0.37	0.35	0.37	0.34	0.34	0.02	0.02
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00

Tabela 103. Resultados analíticos para a tetraedrita I.

Amostra	Nº Análise	EA82 (2)											EA 100A (1)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
S	25.24	25.59	25.32	25.31	25.37	25.04	25.19	25.29	25.19	25.19	24.94	24.93	25.13	25.02	25.06	25.30	
Fe	5.03	5.05	4.96	5.03	5.00	4.86	4.89	4.96	4.88	4.94	4.98	4.65	4.83	4.74	4.74	4.55	
Cu	36.81	37.52	37.22	37.55	37.22	36.99	37.40	37.22	37.31	37.52	37.09	36.74	36.96	36.68	36.66	37.29	
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	0.18	0.31	0.20	-	
Ni	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.04	-	-	-	-	-	0.02	
Sb	28.74	28.62	28.84	28.66	28.89	28.80	28.56	28.61	28.82	28.69	28.72	29.25	28.94	29.04	28.67	28.95	
Co	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	-	0.03	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	
Zn	2.06	2.26	2.02	2.31	2.00	2.17	2.25	2.24	2.00	2.08	2.18	2.54	2.51	2.37	2.46	2.63	
Pb	-	-	-	0.02	0.00	0.07	0.02	-	0.08	0.08	0.11	0.02	0.05	0.00	0.01	-	
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	1.78	1.77	1.95	1.73	1.69	1.79	1.81	1.83	1.80	1.78	1.75	2.54	2.35	2.51	2.55	1.71	
Au	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	
Bi	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	
Mn	-	-	0.03	-	0.02	0.02	0.02	-	-	-	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	-	
Ge	-	-	-	-	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	-	-	
Se	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.03	-	-	-	0.01	0.00	-	
In	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	
Cd	-	0.01	0.07	-	-	0.02	-	0.02	0.02	-	0.02	0.00	0.03	-	-	-	
Total	99.69	100.90	100.43	100.61	100.24	99.82	100.17	100.23	100.11	100.39	99.80	100.86	101.06	100.75	100.39	100.58	
Fórmula estrutural calculada com base em 29 íons																	
S	13.11	13.11	13.07	13.03	13.10	13.03	13.03	13.07	13.06	13.01	12.98	12.93	12.96	12.96	13.00	13.06	
Fe	1.50	1.49	1.47	1.49	1.48	1.45	1.45	1.47	1.45	1.47	1.49	1.38	1.43	1.41	1.41	1.35	
Cu	9.65	9.70	9.70	9.75	9.70	9.71	9.76	9.70	9.76	9.78	9.74	9.61	9.62	9.59	9.60	9.71	
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.07	0.05	0.00	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Sb	3.93	3.86	3.92	3.89	3.93	3.95	3.89	3.89	3.93	3.90	3.94	3.99	3.93	3.96	3.92	3.93	
Co	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Zn	0.52	0.57	0.51	0.58	0.51	0.55	0.57	0.57	0.51	0.53	0.56	0.65	0.63	0.60	0.63	0.66	
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ag	0.27	0.27	0.30	0.26	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.39	0.36	0.39	0.39	0.26	
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	
Ge	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	
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cd	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	

Tabela 104. Resultados analíticos para a tetraedrita I (cont.).

Amostra		EA 100A (1)													EA 100A (2)												
Nº Análise	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13											
S	25.27	24.96	24.91	25.05	24.83	25.22	25.14	25.09	25.22	25.33	25.28	25.07	25.17	25.07	25.27	25.30											
Fe	4.68	5.07	5.56	4.62	4.69	4.67	4.65	4.68	4.69	4.73	4.69	4.73	4.68	4.72	4.79	4.76											
Cu	37.36	37.07	36.59	36.94	36.65	37.06	36.82	36.77	37.64	37.83	38.06	37.35	37.54	37.47	37.72	37.51											
As	0.02	0.01	-	0.23	0.20	0.27	0.28	0.28	0.20	0.25	0.20	0.02	-	-	0.23	0.26											
Ni	-	0.03	0.02	-	-	-	0.03	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-											
Sb	28.95	29.19	29.43	28.95	28.74	28.69	28.62	28.84	28.83	28.66	28.89	29.02	29.28	29.18	28.85	28.81											
Co	-	-	0.02	0.02	0.05	-	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02											
Zn	2.55	2.47	2.52	2.48	2.49	2.41	2.66	2.48	2.39	2.35	2.29	2.60	2.49	2.32	2.32	2.16											
Pb	0.01	0.12	0.11	-	0.11	0.06	0.02	0.08	0.13	0.14	0.13	-	-	0.02	0.07	0.06											
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
Ag	1.66	1.70	1.72	2.65	2.71	2.69	2.58	2.56	1.39	1.17	1.24	1.74	1.72	1.78	1.54	1.38											
Au	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.05	-	-											
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-											
Mn	0.04	0.03	-	0.02	0.00	-	-	-	0.03	-	0.01	-	0.04	-	0.01	0.04											
Ge	0.03	0.01	-	-	0.01	-	-	-	0.03	-	0.01	-	-	0.00	0.04	-											
Se	0.03	0.02	0.01	-	-	-	-	0.04	0.02	0.02	-	-	-	-	-	0.02											
In	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.00	-	0.04	-	-	-	-	-											
Cd	0.00	-	-	0.01	-	-	0.00	0.04	0.01	-	0.04	-	0.02	-	-	-											
Total	100.60	100.67	100.92	100.97	100.49	101.06	100.81	100.88	100.61	100.49	100.86	100.59	100.97	100.62	100.86	100.32											
Fórmula estrutural calculada com base em 29 ions																											
S	13.03	12.92	12.87	12.95	12.92	13.00	12.99	12.98	13.00	13.04	12.99	12.96	12.97	12.97	13.00	13.06											
Fe	1.39	1.51	1.65	1.37	1.40	1.38	1.38	1.39	1.39	1.40	1.38	1.40	1.39	1.40	1.41	1.41											
Cu	9.72	9.68	9.54	9.64	9.62	9.64	9.60	9.60	9.79	9.83	9.87	9.74	9.76	9.78	9.79	9.77											
As	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06											
Ni	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Sb	3.93	3.98	4.01	3.94	3.94	3.89	3.89	3.93	3.91	3.89	3.91	3.95	3.97	3.97	3.91	3.92											
Co	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01											
Zn	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.61	0.67	0.63	0.61	0.59	0.58	0.66	0.63	0.59	0.59	0.55											
Pb	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01											
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Ag	0.25	0.26	0.26	0.41	0.42	0.41	0.40	0.39	0.21	0.18	0.19	0.27	0.26	0.27	0.24	0.21											
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Mn	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01											
Ge	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00											
Se	0.01	0.00	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	0.00											
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
Total	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00											

Tabela 105. Resultados analíticos para a boulangéria I.

Amostra	Nº Análise	EA 91A (3)					EA 91B (2)										
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	18.75	18.65	18.69	18.53	18.85	18.64	18.69	18.76	18.70	18.72	18.62	18.76	18.63	18.62	18.62	18.62	18.58
Fe	0.02	0.00	0.05	0.02	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.05	0.08	0.04	0.10	0.10
Cu	0.00	0.02	0.04	0.03	-	0.06	0.04	0.00	0.06	0.02	0.04	0.01	0.06	0.06	0.02	0.04	0.04
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	0.01	-	-	0.07	-	0.01	-	-	-	0.05	-	0.04	-	-	0.01
Sb	25.92	25.55	25.80	25.88	25.76	26.03	25.77	25.84	26.08	25.85	26.13	25.97	25.91	25.63	26.02	25.90	25.90
Co	0.05	-	0.03	-	0.00	0.02	0.01	0.01	-	-	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	-	0.14
Zn	0.72	0.70	1.12	0.18	1.36	0.10	-	-	-	0.12	-	0.09	-	-	-	-	0.14
Pb	56.88	56.36	56.17	56.56	56.71	55.58	55.53	56.71	57.18	56.22	56.36	56.41	56.45	56.65	56.71	56.87	56.87
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.00	-	0.04	-	-	-	-	0.02	-	-	0.01	-	-	0.00	-	-	-
Ge	0.04	-	0.01	0.00	-	0.01	-	-	0.00	0.04	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-
Se	0.04	0.05	0.06	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06
In	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-
Cd	0.12	0.04	-	-	-	0.07	0.02	0.04	0.07	0.05	-	0.01	0.01	0.05	0.01	-	-
Total	102.53	101.39	102.01	101.28	102.75	100.64	100.15	101.44	102.11	101.07	101.24	101.39	101.15	101.21	101.48	101.69	101.69
Fórmula estrutural calculada com base em 20 tons																	
S	10.77	10.81	10.73	10.82	10.74	10.88	10.95	10.91	10.85	10.90	10.86	10.89	10.87	10.86	10.85	10.81	10.81
Fe	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
Cu	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Sb	3.92	3.90	3.90	3.98	3.87	4.00	3.98	3.96	3.98	3.96	4.01	3.97	3.98	3.94	3.99	3.97	3.97
Co	0.02	0.00	0.01	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
Zn	0.20	0.20	0.32	0.05	0.38	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
Pb	5.05	5.06	4.99	5.11	5.00	5.02	5.03	5.10	5.13	5.07	5.09	5.07	5.10	5.11	5.12	5.12	5.12
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.01	0.00	0.00	0.00	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
Se	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Total	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

Tabela 106. Resultados analíticos para a **boulangerita I** (cont.).

Amostra	EA 91B (2)										
Nº Análise	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
S	18.84	18.71	18.61	18.63	18.67	18.62	18.63	18.69	18.68	18.66	18.59
Fe	0.02	0.06	0.08	0.00	-	0.04	0.07	0.12	0.04	0.09	0.07
Cu	0.01	0.01	-	0.02	0.04	-	0.04	0.00	0.01	0.00	0.03
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	0.03	0.03	-	-	0.01	0.01	-	-	0.00	0.02
Sb	25.71	25.62	25.87	25.69	25.88	26.01	25.92	25.84	25.87	26.08	25.75
Co	-	0.02	0.05	0.00	-	0.02	-	-	-	0.00	0.00
Zn	-	-	0.05	-	-	0.05	-	0.09	-	0.04	-
Pb	56.43	56.47	56.56	55.08	56.31	56.14	56.32	55.30	56.21	55.27	56.01
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	-	0.01	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.03
Ge	0.01	0.03	0.04	-	-	-	0.00	0.01	0.02	-	0.03
Se	0.06	0.05	0.02	0.04	0.06	0.07	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05
In	0.02	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.04	-
Cd	0.04	0.01	0.07	0.02	-	-	-	0.02	0.03	-	-
Total	101.15	101.01	101.38	99.47	100.98	100.97	101.00	100.11	100.90	100.24	100.58
Fórmula estrutural calculada com base em 20 íons											
S	10.95	10.91	10.84	10.97	10.90	10.87	10.88	10.93	10.91	10.92	10.89
Fe	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02
Cu	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sb	3.94	3.93	3.97	3.99	3.98	4.00	3.99	3.98	3.98	4.02	3.97
Co	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
Pb	5.08	5.10	5.10	5.02	5.09	5.07	5.09	5.01	5.08	5.00	5.08
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ge	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Se	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Cd	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Total	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

Tabela 107. Resultados analíticos obtidos para o *electrum*.

Amostra Nº Análise	EA 85A (2)					EA 91A (5)										
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Associado a Ouroestibnita																
Sb	0.03	0.05	-	0.03	0.07	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.02
As	-	-	0.01	-	-	0.01	0.02	-	0.02	0.00	-	-	-	-	-	-
Mn	0.01	0.01	0.00	-	0.01	-	-	-	-	0.06	-	-	0.02	0.04	0.00	-
Fe	0.00	-	-	-	0.03	-	0.01	-	-	0.02	-	-	0.03	0.04	0.02	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
Ge	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-
Sn	-	-	-	-	-	0.04	-	0.01	-	-	0.04	-	0.05	0.02	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.36	0.51	0.48	0.40	0.61	0.55	0.74	0.47	0.64	0.44	0.41	0.45	0.60	0.61	0.43	0.55
Se	0.02	-	0.01	-	0.01	-	-	-	0.03	-	-	0.02	-	-	0.01	0.01
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	0.00	-	0.01	0.01	-	0.02	-	-	-	0.02	0.00	0.03	-
Ag	6.79	7.26	6.98	6.55	6.30	7.11	7.08	6.85	6.89	7.10	6.91	6.89	6.82	6.86	6.91	6.98
Cd	-	0.02	-	-	-	-	0.07	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
S	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.04	-	-	0.06	-
Zn	-	-	0.05	0.03	-	0.09	-	-	0.02	0.02	-	-	0.04	0.10	-	-
Au	93.80	93.21	94.05	94.70	92.49	91.29	93.32	93.28	93.02	93.80	93.70	93.22	93.02	92.73	93.49	92.60
Total	101.03	101.07	101.56	101.71	99.53	99.09	101.30	100.61	100.63	101.44	101.06	100.62	100.59	100.39	101.04	100.16

Tabela 108. Resultados analíticos obtidos para o *electrum* (cont.).

Amostra	EA 91A(5)					EA 91A(5)											
	Nº Análise	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Sb	-	-	0.02	0.06	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.06	0.02	0.01	-	0.02
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-
Mn	-	0.02	0.01	-	-	0.04	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-
Fe	0.00	0.00	-	-	-	0.04	0.01	-	0.01	-	-	0.00	0.05	0.02	0.01	0.05	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Sn	0.04	-	-	-	-	0.06	0.00	-	-	-	-	0.00	0.05	0.00	-	0.04	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.53	0.64	0.54	0.61	0.59	-	0.46	0.47	0.40	0.47	0.64	0.63	0.52	0.38	0.58	0.50	0.52
Se	-	-	0.02	0.01	0.00	-	-	-	0.02	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	0.00	-	0.02	0.02	-	-	0.02	-	-	0.03	-	0.02	-	0.00	-	0.03
Ag	7.08	6.91	6.62	6.84	6.87	6.80	-	6.98	6.71	6.94	6.70	6.73	7.03	6.78	7.01	6.92	6.89
Cd	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	0.00	0.01	-	-	-	0.04	-	-	-
S	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	0.09	0.02	0.01	0.03	-	-	-	0.01	0.00	-	-	-	0.04	0.05	-
Zn	0.10	-	-	-	-	0.11	-	-	0.01	0.01	-	0.04	-	-	-	0.05	-
Au	92.73	91.49	92.97	93.37	93.78	93.19	92.67	92.45	93.12	92.58	92.98	93.19	93.32	93.68	93.10	93.28	-
Total	100.48	99.06	100.29	100.92	101.42	100.60	100.16	99.62	100.57	99.95	100.38	100.92	100.58	101.33	100.73	100.77	-

Tabela 109. Resultados analíticos obtidos para o *electrum* (cont.).

Amostra Nº Análise	27	28	29	30	EA 91A (5)			33	34	35	36	EA 91b (3)				
					31	32	33					1	2	3	4	5
Sb	0.01	0.01	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	0.04	0.02	0.03	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.01
Mn	0.08	-	-	-	0.03	-	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	-	0.03	0.01	-
Fe	0.01	0.00	0.02	0.05	0.03	0.05	0.06	-	0.01	0.04	0.11	0.01	-	-	0.03	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-
Sn	0.03	0.01	0.06	0.02	-	-	0.03	0.02	-	-	0.03	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-
Bi	0.47	0.53	0.63	0.43	0.61	0.59	0.55	0.62	0.68	0.55	0.62	0.60	0.52	0.67	0.66	0.47
Se	-	-	-	-	0.01	-	0.02	0.01	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	0.02	-	-	0.02	-	0.02	-	-	-	-	0.02	-	-	0.04	0.01
Ag	7.16	6.84	7.07	7.06	7.03	6.85	7.09	6.88	7.14	6.95	8.32	8.37	8.17	8.30	8.18	8.21
Cd	-	-	0.05	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	0.00	-	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.02	0.02	-	-	0.00	0.02
Zn	0.06	0.02	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	0.02
Au	93.06	93.10	92.41	92.82	93.34	92.95	93.09	92.95	92.80	92.31	91.42	90.53	90.82	91.05	91.61	91.66
Total	100.88	100.52	100.25	100.45	101.07	100.45	101.00	100.48	100.62	99.88	100.64	99.59	99.62	100.09	100.53	100.40

Tabela 110. Resultados analíticos obtidos para o *electrum* (cont.).

Amostra	EA-91b (3)										EA-94 (1)						
	Nº Análise	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.05	0.05	-	0.01	-	-
As	-	-	-	0.03	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-
Mn	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	0.04	-	0.03	-	0.00	0.03	0.04	-
Fe	-	-	-	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	-	-	-	-	0.02	-	0.01	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.03	-	0.02	0.01	-	-
Sn	0.04	0.03	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.00	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.57	0.69	0.51	-	0.54	0.55	0.53	0.58	0.58	0.59	0.46	0.62	0.59	0.46	0.61	0.57	0.54
Se	-	0.01	-	-	0.02	0.01	-	-	-	0.02	-	-	-	0.02	-	-	0.00
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.01	-	-	-	-	-	0.04	0.04	-	-	-	-	0.00	0.04	-	-	0.02
Ag	8.16	8.08	8.16	6.63	6.65	6.31	6.32	6.63	6.63	6.63	6.56	6.51	6.58	6.42	6.55	6.58	6.97
Cd	-	0.03	0.04	0.05	0.04	-	-	0.04	-	-	0.02	-	-	0.06	0.04	0.04	0.01
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	0.05	-	-	0.02	-	-	0.02	-	0.05	-	-	0.02	-	0.05	0.04	-
Zn	0.03	-	-	-	0.00	0.01	0.05	0.11	-	0.04	-	0.13	0.04	-	0.04	0.02	-
Au	91.63	91.80	89.30	93.15	92.89	93.98	94.25	93.41	94.13	93.11	93.72	93.46	93.56	94.01	92.99	92.78	-
Total	100.44	100.69	98.18	100.45	100.16	100.91	101.36	100.63	101.51	100.20	101.08	100.75	100.59	101.34	100.28	100.32	-

Tabela 111. Resultados analíticos obtidos para o **electrum** (cont.).

Amostra	EA 94 (1)				EA 95 (1)				EA 100A (3)			
Nº Análise	24	25	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Sb	-	0.04	-	-	0.01	-	0.02	-	-	0.05	-	-
As	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.00
Mn	-	-	-	0.04	-	-	-	0.03	0.03	-	-	-
Fe	0.01	0.03	0.01	0.03	0.05	0.02	0.02	-	-	-	-	-
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
Sn	0.04	-	-	0.04	-	-	-	0.02	-	0.03	0.00	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.52	0.45	0.57	0.46	0.41	0.57	0.54	0.57	0.48	0.45	0.57	0.55
Se	-	0.02	-	0.02	-	-	-	-	0.02	0.01	-	0.01
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.02	0.02	0.04	-	0.02	-	0.00	0.05	-	0.02	0.00	-
Ag	7.04	6.95	7.43	7.31	7.34	7.35	7.44	7.47	5.71	5.75	5.71	5.62
Cd	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.06	0.02	0.00	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	0.09	-	0.02	-	-	0.02	-	-	-	0.07	0.04
Zn	-	-	0.03	-	0.07	0.13	0.08	0.04	-	-	0.02	0.01
Au	93.02	93.05	92.67	93.04	93.09	93.27	92.88	93.60	93.08	93.08	92.83	92.76
Total	100.65	100.64	100.78	100.97	100.99	101.33	101.00	101.78	99.37	99.43	99.20	98.98

Tabela 112. Resultados analíticos obtidos para o **electrum** (cont.).

Amostra	EA 100A (4)												
Nº Análise	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sb	-	-	-	0.01	-	0.03	-	-	-	0.01	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	0.02	0.00	0.01	-	0.01	-	-
Mn	0.05	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	0.04	-	-	0.03	0.05
Fe	0.01	-	0.03	-	0.02	0.02	0.01	0.04	-	-	-	-	0.03
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-
Sn	0.03	0.04	-	-	-	-	0.01	0.04	-	-	-	0.01	0.03
Cu	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.50	0.52	0.42	0.52	0.49	0.55	0.44	0.51	0.52	0.55	0.58	0.50	0.45
Se	-	0.05	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	0.02	0.01	0.02
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.01	-	0.02	-	0.02
Ag	6.09	6.10	6.28	6.04	6.08	6.14	6.21	6.09	6.17	6.11	6.12	6.32	6.31
Cd	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.02	0.02	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.04	-	-	-	0.03	-	0.03	-	-	0.04	-	0.04	0.02
Zn	-	-	-	0.09	0.01	-	-	-	0.10	-	-	-	-
Au	94.15	94.28	93.61	93.25	94.38	94.38	93.93	93.39	94.14	94.17	93.37	93.64	93.87
Total	100.90	101.00	100.37	99.93	101.00	101.12	100.65	100.10	101.01	100.87	100.12	100.55	100.79

Tabela 113. Resultados analíticos obtidos para o **electrum** (cont.).

Amostra	EA 100A (4)						EA 75 (3)					
Nº Análise	14	15	16	17	18	19	20					
Sb	-	-	-	-	0.03	0.03	0.00	-	-	-	-	-
As	-	-	-	0.01	-	-	0.01	0.02	-	-	-	0.02
Mn	-	0.02	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	0.04
Fe	0.00	0.02	0.03	-	-	0.03	-	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02
In	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	0.01	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-
Sn	0.04	-	0.04	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.53	0.43	0.58	0.59	0.46	0.56	0.45	0.56	0.51	0.61	0.43	0.47
Se	0.00	0.00	-	-	0.00	0.01	0.02	-	-	-	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.03	-	0.06	0.02	0.01	0.01	0.03	-	0.02	0.00	-	0.02
Ag	6.32	6.18	6.31	6.24	6.29	6.32	6.31	5.58	5.58	5.67	5.61	5.56
Cd	-	0.02	-	0.03	-	0.02	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.02	-
Ni	0.05	-	0.06	0.05	-	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	-	-
Zn	0.05	-	0.00	-	0.04	0.07	0.02	-	0.06	0.02	0.02	-
Au	93.18	93.33	93.27	94.20	93.91	94.59	94.07	92.60	92.05	94.67	92.81	92.70
Total	100.22	99.99	100.37	101.15	100.75	101.64	100.97	98.79	98.27	101.01	98.92	98.83

Tabela 114. Resultados analíticos obtidos para a **ouroestibinita**.

Amostra	EA 85A (2)					EA 75 (3)	
Nº Análise	1	2	3	4	5	1	2
Classificação	Au-Sb	Au-Sb	Au-Sb	Au-Sb	Au-Sb	Au-Sb	Au-Sb
Sb	53.45	53.44	53.69	53.51	53.77	53.46	53.63
As	-	-	-	-	0.02	0.35	0.37
Mn	0.07	0.02	-	-	-	0.00	-
Fe	-	-	0.03	-	0.02	0.01	-
In	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	-	0.02	-	-	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-
Bi	0.12	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21
Se	-	0.02	-	-	-	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.02	-	0.01	0.01	0.00	0.04	-
Ag	0.06	0.04	0.01	0.01	-	-	0.02
Cd	-	0.03	-	-	-	-	-
S	0.00	-	0.00	-	-	-	0.01
Ni	0.03	-	-	-	0.02	0.01	-
Zn	0.09	0.03	-	-	-	0.03	0.04
Au	46.18	46.56	45.89	46.63	45.93	45.31	46.28
Total	100.02	100.37	99.86	100.41	99.98	99.42	100.57

B.II Litogeoquímica

Tabela	Geoquímica	Página
115	V1 e V2	B-118
116	V1/V2-MA	B-119
117	V1/V2 FAM e Fc	B-120
118-119	Balanços de massa	B-121

Tabela 115. Geoquímica multi-elementar das rochas vulcanoclásticas com menor grau de alteração (V1 e V2).

Litótipo	V1											V2
Amostra	EA-1	EA-10B	EA-11	EA-12	EA-17	EA-20	EA-34	EA-21	EA-22	EA-23	EA-33	EA-76
Wt %												
SiO ₂	69.07	65.40	64.79	63.94	65.46	65.77	64.49	69.97	68.44	67.11	65.99	70.60
Al ₂ O ₃	14.58	15.68	16.13	15.15	15.18	12.80	16.04	13.01	13.36	14.82	16.19	14.81
Fe ₂ O ₃ ^T	2.47	3.33	3.43	3.54	3.01	3.69	2.85	2.11	2.28	2.78	2.83	2.11
MnO	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
MgO	0.84	1.28	1.35	1.13	1.12	2.42	0.99	1.49	1.66	1.15	1.18	1.43
CaO	2.45	2.09	2.14	2.93	2.72	3.13	3.00	2.42	2.33	2.47	2.08	2.02
Na ₂ O	4.97	6.42	6.55	4.80	5.30	3.32	5.01	4.00	4.16	5.55	4.89	4.84
K ₂ O	1.52	1.11	0.96	2.20	1.72	1.94	2.08	1.83	2.16	1.59	2.09	1.57
TiO ₂	0.37	0.49	0.54	0.49	0.45	0.50	0.41	0.34	0.33	0.41	0.40	0.36
P ₂ O ₅	0.09	0.14	0.15	0.11	0.12	0.10	0.12	0.16	0.07	0.13	0.13	0.18
Cr ₂ O ₃	0.006	0.009	0.009	0.007	0.006	0.029	<0.002	0.009	0.016	0.006	< 0.002	0.009
LOI	3.4	3.9	3.7	5.5	4.7	6.0	4.7	4.4	4.9	3.7	3.9	1.8
Total	99.8	99.9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.7	99.8	99.7	99.8	99.7	99.8
S	0.03	0.08	0.04	0.12	0.11	0.08	0.08	0.04	< 0.02	0.04	0.07	0.02
CO ₂	2.22	2.63	2.28	4.34	3.79	4.61	3.41	3.04	3.79	3.03	2.57	0.15
ppm												
Au	0.053	0.034	0.014	0.019	0.120	0.016	0.021	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
Ag	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
As	9.7	21.0	12.3	29.8	93.6	97.6	2.4	51.6	99.7	33.4	12.8	15.1
Ba	567	452	555	711	526	852	944	642	880	689	919	800
Be	< 1	< 1	3	< 1	3	2	< 1	< 1	3	3	2	< 1
Bi	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cd	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
Co	31.7	29.3	24.2	26.1	32.3	54.9	39.1	48.0	51.0	20.7	32.4	38.7
Cs	1.3	1.1	0.9	2.2	1.7	2.4	3.5	2.1	2.8	1.4	2.8	1.7
Cu	6.7	8.2	11.3	7.4	13.8	41.8	3.4	6.2	2.3	5.8	11.5	9.1
Ga	18.1	19.6	20.1	18.8	18.7	16.2	17.8	15.7	16.4	16.7	19.7	18.8
Hf	3.2	3.8	3.7	3.9	3.4	2.8	2.9	4.3	4.0	4.0	2.8	4.3
Hg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Mo	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6	3.5	0.3	0.7	0.6	0.8	0.5	1.2
Nb	4.0	4.2	4.2	4.4	4.9	4.5	3.5	5.0	4.2	3.9	3.6	5.5
Ni	30	39	36	32	30	106	31	51	71	21	40	68
Pb	5.3	2.9	4.1	1.4	1.7	9.7	1.6	3.8	6.3	6.5	3.6	15.2
Rb	33.4	26.8	23.8	50.1	46.3	55.7	50.7	54.6	64.7	36.8	51.4	40.0
Sb	0.5	3.3	4.6	1.2	3.4	18.2	0.7	2.2	2.5	0.6	1.1	5.5
Sc	4	6	6	5	5	11	4	5	7	5	4	6
Se	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Sn	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	6
Sr	495.4	443.7	471.7	374.9	329.0	389.0	739.7	301.3	415.5	671.5	529.7	655.1
Ta	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	0.6	0.3	0.4	0.5
Th	4.1	3.4	3.6	3.7	3.4	4.0	3.4	4.0	5.2	3.1	3.5	5.9
Tl	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
U	1.1	0.9	0.8	1.3	1.1	0.9	0.9	1.4	1.9	1.0	1.0	1.5
V	31	46	48	46	27	61	81	16	29	19	93	44
W	247.1	192.2	151.7	185.0	211.0	329.8	281.4	369.3	337.6	111.0	216.4	257.2
Y	7.2	9.0	9.8	8.8	8.7	11.2	7.9	8.5	7.6	8.6	9.0	12.4
Zn	47	70	71	45	28	55	55	75	37	40	49	71
Zr	115.7	148.4	147.8	148.9	142.2	105.3	128.0	150.0	133.2	138.0	140.7	173.0
La	22.9	23.5	24.3	25.8	24.3	20.6	25.2	20.6	15.9	20.5	26.7	32.5
Ce	42.4	45.2	46.0	47.9	46.6	37.5	49.7	41.5	28.5	39.6	52.1	66.6
Pr	4.79	5.43	5.64	5.79	5.58	4.61	5.60	5.23	3.28	4.80	6.16	6.96
Nd	18.4	19.7	20.4	19.7	20.8	18.8	21.9	20.3	12.3	20.6	19.5	23.8
Sm	2.94	3.41	3.83	3.62	3.50	2.93	3.46	3.40	2.11	3.47	3.97	3.94
Eu	0.98	1.09	1.20	1.01	1.19	0.86	1.16	0.80	0.56	1.06	1.14	1.10
Gd	2.3	2.7	3.0	2.7	2.8	2.5	3.1	2.8	1.8	2.8	3.0	3.5
Tb	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.5
Dy	1.51	1.75	2.06	1.61	1.62	2.07	1.46	1.68	1.51	1.90	1.79	2.19
Ho	0.24	0.30	0.29	0.28	0.26	0.44	0.27	0.29	0.24	0.29	0.22	0.36
Er	0.68	0.88	0.75	0.87	0.77	1.20	0.85	0.78	0.70	0.75	0.63	0.98
Tm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Yb	0.71	0.72	0.82	0.75	0.72	1.11	0.90	0.78	0.84	0.68	0.59	1.18
Lu	0.07	0.10	0.10	0.07	0.11	0.17	0.09	0.11	0.11	0.11	0.07	0.16

Tabela 116. Geoquímica multi-elementar das rochas vulcanoclásticas moderadamente alteradas e mineralizadas (V1-MA e V2-MA).

Litótipo	V1-MA						V2-MA			
Amostra	EA-19	EA-36	EA-44	EA-45	EA-53	EA-79	EA-35	EA-26	EA-38	EA-71
Wt %										
SiO ₂	62.73	69.43	70.73	57.53	71.05	72.43	66.83	59.61	57.80	59.44
Al ₂ O ₃	15.75	12.86	14.11	13.92	13.00	13.12	15.33	15.78	12.88	14.54
Fe ₂ O ₃ ^T	3.64	2.09	1.98	5.88	1.48	1.64	2.78	5.68	5.58	4.03
MnO	0.04	0.03	0.03	0.11	0.03	0.03	0.03	0.07	0.14	0.07
MgO	1.28	1.07	1.67	4.17	1.00	1.16	1.00	4.06	3.67	1.39
CaO	3.43	3.40	1.64	2.48	2.31	1.51	2.98	3.22	4.93	4.84
Na ₂ O	3.77	2.64	3.14	3.88	7.50	3.85	5.15	2.47	3.27	6.43
K ₂ O	2.78	2.57	2.87	2.15	0.08	2.57	1.71	2.46	1.73	1.12
TiO ₂	0.44	0.25	0.27	0.59	0.09	0.20	0.40	0.55	0.60	0.53
P ₂ O ₅	0.14	0.19	0.16	0.09	0.01	0.06	0.12	0.10	0.09	0.13
Cr ₂ O ₃	0.005	0.005	0.003	0.056	0.004	0.004	0.003	0.042	0.043	0.005
LOI	5.7	5.2	3.2	8.9	3.3	3.2	3.4	5.7	9.0	7.3
Total	99.7	99.7	99.8	99.8	99.9	99.8	99.7	99.7	99.7	99.8
S	0.40	0.03	0.02	< 0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.06	< 0.02
CO ₂	4.44	3.98	4.73	1.29	3.28	1.50	2.03	1.83	7.35	7.76
ppm										
Au	0.012	0.004	0.001	0.027	0.058	0.000	0.015	0.013	0.015	0.009
Ag	< 0.1	0.4	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1
As	52.8	26.0	2.1	407.3	116.8	9.3	2.4	68.9	112.4	43.2
Ba	959	1085	889	671	22	802	767	755	662	378
Be	2	2	2	< 1	< 1	< 1	2	3	2	< 1
Bi	< 0.1	0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	0.2
Cd	0.5	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2
Co	44.2	57.5	26.6	48.9	53.7	35.9	25.4	44.9	38.3	42.4
Cs	2.6	2.5	2.8	2.4		3.2	1.8	2.8	2.0	0.7
Cu	18.6	5.0	11.8	24.9	3.7	9.0	2.9	18.3	48.1	1.0
Ga	20.6	19.0	16.6	15.5	10.2	12.9	18.2	24.0	16.8	13.5
Hf	4.4	3.9	4.1	2.4	1.1	2.4	3.2	4.1	2.6	3.5
Hg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01
Mo	0.5	0.8	0.5	1.6	0.5	0.4	0.2	1.9	1.6	0.6
Nb	4.7	4.8	18.4	4.8	2.6	3.3	3.1	7.1	4.4	4.9
Ni	44	39	27	202	54	52		159	142	47
Pb	4.0	72.0	2.7	1.8	2.4	4.9	2.0	4.1	28.0	12.3
Rb	69.0	57.4	91.8	59.3	1.2	66.9	42.0	71.3	43.7	24.4
Sb	2.6	0.7	0.4	7.1	2.3	0.7	0.6	7.2	6.3	8.8
Sc	5	3	4	18	3	3	4	14	14	5
Se	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Sn	1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1
Sr	344.4	537.7	181.4	316.5	300.9	292.1	695.7	308.0	555.9	556.7
Ta	0.5	0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	0.3	0.6	0.4	0.6
Th	4.7	4.5	5.7	3.3	1.2	5.6	2.7	5.3	2.5	4.2
Tl	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
U	1.3	1.1	1.6	1.3	0.4	2.3	0.7	1.7	0.9	2.0
V	29	13	< 8	94	30	23	16	81	79	60
W	313.8	453.6	169.3	171.7	449.0	244.5	172.1	183.7	137.2	261.4
Y	9.4	7.5	15.8	11.8	3.9	5.3	7.0	15.6	15.7	10.4
Zn	381	79	22	70	7	48	56	61	76	123
Zr	152.4	139.0	162.6	103.2	31.4	90.6	129.2	152.7	97.6	137.8
La	25.9	24.9	26.4	10.4	6.0	14.8	20.5	20.6	17.5	25.0
Ce	49.5	46.3	52.8	21.1	10.0	32.1	39.6	41.5	32.2	54.9
Pr	6.10	5.69	6.30	2.72	1.42	3.15	4.79	5.15	3.88	5.80
Nd	24.0	21.8	22.1	10.7	3.4	7.9	18.2	21.0	16.5	18.8
Sm	3.88	3.51	3.96	2.20	0.71	1.48	3.11	3.66	2.83	3.68
Eu	1.14	1.07	0.82	0.62	0.20	0.35	1.11	0.87	0.96	1.09
Gd	2.9	2.6	3.3	2.3	1.0	2.0	2.4	3.2	2.8	3.3
Tb	0.4	0.3	0.5	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	0.4
Dy	1.92	1.56	2.71	2.26	0.66	0.87	1.38	2.78	2.65	2.30
Ho	0.32	0.28	0.47	0.40	0.12	0.26	0.25	0.54	0.55	0.42
Er	0.78	0.65	1.27	1.33	0.24	0.63	0.66	1.54	1.70	0.97
Tm	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1
Yb	0.86	0.74	1.05	1.32	0.76	0.44	0.64	1.72	1.72	0.73
Lu	0.13	0.10	0.15	0.17	0.03	0.09	0.08	0.23	0.22	0.15

Tabela 117. Geoquímica multi-elementar das rochas vulcanoclásticas fortemente alteradas e mineralizadas (V1-FAM e V2-FAM) e do filito carbonoso (Fc).

Litótipo	V1-FAM												V2-FAM				Fc	
Amostra	EA-2	EA-16	EA-50	EA-55	EA-72	EA-74	EA-81	EA-83	EA-86	EA-95	EA-98	EA-99	EA-75	EA-85	EA-97	EA-94	EA-27	EA-77
Wt %																		
SiO ₂	66.6	67.2	65.0	74.1	64.6	68.6	70.7	68.0	66.4	70.7	73.1	69.8	71.8	77.5	79.4	75.7	37.4	48.1
Al ₂ O ₃	13.2	14.6	15.5	6.9	14.1	13.6	10.2	8.9	10.8	13.4	11.1	9.2	9.7	10.3	3.5	10.4	9.3	14.0
Fe ₂ O ₃ ^T	3.0	2.9	2.8	7.1	3.8	2.2	6.9	10.8	6.0	1.9	3.1	4.1	3.5	1.4	3.1	1.1	6.3	9.1
MnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< 0.01	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
MgO	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.2	0.2	1.0	0.7	0.7	2.9	1.0	0.5	1.7	1.0	10.8	9.7
CaO	3.3	2.2	2.4	1.2	2.2	2.0	0.6	0.6	2.1	1.6	1.8	3.2	2.5	1.6	3.6	2.1	12.3	4.7
Na ₂ O	5.6	6.6	8.4	3.6	8.0	8.0	5.9	4.9	6.2	7.7	5.2	3.6	5.3	5.3	1.7	5.7	0.1	0.1
K ₂ O	1.1	1.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.7	0.5	0.2	0.4	0.2	0.2	1.8	1.8
TiO ₂	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.7
P ₂ O ₅	0.1	0.1	0.1	< 0.01	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
Cr ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	< 0.002	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
LOI	5.2	3.8	3.9	5.6	4.5	3.6	4.3	5.9	6.3	3.3	3.7	6.1	5.1	2.4	6.5	3.4	21.0	11.3
Total	99.8	99.8	99.8	99.9	98.9	99.3	99.1	99.7	99.2	99.9	99.8	99.8	99.5	99.7	99.8	99.8	99.7	99.7
S	0.5	0.7	1.0	4.5	2.2	1.1	5.3	7.5	3.8	0.9	1.4	0.1	1.6	0.5	0.8	0.1	0.5	0.3
CO ₂	4.9	3.2	3.3	1.5	2.5	2.2		0.5	3.1	2.1	2.8	4.1	3.7	2.0	4.4	3.2	19.6	7.1
ppm																		
Au	0.5	11.2	3.5	3.7	3.7	1.4	7.0	9.9	4.8	4.7	5.8	2.9	1.0	3.4	0.1	0.1	0.0	0.0
Ag	0.6	0.8	0.3	0.6	1.6	0.5	4.3	1.1	0.6	0.4	1.0	0.3	0.5	0.6	0.4	5.2	0.2	< 0.1
As	49.1	516.6	88.1	1974.0	980.5	161.9	348.1	4312.8	1647.9	157.6	902.5	269.3	395.4	123.4	315.0	79.3	20.9	79.2
Ba	390.0	321.0	140.0	57.0	69.0	36.0	25.0	42.0	42.0	51.0	259.0	211.0	79.0	119.0	68.0	75.0	245.0	338.0
Be	1.0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1		< 1	< 1	3.0	2.0	3.0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3.0
Bi	0.2	< 0.1	< 0.1	0.3	1.2		0.2	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cd	0.3	0.1	0.9	< 0.1	1.1	0.4	0.3	0.1	1.4	< 0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Co	38.2	31.6	36.2	74.4	42.3	62.1	33.7	70.3	63.5	47.5	61.8	59.7	88.8	93.0	109.1	60.1	38.4	54.7
Cs	1.1	1.0	0.3	< 0.1	0.2	< 0.1		< 0.1	< 0.1	0.1	0.5	0.9	0.2	0.4	0.1	0.2	3.5	3.4
Cu	12.4	15.9	22.8	32.5	12.1	6.0	80.5	9.5	15.1	2.2	17.1	16.8	16.1	7.8	14.3	54.3	66.3	21.3
Ga	14.8	15.6	13.0	5.0	12.5	10.1	8.3	7.6	6.8	10.2	10.2	9.5	5.9	7.5	1.8	10.0	11.3	15.4
Hf	3.2	2.9	3.3	1.6	3.4	2.4	1.3	2.4	1.6	2.5	2.4	2.2	2.7	2.0	0.8	1.9	1.4	2.7
Hg	0.0	< 0.01	0.0	< 0.01	0.0	< 0.01		< 0.01	< 0.01	0.0	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.0	0.0	< 0.01
Mo	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	0.4	1.0	0.3	0.3	0.3	0.6	1.2	1.0
Nb	4.0	3.5	3.9	2.5	4.9	2.5	2.6	2.8	2.7	2.2	1.0	2.8	2.5	1.4	0.6	7.1	3.6	5.0
Ni	33.0	26.0	46.0	126.0	45.0	51.0	33.0	61.0	88.0	57.0	62.0	123.0	61.0	55.0	72.0	35.0	160.0	309.0
Pb	53.0	5.6	9.8	51.7	352.0	90.5	112.9	72.4	134.2	7.6	21.6	33.6	50.8	42.1	73.5	3.3	2.1	1.9
Rb	25.8	24.4	8.9	2.6	3.6	1.1	1.0	2.6	1.6	2.6	15.3	13.0	4.1	7.3	5.0	5.2	58.2	52.5
Sb	43.2	7.0	10.9	37.6	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0	9.3	212.1	22.9	2000.0	795.4	38.1	18.0	25.0	9.4
Sc	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0		1.0	2.0	3.0	3.0	8.0	3.0	3.0	4.0	4.0	16.0	21.0
Se	< 0.5	< 0.5	< 0.5	2.0	1.3	0.8	2.3	3.3	2.1	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Sn	< 1	< 1	1.0	< 1	< 1	< 1		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1.0	1.0	1.0
Sr	361.6	330.1	594.1	208.0	362.1	359.5	177.2	140.8	382.9	371.1	297.7	464.8	432.9	290.0	450.7	371.9	110.8	150.3
Ta	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	0.4	0.4	0.6
Th	3.9	3.4	4.4	1.9	3.3	2.6	1.5	2.2	2.7	2.3	2.0	2.6	2.2	1.5	0.7	2.5	2.9	4.3
Tl	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
U	1.2	0.8	1.9	0.8	1.1	1.1	0.6	1.2	0.5	0.7	0.5	1.1	0.8	0.6	< 0.1	0.8	0.8	1.4
V	39.0	27.0	58.0	41.0	< 8	26.0		< 8	20.0	27.0	42.0	54.0	24.0	34.0	20.0	23.0	79.0	152.0
W	307.1	225.4	288.1	531.4	265.8	432.8	368.7	425.7	487.0	389.0	523.0	453.0	753.7	850.6	1022.1	518.1	101.2	130.7
Y	7.9	6.8	10.7	6.4	7.0	6.7	2.7	2.8	5.3	5.5	7.5	8.7	6.9	3.2	5.4	6.2	10.4	19.0
Zn	122.0	32.0	183.0	23.0	166.0	40.0	16.0	4.0	14.0	4.0	36.0	87.0	27.0	8.0	36.0	11.0	13.0	41.0
Zr	129.2	135.2	117.5	42.8	127.7	94.5	51.9	83.0	63.6	75.1	74.4	54.3	79.7	71.3	19.9	70.6	58.5	91.0
La	23.4	21.7	27.3	9.8	21.3	16.3	10.7	8.6	16.0	15.2	14.0	8.0	14.2	3.6	4.9	11.9	10.5	17.0
Ce	44.3	37.8	54.4	21.5	40.4	32.1	18.4	15.4	33.5	28.1	28.1	17.9	30.0	6.9	8.7	23.2	19.0	35.3
Pr	5.3	4.8	5.7	2.6	4.9	3.8	2.0	1.8	3.5	3.1	2.9	1.9	3.4	0.7	1.0	2.6	2.4	4.2
Nd	18.9	17.0	18.1	10.1	19.6	11.9	7.1	6.7	9.8	10.0	9.0	5.6	10.9	1.1	1.8	9.4	8.0	14.3
Sm	3.3	2.9	2.7	1.6	3.1	2.4	1.2	1.1	2.2	1.6	1.8	1.6	2.3	0.4	0.6	1.8	1.8	3.0
Eu	1.0	1.0	1.0	0.4	1.0	0.7	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.2	0.2	0.5	0.5	0.8
Gd	2.6	2.3	3.2	2.0	2.5	2.4	1.0	0.8	2.0	2.0	2.2	2.0	2.0	0.9	1.3	1.4	2.0	3.5
Tb	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5
Dy	1.8	1.5	1.9	1.3	1.7	1.4	0.7	0.5	1.2	0.6	1.2	1.6	1.6	0.5	0.8	1.1	1.9	2.9
Ho	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7
Er	0.9	0.6	1.0	0.7	0.7	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	1.0	0.6	0.2	0.6	0.7	1.1	1.9
Tm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
Yb	0.6	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.9	0.7	0.5	0.4	0.7	1.2	1.6
Lu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3

Tabela 118. Balanços de massa considerando a alumina como imóvel.

wt%	V1 => V1-MA							V1 => V1-FAM																
	EA-19	EA-36	EA-44	EA-45	EA-53	EA-79		EA-2	EA-16	EA-50	EA-55	EA-72	EA-74	EA-81	EA-83	EA-86	EA-95	EA-98	EA-99					
	f (EA-19)	f (EA-36)	f (EA-44)	f (EA-45)	f (EA-53)	f (EA-79)		f (EA-2)	f (EA-16)	f (EA-50)	f (EA-55)	f (EA-72)	f (EA-74)	f (EA-81)	f (EA-83)	f (EA-86)	f (EA-95)	f (EA-98)	f (EA-99)					
wt%	0.94	1.15	1.05	1.06	1.14	1.13		1.12	1.02	0.96	2.14	1.05	1.09	1.45	1.67	1.37	1.10	1.34	1.60					
SiO ₂	-7.41	13.57	7.85	-5.18	14.55	15.37		8.16	1.79	-4.34	92.30	1.38	8.12	10.40	47.40	24.65	11.73	31.26	45.46					
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Fe ₂ O ₃ ^T	0.49	-0.53	-0.86	3.32	-1.25	-1.09		0.36	-0.01	-0.29	12.22	1.03	-0.55	4.54	15.12	5.26	-0.80	1.19	3.63					
MnO	0.00	0.00	-0.01	0.08	0.00	0.00		0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.04	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.11					
MgO	-0.12	-0.10	0.42	3.11	-0.19	-0.02		0.00	-0.32	-0.33	0.79	-0.43	-0.50	-1.13	-0.99	0.06	-0.51	-0.37	3.29					
CaO	0.70	1.39	-0.80	0.12	0.11	-0.82		1.19	-0.32	-0.26	0.00	-0.17	-0.40	-1.86	-1.55	0.40	-0.79	-0.16	2.53					
Na ₂ O	-1.45	-1.96	-1.70	-0.87	3.55	-0.65		1.32	1.72	2.98	2.62	3.42	3.66	1.39	3.19	3.44	3.51	1.89	0.76					
K ₂ O	0.87	1.21	1.27	0.54	-1.65	1.16		-0.51	-0.70	-1.37	-1.47	-1.59	-1.67	-1.69	-1.56	-1.61	-1.57	-0.77	-0.94					
TiO ₂	-0.02	-0.14	-0.15	0.20	-0.33	-0.20		0.03	0.01	-0.07	0.08	-0.01	-0.07	-0.25	-0.01	-0.11	-0.18	-0.08	0.07					
P ₂ O ₅	0.01	0.10	0.05	-0.02	-0.11	-0.05		0.03	0.01	-0.04	0.00	0.11	0.05	-0.02	0.03	-0.04	-0.06	0.07	-0.10					
Cr ₂ O ₃	-0.01	-0.01	-0.01	0.05	-0.01	-0.01		0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.00		-0.01	-0.01	0.03					
ppm																								
Au	-0.02	-0.02	-0.03	0.00	0.04	-0.03		0.48	11.37	3.34	7.83	3.86	1.48	7.58	16.53	6.57	5.16	7.72	4.65					
Ag	-0.30	0.16	-0.30	-0.09	-0.30	-0.30		0.37	0.51	-0.01	0.98	1.38	0.24	4.37	1.54	0.52	0.14	1.04	0.18					
As	7.49	-12.22	-39.97	391.25	90.91	-31.67		12.80	482.31	41.97	4183.31	987.16	133.65	335.86	7176.40	2218.00	131.91	1163.28	389.54					
Ba	198.57	546.39	229.91	10.67	-678.30	202.11		-266.71	-377.46	-569.66	-581.35	-630.93	-664.27	-676.21	-633.07	-645.76	-647.03	-357.42	-365.11					
Be	-0.79	-0.36	-0.57	-2.67	-2.67	-2.67		-1.55	-2.67	-2.67	-2.67	-2.67	-2.67	-2.67	-2.67	-2.67	0.65	0.00	2.14					
Bi	-0.20	0.38	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20		0.02	-0.20	-0.20	0.44	1.06	-0.20	0.02	0.30	0.21	-0.20	-0.20	0.28					
Cd	0.32	0.08	-0.15	-0.15	-0.15	-0.04		0.19	-0.05	0.71	-0.15	1.00	0.28	0.18	0.02	1.77	-0.15	0.12	0.01					
Co	6.14	30.80	-7.50	16.61	25.76	5.10		7.34	-3.34	-0.85	123.83	8.98	32.01	1.17	82.24	51.67	17.04	47.12	60.28					
Cs	0.43	0.86	0.92	0.54	-2.02	1.59		-0.79	-1.00	-1.73	-2.02	-1.81	-2.02	-2.02	-2.02	-2.02	-1.91	-1.35	-0.58					
Cu	6.73	-5.00	1.62	15.73	-6.55	-0.60		3.12	5.38	11.01	58.80	1.94	-4.25	76.66	5.14	9.95	-8.33	12.08	16.17					
Ga	1.39	3.90	-0.56	-1.49	-6.36	-3.42		-1.41	-2.14	-5.57	-7.28	-4.86	-7.01	-8.97	-5.26	-8.66	-6.71	-4.36	-2.75					
Hf	0.61	0.96	0.78	-0.97	-2.27	-0.82		0.06	-0.58	-0.38	-0.10	0.04	-0.92	-2.12	0.49	-1.33	-0.77	-0.32	0.00					
Hg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.04	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00					
Mo	-0.38	0.08	-0.32	0.86	-0.28	-0.39		-0.40	-0.34	-0.46	0.01	-0.43	-0.52	-0.63	-0.18	-0.16	-0.29	-0.31	0.76					
Nb	0.20	1.31	15.10	0.89	-1.26	-0.49		0.26	-0.66	-0.49	1.13	0.93	-1.50	-1.39	0.47	-0.52	-1.79	-2.88	0.27					
Ni	-2.89	0.65	-15.93	170.68	17.26	14.44		-7.32	-17.88	-0.34	225.44	2.97	11.11	-8.44	57.83	76.42	18.69	38.54	152.91					
Pb	-0.50	78.67	-1.43	-2.35	-1.53	1.27		55.08	1.42	5.10	106.40	365.27	94.02	118.34	116.92	179.80	4.13	24.59	49.60					
Rb	19.96	21.18	51.44	18.17	-43.57	30.59		-16.05	-20.16	-36.44	-39.37	-41.16	-43.74	-43.85	-40.58	-42.74	-42.06	-24.50	-24.10					
Sb	-1.04	-2.68	-3.06	4.07	-0.86	-2.69		44.89	3.63	6.93	77.00	2096.13	2168.47	2168.47	3344.03	2739.62	6.79	279.82	33.23					
Sc	-0.93	-2.18	-1.44	13.52	-2.22	-2.25		-0.04	-1.58	-1.82	2.93	-2.49	-2.38	-5.64	-3.96	-2.89	-2.32	-1.63	7.19					
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	4.28	1.36	0.87	2.50	5.52	2.88	0.00	0.00	0.00					
Sn	-0.06	-1.00	-1.00	0.06	-1.00	-1.00		-1.00	-1.00	-0.04	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00					
Sr	-145.31	150.13	-278.78	-132.42	-126.36	-139.43		-64.36	-134.08	98.17	-23.98	-89.08	-78.81	-276.78	-233.55	55.95	-59.30	-71.59	275.91					
Ta	0.02	0.36	0.18	-0.02	0.35	0.34		0.11	-0.04	-0.06	0.84	0.08	0.10	-0.12	0.39	0.38	0.33	0.36	0.52					
ppm	0.94	1.15	1.05	1.06	1.14	1.13		1.12	1.02	0.96	2.14	1.05	1.09	1.45	1.67	1.37	1.10	1.34	1.60					
Th	0.66	1.42	2.22	-0.25	-2.40	2.56		0.60	-0.31	0.44	0.30	-0.30	-0.94	-2.13	-0.08	-0.06	-1.22	-1.09	0.40					
Tl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
U	0.10	0.15	0.56	0.27	-0.66	1.48		0.23	-0.31	0.70	0.59	0.04	0.08	-0.47	0.89	-0.43	-0.34	-0.45	0.65					
V	-17.91	-30.21	-45.18	54.85	-11.00	-19.21		-1.52	-17.77	10.21	42.58	-45.18	-16.95	-45.18	-45.18	-17.75	-15.36	10.92	41.39					
W	55.81	283.16	-61.59	-56.61	272.29	36.73		104.52	-10.48	35.83	898.18	39.72	230.69	161.08	473.20	428.63	190.37	459.24	486.89					
Y	0.09	-0.12	7.83	3.80	-4.31	-2.77		0.09	-1.85	1.46	4.95	-1.41	-1.48	-5.82	-4.07	-1.49	-2.68	1.26	5.19					
Zn	306.33	39.00	-28.90	22.49	-44.02	2.19		84.60	-19.51	122.77	-2.77	122.27	-8.56	-34.62	-45.30	-32.80	-47.58	-3.92	87.47					
Zr	7.13	23.91	34.50	-26.38	-100.42	-33.91		8.46	1.06	-23.98	-44.58	-2.14	-33.58	-79.84	2.72	-48.97	-53.24	-36.83	-49.15					
La	1.60	5.93	4.96	-11.69	-15.92	-6.05		3.44	-0.72	3.32	-1.78	-0.39	-5.05	-11.13	-8.36	-0.81	-5.96	-4.05	-9.93					
Ce	3.19	9.97	12.07	-20.91	-31.97	-7.12		6.24	-4.99	8.59	2.66	-0.95	-8.50	-23.38	-17.59	2.58	-12.32	-5.83	-14.67					
Pr	0.56	1.38	1.44	-2.28	-3.56	-1.62		0.72	-0.27	0.23	0.37	-0.04	-1.01	-3.03	-2.13	-0.44	-1.71	-1.33	-2.08					
Nd	3.26	5.80	3.89	-7.92	-15.43	-10.39		1.85	-2.05	-2.02	2.31	1.27	-6.39	-11.60	-8.09	-5.87	-8.26	-7.29	-10.33					
Sm	0.32	0.71	0.83	-0.99	-2.52	-1.66		0.39	-0.35	-0.78	0.01	-0.13	-0.75	-2.02	-1.51	-0.27	-1.56	-0.87	-0.81					
Eu	0.07	0.23	-0.14	-0.34	-0.78	-0.61		0.14	-0.01	-0.08	-0.13	0.05	-0.26	-0.57	-0.40	-0.24	-0.54	-0.23	-0.28					
Gd	0.00	0.33	0.79	-0.25	-1.55	-0.39		0.22	-0.35	0.39	1.51	-0.06	-0.09	-1.60	-1.30	0.00	-0.47	0.20	0.52					
Tb	0.03	0.05	0.20	0.06	-0.21	-0.14		0.03	-0.03	0.02	0.09	0.01	-0.03	-0.17	-0.15	-0.02	-0.12	0.00	0.11					
Dy	0.08	0.07	1.12	0.68	-0.97	-0.74		0.28	-0.17	0.12	0.95	0.02	-0.20	-0.93	-0.84	-0.06	-1.11	-0.17	0.87					
Ho	0.02	0.04	0.21	0.14	-0.15	0.01		0.00	-0.07	0.04	0.23	-0.01	-0.06	-0.19	-0.12	-0.01	-0.10	0.08	0.18					
Er	-0.07	-0.06	0.53	0.61	-0.53	-0.09		0.15	-0.22	0.17	0.65	-0.08	-0.30	-0.51	-0.39	-0.01	-0.15	0.16	0.73					
Tm	0.02	0.02	0.09	0.09	-0.04	-0.02		-0.01	-0.0															

Tabela 119. Balanços de massa considerando a alumina como imóvel.

wt%	V2 => V2-MA				V2 => V2-FAM			
	EA-26	EA-35	EA-38	EA-71	EA-75	EA-85	EA-94	EA-97
	f (EA-26)	f (EA-35)	f (EA-38)	f (EA-71)	f (EA-75)	f (EA-85)	f (EA-94)	f (EA-97)
	0.94	0.97	1.15	1.02	1.53	1.43	1.43	4.26
SiO ₂	-14.65	-6.04	-4.14	-10.06	39.64	32.38	37.57	267.26
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.97	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ ^T	3.22	0.58	4.31	1.99	3.25	2.89	-0.61	11.00
MnO	0.04	0.00	0.13	0.04	0.03	0.03	0.01	0.23
MgO	2.38	-0.46	2.79	-0.01	0.10	0.00	0.04	5.63
CaO	1.00	0.86	3.65	2.91	1.82	1.56	1.02	13.22
Na ₂ O	-2.52	0.14	-1.08	1.71	3.29	2.76	3.27	2.39
K ₂ O	0.74	0.08	0.42	-0.43	-1.26	-1.28	-1.26	-0.72
TiO ₂	0.16	0.03	0.33	0.18	0.05	0.03	-0.06	0.02
P ₂ O ₅	-0.09	-0.06	-0.08	-0.05	0.03	0.02	-0.14	-0.09
Cr ₂ O ₃	0.03	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
ppm								
Au	0.01	0.01	0.02	0.01	1.52	1.42	7.43	0.41
Ag		0.00	0.23	0.00	0.77	0.72	98.26	1.70
As	49.56	-12.78	114.14	28.90	591.73	551.78	-692.78	1325.46
Ba	-91.41	-59.02	-38.80	-414.98	-678.76	-686.74	0.00	-510.61
Be	2.82	1.93	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.34	0.20	0.00	0.00	-0.10	0.43
Cd	-0.10	-0.10	0.01	0.10	0.51	0.47	47.22	0.75
Co	3.44	-14.16	5.34	4.49	97.58	88.61	-1.41	425.60
Cs	0.93	0.04	0.60	-0.99	-1.39	-1.41	68.52	-1.27
Cu	8.08	-6.30	46.21	-8.08	15.61	13.98	-4.50	51.76
Ga	3.72	-1.22	0.52	-5.05	-9.75	-10.34	-1.58	-11.14
Hf	-0.45	-1.21	-1.31	-0.74	-0.16	-0.43	0.06	-0.90
Hg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.34	0.00
Mo	0.58	-1.01	0.64	-0.59	-0.74	-0.77	4.65	0.08
Nb	1.16	-2.51	-0.44	-0.51	-1.66	-1.92	-17.97	-2.95
Ni	81.23	-68.00	95.28	-20.13	25.62	19.45	-10.48	238.41
Pb	-11.35	-13.27	17.00	-2.67	62.76	57.63	-32.57	297.60
Rb	26.92	0.58	10.25	-15.15	-33.71	-34.12	20.23	-18.72
Sb	1.26	-4.92	1.74	3.46	3063.93	2861.88	-0.28	156.64
Sc	7.14	-2.14	10.10	-0.91	-1.40	-1.70	0.00	11.02
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.86	-4.57	0.00
Sn	-5.06	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00	-6.00	-123.46	-6.00
Sr	-366.03	17.00	-15.90	-88.06	9.28	-34.46	0.07	1262.97
Ta	0.06	-0.21	-0.04	0.11	0.88	0.79	-2.33	3.33
ppm	0.94	0.97	1.15	1.02	1.53	1.43	1.43	4.26
Th	-0.93	-3.29	-3.03	-1.62	-2.52	-2.75	0.00	-2.92
Tl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.36	0.00
U	0.10	-0.82	-0.47	0.54	-0.27	-0.35	-11.12	-1.50
V	32.02	-28.54	46.84	17.11	-7.17	-9.59	483.44	41.11
W	-84.79	-90.94	-99.44	9.05	899.51	823.37	-3.54	4092.60
Y	2.24	-5.64	5.65	-1.81	-1.81	-2.51	-55.28	10.58
Zn	-13.75	-16.90	16.39	54.28	-29.56	-32.29	-72.07	82.21
Zr	-29.69	-48.18	-60.78	-32.64	-50.68	-58.74	-15.49	-88.31
La	-13.17	-12.70	-12.38	-7.04	-10.71	-12.14	-33.43	-11.65
Ce	-27.65	-28.34	-29.58	-10.68	-20.56	-23.59	-3.31	-29.58
Pr	-2.13	-2.33	-2.50	-1.05	-1.82	-2.16	-10.36	-2.83
Nd	-4.09	-6.22	-4.83	-4.65	-7.07	-8.17	-1.44	-16.14
Sm	-0.50	-0.94	-0.69	-0.19	-0.39	-0.63	-0.41	-1.22
Eu	-0.28	-0.03	0.00	0.01	-0.32	-0.37	-1.45	-0.08
Gd	-0.49	-1.15	-0.25	-0.12	-0.37	-0.58	-0.16	1.87
Tb	0.00	-0.16	0.04	-0.01	-0.08	-0.11	-0.57	0.27
Dy	0.42	-0.86	0.86	0.15	0.19	0.03	0.03	1.00
Ho	0.15	-0.12	0.27	0.07	0.04	0.01	-0.02	0.36
Er	0.47	-0.34	0.97	0.01	-0.06	-0.12	-0.09	1.45
Tm	0.04	-0.10	0.11	-0.04	-0.07	-0.08	-0.22	0.12
Yb	0.43	-0.56	0.80	-0.44	-0.15	-0.22	-0.06	0.69
Lu	0.06	-0.08	0.09	-0.01	-0.08	-0.09	0.07	0.05
S (%)	0.01	0.01	0.05	-0.02	2.44	2.27	4.40	3.38
CO ₂ (%)	1.57	1.81	8.30	7.75	5.47	5.10	5.10	18.41

B.III Geologia Isotópica

Tabela 120. Resultados analíticos Ar-Ar para a sericita (amostra EA-85), a negrito encontram-se os valores usados no diagrama de espectro de idades.

	³⁶ Ar/ ³⁹ Ar	%1σ	³⁷ Ar/ ³⁹ Ar	%1σ	³⁸ Ar/ ³⁹ Ar	%1σ	³⁹ Ar	%1σ	⁴⁰ Ar	%1σ	40(r)/39(k)	± 1σ	date (Ma)	± 1σ	40Ar(r)	39Ar(k)	K/Ca	± 1σ	
EA85-2A	0.10 W	0.025	298.445	21.477	57.450	0.120	69.015	2.370	4.709	212.839	0.110	87.917	10.401	565.963	57.489	97.275	0.784	0.047	0.027
EA85-2B	0.20 W	0.101	92.449	8.007	234.217	0.116	97.933	12.011	0.888	975.446	0.027	83.827	2.453	543.214	13.732	103.169	3.995	0.645	1.510
EA85-2C	0.30 W	0.014	1067.844	4.483	301.932	0.245	36.729	29.068	0.371	2457.306	0.017	84.410	1.612	546.476	9.008	99.838	9.673	2.782	8.399
EA85-2D	0.40 W	0.150	76.919	35.919	46.803	0.756	9.752	58.177	0.241	5678.361	0.016	98.464	0.639	623.345	3.421	100.838	19.353	0.696	0.326
EA85-2E	0.50 W	0.199	32.185	38.853	49.684	1.023	9.466	69.052	0.197	7015.258	0.015	100.819	0.342	635.911	1.820	99.198	22.971	0.764	0.380
EA85-2F	0.60 W	0.452	21.962	3.098	600.192	0.570	16.777	36.066	0.280	3626.090	0.015	96.787	0.867	614.339	4.664	96.272	12.003	5.007	30.052
EA85-2G	0.70 W	0.001	8573.958	37.651	39.219	0.478	14.067	37.546	0.278	4150.014	0.012	110.694	0.665	687.676	3.438	100.077	12.486	0.429	0.168
EA85-2H	0.80 W	0.015	1143.512	12.758	87.221	0.436	23.955	16.984	0.705	2102.858	0.018	124.194	3.047	756.127	15.163	100.255	5.649	0.572	0.499
EA85-2I	0.90 W	0.006	1442.034	31.444	51.631	0.233	48.236	15.178	0.764	2001.352	0.016	132.088	2.087	794.983	10.164	100.028	5.044	0.207	0.107
EA85-2J	1.00 W	0.171	48.498	7.411	238.165	0.169	53.090	9.473	0.931	1355.303	0.022	148.584	2.964	873.585	13.821	103.802	3.151	0.549	1.308
EA85-2K	1.20 W	0.032	169.034	11.666	171.823	0.372	33.187	13.044	1.021	1961.544	0.046	151.272	1.991	886.075	9.221	100.534	4.338	0.480	0.826
EA85-2L	1.40 W	0.003	3602.338	80.541	25.718	0.234	28.700	0.378	44.645	50.802	0.541	180.903	145.229	1018.329	625.082	114.522	0.107	0.002	0.001
EA85-2M	1.60 W	0.002	6957.916	34.745	36.667	0.392	20.808	0.115	164.295	32.101	0.789	379.364	909.335	1717.920	2658.202	106.891	0.030	0.001	0.002
EA85-2N	1.80 W	0.001	9740.237	14.035	117.706	0.099	95.961	0.238	72.122	18.669	1.007	85.149	179.621	550.602	1001.316	103.908	0.076	0.007	0.010
EA85-2O	2.00 W	0.083	137.396	96.929	17.958	0.167	56.552	1.329	9.125	226.846	0.094	166.278	31.313	954.261	139.637	92.512	0.420	0.006	0.001
EA85-2P	2.50 W	0.076	156.566	13.812	103.663	0.215	39.389	0.088	212.539	9.456	2.413	343.627	754.688	0.000	#####	352.843	0.032	0.003	0.007
EA85-2Q	3.00 W	0.064	137.098	0.030	52039.032	0.103	75.658	0.144	86.846	14.318	1.692	32.583	183.443	230.899	1220.386	32.794	0.048	2.059	1071.263