

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINERALÓGICA DA ALTERAÇÃO
HIDROTHERMAL NO DEPÓSITO DE Pb-Zn (Cu-Ag) DE SANTA MARIA,
DISTRITO MINEIRO DE CAMAQUÃ (RS)

Francisco Sene Rios

Orientador: Prof. Dr. Caetano Juliani
Co-Orientador: Prof. Dra. Lena Virginia Scares Monteiro

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2012 / 18)

SÃO PAULO
2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINERALÓGICA DA ALTERAÇÃO
HIDROTHERMAL NO DEPÓSITO DE Pb-Zn-(Cu-Ag) DE SANTA MARIA,
DISTRITO MINEIRO DE CAMAQUÃ (RS)

Francisco Sene Rios



Orientador: Prof. Dr. Caetano Juliani
Co-Orientadora: Prof. Dra. Lena Virgínia Soares Monteiro

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2012/18)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900031222

SÃO PAULO
2012

TF
R586
FS.e
e.2

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINERALÓGICA DA ALTERAÇÃO
HIDROTÉRMICA NO PÉDREGAL DE PO-20-10-40 DE SANTA MARIA
DO SUL (RS)



Francisco Silva Filho

Co-Orientador: Prof. Dra. Lúcia Virginia Gomes Mendes
Orientador: Prof. Dr. Cassiano Lúcio

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FOMATURA
(1992/93)

SÃO PAULO
2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINERALÓGICA DA ALTERAÇÃO
HIDROTHERMAL NO DEPÓSITO DE Pb-Zn-(Cu-Ag) DE SANTA MARIA,
DISTRITO MINEIRO DE CAMAQUÃ (RS)

Francisco Sene Rios

Francisco Sene Rios

Caetano Juliani

De acordo, orientador: Prof. Dr. Caetano Juliani

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2012/18)

SÃO PAULO
2012

“Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa”
(Guimarães Rosa)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me permitir fazer parte do privilegiado e reduzido grupo de brasileiros que tem acesso a um ensino superior gratuito e de qualidade. Agradeço também aos meus pais, Márcia e Ricardo, aos meus irmãos, Miguel e Maria Izabel, e a minha namorada Ana Cláudia, pelo apoio, compreensão e paciência nesses cinco anos de caminhada geológica.

Meus mais sinceros votos de gratidão aos meus orientadores, Prof. Dr. Caetano Juliani e Prof. Dra. Lena Monteiro, pelo profundo conhecimento compartilhado, pela confiança e pela ótima convivência sempre.

Agradeço de forma especial à empresa Votorantim Metais por proporcionar a realização deste trabalho, especialmente aos geólogos Paulo Fernando Ravacci Pires, Rodrigo Travassos, Samuel Lago, Bruno Zambaldi e Jonas Mota e aos técnicos Augusto Amora e Ana Carolina.

Agradeço o apoio de Erica Martini Tonetto, responsável pelo LABMEV do IG-Unicamp, que com empenho e competência, prestou grande auxílio na realização deste trabalho.

Alguns professores me inspiram por sua forma de ensinar e pelo amor à geologia, sou grato a Gustavo Corrêa de Abreu (Torrinha), João Batista Moreschi, Gianna Garda e Antônio Romalino Santos Fragoso-César.

Aos amigos e companheiros de pesquisa Carlos Mário, Bruno Lagler, Raul Meloni e Verônica Trevisan, pelas conversas, discussões e apoio. Também sou grato ao meu primo Pedro Baruffi (Petruquio), pelo companheirismo e bom convívio, ao meu tio Sergio (Chiquinho Guaraná) e família pela acolhida nos finais de semana e aos colegas de turma Matheus Magalhães (Perobo), Giuseppe Turini (Jorsepi), Felipe Thomas (Inuteo), Enrico Vial (Zé Droguinha) e Rodrigo Bustamante (Tiozão).

Finalmente agradeço aos amigos do peito Daniel Santiago (Cumpadi) e Gustavo (Jeca), integrantes do Trio de Trem, pela amizade nesses cinco anos e pelas rodas de viola.

RESUMO

O distrito Mineiro de Camaquã, localizado na porção centro-sul do estado do Rio Grande do Sul, abriga os depósitos de Cu–(Au–Ag) de Camaquã e de Pb–Zn– (Cu–Ag) de Santa Maria, ambos hospedados em rochas sedimentares siliciclásticas do Grupo Santa Bárbara (Ediacarano). Esta pesquisa visou caracterizar as alterações hidrotermais presentes nas rochas do depósito de Santa Maria por meio de análises mesoscópicas de testemunhos de sondagem, petrografia, MEV e geoquímica de rocha. Também foram realizados diversos trabalhos de campo nas áreas de ambos os depósitos, objetivando a integração das informações geológicas, contribuindo com os intensos trabalhos prospectivos que vem sendo realizados na região nos últimos anos.

Illita e clorita são os principais minerais hidrotermais do depósito, alterando os arenitos, ritimitos e conglomerados de forma pervasiva seletiva, substituindo principalmente os feldspatos e a argila detrítica. Subordinadamente ocorrem assembleias hidrotermais compostas por calcita, ankerita, barita, hematita e quartzo.

Os principais minerais de minério são galena e esfalerita, que têm geralmente, caráter disseminado, possuindo natureza epigenética. Apesar de haver grande quantidade de amostras macroscópicas que apresentam os sulfetos concordantes com a estratificação sedimentar das hospedeiras, os corpos mineralizados, em macroescala, são discordantes, não havendo continuidade lateral das feições concordantes.

Os estudos realizados nos dois depósitos mostram que as assembleias hidrotermais são muito semelhantes, diferindo apenas nas intensidades de cada alteração, sugerindo que as mineralizações dos dois depósitos devem ter sido formadas pelo mesmo processo.

Esses depósitos tem sido interpretados como sedimentar exalativo, hospedado em sedimentos e como magmático–hidrotermal. O zonamento hidrotermal e do conteúdo metalífero, a forma dos halos hidrotermais, a fonte de enxofre e as características geológicas observadas nesse trabalho de formatura sugerem ser mais provável uma origem magmática–hidrotermal para os depósitos de Camaquã e Santa Maria, provavelmente vinculada com a intrusão de rochas intermediárias e félsicas na base do pacote sedimentar.

ABSTRACT

The Camaquã ore province, located in the central-southern of Rio Grande do Sul state, includes the Cu-(Au-Ag) Camacuã and the Pb-Zn-(Cu-Ag) Santa Maria deposits, which are hosted by siliciclastic sedimentary rocks of the Santa Barbara Group (Ediacaran). This study aimed to characterize the hydrothermal alteration in the host rocks of the Santa Maria deposit with mesoscopical analysis of drill core, petrography, scanning electronic microscope and geochemistry. Several fieldwork in areas of the Camaquã and Santa Maria deposits have also been carried out, aiming the integration of the geological information and contributing with the intense prospective works that have been done in the region in the last years.

Illite and chlorite are the principal hydrothermal minerals in these deposits. These minerals pervasively replaced feldspar and detritical clay from sandstones. Subordinately, hydrothermal assemblages composed of calcite, ankerite, barite, hematite and quartz have been also characterized.

The main ore minerals are galena and sphalerite, which generally are disseminated and have epigenetic origin. Although commonly macroscopic sulfides occur along the sedimentary layering of the host rock, the mineralized bodies in macroscale, are discordant, and lateral continuity of consistent features is absent.

The Cu-(Au-Ag) Camacuã and the Pb-Zn-(Cu-Ag) Santa Maria deposits have very similar hydrothermal assemblages, differing only in the intensities of each alteration type, suggesting that the mineralization in the two deposits might have been formed by the same process.

These deposits have been previously interpreted as similar to sedimentary exhalative (SEDEX), sedimentary-hosted or magmatic-hydrothermal deposits. The zoning of the metalliferous content and hydrothermal alteration zones, the inverted cone-shaped hydrothermal halos, the sulfur source and the geological features observed in this study suggest a magmatic-hydrothermal origin for the Camaquã and Santa Maria deposits, probably linked with the intrusion of intermediate and felsic rocks at the base of the sedimentary package.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
1.1. Localização da Área de estudo	2
2. OBJETIVOS	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS	3
3.1. Pesquisa Bibliográfica	3
3.2. Trabalhos de Campo	4
3.3. Petromicrografia	5
3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	6
3.5. Geoquímica	6
4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	6
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
5.1. Geologia regional	8
5.2. Alteração Hidrotermal	12
5.2.1. Definição e conceitos fundamentais	12
5.2.2. Tipos e estilos de alterações hidrotermais	12
5.3. Geologia e Metalogênese dos Depósitos de Camaquã e Santa Maria	15
6. RESULTADOS	16
6.1. Geologia Local do Depósito de Santa Maria	16
6.1.1. Rochas hospedeiras	16
6.1.2. Alteração Hidrotermal	20
6.1.3. Minério	21
6.2. Caracterização Petrográfica e Química das Zonas de Alteração Hidrotermal e Rochas Hospedeiras do Depósito de Santa Maria	24
6.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	35
7. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	40
7.1. Paragêneses Minerais	40
7.2. Gênese do Depósito de Santa Maria	41
8. CONCLUSÃO	42
9. BIBLIOGRAFIA	43

1. INTRODUÇÃO

A região de Minas do Camaquã, um dos mais clássicos distritos mineiros da região Sul do Brasil, localiza-se na porção centro-sul do estado do Rio Grande do Sul e engloba os depósitos de Cu-(Au-Ag) de Camaquã e de Pb-Zn-(Cu-Ag) de Santa Maria.

O minério de cobre e ouro do depósito de Camaquã foi descoberto em 1865 por ingleses que garimpavam ouro na região de Lavras do Sul, tendo sido, a partir de então, objeto de atividade extrativa por mais de um século (Teixeira *et al.*, 1978). Esse depósito e a região foram temas de diversos estudos metalogenéticos desde a década de 1940 (Leinz & Almeida, 1941; Bettencourt, 1972 e 1976; Beckel, 1990; Remus, 1999 e Remus *et al.*, 2000).

O depósito de Pb-Zn-(Cu-Ag) de Santa Maria foi descoberto no final da década de 1970 e ainda está em fase de exploração. Poucos estudos de cunho metalogenético foram feitos nesse depósito, destacando-se os trabalhos de Badi (1983), Veigel & Dardenne (1990) e Remus *et al.* (2000).

O minério no depósito de Santa Maria associa-se a zonas de alteração hidrotermal ílítica e clorítica que afeta conglomerados, ritmitos e, principalmente arenitos arcoseanos do Grupo Santa Bárbara. Os minérios com galena e esfalerita estão associadas às zonas de alteração ílítica, enquanto que a calcopirita associa-se a zonas de cloritização. Calcocita, prata nativa e estephanita ocorrem nas zonas de oxidação.

Este trabalho é fruto da integração de informações obtidas em um longo período de trabalhos campo, no qual foram realizadas diferentes atividades (mapeamento geológico, realização de perfis e descrição de testemunhos) em diferentes áreas dos depósitos de Camaquã e Santa Maria, com o estudo mineralógico e petrográfico do depósito de Santa Maria, uma vez que o depósito de Camaquã já foi alvo de importantes estudos, tais como o de Bettencourt (1972).

1.1. Localização da Área de estudo

O local objeto deste estudo situa-se nas proximidades da vila Minas do Camaquã, pertencente ao município de Caçapava do Sul, região centro-sul do Rio Grande do Sul. A partir de Porto Alegre, o acesso é feito por meio da BR-290, tomando-se, no entorno de Caçapava do Sul, a BR-153, que oferece o acesso à RS-625, estrada não pavimentada que liga a BR-153 à vila Minas do Camaquã.

O depósito de Santa Maria, nomeado assim pelo fato de estar localizado na área de uma fazenda homônima, situa-se a cerca de 4 km a SW da vila (Figura 1.1).

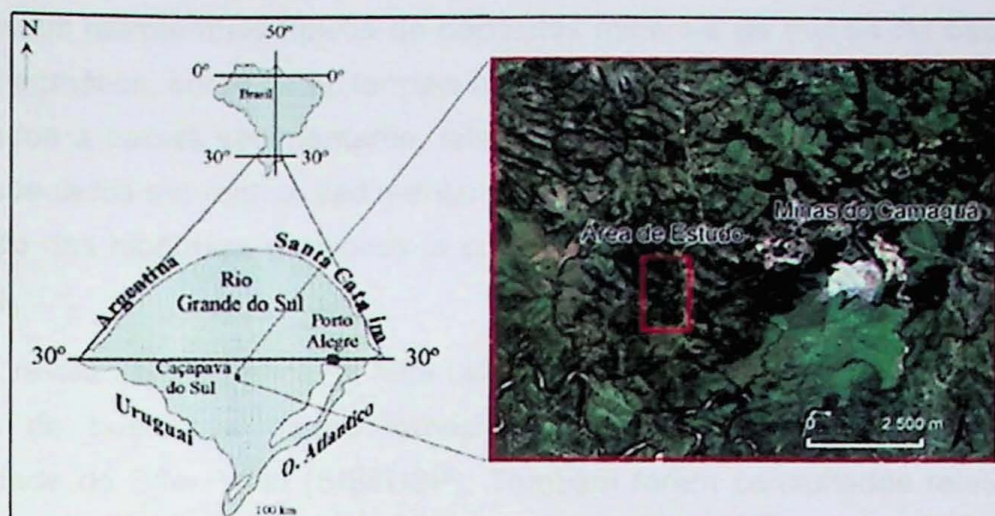


Figura 1.1: Localização da área de estudo (Fonte - Google earth, 2009).

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa objetiva contribuir com a caracterização das alterações hidrotermais presentes nos arenitos, conglomerados e ritmitos hospedeiros das mineralizações de Pb-Zn-(Cu-Ag) do depósito de Santa Maria. Para tanto, foram feitas análises petrográficas, químicas e mineralógicas dos litotipos coletados em testemunhos de sondagem disponibilizados pela Votorantim Metais.

A caracterização das alterações hidrotermais, além de aumentar o nível de conhecimento sobre o minério e as rochas hospedeiras da mineralização, pode auxiliar na elaboração de modelos metalogenéticos de depósitos de metais base e preciosos no distrito mineiro de Camaquã. Tal fato possui não somente interesse do ponto de vista acadêmico, mas também do ponto de vista prospectivo, uma vez que poderá auxiliar os trabalhos exploratórios.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Pesquisa Bibliográfica

Foi realizada pesquisa bibliográfica detalhada envolvendo as características geológicas da região, bens minerais e suas respectivas características geológicas, além de um estudo dos aspectos fisiográficos e sócio-econômicos locais, com o objetivo de situar a área em um contexto local e regional, oferecendo o embasamento necessário ao desenvolvimento dos trabalhos subsequentes. Também foi realizado um levantamento bibliográfico compilando-se os estudos metalogenéticos do depósito pesquisado e os temas relacionados à descrição de rochas sedimentares e vulcânicas. Também foram pesquisados

os processos hidrotermais típicos de depósitos minerais de metais de base e preciosos de filiação magmática, como os epitermais *high-* e *low-sulfidation* e os do tipo pórfiro, e àqueles relacionados a bacias sedimentares, tais como os MVT, SEDEX e os depósitos de metais base hospedados em rochas sedimentares. Essas classes de depósitos foram selecionadas em função das hipóteses genéticas já propostas para as mineralizações de Santa Maria e Camaquã.

A revisão bibliográfica foi feita utilizando-se o acervo da biblioteca do IGc-USP e os sistemas de busca de dados fornecidos pelo Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBi/USP). Também foram consultados relatórios técnicos de trabalhos geológicos efetuados na região das Minas do Camaquã disponibilizados pela CBC (Companhia Brasileira do Cobre) e pela Votorantim Metais.

3.2. Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo tiveram a duração de cerca de 50 dias, divididos em dois períodos de aproximadamente 25 dias. Tais trabalhos foram possíveis graças à realização de atividades de um estágio oferecido pela Votorantim Metais, integrado ao Trabalho de Formatura.

Os trabalhos de campo consistiram na realização de perfis geológicos em seções representativas dos depósitos de Camaquã e Santa Maria e no mapeamento de detalhe e semi-detalhe de alvos prospectivos localizados no distrito mineiro de Camaquã. Complementarmente foram descritos cerca de 1.250 metros de testemunhos de sondagem do depósito de Santa Maria e de outros alvos relacionados e selecionadas 45 amostras de testemunhos de duas sondagens em dois diferentes prospectos do depósito de Santa Maria. Essas amostras foram detalhadamente descritas mesoscopicamente quando à mineralogia, texturas, estruturas sedimentares e tectônicas, tipo e estilo da alteração hidrotermal, etc. A identificação dos minerais foi feita com auxílio de guias de determinação de minerais, tais como Dana (1981).

A Tabela 1 mostra de forma esquemática os diferentes trabalhos de campo realizados em seis unidades litoestratigráficas da Bacia do Camaquã na região do distrito mineiro de Camaquã.

Tabela 1: Atividades de campo realizadas em cada unidade estratigráfica

UNIDADES	LITOLOGIAS	ATIVIDADES REALIZADAS
Suíte Intrusiva Rodeio Velho	Sub-vulcânicas intermediárias	Mapeamento geológico, descrição de testemunhos de sondagem
Grupo Guaritas	Conglomerados e arenitos conglomeráticos	Mapeamento geológico, descrição de testemunhos de sondagem e realização de perfis geológicos na área do Santa. Maria
Formação João Dias	Arenitos arcoseanos finos	Mapeamento geológico na área da Janela Norte
Formação Rincão dos Mouras	Conglomerados e arenitos arcoseanos	Mapeamento geológico, descrição de testemunhos de sondagem
Formação Seival	Arenitos arcoseanos finos	Mapeamento geológico, descrição de testemunhos de sondagem e realização de perfis geológicos na área do Santa. Maria
Formação Passo da Capela	Ritmitos intercalados com conglomerados	Mapeamento geológico, descrição de testemunhos de sondagem

3.3. Petrografia

As amostras coletadas nos testemunhos de sondagem que melhor representavam as zonas de alteração hidrotermal e as rochas hospedeiras das mineralizações foram destinadas à confecção de lâminas delgadas e delgadas polidas.

As lâminas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do IGc-USP e a análise das mesmas feita com o uso de um microscópio óptico convencional da marca Olympus, modelo BX-40. As lâminas delgadas polidas confeccionadas para estudo dos minerais opacos foram estudadas em microscópio semelhante equipado com epi-iluminação. As descrições microscópicas foram auxiliadas pela consulta de bibliografias específicas do tema tais como: Deer *et al.* (1967), Tröger (1979), Craig & Vaughan (1981), Ixer (1990), Klein & Hurlbut (1993), Mackenzie & Adams (1994), Hibbard (1995) e Melgarejo (1997).

O estudo de lâminas delgadas incluiu descrições mineralógicas detalhadas e análises texturais (conforme Williams *et al.*, 1962), visando o reconhecimento das fases minerais, suas relações de contato, formas e dimensões, presença de intercrescimentos, inclusões e estruturas tectônicas, quando deformadas. Também foram estudadas as relações de equilíbrio entre fases minerais, texturas de instabilidade química e as paragêneses hidrotermais.

Tendo em vista que as rochas hospedeiras das mineralizações são sedimentares psamíticas e rudáceas, foi realizado, com base em bibliografias específicas do tema, um estudo petrográfico detalhado das características sedimentológicas das rochas amostradas. Os estudos envolveram caracterização da petrotrama, conforme Wentworth (1922), Powers (1953) e Pettijhon *et al.* (1972), classificação da matriz conforme Dickison (1970) e nomenclatura segundo Dott (1964) e Folk (1968).

3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Parte das amostras coletadas, e posteriormente trabalhadas ao longo deste trabalho de formatura, é de natureza hidrotermal e tem granulação muito fina, o que dificulta a sua identificação mineralógica ao microscópio óptico convencional. Por esse motivo foram selecionadas algumas lâminas delgadas polidas previamente descritas com microscopia óptica, e feitas análises com microscópio eletrônico de varredura (MEV), complementando, desta forma, a caracterização química e mineralógica das fases hidrotermais e sedimentares.

Análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) acopladas a EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectrometer*) foram feitas no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do IG-Unicamp.

3.5. Geoquímica

Os dados analíticos de geoquímica de rocha das sondagens FSM0049 e FSM0059 foram disponibilizados pela Votorantim Metais e utilizados, a partir de gráficos relativos aos logs de sondagem, a fim de auxiliarem na caracterização das zonas hidrotermais e no estabelecimento de correlações entre os elementos. As amostras foram selecionadas conforme um plano de amostragem padrão, extraídas em intervalos que variam de 0,50 a 1,50 m dos testemunhos de sondagem e realizadas no laboratório ALS Minerals, tendo sido aplicadas as técnicas de ICP-AES para elementos maiores e ICP-MS para elementos menores e traços.

Foram disponibilizados dados analíticos aos elementos Ag, As, Ba, Co, Cu, Fe, K, Mn, Mo, Ni, P, e S e aos óxidos Al_2O_3 , CaO e MgO , que podem ser observados nas tabelas do Anexo II.

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Esta pesquisa visou caracterizar as alterações hidrotermais presentes nos arenitos arcoseanos, ritmitos e conglomerados do Grupo Santa Bárbara, no depósito de Santa Maria, distrito Mineiro de Camaquã (RS). Para tanto, foram utilizadas amostras coletadas de testemunhos de duas sondagens representativas do depósito. Estudos mesoscópicos permitiram a seleção de algumas amostras, que foram laminadas no Laboratório de Laminação do IGc-USP nos meses de julho e agosto.

A descrição microscópica foi realizada em duas etapas, sendo a primeira em agosto (dedicada à microscopia de luz transmitida) e a segunda em setembro (dedicada à microscopia de luz refletida). Esse estudo permitiu caracterizar petrograficamente as rochas sedimentares, suas alterações hidrotermais e mineralizações, bem como direcionar estudos realizados em microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Os trabalhos de MEV foram realizados em três dias no mês de outubro no LABMEV da Unicamp.

A geoquímica foi incluída ao programa inicial de métodos propostos para esse trabalho, por ser considerada uma importante ferramenta para auxílio na classificação das alterações hidrotermais e das mineralizações. Os dados analíticos foram cedidos pela Votorantim Metais no mês de setembro, e obtidos através de análise realizada no ano de 2011 no laboratório ALS Minerals. Os dados foram trabalhados nos meses de setembro e outubro.

Estudo de minerais por difração de raios X estava previsto para ser feito neste trabalho, com o intuito de auxiliar na determinação das argilas hidrotermais. As amostras chegaram a ser preparadas e analisadas, entretanto, problemas relacionados à calibração do equipamento de difração de raios X do IG-Unicamp prejudicaram a interpretação dos espectros, impossibilitando a sua utilização.

Tabela 2: Cronograma de atividades previstas para este Trabalho de Formatura

ANO	2012										
MÊS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pesquisa Bibliográfica											
Projeto Inicial											
Campo											
Descrições Mesoscópicas											
Laminação de Amostras											
Descrição Microscópica											
Relatório de Progresso											
Geoquímica de Rocha											
MEV											
Integração e Tratamento dos Dados											
Monografia											

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Geologia regional

Na porção sudeste da América do Sul, encontra-se a Província Mantiqueira (Almeida *et al.*, 1981), uma faixa móvel neoproterozoica que teve sua evolução relacionada à amalgamação de Gondwana.

Um importante elemento relacionado com a evolução tectônica dessa província é um sistema de pequenas bacias ladeadas por falhas, compostas por sucessões siliciclásticas depositadas entre o Ediacarano Médio e o Cambriano Inferior. Essas bacias afloram, segundo Almeida *et al.* (2010), do sul do Uruguai ao sul de Minas Gerais (Figura 4.1).

Diferentes interpretações acerca da formação dessas bacias foram propostas, podendo ser agrupadas em três modelos: 1) bacias do tipo *foreland*, tardi- a pós-colisionais (Fragoso-César, 1991; Rostirolla *et al.*, 1999; Basei *et al.*, 2000); 2) bacias de zonas de falhas transcorrentes pós-colisionais (Brito Neves *et al.*, 1999) e: 3) bacias de *rift* intracontinental (Fragoso-César *et al.*, 2000, 2001; Almeida, 2001, 2005; Almeida *et al.*, 2010, Janikian, 2001, 2004; Fambrini, 2003).

A melhor exposta e preservada dessas bacias é a do Camaquã, que foi preenchida por depósitos do Ediacarano e Eocambriano do Supergrupo Camaquã (Fragoso Cesar *et al.*, 2003), aflorantes sobre todas as unidades pré-ediacaranas do Rio Grande do Sul, inclusive sobre o cráton Rio de La Plata.

O Supergrupo Camaquã é constituído por rochas sedimentares siliciclásticas e vulcanogênicas e aflora em três sub-bacias alongadas no sentido NNE–SSW, denominadas Sub-Bacia Camaquã Ocidental, Camaquã Central e Camaquã Oriental. As sub-bacias são segmentadas pelos altos do embasamento de Caçapava do Sul, a oeste, e da Serra das Encantadas, a leste.

Da base para o topo, o Supergrupo Camaquã é composto pelas seguintes unidades: Grupo Maricá, Grupo Bom Jardim, Formação Acampamento Velho, Grupo Santa Bárbara, Grupo Guaritas e Suíte Intrusiva Rodeio Velho.

O Grupo Maricá compreende os registros da primeira cobertura do Escudo Gaúcho, posterior à denudação e subsidência tectônica das unidades do embasamento criadas pela Orogenia Brasileira, dando início à geração da bacia. Seus depósitos são constituídos predominantemente por cerca de 2.000 a 2.500 m de arenitos arcoseanos e, subordinadamente, conglomerados e pelitos, distribuídos em três unidades litoestratigráficas que registram a evolução de distintos sistemas deposicionais, quais sejam: Formação Passo da Promessa, formada por arenitos e lentes conglomeráticas formados em planícies fluviais de canais entrelaçados; Formação São Rafael, composta por arenitos e ritmitos gerados em

plataforma marinha rasa dominada por ondas com tempestitos, associados a turbiditos areno-pelíticos da costa afora; e Formação Arroio América, constituída por arenitos e lentes conglomeráticas de um novo sistema de planícies fluviais de canais entrelaçados (Pelosi & Fragoso-César, 2003).

O Grupo Bom Jardim constitui uma unidade vulcanossedimentar gerada em ambientes continentais lacustre e aluvial. Em sua área-tipo possui mais de 4.000 m de espessura e é composta por uma sucessão de rochas sedimentares e extrusivas latíticas, andesíticas e dacíticas, além de tufos grossos ricos em cristal e vítreos, lapilli-tufos e brechas. Segundo Janikian *et al.* (2005), esse grupo aflora nas sub-bacias Camaquã Central (regiões de Bom Jardim e Casa de Pedra) e Ocidental (no flanco oeste da Serra do Espinilho, na região de Lavras do Sul, e na base do Platô da Ramada).

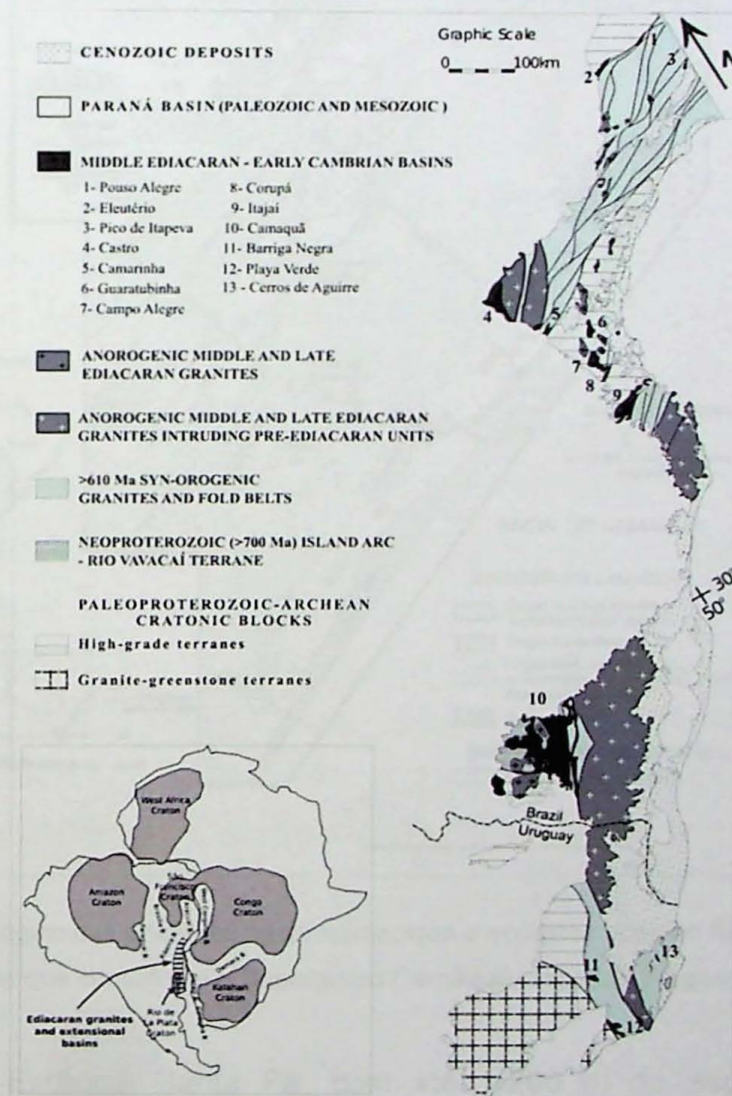


Figura 5.1a: Mapa esquemático do sistema de bacias eo-cambrianas a ediacaranas no sul da Província Mantiqueira, segundo Almeida *et al.* (2010).

A Formação Acampamento Velho (Ribeiro & Fantinel, 1978), com cerca de 700 m de espessura, se sobrepõe em discordância erosiva ao Grupo Bom Jardim. Esta formação é

constituída por sucessões de rochas extrusivas riolíticas a basálticas e por rochas piroclásticas geradas em ambientes subaéreos, incluindo tufos, lapilli-tufos e brechas. Aflorando somente na sub-bacia Camaquã Ocidental, esta unidade encontra-se bem exposta nas regiões dos cerros de Bugio e Perau, nas serras de Santa Bárbara e Espinilho e nos platôs da Ramada e Taquarembó (Janikian *et al.*, 2005).

O Grupo Santa Bárbara abriga na sub-bacia Camaquã Central as Minas do Camaquã. Esse se caracteriza por uma sucessão aluvial a marinha, com a deposição de rochas siliciclásticas em ambientes aluviais, costeiros e deltáicos. Fambrini (2003) dividiu o Grupo Santa Bárbara nas seguintes formações, a partir da base: Estância Santa Fé, Passo da Capela, Seival, Rincão dos Mouras e João Dias.

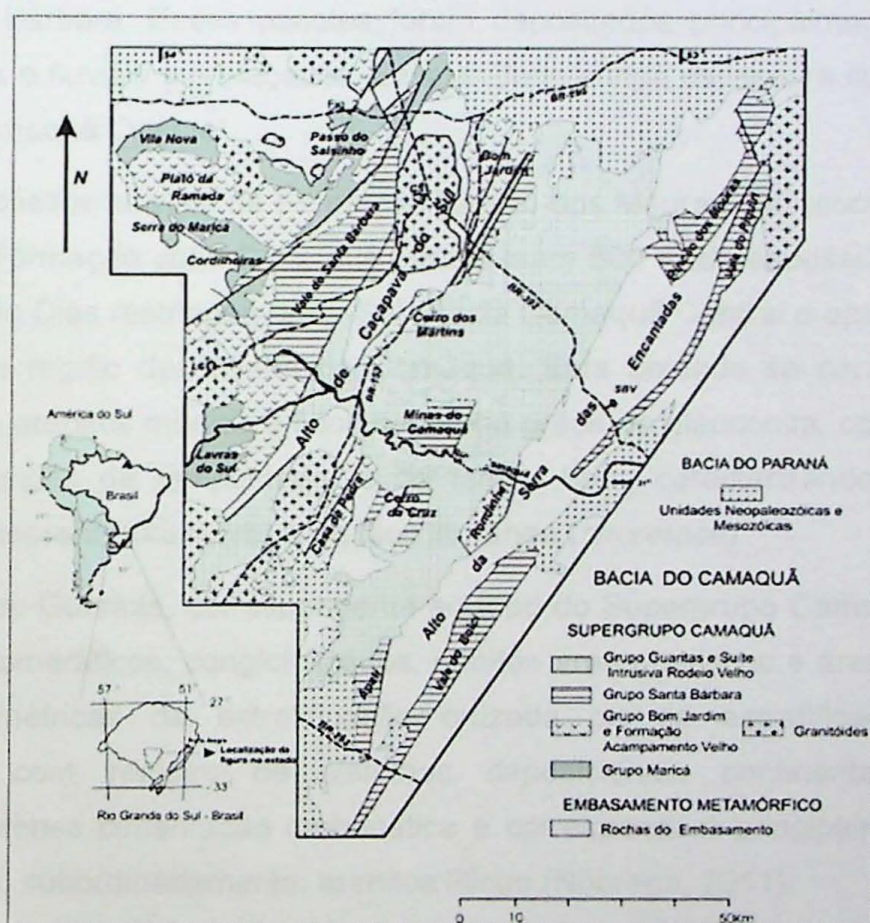


Figura 5.1b: Esboço geológico das unidades neoproterozoicas e eopaleozóicas do Rio Grande do Sul, com destaque para as unidades que constituem o Supergrupo Camaquã, segundo Fragosso-César *et al.* (2000).

A Formação Estância Santa Fé, com até 1.200 m de espessura, esta exposta somente na Sub-Bacia Camaquã Ocidental. É formada por conglomerados e arenitos gerados por sistemas de leques aluviais proximais e medianos que passam para arenitos grossos mal selecionados de sistemas fluviais entrelaçados associados aos leques (Almeida, 2001).

A Formação Passo da Capela é bem exposta nas sub-bacias Camaquã Oriental e Central e apresenta até 4.000 m de espessura na região do vale do Piquiri, na Sub-Bacia Camaquã Oriental. É constituída por ritmitos, conglomerados e arenitos que compreendem depósitos turbidíticos.

A Formação Seival aflora nas sub-bacias Camaquã Ocidental e Central e constitui uma sequência com até 1.000 m de espessura de arenitos médios a muito finos, com contribuição subordinada de arenitos grossos com intercalações com poucos centímetros espessura de siltitos. Compreende depósitos de: (i) baía estuarina e planície litorânea, (ii) tempestitos de costa-afora e (iii) planície de maré.

A Formação Rincão dos Mouras é composta por pacotes de conglomerados e arenitos conglomeráticos, comum a todas as sub-bacias da Bacia Camaquã onde ocorre o Grupo Santa Bárbara. Esses pacotes foram depositados principalmente em sistemas de leques aluviais e fluviais entrelaçados. Esta unidade atinge espessura superior a 2.000 m na Sub-Bacia Camaquã Oriental.

Os depósitos aluviais da Formação Rincão dos Mouras são recobertos por depósitos marinhos da Formação João Dias, que ultrapassam 500 m de espessura. Os depósitos da Formação João Dias restringem-se à Sub-Bacia Camaquã Central e apresentam excelentes exposições na região das Minas do Camaquã. Esta unidade se caracteriza pelo amplo predomínio de arenitos médios e finos contendo grãos de glauconita, com claras evidências de ação de ondas de tempestade, e de tempo bom, caracterizando ambiente marinho costeiro de antepraia (*foreshore*) e de face litorânea (*shoreface*).

O Grupo Guaritas, correspondente ao topo do Supergrupo Camaquã. É formado por arenitos conglomeráticos, conglomerados, ritmitos areno-pelíticos e arenitos finos a médios com séries métricas de estratificação cruzada ou de estratificação plano-paralela, interpretados com registro de sistemas deposicionais continentais. Seus arenitos apresentam intensa cimentação carbonática e correspondem principalmente a arcóseos e subarcóseos e, subordinadamente, arenitos líticos (Nóbrega, 2011).

Da base para o topo, o Grupo Guaritas é dividido em cinco formações: Formação Gurda Velha (arenitos, conglomerados e arenitos conglomeráticos de origem fluvial), Formação Pedra das Torrinhas (arenitos conglomeráticos e conglomerados atribuídos à fácies de leques aluviais), Formação Varzinha (ritmitos psamo-pelíticos de fácies fluviais e aluviais distais), Formação Pedra Pintada (arenitos finos com estratificação cruzada interpretados como fácies de dunas eólicas) e Formação Serra do Apertado (arenitos finos a grossos e conglomerados de origem fluvial).

Diques introduzidos nas unidades anteriores, bem como derrame de basaltos alcalinos a sub-alcalinos, andesitos, andesitos basálticos e traquiandesitos, compõem a

Suíte Intrusiva Rodeio Velho. Também são encontradas rochas piroclásticas, de composição química semelhante, que variam desde tufos muito finos até lapilitos (Almeida *et al.*, 2000).

5.2. Alteração Hidrotermal

5.2.1. . Definição e conceitos fundamentais

O termo alteração hidrotermal pode ser compreendido como qualquer mudança na composição mineralógica de uma rocha por meios físicos e/ou químicos, especialmente pela interação com soluções aquosas quentes, frias ou com gases (Guilbert & Park, 1986). Em se tratando dos processos hidrotermais, a alteração pode causar modificações mineralógicas, texturais e químicas numa rocha, bem como dissolver, precipitar e recristalizar novos minerais, inclusive minerais de minério (Gifkins *et al.*, 2005). Tais alterações ocorrem devido a mudanças físico-químicas induzidas pela interação de fluídos ou soluções hidrotermais com a rocha por onde eles circulam (Pirajno, 2009). Esses fluidos atacam quimicamente os constituintes mineralógicos das rochas encaixantes que tendem a se reequilibrar formando uma assembléia mineralógica estável nas novas condições.

O entendimento global da origem de um depósito mineral hidrotermal entretanto, não é tão simples, e envolve idealmente, além do conhecimento dos aspectos geológico-estruturais dos depósitos e da região em foco, os seguintes itens: a) fonte dos fluidos (solventes); b) fonte dos metais (solutos); c) fontes de calor (energia para movimentar as soluções) e; d) mecanismos de transporte e deposição das soluções (causas da precipitação do minério), o qual envolve estudos das paragêneses mineralógicas dos minérios e da ganga e inclusões fluidas (Skinner, 1997)

5.2.2. Tipos e estilos de alterações hidrotermais

Existem várias classificações para rochas que foram afetadas hidrotermalmente. Tais classificações podem levar em conta a predominância de determinado mineral nas rochas alteradas (ex.: cloritização, epidotização, alteração albitica), bem como variações na composição química do protolito através da litogeoquímica (ex.: metassomatismo potássico, metassomatismo sódico, metassomatismo magnesiano). O sistema de classificação mais utilizado atualmente, e amplamente difundido na literatura, baseia-se num grupo de termos genéricos, tais como: alteração argílica, sericitica, propilitica, potássica etc. Diferentemente das demais classificações, esses termos fazem referência a uma assembleia mineral característica de um determinado tipo de alteração hidrotermal. O desenvolvimento de cada uma dessas assembléias minerais é função da atividade dos álcalis e do hidrogênio na solução hidrotermal em contato com as rochas encaixantes, ou seja, a razão entre a

atividade química dos íons K^+ e H^+ no sistema rocha-fluido (Pirajno, 2009). A Tabela 2 reúne os tipos de alteração hidrotermal, suas paragêneses e ambientes de formação e a Figura 4.2 ilustra os campos de estabilidade de cada tipo de alteração hidrotermal.

Tabela 3: Tipos de alteração hidrotermal com suas respectivas assembléias minerais e ambientes de formação. Modificado de Gifkins *et al.* (2005).

Tipo de alteração	Paragênese mineral	Ambiente de formação
Argílica intermediária	Montmorillonita + Illita + Caolinita ± Clorita ± Sericita ± Esmeclita ± Calcita ± Epidoto ± Biotita ± Pirita	Cu-Pórfiro e epitermal high sulfidation
Argílica avançada	Pirofilita + Caolinita + Quartzo ± Alunita ± Diaspóro ± Barita ± Andaluzita ± Sericita ± Topázio ± Enargita ± Turmalina ± Pirita ± Calcopirita ± Hematita	Cu-Pórfiro, epitermal high sulfidation, epitermal low sulfidation e geothermal
Sericítica	Sericita + Quartzo + Pirita ± Biotita ± Clorita ± Rutilo ± Leucóxênio ± Illita ± Calcopirita ± Feldspato potássico	Cu-Pórfiro, epitermal low sulfidation, VHMS e geothermal
Propilítica	Epidoto (Zoisita ou Clinozoisita) + Clorita + Albita + Carbonato ± Sericita ± Montmorillonita ± Apatita ± Anidrita ± Ankerita ± Hematita ± Pirita ± Calcopirita	Cu-Pórfiro, epitermal high sulfidation, epitermal low sulfidation e geothermal
Potássica	Feldspato potássico (Ortoclásio) + Biotita + Quartzo ± Magnetita ± Sericita ± Albita ± Clorita ± Anidrita ± Apatita ± Rutilo ± Epidoto ± Calcopirita ± Bornita ± Pirita	Cu-Pórfiro
Greisen	Muscovita (ou Sericita) + Quartzo + Topázio ± Turmalina ± Fluorita ± Rutilo ± Cassiterita ± Magnetita ± Wolframita ± Feldspato potássico	Cu-Pórfiro e Sn-Pórfiro
Skarn cálcico	Piroxênio + Granada + Wollastonita ± Epidoto ± Actinolita-Tremolita ± Pirita ± Calcopirita ± Esfalerita	Pórfiro e skarn
Skarn magnesiano	Forsterita + Diopsídio + Serpentina + Talco ± Actinolita-Tremolita ± Calcita ± Magnetita ± Hematita ± Calcopirita ± Pirita ± Esfalerita	Pórfiro e skarn
Skarn regressivo	Calcita + Clorita ± Hematita ± Pirita	Pórfiro e skarn

O **metassomatismo potássico** é observado onde a razão aK^+/aH^+ é bastante elevada, desenvolvendo-se nos núcleos de corpos intrusivos, em fluidos de alta temperatura. Em sistemas do tipo pórfiro os minerais de alteração típicos são feldspato potássico e biotita. Já nos sistemas epitermais ocorre tipicamente adularia (Robb, 2004; Pirajno, 2009).

A **alteração propilítica** caracteriza-se por apresentar uma assembléia mineralógica semelhante àquela de rochas básicas em metamorfismo regional na fácies xisto verde, sendo composta basicamente por epidoto, zoisita ou clinozoisita, clorita, albita e carbonato, com zeólitas, sericita, montmorillonita e óxidos de ferro subordinados. Ocorre em temperaturas variando entre 200 e 350 °C, baixa razão fluido/rocha e alta atividade química do íon K^+ (Robb, 2004). Comumente desenvolve-se nas margens de depósitos de Cu-pórfiro, bem como em regiões mineralizadas em depósitos epitermais.

A **alteração sericítica** é formada pela associação quartzo-sericita-pirita (QSP, onde o P pode representar outros sulfetos). Ocorre quando há aumento do metassomatismo do íon H^+ e diminuição da razão aK^+/aH^+ . É um tipo muito comum de alteração que se desenvolve em uma série de depósitos minerais de origem hidrotermal (Robb, 2004). Essencialmente está ligada a desestabilização de feldspato devido à elevada quantidade de H^+ , OH^- , K e S (Pirajno, 2009).

A **alteração argílica** é caracterizada por intenso metassomatismo do íon H^+ e lixiviação ácida em temperaturas entre 100 a 300 °C (Pirajno, 2009). Comumente é subdividida em argílica intermediária e argílica avançada, dependendo da intensidade e assembléia mineralógica desenvolvida durante a interação fluido-rocha (Robb, 2004). Quando há formação de montmorillonita, illita, sericita, clorita e minerais do grupo da caolinita, com preservação de cristais de feldspato potássico e lixiviação incompleta de potássio, Ca, Mg e Na a alteração é denominada argílica intermediária. Já em condições de extremo ataque ácido, lixiviação quase completa de cátions alcalinos com destruição do retículo cristalino de feldspatos e minerais máficos, a alteração é dita argílica avançada. A paragênese desenvolvida nesse caso compreende pirofilita, caolinita, quartzo, barita, alunita e diásporo (Pirajno, 2009).

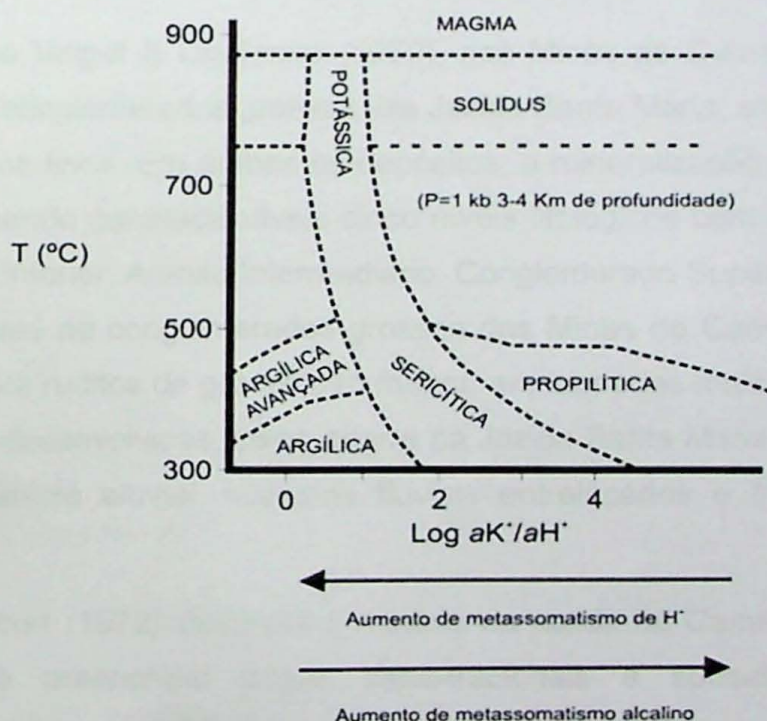


Figura 5.2: Gráfico ilustrando os diferentes tipos de alteração hidrotermal de acordo com a temperatura e razão aK^+/aH^+ . (Pirajno, 1992).

Segundo Pirajno (2009), a alteração hidrotermal pode ocorrer de três formas: 1) **fissural**: ocorrem preenchimentos ou substituições em veios e/ou fraturas e ao redor deles; 2) **seletivamente pervasiva**: a substituição ocorre sempre associada à determinada mineralogia, como a saussuritização do plagioclásio ou mesmo cloritização da biotita,

preservando a textura original da rocha e 3) **pervasiva**: quando todos os minerais formadores da rocha original, ou a maior parte deles, são substituídos, resultando na obliteração parcial ou total das texturas originais.

5.3. Geologia e Metalogênese dos Depósitos de Camaquã e Santa Maria

O Distrito mineiro de Camaquã compreende os depósitos de Cu-(Au-Ag) de Camaquã e de Pb-Zn- (Cu-Ag) de Santa Maria. No âmbito local, as rochas do Grupo Santa Bárbara são as mais importantes, uma vez que constituem as rochas hospedeiras das mineralizações. Emergem no núcleo de uma “janela estrutural”, amplamente conhecida como “Janela Bom Jardim”, nomenclatura dada em função da proposta estratigráfica que colocava as rochas do Distrito de Camaquã como pertencentes ao Grupo Bom Jardim (Ribeiro *et al.*, 1966).

O Grupo Santa Bárbara contém as rochas mais antigas do distrito e é recoberto em discordância angular pelos conglomerados e arenitos aluviais e eólicos do Grupo Guaritas. Na região ocorrem ainda intrusivas e extrusivas andesíticas pertencentes à Suíte Rodeio Velho, unidade que encerra a estratigrafia da bacia.

Segundo Veigel & Dardenne (1990), nas Minas do Camaquã, as encaixantes são principalmente conglomerados grossos. Na Jazida Santa Maria, as encaixantes são arenitos e conglomerados finos. Em ambos os depósitos, a mineralização está no mesmo horizonte estratigráfico, sendo correlacionáveis cinco níveis litológicos bem definidos: Arenito Inferior, Conglomerado Inferior, Arenito Intermediário, Conglomerado Superior e Arenito Superior. Os espessos pacotes de conglomerados grossos das Minas do Camaquã acunham e gradam lateralmente para ruditos de granulação menor, em camadas mais finas e com intercalações arenosas mais desenvolvidas, como ocorre na Jazida Santa Maria. São reconhecidas fácies de leque e planície aluvial, sistemas fluviais entrelaçados e frente deltáica (Faccini *et al.*, 1987).

Bettencourt (1972) descreve o minério na jazida de Camaquã sob duas formas: 1) em filões que preenchem falhas trans-tracionais e subsidiárias de direção NW, apresentando pirita, calcopirita, bornita e calcocita distribuídas em corpos maciços ou em massas irregulares; e 2) em disseminações muito próximas às bordas dos filões. A ganga é composta principalmente por barita, quartzo, clorita, hematita e calcita.

Na jazida de Santa Maria, foram distinguidos três corpos de minério não aflorantes (Área 1, Área 2 e Área 3), alinhados na direção N-S, sendo o da área 3 o de maior expressão.

Badi (1983) e Badi & Gonzáles (1988) descrevem a mineralização como estratiforme, ocorrendo como lentes ou “nuvens”, controladas pela morfologia dos sedimentos. O minério apresenta-se disseminado em arenitos de cores claras, ou em filonetes de poucos centímetros de espessura. A paragénese dos sulfetos é composta por pirita, galena, esfalerita e mais raramente calcopirita, bornita e calcocita. Veigel & Dardenne (1990), reconhecem ainda, stephanita, prata nativa e covelita, ambas associadas a zonas interpretadas como de paleoxidação.

A baixa expressão da fase filoniana na Jazida Santa Maria pode ser relacionada à ausência de falhamentos mais efetivos, que propiciassem a concentração dos sulfetos de Pb e Zn. Ali, as camadas mergulham suavemente, entre 5° e 10° para NW, contrastando com a forte inclinação do pacote do depósito de Camaquã, entre 30° e 45° NW (Veigel & Dardenne, 1990).

A gênese dos depósitos de Camaquã e Santa Maria é controversa, com autores considerando três diferentes hipóteses: 1) singenética (Ribeiro, 1986 e 1991; Badi & Gonzáles, 1988); 2) diagenética (Veigel & Dardenne, 1990), ou 3) magmática-hidrotermal (Leinz & Almeida, 1941; Bettencourt, 1972 e 1976; Beckel, 1990; Remus, 1999 e Remus *et al.*, 2000).

As reservas totais explotadas de minério do depósito de Camaquã eram de 30,8 Mt a um teor de 1,06% de Cu, com ouro e prata como principais subprodutos. As Minas do Camaquã produziram cerca de 5 t de Au a 0,20 g/t e 170 t de Ag a 8 g/t (Teixeira *et al.*, 1978). As reservas geológicas do depósito de Santa Maria são de 33,4 Mt com teor de 1,44% de Pb e 1,06% de Zn, com Cu e Ag como principais subprodutos.

6. RESULTADOS

6.1. Geologia Local do Depósito de Santa Maria

6.1.1. Rochas hospedeiras

Na área de estudo foram observadas rochas sedimentares siliciclásticas, incluindo arenitos, conglomerados e ritmitos pertencentes aos Grupos Santa Bárbara e Guaritas, e também, em menor quantidade, rochas intrusivas rasas (ou vulcânicas) de composição intermediária, associadas à Suíte Intrusiva Rodeio Velho (Figuras 5 a e b).

A unidade sedimentar basal na área de estudo compreende principalmente ritmitos de coloração bege ou roxa, compostos por intercalações com milímetros de espessura de areia fina e silte e, subordinadamente, arenitos vermelho arroxeados, muito finos, ambos com caimento variando de 5 a 40° para NW. Esta unidade foi correlacionada aos depósitos turbidíticos da Formação Passo da Capela.

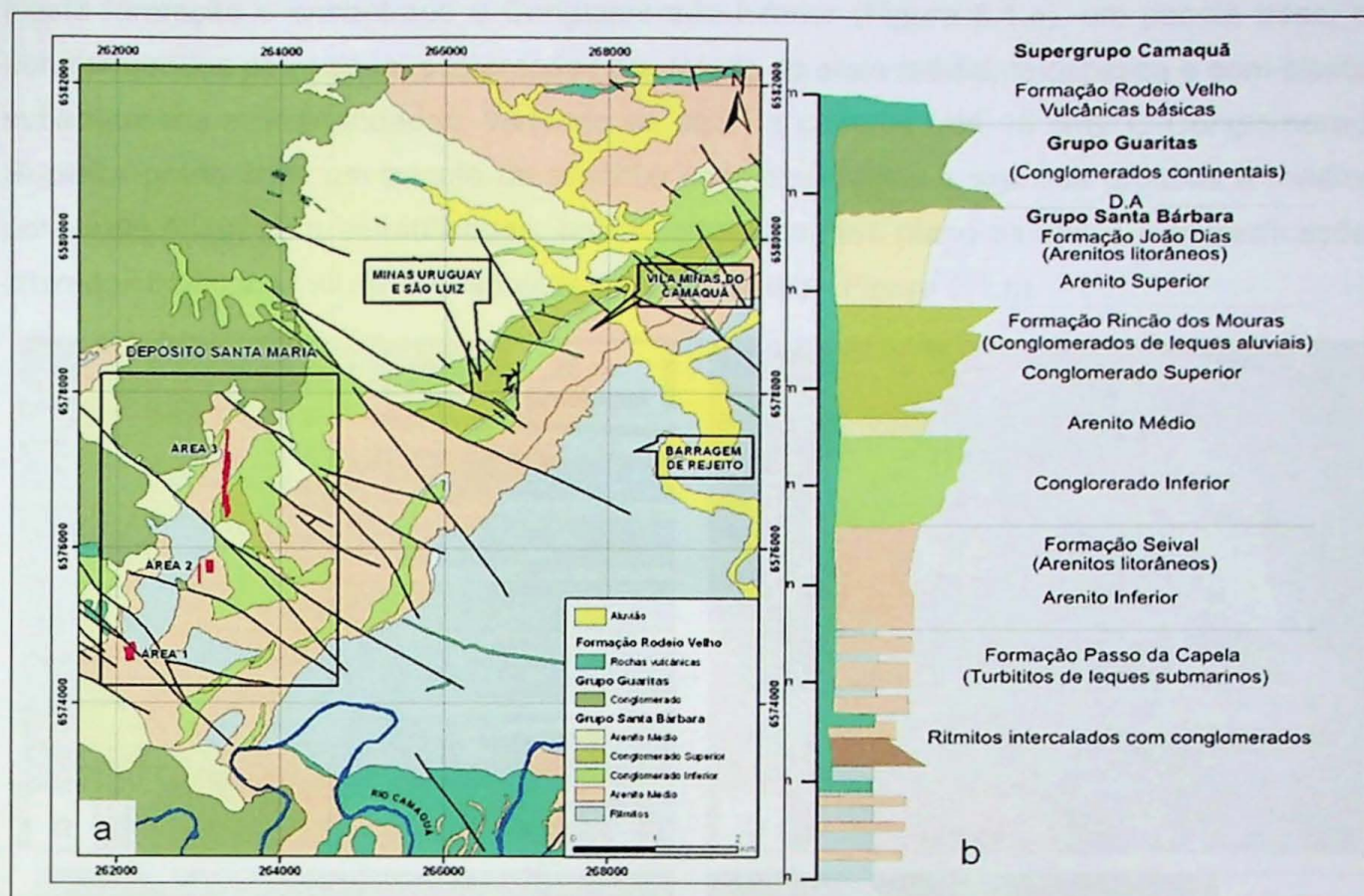


Figura 6 a) Mapa geológico da região do Distrito mineiro de Camaquã extraído de antigos trabalhos da CBC. As Áreas 1, 2 e 3, marcadas em vermelho, representam os três principais prospectos de Pb-Zn-(Cu-Ag) e **b)** Coluna estratigráfica local das rochas hospedeiras das mineralizações, extraída de Teixeira *et al.* (1978), correlacionada com as unidades estratigráficas do Grupo Santa Bárbara propostas por Fambrini (2003).

Além das disseminações de sulfetos de Pb, Zn e Cu hospedadas nos ritmitos do depósito de Santa Maria, foram encontradas, nas proximidades da vila Minas do Camaquã, significativas ocorrências de Cu associadas a um sistema de brechas hidrotermais alojadas em estruturas subverticais de direção NW. Tais brechas são compostas por fragmentos de ritmito e vênulas de barita, quartzo e calcita, inclusive calcita com hábito placóide, uma feição típica de processos de *boiling* (Figuras 6.1.a e b). Neste contexto ainda foram encontrados veios de quartzo que apresentam feições semelhantes à de sílica porosa (*vuggy silica*).

Acima dos ritmitos é encontrado o Arenito Inferior, correlacionado à Formação Seival. Esta unidade é composta por arenitos médios a finos, avermelhados, feldspáticos, estratificados, bem selecionados, com baixo grau de arredondamento, que representam a principal hospedeira das mineralizações do depósito de Santa Maria. (Figuras 6.1 c e d).

Sobreposta à Formação Seival, encontra-se a Formação Rincão dos Mouras, que hospeda as mineralizações cupríferas das minas São Luiz e Uruguai, no depósito de Camaquã e cuja base hospeda a mineralização de Pb e Zn do depósito de Santa Maria.

Nesta formação é encontrado o Conglomerado Inferior (Figura 6.1.e), um pacote basal de conglomerados polimíticos, sustentados por matriz de areia média, feldspática e com clastos subangulosos a arredondados, variando de seixo a calhaus (até 15 cm). O Conglomerado Superior grada para um pacote de arenitos conglomeráticos e arenitos grossos a médios, por vezes finos, bem estratificados, com acamadamentos plano-paralelos e estratificações cruzadas dos tipos tabular e acanalada (Arenito Médio - Figura 6.1.h).



Figura 6.1: a. Ritmito em estrutura *stockwork* com vênulas de quartzo, barita e calcita placóide. b. Fragmento de veio de barita com malaquita, crisocola, azurita e calcopirita. c. Laje planar de arenito arcoseano. d. Detalhe do arenito arcoseano, composto essencialmente por quartzo e feldspato potássico, sendo a cor avermelhada dada pelo cimento limonítico.

Encerrando a sequência deposicional da Formação Rincão dos Mouras encontra-se o Conglomerado Superior (Figura 6.1.g), que é composto por conglomerados polimíticos, sustentados pelo arcabouço, formado de clastos de grânulo a matacão (até 90 cm de diâmetro), angulosos a arredondados, dispostos em camadas de geometria tabular com decímetros, e por vezes metros de espessura, de extensão lateral grande, separados por leitos de arenitos grossos conglomeráticos. A matriz é composta por arenito médio a grosso a muito grosso com grânulos.

A ocorrência de rochas ígneas tanto no depósito de Santa Maria, quanto no depósito de Camaquã limita-se à intrusão de diques diabásio associados à Formação Serra Geral e de intrusões rasas ou extrusões (?) de andesitos meláfíros fortemente vesiculados/amigdaloidais da Suíte Rodeio Velho (Figura 6.1.f). Nesse trabalho foram também observados pequenos diques riolíticos em um afloramento próximo a um local com drenagem centrípeta e com camadas sedimentares apresentando mergulhos que podem configurar uma feição dômica. Isso sugere a possível existência de intrusivas félsicas na base da sequência sedimentar na região da “janela estrutural” do distrito mineiro de Camaquã.

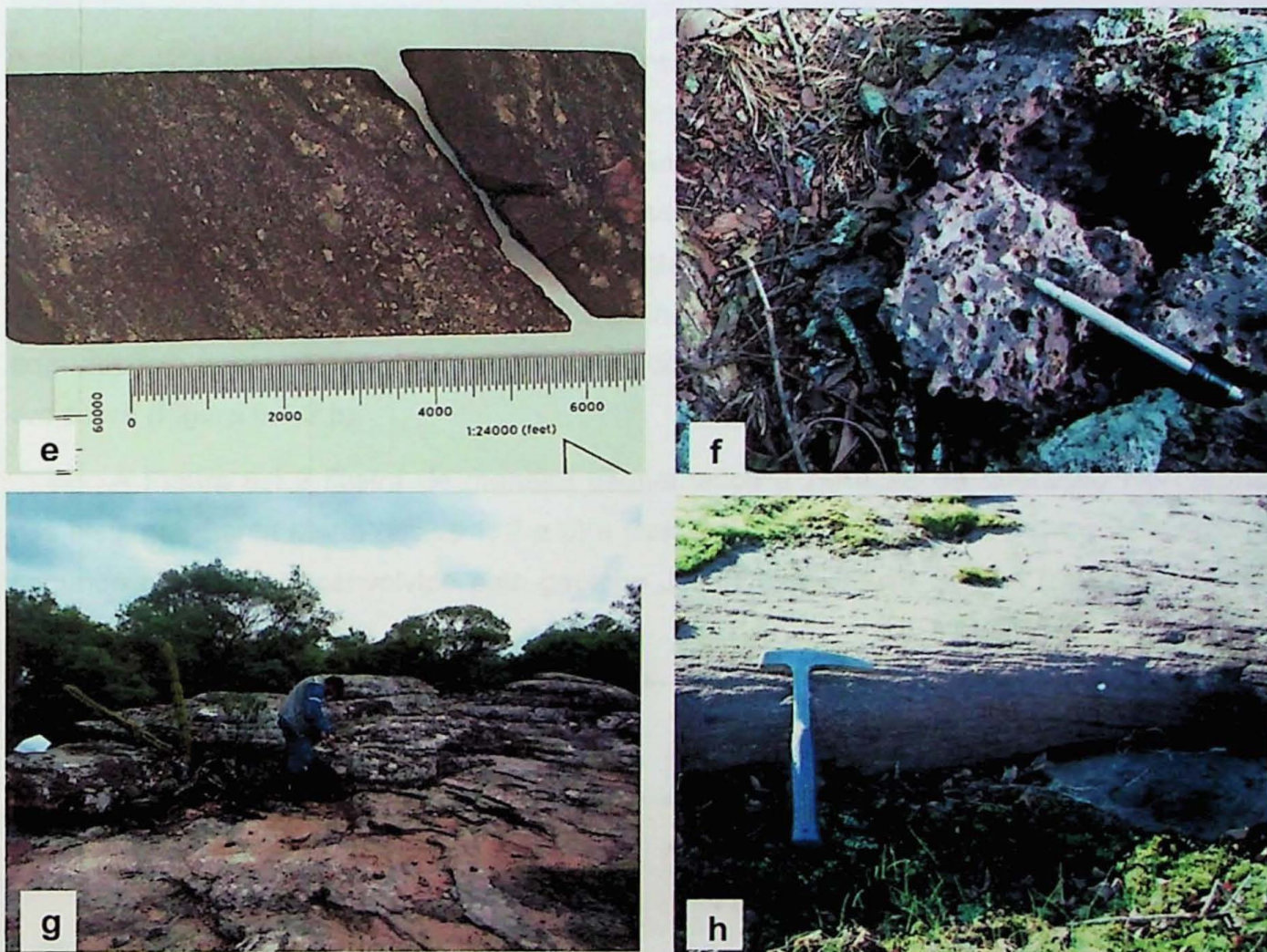


Figura 6.1: e. Microconglomerado polimítico com grânulos de sienogranito, riolito e ignimbrito e forte cimentação calcítica. f. Bloco de andesito meláfiro, afanítico a fanerítico fino, rico em vesículas e amígdalas. g. Arenito grosso, localmente conglomerático, com estratos sub-horizontais. h. Arenito médio, com sets decimétricos de estratificações cruzadas acanaladas.

6.1.2. Alteração Hidrotermal

No depósito de Santa Maria as alterações hidrotermais mais importantes são illitização e cloritização, ocorrendo também, de forma secundária, piritização, carbonatação, baritização e hematitização.

A zonação da alteração hidrotermal illítica e clorítica é o principal controle da mineralização, ocorrendo calcopirita, bornita e, subordinadamente, galena na zona clorítica, situada na base do depósito, e esfalerita e galena na porção illitizada, na porção superior do depósito.

A illitização afeta as rochas encaixantes de forma pervasiva seletiva, atingindo principalmente os cristais de feldspato, fragmentos líticos e a matriz argilosa. Na área 2 a alteração illítica confere à rocha uma coloração branca, tal como mostra a Figura 6.1.2.a, enquanto na área 3 a illitização caracteriza-se por coloração alaranjada (Figura 6.1.2.c) Frequentemente observa-se a presença de pirita fina associada às zonas illitizadas (Figura 6.1.2.d e ficha petrográfica TF-FSR-013 no Anexo I). Já a cloritização ocorre geralmente com aspecto pervasivo na matriz das rochas localizadas próximas a vênulas mineralizadas em cobre (Figura 6.1.2.b).

A Figura 6.1.2 ilustra de maneira esquemática a zonação da alteração hidrotermal nos sistemas Santa Maria (áreas 1, 2 e 3) e Camaquã (minas São Luís e Uruguai e Área 4) segundo o modelo desenvolvido pelo geólogo Júlio Cesar Souza Santos (relatório interno-Votorantim Metais, 2011).

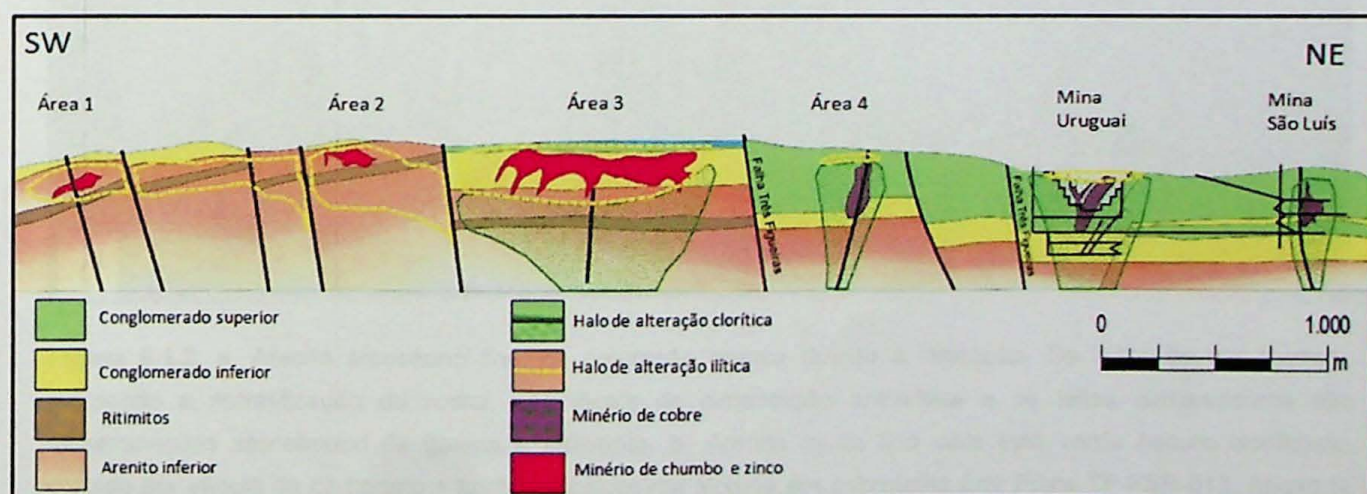


Figura 6.1.2: Zonação da alteração hidrotermal nos sistemas Santa Maria e Camaquã, segundo o modelo do geólogo Júlio Cesar Souza Santos (relatório interno-Votorantim Metais, 2011).

Observa-se também, na porção superior do depósito, uma zona em que os arenitos encontram-se oxidados. Tal oxidação é dada pela presença de óxidos e hidróxidos de ferro alterando a matriz e os minerais máficos, dendritos de óxido de manganês percolando

fraturas, e por vezes, calcocita e prata nativa. A causa dessa oxidação será discutida no tópico 6.2.5.

A carbonatação é dada pela presença de diferentes cimentos carbonáticos, ou pela presença de vênulas, com ou sem sulfetos. A barita ocorre em veios e vênulas de pouca expressão, apresentando colorações rosadas ou amareladas. Veios ou vênulas de quartzo são muito pouco comuns.

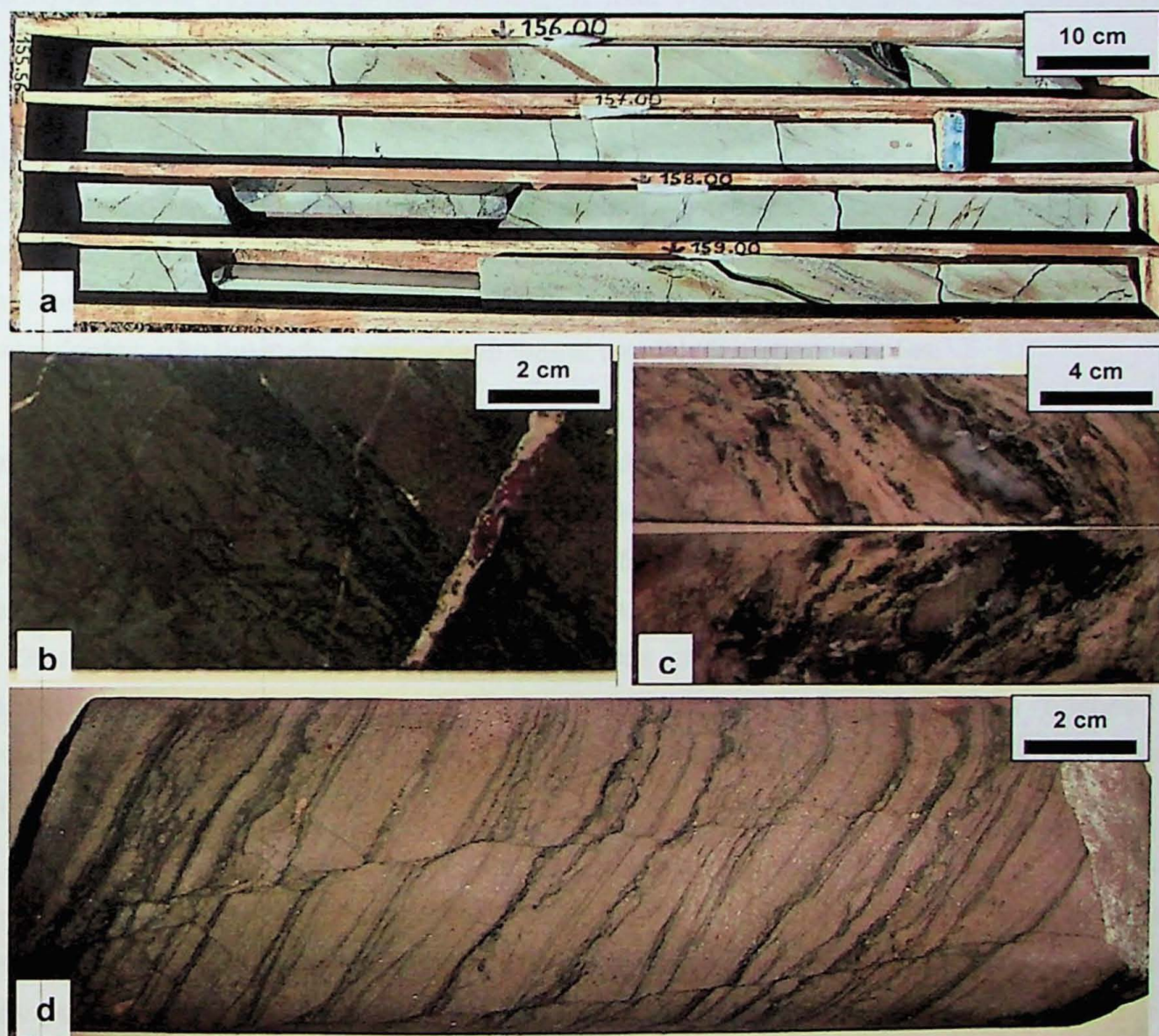


Figura 6.1.2: a. Arenito arcoseano fino, de coloração branca devido à illitização. Os leitos de cor marrom, marcando a estratificação da rocha, são locais de cimentação ankerítica e os leitos cinza-escuros são disseminações *stratabound* de galena e esfalerita. b. Arenito muito fino com leito verde escuro cloritizado, cortado por vênula de carbonato + bornita + calcopirita alojada em microfalha (ver Ficha TF-FSR-013, Anexo I). c. Arenito fino com illitização pervasiva de coloração alaranjada. Os leitos verde-escuros são concentrações de pirita fina e argilas escuras (ver Ficha TF-FSR-023, Anexo I). d. Arenito fino, illitizado, com concentrações de pirita fina nos leitos verde escuros (ver Ficha TF-FSR-013, Anexo I). Notar a pirita remobilizada nas microfalhas

6.1.3. Minério

Os trabalhos prospectivos que vem sendo realizados pela a Votorantim Metais nos últimos 3 anos, aliados aos trabalhos realizados no passado pela CBC, permitiram o

estabelecimento de modelos macroscópicos da morfologia e disposição dos corpos de minério no depósito de Santa Maria. Complementarmente a isso, parte deste trabalho foi destinado à caracterização mesoscópica e microscópica do minério. Para tanto foram selecionadas e descritas amostras representativas das diferentes texturas e composições dos sulfetos. As sondagens FSM0049 e FSM0059, pertencentes às áreas 2 e 3, respectivamente, tiveram uma abordagem mais detalhada, tendo sido descritas com o auxílio de dados geoquímicos disponibilizados pela Votorantim Metais. Esses dados foram organizados em gráficos, de modo a facilitar e simplificar a sua representação.

As mineralizações de Pb e Zn, compostas por esfalerita e galena, estão associadas a zonas illitizadas e têm, geralmente, caráter disseminado, possuindo natureza epigenética. Apesar de haver grande quantidade de amostras macroscópicas que apresentam os sulfetos concordantes com a estratificação sedimentar das hospedeiras (Figura 6.1.3.f), os trabalhos de sondagem mostraram que os corpos mineralizados, em macroescala, são discordantes, não havendo continuidade lateral das feições concordantes.

Em escala mesoscópica, a disposição do minério é controlada pela permeabilidade das rochas hospedeiras (Figura 6.1.3.a). Quando a mineralização hospeda-se nos leitos mais permeáveis, observam-se galena e esfalerita intersticiais alojadas na porosidade secundária, configurando uma típica morfologia *stratabound*. Já nos leitos mais finos, onde a permeabilidade é menor, o minério possui forma venular (*stringer*), ocorrendo sulfetos de Pb e Zn em finas vênulas ou em filonetes maciços que raramente ultrapassam 8 cm de espessura (Figuras 6.1.3. d e 6.1.3.g). Ocasionalmente são observadas feições de remobilização dos sulfetos *stratabound* para fraturas oblíquas à estratificação, como mostra a Figura 6.1.3.b.

As mineralizações de cobre mais expressivas do depósito de Santa Maria são aquelas associadas à cloritização da Área 3, tendo calcopirita e bornita como principais sulfetos. Neste local, o minério apresenta morfologia discordante e com disposição venular (*stringer* - Figura 6.1.3.c), ou em brechas (Figura 6.1.3. e). Por vezes observam-se teores significativos de ouro associados às vênulas de calcopirita.

Em alguns intervalos da illitização na Área 2 ocorrem, finas disseminações em polvilhamento de calcocita acompanhada de galena, bornita e molibdenita (Figura 6.1.3.h).

Na zona de oxidação, localizada na porção superior do depósito, ocorrem intervalos com, disseminações de calcocita com prata associada (Figura 6.1.3.h). Nestes locais, os demais sulfetos foram completamente substituídos por limonita (fichas petrográficas TF-FSR-001 e TF-FSR-002).

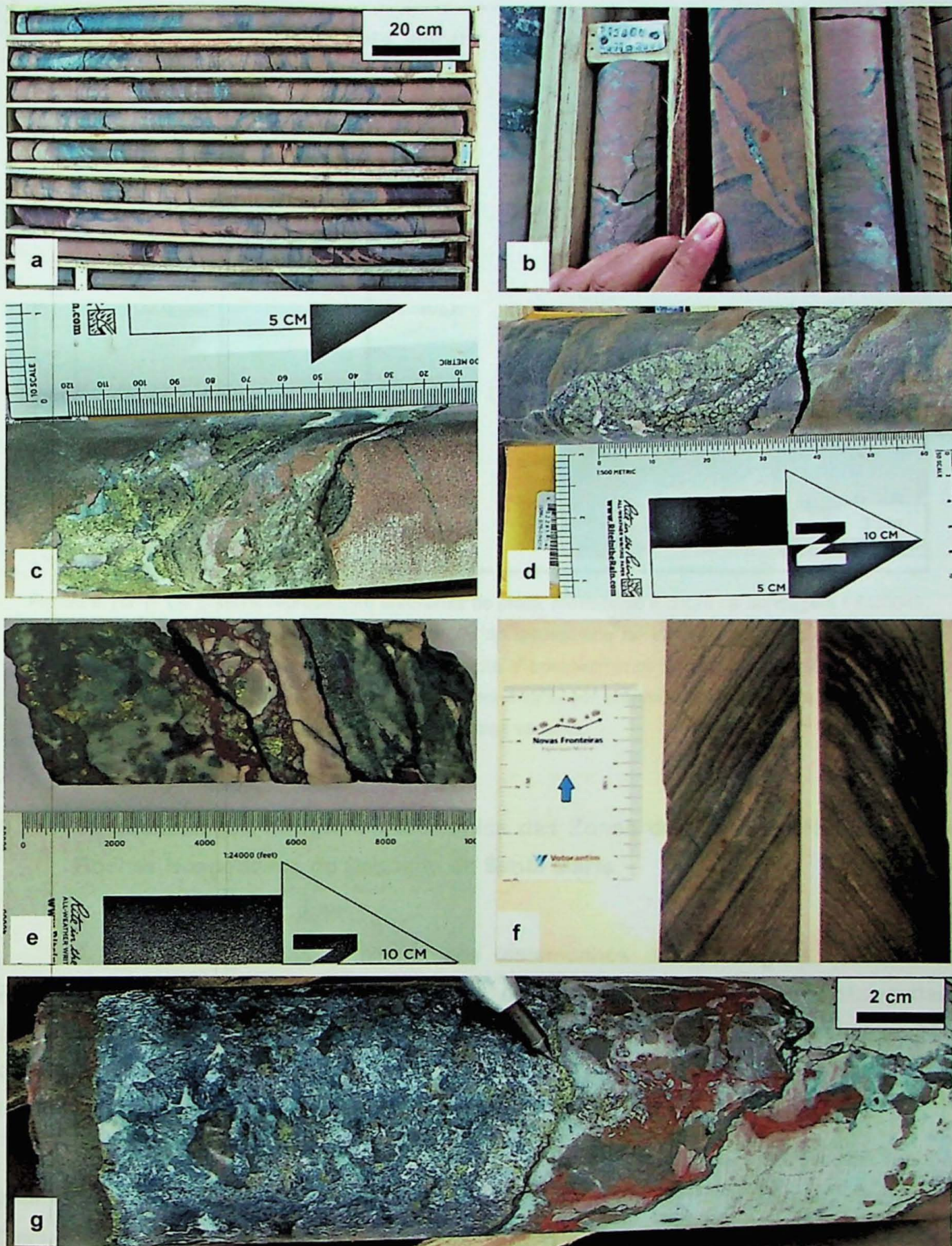


Figura 6.1.3: a. Arenito fino da Formação Seival com sulfetos de Pb e Zn venulares e *stratabound*. b. Arenito fino exibindo típica feição de remobilização de esfalerita e galena em forma *stratabound* para fratura tardia. c. Arenito fino cortado por vênula de calcopirita com ganga de carbonato. d. Arenito fino cortado por vênulas de esfalerita esverdeada. e. Brecha com matriz de clorita e carbonato vermelho (provável calcita com inclusões de óxidos de ferro) e fragmentos angulosos de calcopirita e rodocrosita. f. Arenito médio com esfalerita escura precipitada na porosidade secundária, destacando a estratificação sedimentar. g. Filonete de galena + calcopirita com ganga de carbonato.

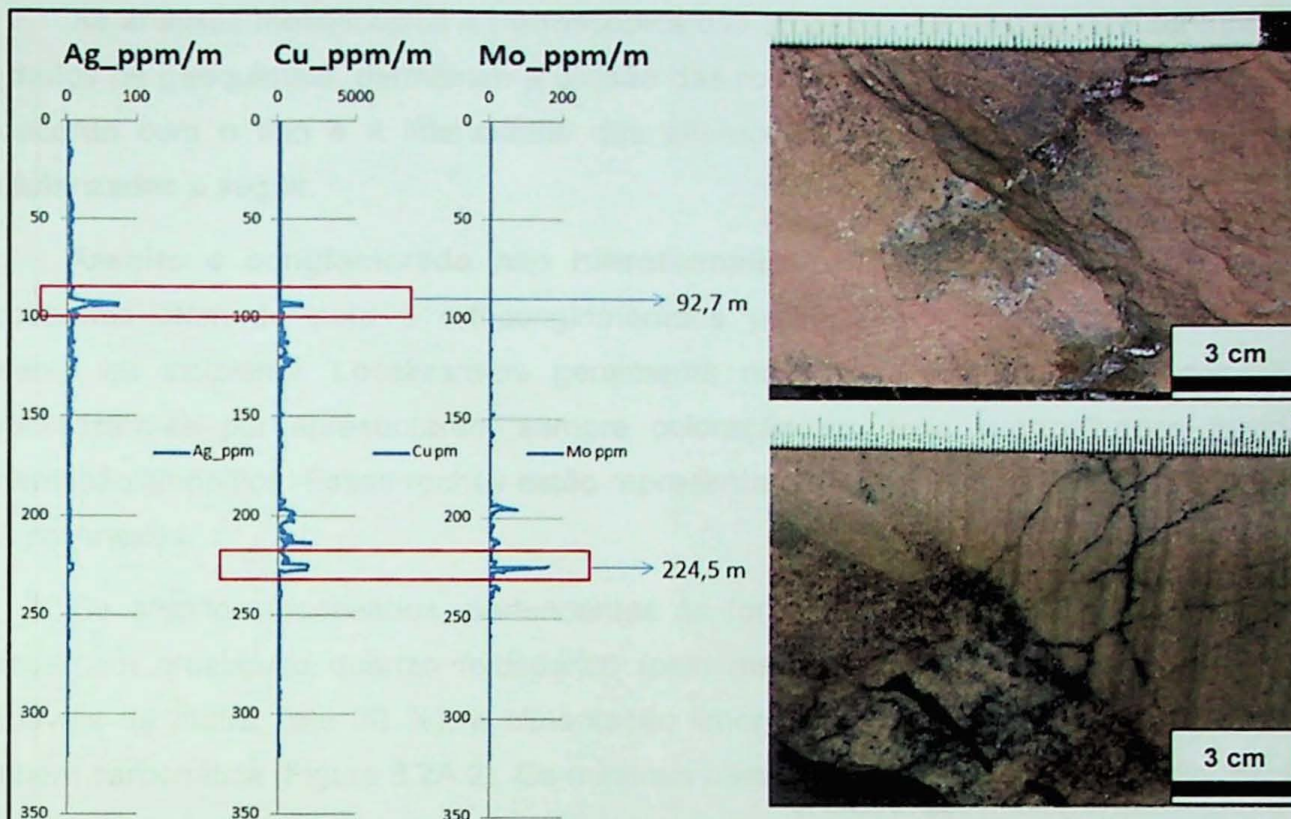


Figura 6.1.3: h. Os gráficos representam anomalias de prata, molibdênio e cobre na sondagem FSM0049. A foto no canto superior direito mostra uma porção do testemunho no intervalo anômalo em Ag e Cu, contendo arenito fino com disseminações de calcocita e possivelmente de prata nativa. A foto inferior corresponde ao intervalo anômalo em Cu e Mo, caracterizado por arenito médio com disseminações de calcocita e molibdenita em polvilhamento e em finíssimas vênulas.

6.2. Caracterização Petrográfica e Química das Zonas de Alteração Hidrotermal e Rochas Hospedeiras do Depósito de Santa Maria

A partir da descrição detalhada dos testemunhos das sondagens FSM0049 e FSM0059, foram selecionadas 45 amostras que foram cuidadosamente catalogadas, descritas e fotografadas e posteriormente serradas, enviando-se um quarto de cada porção de testemunho para o Laboratório de Laminação do IGc-USP. Foram confeccionadas no total, 45 lâminas delgadas, sendo 15 delas delgadas polidas.

A petrografia envolveu inicialmente o estudo das características primárias das rochas psamíticas e rudáceas hospedeiras das mineralizações. Neste contexto, foi elaborado, com base em bibliografias específicas do tema, um roteiro utilizado para a descrição sistemática das lâminas delgadas (Anexo I). Posteriormente, foi feita a caracterização dos minerais de minério por meio das lâminas delgadas polidas, e finalmente, para complementar a petrografia no microscópio óptico, foram realizadas análises no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), afim de caracterizar as fases minerais mais finas.

As análises mesoscópica e microscópica das amostras estudadas, em conjunto com os dados de geoquímica, permitiram a divisão das rochas do depósito em diferentes zonas de acordo com o tipo e a intensidade das alterações hidrotermais. Estas zonas serão caracterizadas a seguir:

- **Arenito e conglomerado não hidrotermalizados:** esta zona comporta arenitos arcoseanos além de para e ortoconglomerados polimíticos com alteração hidrotermal ausente ou incipiente. Localizam-se geralmente nos 30 m superficiais do depósito e caracterizam-se por apresentarem sempre coloração em tons avermelhados devido à cimentação limonítica. Essas rochas estão representadas pelas lâminas TF-FSR-010, 018 e 019 no Anexo I.

Os arenitos arcoseanos, pertencentes às formações Seival e Rincão do Mouras, apresentam arcabouço quartzo-feldspático (pelo menos 1/3 de feldspatos), quantidades razoáveis de matriz (até 20 %), e cimentação limonítica (Figuras 6.2A.1 e 3), por vezes também carbonática (Figura 6.2A.2). Os minerais pesados são principalmente rutilo, zircão e hematita.

A petrotrama dos grãos do arcabouço geralmente apresenta empacotamento fechado, com grãos alongados orientados segundo a estratificação. A granulometria modal no caso dos arenitos da Formação Seival, segundo a escala de Wentworth (1922), é de cerca de 0,10 (areia muito fina), e de 0,30 (areia média) nas intercalações arenáceas da Formação Rincão dos Mouras. A seleção granulométrica, estimada através do desvio padrão segundo a tabela gráfica de Pettijohn *et al.* (1972), é moderada a boa. A esfericidade é moderada e o arredondamento anguloso, classificados segundo as tabelas gráficas de Powers (1953).

A matriz, segundo a classificação de Dickson (1960), é do tipo protomatriz, composta por argilas detríticas, e do tipo epimatriz, composta pelas micas brancas produzidas pela alteração dos feldspatos. Frequentemente observa-se também a presença de ortomatriz, que se trata da protomatriz recristalizada (Figura 6.2A.4).

Os arenitos apresentam compactação mecânica planar e/ou química do tipo côncavo/convexa ou por contato saturado. Possuem maturidade mineralógica sub-matura e maturidade textural imatura, sendo classificados como *wakes* ou *feldspatic wackes*, segundo Dott (1964) e arcóseos ou subarcóseos segundo Folk (1968).

Os conglomerados da Formação Rincão dos Mouras, geralmente são sustentados por matriz arenosa com cimentação limonítica, e o arcabouço é composto por fragmentos de granito, riolito, ignimbrito, andesito, quartzito, gnaiss e quartzo de veio (Lâmina TF-FSR-0019 – Anx 1).

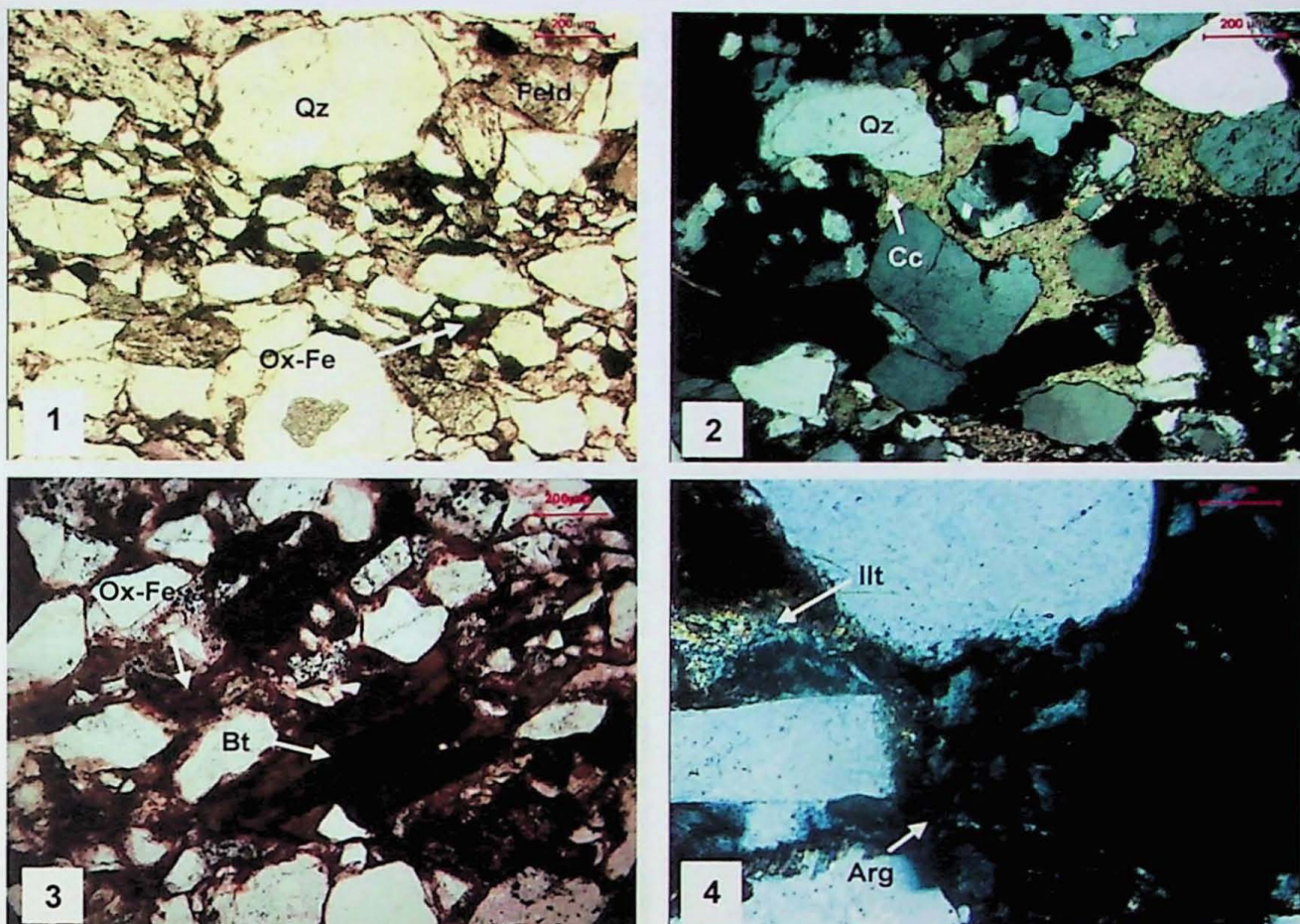


Figura 6.2A.: 1 Arenito com grãos de quartzo (Qz) e feldspato alterado (Feld), cimentação limonítica (Ox-Fe), com petrotrama exibindo os grãos alongados orientados segundo a estratificação. 2. Arenito com cimento calcítico (Cc) com textura intersticial às faces retilíneas ou bordas recrystalizadas dos grãos de quartzo (Qz). 3. Detalhe de biotita detritica (Bt) em meio ao arenito com cimento limonítico (Ox-Fe). 4. Argila (Arg) detritica (?) sendo recrystalizada em illita (Illt).

- **Illitização acompanhada de sulfetos de Pb e Zn:** abaixo da zona inalterada hidrotermalmente (ou com alteração incipiente) encontra-se uma zona caracterizada por um intenso branqueamento (*bleaching*) dos arenitos e conglomerados (fichas TF-FSR-11, 12 20 e 21 no Anexo I), gerado pela lixiviação do cimento limonítico e intensa cristalização de illita substituindo os feldspatos e a argila detritica. Tal branqueamento atua inicialmente de maneira localizada fissural, na porção mais distal do depósito, com pequenas e esparsas porções de branqueamento, aumentando progressivamente com o aumento da profundidade, até atingir 100% da rocha, quando se inicia a mineralização de Pb e Zn.

A illitização possui geralmente caráter pervasivo seletivo, afetando os fragmentos líticos de rochas ígneas, a matriz de argila detritica e principalmente os feldspatos (Figuras 6.2B.1 e 2), em muitos locais restando apenas os pseudomorfos dos mesmos. Observa-se também caráter fissural, quando ocorre em finas injeções (Figura 6.2B.3).

Na Área 2 a illita é, em geral, bem cristalizada, apresentando cristais placóides com alta birrefringência, sendo praticamente impossível a distinção óptica deste mineral com a sericita (Figuras 6.2B.1 e 2 e fichas TF-FSR-004, TF-FSR-006, TF-FSR-009, TF-FSR-013 e TF-FSR-017, Anexo I). Quando os arenitos hidrotermalizados apresentam coloração

levemente alaranjada, como na Área 3, a illita é mais fina e apresenta menor birrefringência (Figura 6.2B.4 e fichas TF-FSR-022, TF-FSR-023, TF-FSR-025 e TF-FSR-029, no Anexo I).

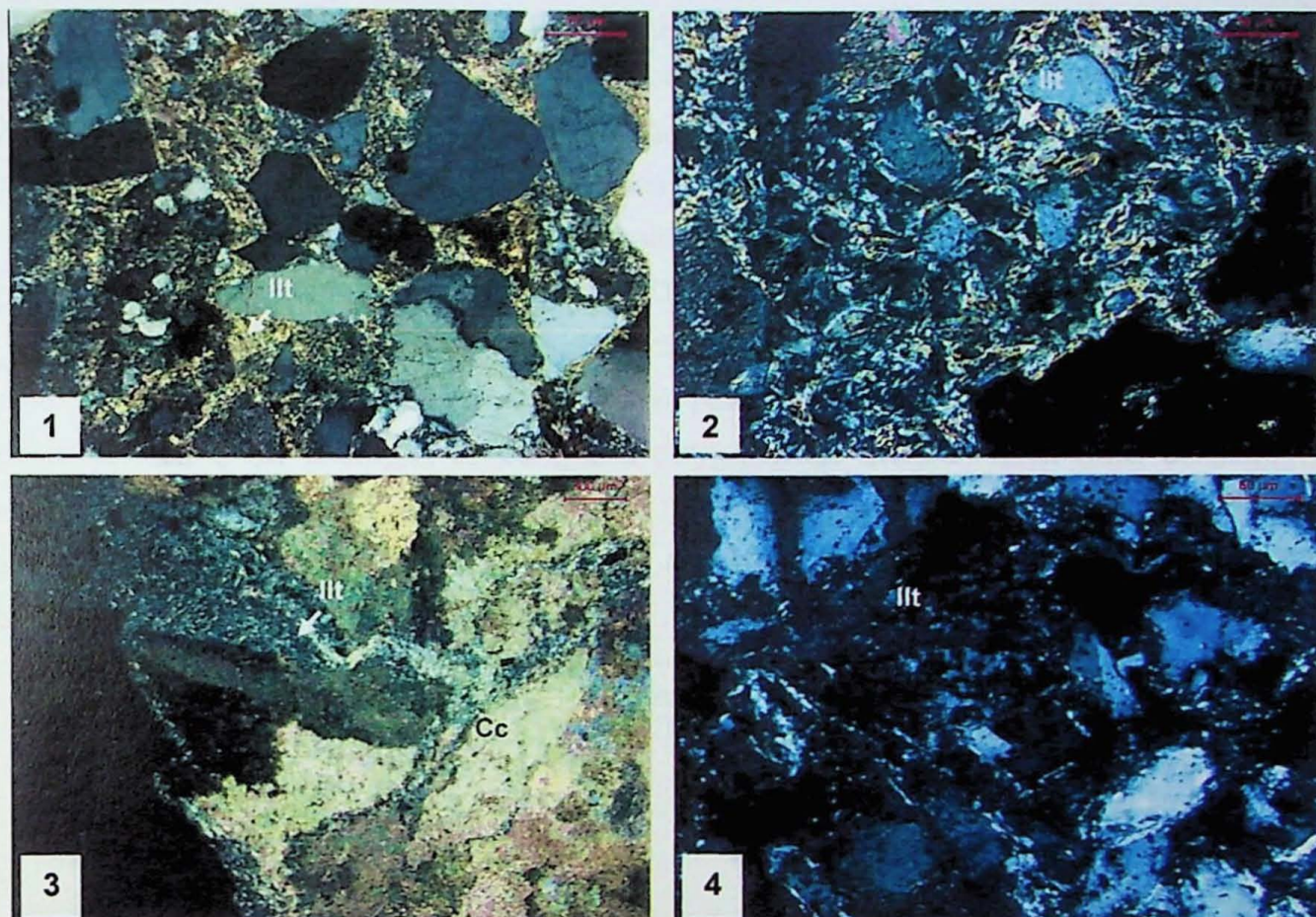


Figura 6.2B.: 1 Conglomerado com grânulos angulosos de quartzo e matriz totalmente substituída por illita (Illt). 2. Arenito com illitização na matriz e nos grãos e nos feldspatos, restando apenas os grãos de quartzo. Típica illitização da área 2. 3. Illita "injetada" em veio de calcita 4. Illita de baixa birrefringência, tipicamente encontrada na área 3.

Galena e esfalerita, principais minerais de minério depósito de Santa Maria, ocorrem associados à zona de illitização. Os sulfetos aparecem substituindo o cimento carbonático ferrífero ou ocupando os vazios deixados por sua dissolução, em típica precipitação na porosidade secundária (Figura 6.2C). Nos leitos menos permeáveis, onde a granulação das rochas hospedeiras é mais fina, os sulfetos estão presentes sob a forma de vênulas e filonetes, acompanhados ou não de carbonatos.

Galena e esfalerita ocorrem principalmente como núcleos isolados, que formam "manchas" com alguns milímetros a alguns centímetros de comprimento dispersas pela rocha. O aumento da frequência e do tamanho desses núcleos pode resultar numa disseminação contínua. Isso geralmente se dá ao longo de discontinuidades pre-existentes, ressaltando estruturas primárias, como acamadamento, estratificação, laminação plano-paralela, laminações cruzadas cavalgantes etc. ou secundárias, como fraturas, fluidificações, *slumps*, etc (Veigel & Dardenne, 1990).

Embora a esfalerita e a galena ocorram geralmente associadas, é difícil estabelecer-se uma cronologia relativa para os dois minerais, sendo comum a ocorrência de feições

antagônicas que apontam ora para a precocidade da esfalerita em relação à galena, ora para uma relação inversa.

A esfalerita é o sulfeto mais abundante, ocorrendo sob duas formas muito características, descritas também por Veigel & Dardenne (1990): I) como cristais translúcidos, esverdeados, isótropos, magnificamente zonados e com reflexões internas de cor caramelo, com poucas inclusões de ganga e outros sulfetos (Fotos 6.2D. 1,3 e 5); II) como massas escuras mais tardias, crivadas ou não de inclusões submicroscópicas de minerais de ganga (Fotos 6.2D. 1,3 e 5). Geralmente a esfalerita I e II não são diferenciáveis em luz refletida, conforme mostra a Figura 6.2D.4.

A galena ocorre quase invariavelmente associada à esfalerita. Seu hábito mais comum é como massas irregulares circundadas pelo cimento esfalerítico, muitas vezes com textura em cárie ou circundando os grãos detríticos do arcabouço (Figura 6.2D.2). Na substituição dos silicatos, a galena parece ser menos corrosiva que a esfalerita, amoldando-se principalmente na porosidade secundária delineada por cristais euhédricos tardios de quartzo (Figura 6.2D.6).

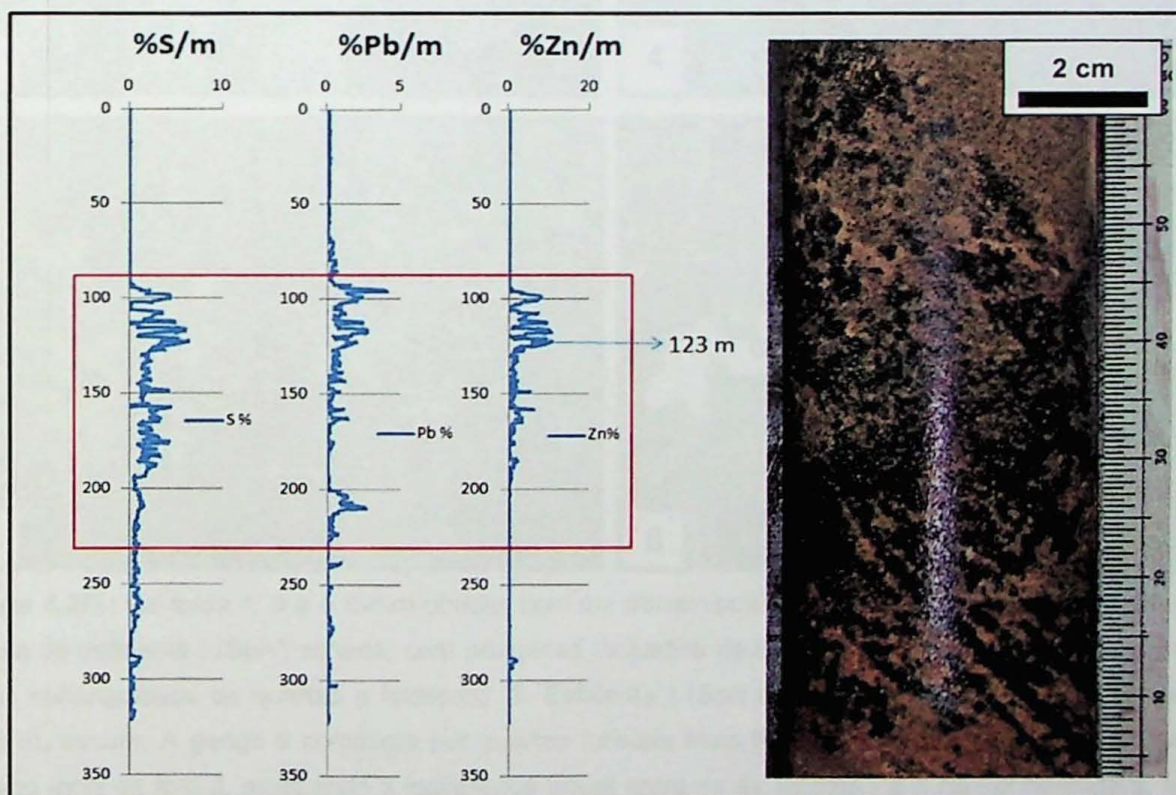


Figura 6.2C: Os gráficos acima mostram uma correlação entre os teores de Pb, Zn e S no testemunho da sondagem FSM0049. A foto no canto direito mostra o testemunho de 123 m de profundidade, composto por arenito médio, com típica precipitação de esfalerita e galena na porosidade secundária.

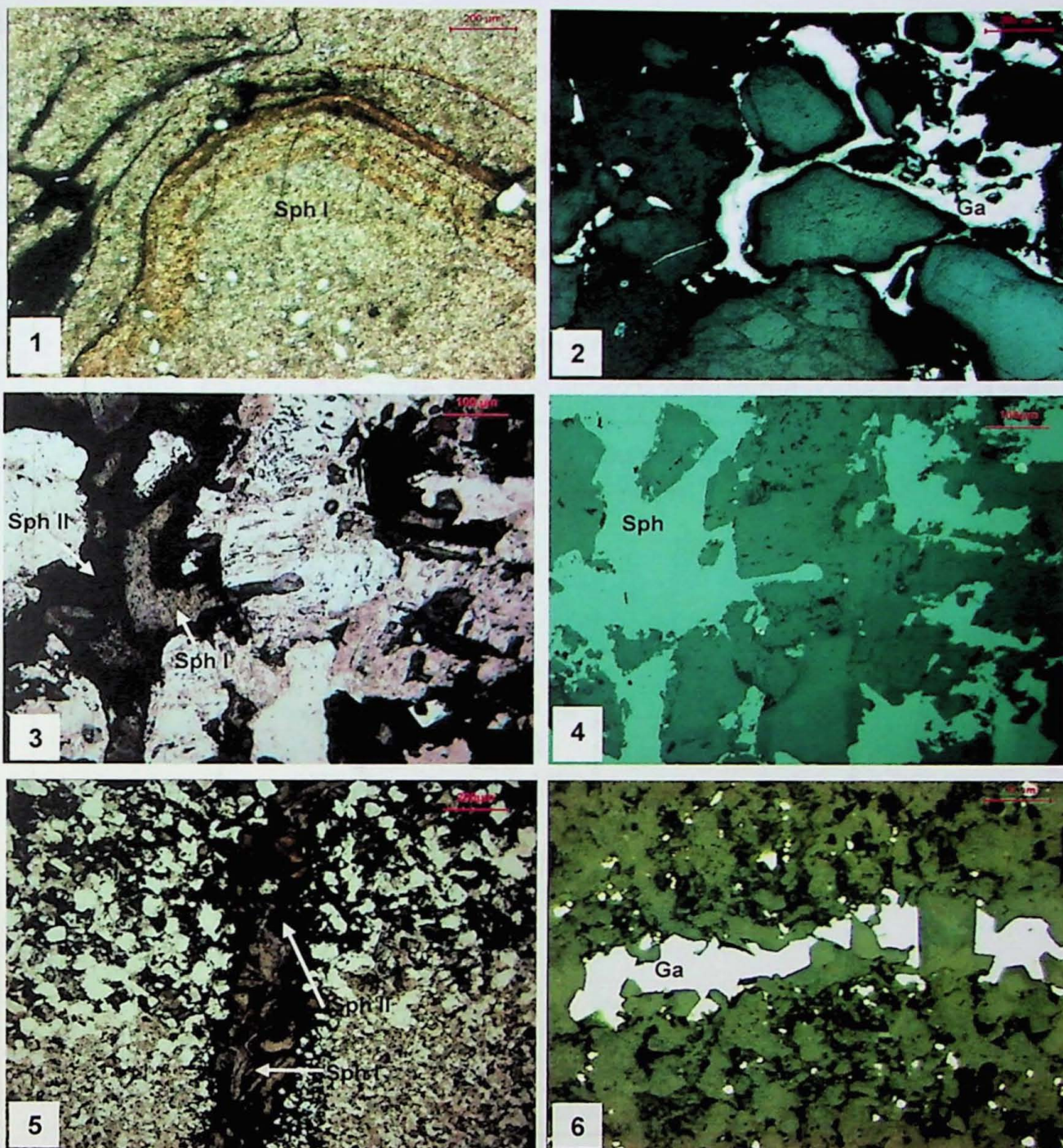


Figura 6.2D.: As fotos 1, 3 e 5 foram obtidas com luz transmitida e as fotos 2, 4 e 6 com luz refletida. 1. Massa de esfalerita I (Sph I) zonada, com pequenas inclusões de quartzo. 2. Galena (Ga) circundando os grãos subangulosos de quartzo e feldspato. 3. Esfalerita I (Sph I), esverdeada, envolta por esfalerita II (Sph II), escura. A ganga é composta por quartzo (cristais mais límpidos) e feldspato (cristais turvos) 4. Mesmo local da foto 3, mostrando a indiferença visual entre as esfaleritas I e II na luz refletida. 5. Vênula de esfalerita cortando a intersecção entre arenito fino e arenito médio. Notar a cristalização da esfalerita nos interstícios do arenito de maior granulação. 6. Galena amoldando-se na porosidade secundária delineada por cristais euédricos de quartzo.

- **Cloritização acompanhada de sulfetos de Cu:** a cloritização é mais significativa na Área 3, sendo bem marcada pela entrada de MgO no sistema, conforme mostra o gráfico da Figura 6.2E e as fichas TF-FSR-027 e TF-FSR-028. A clorita geralmente forma massas que penetram corrosivamente substituindo totalmente a matriz dos arenitos arcóseos e ritimitos, especialmente nas proximidades de vênulas de calcopirita, deixando a rochas

com coloração verde-escura (Figuras 6.2F 1 e 2). Na zona cloritizada ocorrem intervalos com metros de espessura, constituídos por uma rocha de coloração acastanhada. Trata-se de zonas de oxidação alojadas em estruturas e chamadas informalmente de zonas de hematita (Ficha TF-FSR-030, Anexo I). A petrografia revelou que na verdade nestas zonas, a maior parte dos minerais opacos é composta por limonita, produto da alteração da clorita rica em ferro. A hematita restringe-se a pequenos núcleos intersticiais nos grãos de quartzo e de feldspato do arcabouço.

Observou-se também uma fase tardia de hematita criptocristalina azulada que substitui a galena, bornita e calcopirita, gerando aspecto vermiforme (Figuras 6.2F.3 e 4).

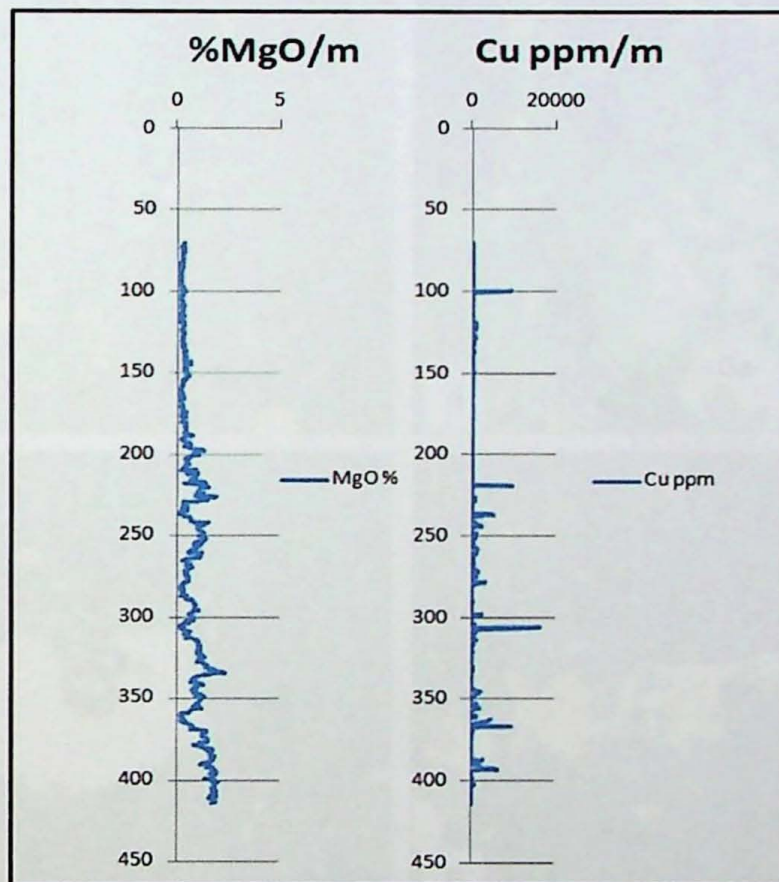


Figura 6.2E: Gráficos referentes à sondagem FSM0059, ilustrando a cloritização, bem marcada pelo enriquecimento de MgO no sistema a partir de 200 m. Notar a correlação do MgO com o Cu.

A calcopirita apresenta-se como massas irregulares em vênulas, frequentemente com inclusões de pirita (Figura 6.2F 5) e associada à bornita (Figura 6.2F 3). A bornita, frequentemente associa-se também à galena, observando-se relações de contemporaneidade entre esses minerais (Foto 6.2F 6)

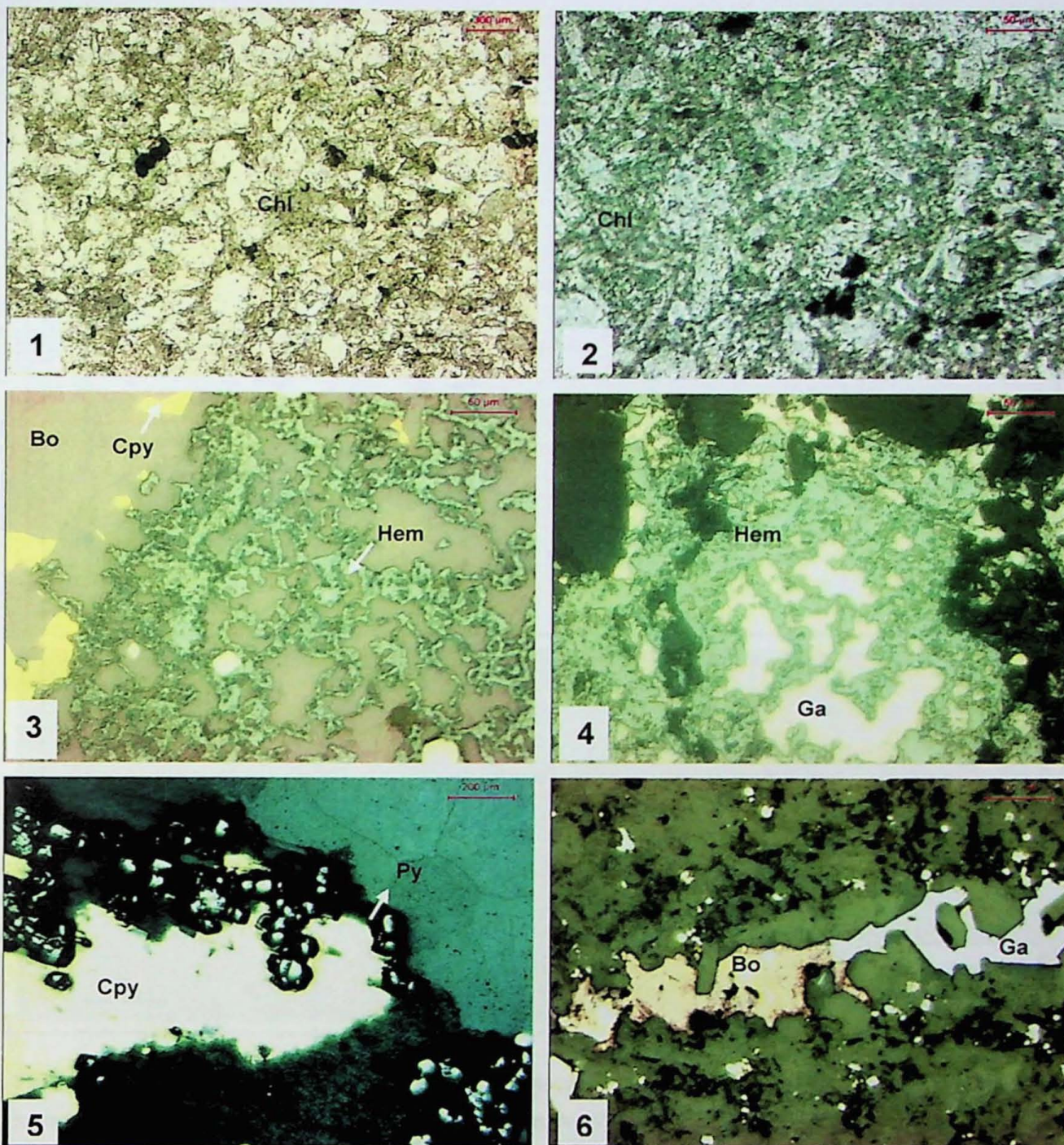


Figura 6.2F.: As fotos 1 e 2 foram tiradas com luz transmitida e as fotos 3,4,5 e 6 foram tiradas com luz refletida. 1 Clorita (Chl) substituindo matriz de arenito fino. 2. Detalhe da foto 1. 3. Hematita (Hem) em hábito vermiforme substituindo massa de bornita (Bo) e calcopirita (Cp) 4. Hematita (Hem) em hábito vermiforme substituindo galena (Ga).5. Massa de calcopirita (Cpy), incluída por pirita (Py) e ganga de carbonato. 6. Fina vênula de galena (Ga) + bornita (Bo) em porosidade secundária delineada pelos cristais euédricos de quartzo tardio.

- **Demais Alterações:** Ankerita, barita e pirita compõem os demais minerais hidrotermais. A ankerita é um importante cimento tardio, precipitada na porosidade substituindo o cimento calcítico e sendo substituída pela esfalerita. A ankerita possui coloração marrom, ficando mais visível quando ligeiramente oxidada, conforme mostra a Figura 6.2G. Os gráficos dessa figura sugerem a presença de manganês na composição dos carbonatos e também de pequenas quantidades de níquel e cobalto.

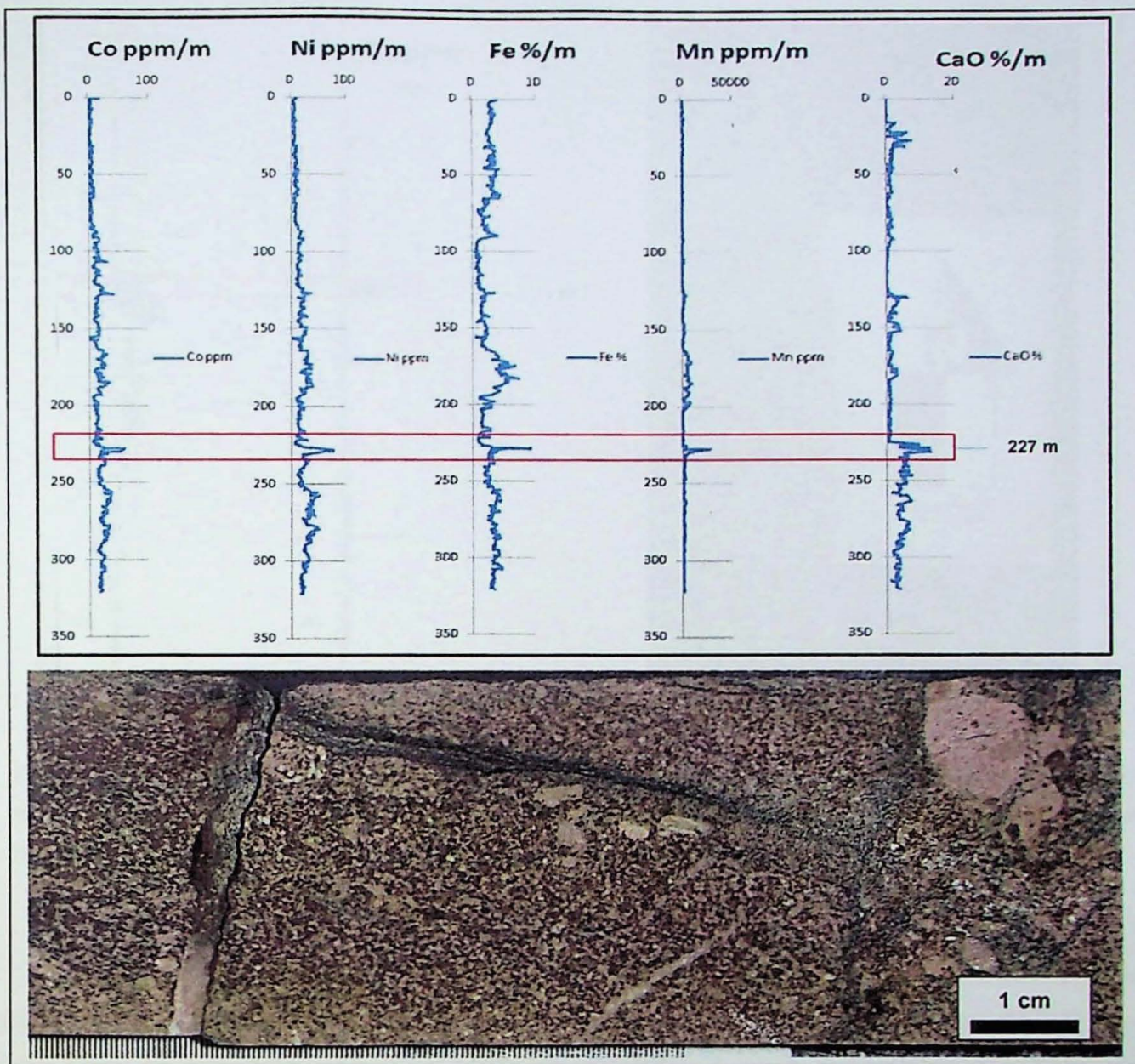


Figura 6.2G: Os gráficos acima mostram uma correlação entre CaO e os elementos Fe, Mn, Ni e Co no testemunho da sondagem FSM0049. A foto acima mostra o testemunho a 227 m de profundidade, composto por microconglomerado com matriz de areia grossa e clastos subangulosos de vulcânicas ácidas e com cimento de carbonato marrom, provavelmente ankerita.

Relativamente às mineralizações de Camaquã, a barita é pouco comum no depósito de Santa Maria, mas forma vênulas, tanto na zona de illitização quanto na zona de cloritização, com cristais amarelados ou rosados. A barita é tardia, restrita a zonas oxidadas onde geralmente os sulfetos são raros ou não estão presentes. A ausência dos sulfetos nos intervalos com barita pode ser vista nos gráficos da Figura 6.2H, que mostram falta de correlação entre enxofre e bário, sugerindo que nessas zonas os sulfetos foram parcialmente lixiviados e substituídos por barita devido às condições oxidantes, fazendo o nível de enxofre baixar. Apesar do fato da barita ser um sulfato e conter enxofre na sua composição, a ausência de sulfetos como a pirita, que contém cerca de 53,5 % de enxofre na sua estrutura, são mais significantes para diminuir o nível de enxofre no sistema, uma vez que a barita contém apenas cerca de 13,70 % desse elemento na sua estrutura.

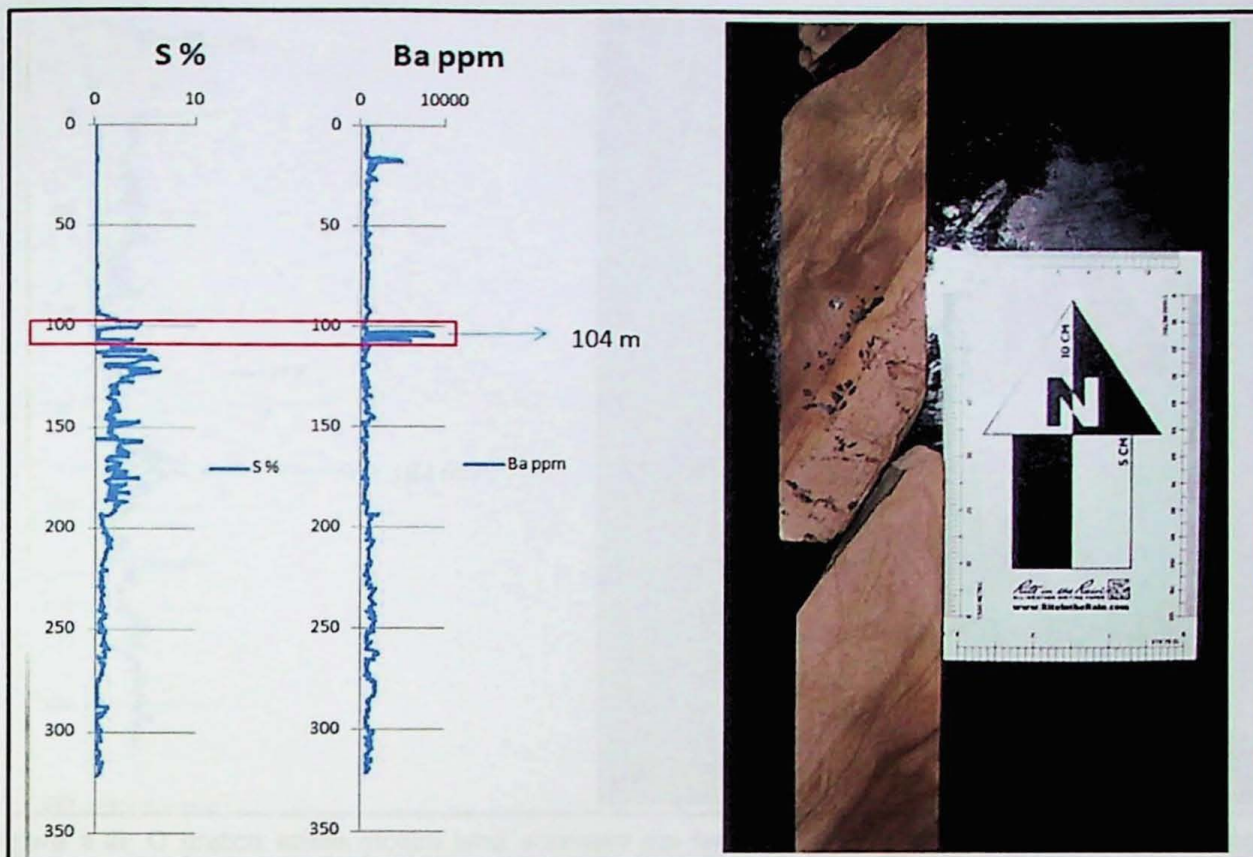


Figura 6.2H: Os gráficos acima mostram a falta de correlação entre os elementos S e Ba. O testemunho da foto representa o intervalo marcado em vermelho, correspondente à profundidade de 104 m da sondagem FSM0049. Trata-se de um veio rico em barita de coloração bege cortando arenito muito fino, oxidado.

Em praticamente todas as fácies hidrotermais do depósito ocorrem porções piritizadas, especialmente na porção inferior da illitização nas áreas 2 e 3, trechos em que a pirita torna-se o sulfeto mais abundante do depósito. A pirita é também o sulfeto mais precoce do depósito, apresentando-se em cristais cúbicos finíssimos, hipidiomórficos, que ocorrem disseminados entre os clastos dos conglomerados e arenitos, como agregados de cristais sobre intraclastos pelíticos e fragmentos vulcânicos, ou concentrados em leitos de minerais pesados no acamadamento (Ficha TF-FSR-013). Ocasionalmente, ocorrem ainda agregados de cristais de pirita cúbica com galena intersticial (Figura 6.2J 3) e pirita fortemente fraturada e rotacionada inclusaa na esfalerita (Figura 6.2J 4), essa possivelmente detrítica.

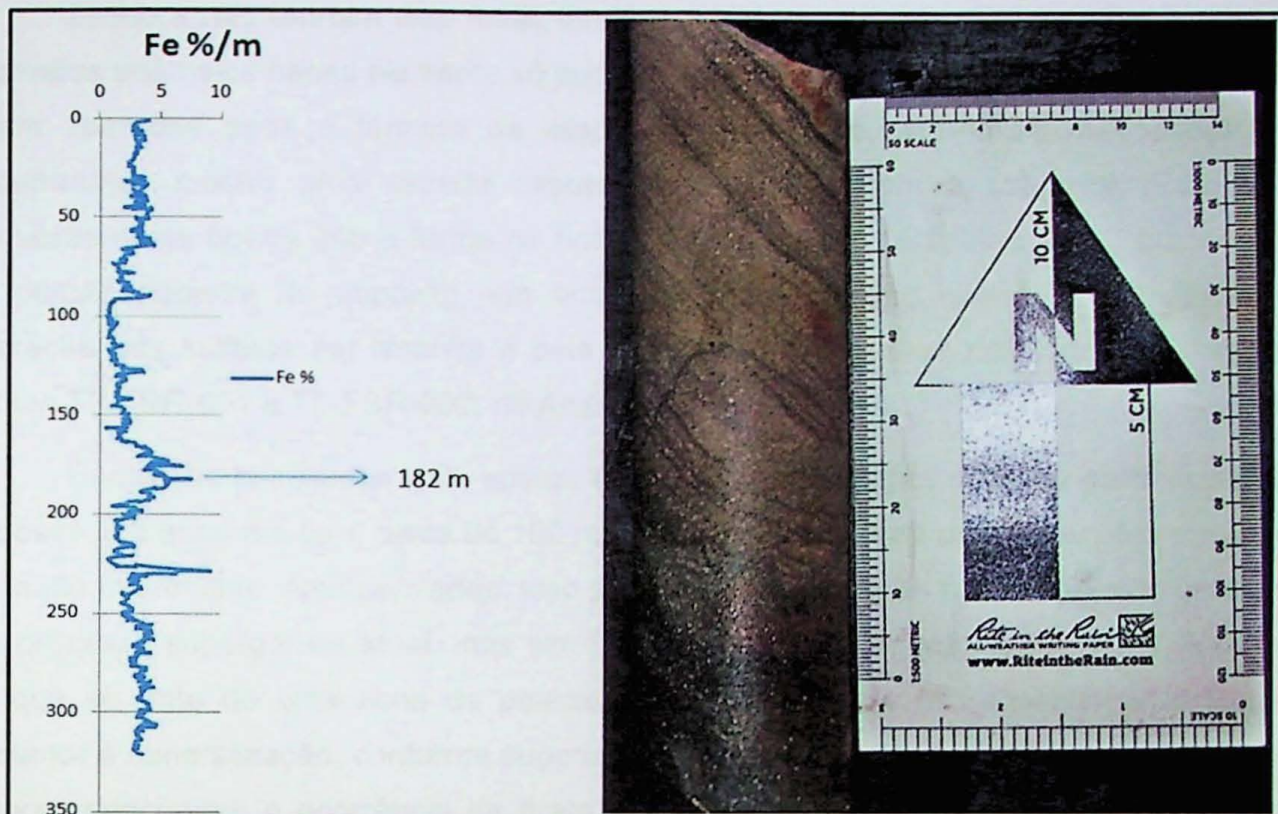


Figura 6.2I: O gráfico acima mostra uma anomalia em ferro em 182 m de profundidade da sondagem FSM0049, gerada pela forte piritização mostrada na foto à direita.

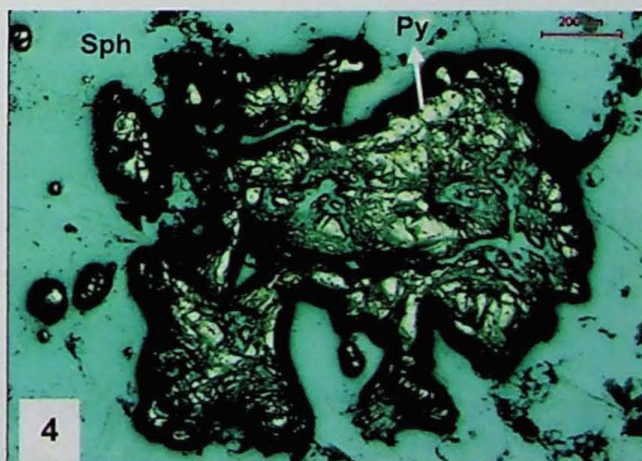
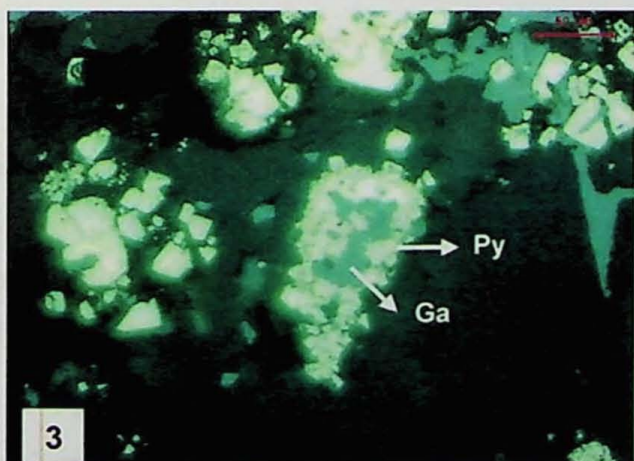
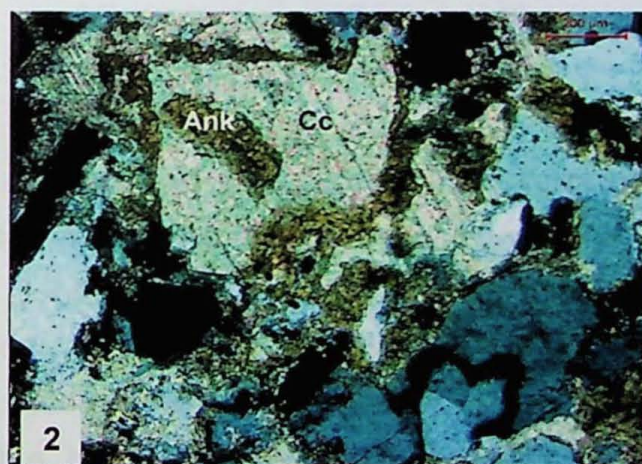


Figura 6.2J.: As fotos 1 e 2 foram obtidas com luz transmitida e as fotos 3, e 4 foram obtidas com luz refletida. 1 Bolsão cimentado por ankerita (Ank) em arenito fino. 2. Ankerita (Ank) substituindo o cimento calcítico (Cc). 3. Borda do poro com piritita cúbica (Py) e núcleo com galena (ga) 4. Cristal de piritita fraturada e rotacionada, intersticial à massa de esfalerita (Sph).

Embora não tenham sido feitas lâminas para caracterizar a prata, uma vez que os intervalos anômalos nesse elemento só puderam ser identificados em análises químicas que foram liberadas após o término da etapa de petrografia, a análise mesoscópica dos testemunhos mostra uma estreita associação da prata com a calcocita. Este sulfeto frequentemente ocorre sob a forma de finas vênulas, ou em “polvilhamento”, em intervalos na porção superior do depósito, em uma zona de oxidação que é caracterizada pela alteração dos sulfetos em limonita e pela presença de dendritos de óxidos de manganês (fichas TF-FSR-001 e TF-FSR-002, no Anexo I).

É importante salientar que, apesar de a zona de oxidação estar na parte superior do depósito, ela encontra-se a cerca de 100 m de profundidade, sob um pacote de rochas nada ou muito fracamente intemperizadas. Isso sugere que a oxidação não tenha sido gerada por um processo supergênico atual, mas sim por um fluido hidrotermal extremamente oxidante ou que se trate de uma zona de paleoxidação formada por um soerguimento tectônico posterior à mineralização, conforme sugerido por Veigel & Dardenne (1990). Esses mesmos autores descrevem a ocorrência de prata nativa e stephanita associadas à calcocita e à covelita na zona de paleo-oxidação. A prata teria sido remobilizada da galena e concentrada na zona referida.

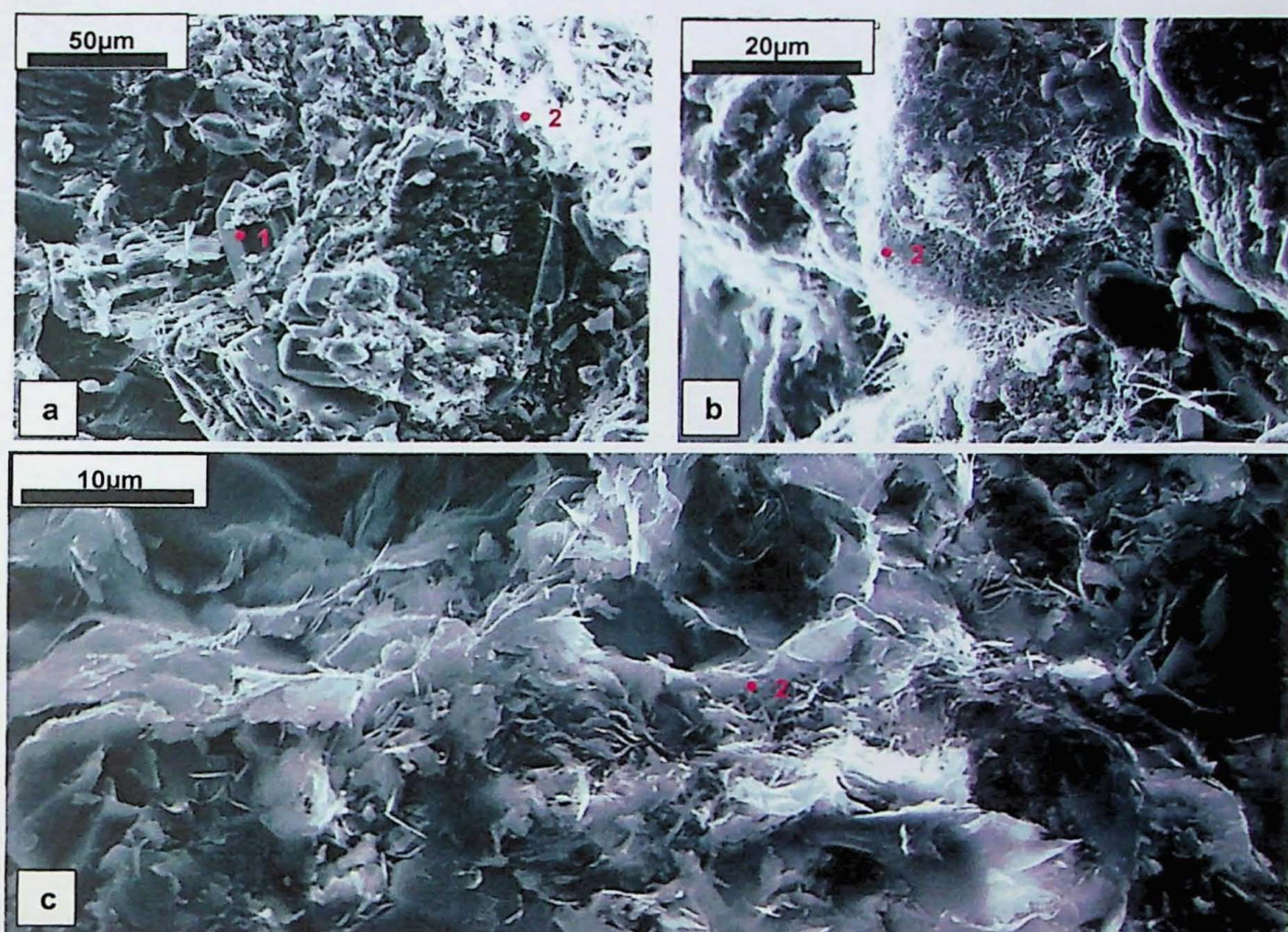
6.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As análises por meio de microscopia eletrônica de varredura visaram caracterizar minerais opacos, argilominerais e carbonatos, provenientes da alteração hidrotermal dos arenitos, conglomerados e ritmitos do Grupo Santa Bárbara. As análises químicas semi-quantitativas foram realizadas com EDS (*Energy Dispersive System*) Oxford Instruments acoplado ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os valores obtidos foram normalizados pelo *software* do MEV LEO 430i e, juntamente com as imagens de elétrons secundários e retroespalhados, são apresentados abaixo.

A maioria das análises com o MEV foram feitas em lâminas delgadas polidas, que possibilitam bons resultados para as análises químicas semi-quantitativas. Com a finalidade de se caracterizar os argilominerais, através da textura, foram realizadas também, análises com fragmentos de rochas representativas da cloritização e da illitização (amostras TF-FSR-009, TF-FSR-022 e TF-FSR-027).

A illita, representada pelas amostras TF-FSR-009 e TF-FSR-022, referentes às áreas 2 e 3 respectivamente, apresenta-se sob o hábito de agregados de folhas, como mostra a Figura 6.3c, ou sob hábito fibroso, formando agregados de pequenos fios, como mostra a Figura 6.3b. A illita substitui completamente a superfície dos cristais de feldspato e a matriz,

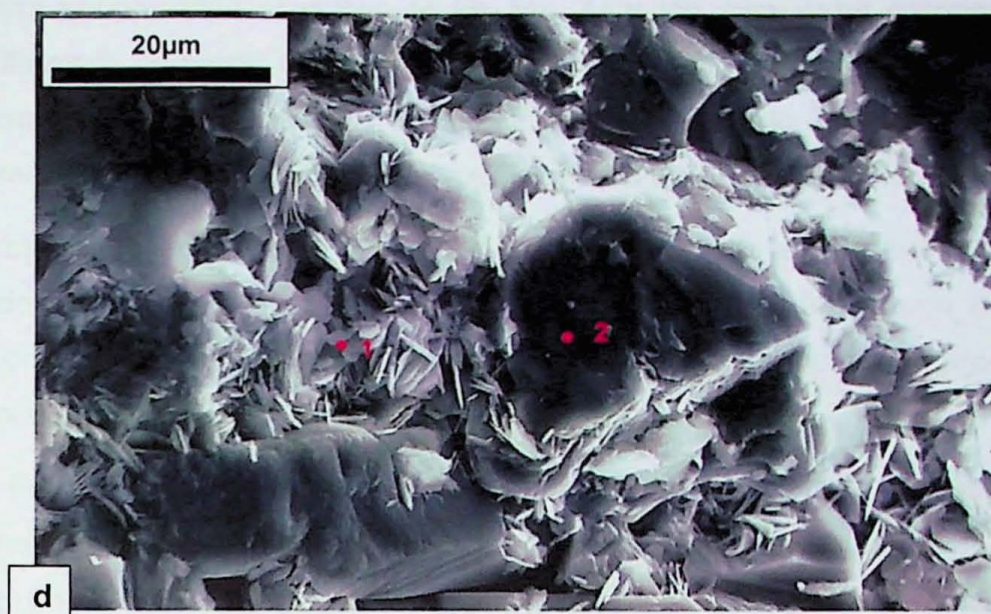
causando redução da permeabilidade dos arenitos. Foi observado que a maioria dos cristais de quartzo são euhédricos, conforme mostrado na figura 6.3a.



Amostras TF-FSR-009 e TF-FSR-022 – Arenito arcoseano illitizado								
Ponto	Mineral	% Elementos						
		O	Si	Al	Fe	Ti	Na	K
1	Quartzo	54,22	45,78	-	-	-	-	-
2	Illita	54,30	24,29	10,40	1,39	0,22	0,24	9,17

Figura 6.3: a. Cristais límpidos e euhédricos de quartzo em meio aos cristais de feldspato illitizados b. Agregados fibrosos de illita c. Illita foliar.

A clorita analisada, representada pela amostra TF-FSR-027, foi extraída de uma vênula mineralizada em cobre. Apresenta hábito placóide (Figura 6.3d) e composição predominantemente ferrosa, se aproximando da composição da chamosita. Possivelmente essa clorita corresponde à nomeada Clorita (II) de Troian (2009) que ocorre em veios com milímetros de espessura presentes nos conglomerados e arenitos da mina Uruguai.

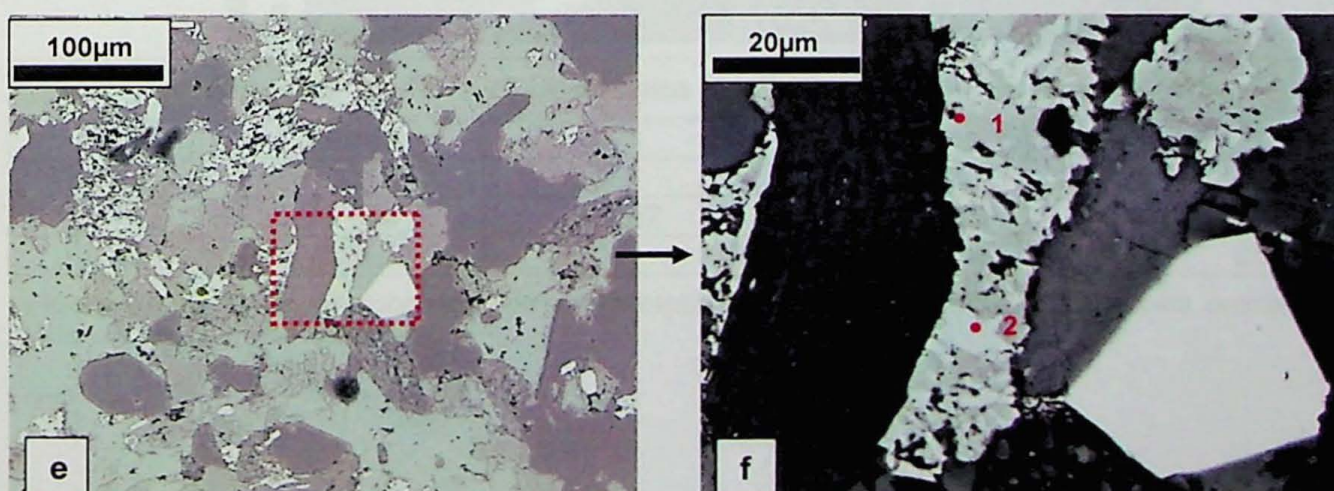


Amostra TF-FSR-027 – Arenito muito fino com vênula de clorita								
Ponto	Mineral	% Elementos						
		O	Si	Al	Fe	Mg	Mn	K
1	Clorita	53,59	14,53	8,51	18,22	4,28	0,25	0,63
2	Quartzo	54,22	45,78	-	-	-	-	-

Figura 6.3: d. Agregados placóides de clorita em meio ao arcabouço de quartzo euhédrico.

A amostra TF-FSR-007, representada pelas fotos 6.3e e f, foi analisada com o objetivo de se caracterizar o cimento carbonático marrom, muito comum nas Áreas 2 e 3.

O fato das lâminas terem sido metalizadas com carbono interferiu no cálculo desse elemento nos carbonato. Dessa forma, a proporção de carbono não foi apresentada na tabela abaixo.



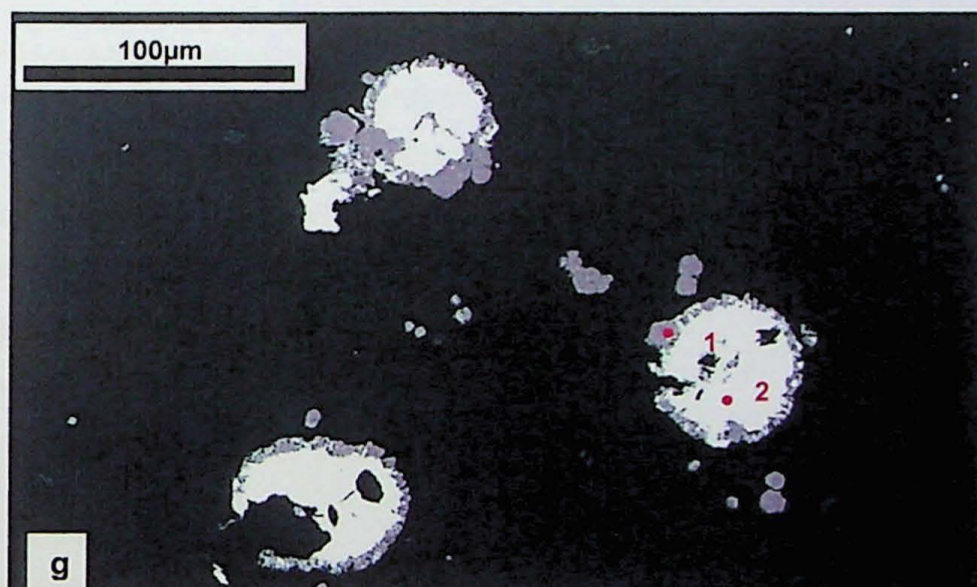
Amostra TF-FSR-007 – Arenito fino com cimentos carbonáticos							
Ponto	Mineral	% Elementos					
		O	Fe	Zn	Mn	Mg	Ca
1	Ankerita ?	46,99	36,65	1,70	7,83	5,70	1,12
2	Ankerita ?	44,41	24,89	20,20	7,57	2,04	0,90

Figura 6.3: e. Arenito arcoseano fino com cimento carbonático f. Detalhe da foto anterior mostrando os diferentes cimentos carbonáticos. À esquerda observa-se um grão escuro de muscovita detritica, e o grão euhédrico claro, à direita, é pirita.

Foram encontrados cimentos de Fe, Mn, Zn e Mg, com duas composições distintas, sendo a diferença causada basicamente proporção de Zn. Possivelmente o carbonato é ankerita com diferentes proporções de substituição do Fe pelo Zn. As relações de contato dos dois cimentos mostram feições que sugerem a co-precipitação de ambos minerais.

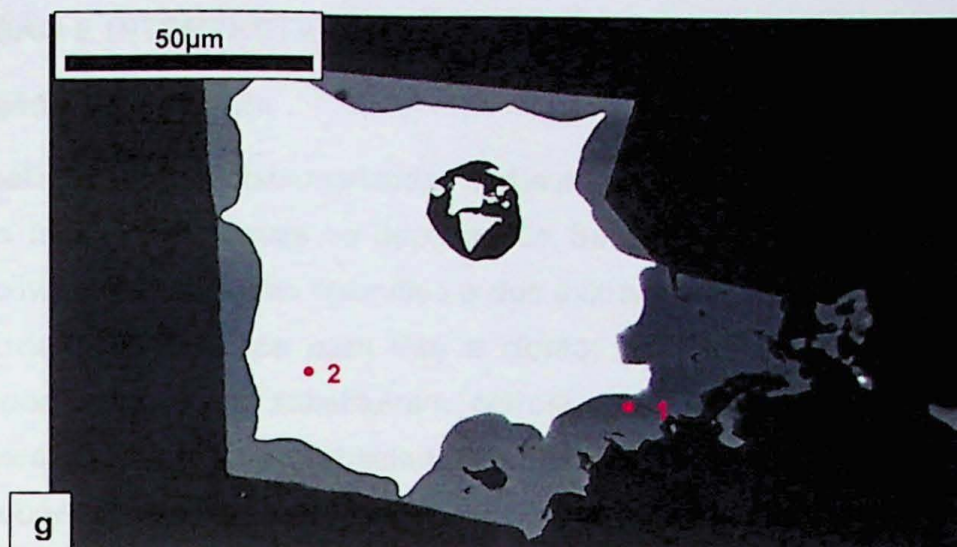
A análise da amostra TF-FSR-003 no MEV permitiu a caracterização dos sulfetos preenchendo a porosidade secundária dos arenitos. A Foto 6.3g mostra o preenchimento inicial de poros arredondados por pirita euhédrica na borda e posterior preenchimento por galena no núcleo.

Na Foto 6.3h observa-se o preenchimento de um poro delineado pelas bordas retilíneas dos cristais euhédricos de quartzo. No poro houve inicialmente a precipitação de esfalerita e posteriormente da galena. O contato irregular entre os dois minerais, com truncamento de linhas de crescimento nos cristais de esfalerita indica que houve dissolução parcial da esfalerita pelos fluidos hidrotermais antes da precipitação da galena.



Amostra TF-FSR-003 – Arenito médio com cimento de esfalerita				
Ponto	Mineral	% Elementos		
		Fe	S	Pb
1	Pirita	46,52	53,48	-
2	Galena	-	14,60	85,40

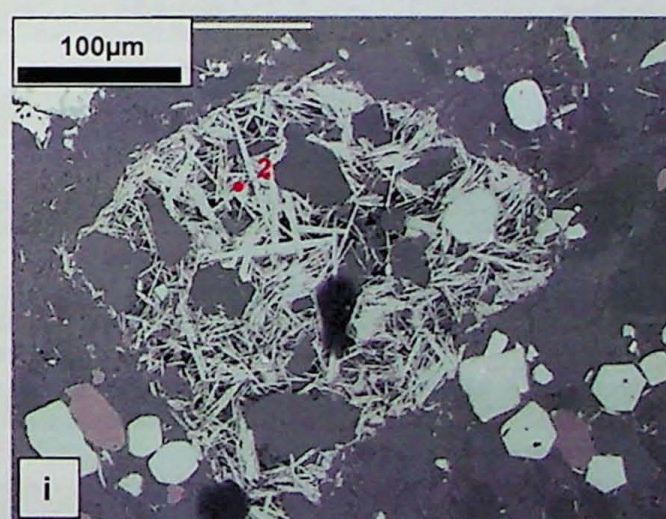
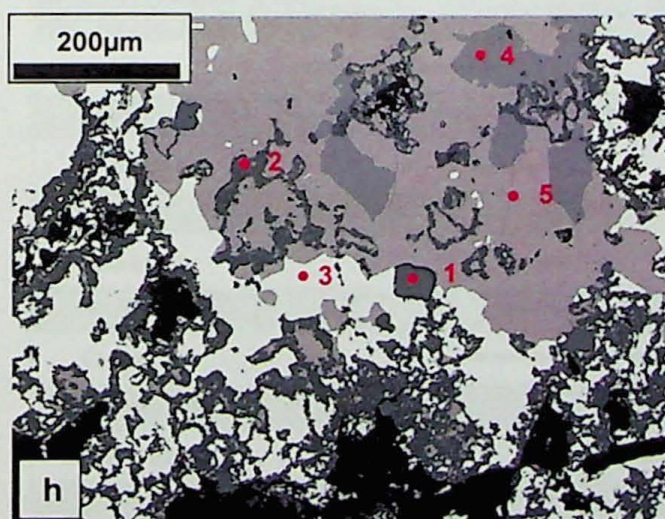
Figura 6.3: g. Poros arredondados com cristalização inicial de pirita cúbica sucedida pela precipitação de galena, que preenche toda cavidade.



Amostra TF-FSR-003 – Arenito médio com cimento de esfalerita					
Ponto	Mineral	% Elementos			
		Fe	S	Pb	Zn
1	Esfalerita	0,63	31,34	-	68,04
2	Galena	-	14,60	85,40	-

Figura 6.3: g. Poro preenchido por esfalerita, posteriormente por galena. Os contatos irregulares entre os sulfetos sugerem corrosão da esfalerita pela galena.

A amostra TF-FSR-031, representada pelas Fotos 6.3h e i, mostra a co-precipitação de calcopirita, bornita e galena e posterior substituição desses sulfetos por hematita criptocristalina de aspecto vermiforme. Em alguns locais, onde a porosidade secundária foi melhor desenvolvida, observam-se agregados de hematita lamelar, exibindo cristais bastante alongados, intersticiais aos grãos de quartzo e feldspato do arcabouço. Essa feição pode ser vista na Foto 6.3i.



Amostra TF-FSR-031 – Brecha com clastos de arenito e matriz de sulfetos						
Ponto	Mineral	% Elementos				
		O	Fe	S	Pb	Cu
1	Pirita	-	46,52	53,48	-	-
2	Hematita	33,89	66,11	-	-	-
3	Galena	-	-	15,16	84,84	-
4	Calcopirita	-	30,56	33,83	-	35,60
5	Bornita	-	10,42	25,16	-	64,42

Figura 6.3: h. Bornita, calcopirita e galena parcialmente substituídas por hematita criptocristalina em vênulas. i. Hematita lamelar intersticial aos grãos de quartzo e feldspato.

7. DISCUSSÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

7.1. Paragêneses Minerais

As análises petrográficas realizadas nesta pesquisa permitiram o estabelecimento da evolução das fases hidrotermais no depósito de Santa Maria, sendo sumarizada em oito eventos: 1) lixiviação do cimento limonítico e dos óxidos de ferro detríticos; 2) alteração dos feldspatos e da argila detrítica para illita e clorita; 3) precipitação da pirita e a intensa cimentação por calcita, que substituíram corrosivamente os silicatos; 4) dissolução do carbonato, gerando importante porosidade secundária, sendo os poros abertos delineados por cristais euédricos tardios de quartzo; 6) Precipitação da ankerita (?) na porosidade secundária, ou substituindo a calcita; 7) introdução de fluidos hidrotermais com S, Fe, Cu, Pb e Zn, que resultaram no preenchimento da porosidade secundária por sulfetos, por vezes sequencialmente, por vezes com instabilização e substituição das fases já depositadas; 8) hematização fissural, substituindo parte dos sulfetos e a clorita rica em ferro seguida por baritização fissural, acompanhada por veios tardios de calcita.

A sequência paragenética dos minerais de ganga e minério no depósito de Santa Maria é esquematizada na Tabela 4

Tabela 4: Paragêneses dos minerais hidrotermais no depósito de Santa Maria.

Minerais hidrotermais	Fases			Estilo da alteração/minério			
	Precoce	Intermediária	Tardia	Fissural	Pervasi- va	Stratab- ound	Venular
Illita	_____			_____			
Clorita	_____			_____			
Calcita I		_____			_____		
Pirita I		_____				_____	
Ankerita		_____		_____			
Pirita II		_____					_____
Quartzo		_____		_____			
Esfalerita I		_____				_____	_____
Esfalerita II			_____			_____	_____
Galena		_____				_____	_____
Calcopirita		_____					_____
Bornita		_____					_____
Calcocita			_____				_____
Calcita II		_____					
Hematita			_____	_____			
Barita			_____	_____			

7.2. Gênese do Depósito de Santa Maria

A integração dos dados obtidos nesta pesquisa, principalmente as feições observadas e interpretadas em campo, juntamente com os dados pre-existentes relacionados à geologia do distrito mineiro estudado, permitem a elaboração de algumas considerações de cunho metalogenético acerca dos depósitos de Camaquã e Santa Maria.

Inicialmente, é necessário entender se as mineralizações nos dois depósitos foram formadas pelo mesmo processo mineralizante ou por processos distintos, pois conforme discorrido no item 5.3 deste trabalho, a gênese dos depósitos é controversa, com autores propondo que as mineralizações podem ser singenéticas, diagenéticas, ou magmática-hidrotermais.

Os estudos realizados nos dois depósitos mostram que as assembleias hidrotermais são muito parecidas, diferindo apenas nas intensidades de cada alteração, sugerindo que as mineralizações dos dois depósitos devem ter sido formadas num mesmo sistema hidrotermal, mas com variações na temperatura e na composição dos fluidos hidrotermais, principalmente pela reatividade com as rochas encaixantes.

O contraste entre a morfologia dos minérios nos dois depósitos, predominantemente *stratabound* no Santa Maria e filoniana no Camaquã, podem dar a impressão visual de que os depósitos foram formados por processos distintos. No entanto, a baixa expressão da fase filoniana na Jazida Santa Maria pode ser relacionada à ausência de falhamentos mais efetivos, que propiciassem a concentração dos sulfetos de Pb e Zn. A energia do sistema hidrotermal pode ser também considera baixa, não apenas pelos minerais hidrotermais presentes, principalmente pela zona de illitização, mas também pela baixa pressão de fluidos, que propiciou um fraco e local desenvolvimento de brechas hidrotermais.

Considerada a hipótese de que as duas mineralizações foram formadas pelo mesmo processo, resta-nos discorrer se ambas foram formadas exclusivamente por processos hidrotermais baciais, exclusivamente por processos magmático-hidrotermais ou por uma combinação de ambos.

O estudo da gênese de um depósito mineral deve levar em conta alguns elementos essenciais, que consistem em processos que devem ser capazes de coletar substâncias úteis numa fonte e concentrá-las num dado local. Nesse contexto, a primeira coisa a ser discutida é a fonte dos metais, que no contexto geológico local, pode ter sido as rochas magmáticas (e/ou os sedimentos provenientes delas) das unidades mais basais do Supergrupo Camaquã, anteriores ao Grupo Santa Bárbara (Andesitos Hilário e/ou Riолitos Acampamento Velho), que por si só já constituem uma fonte normalmente enriquecida em metais. A fonte do enxofre dos sulfetos do depósito de Camaquã, segundo Bettencourt (1972) e dos depósitos de Camaquã e Santa Maria, segundo Remus (1999), é magmática.

O transporte dos metais pode ter sido realizado tanto por uma circulação de fluidos basinais, impulsionada pela convecção gerada pelo e gradiente geotérmico, quanto por fluidos magmáticos, ou por ambos.

Algumas características observadas ao longo da realização deste trabalho corroboram para a hipótese que considera a contribuição magmática para a gênese dos depósitos. Tais características envolvem: 1) a presença de diques de rochas riolíticas hidrotermalizadas e próximas a possíveis estruturas dômicas (que eventualmente pode ter sido causada por intrusões em profundidade) nas proximidades dos depósitos; 2) presença de feições de *boiling*, dadas pela ocorrência de brechas hidrotermais com calcita placóide no entorno das minas do Camaquã (embora o *boiling* não seja uma característica exclusiva de processos magmáticos, é mais comum nestes); 3) veios de quartzo com possível sílica porosa (*vuggy silica*), feição típica de depósitos epitermais de alta sulfetação e 4) presença de teores anômalos de ouro e molibdênio em ambos os depósitos, o que é muito comum em depósitos magmático-hidrotermais e raro em depósitos basinais.

8. CONCLUSÃO

1) O depósito de Pb–Zn–(Cu–Ag) de Santa Maria é composto por 3 corpos de minério alongados na direção N–S, não aflorantes, hospedados principalmente em arenitos arcoseanos finos e, subordinadamente, em conglomerados e ritmitos. Os principais minerais de minério são galena e esfalerita, que têm geralmente, caráter disseminado, possuindo natureza epigenética. Apesar de haver grande quantidade de amostras macroscópicas que apresentam os sulfetos concordantes com a estratificação sedimentar das hospedeiras, os corpos mineralizados, em macroescala, são discordantes, não havendo continuidade lateral das feições concordantes.

2) Illita e clorita são os principais minerais hidrotermais silicáticos do depósito, ocorrendo também, de maneira subordinada, calcita, ankerita, barita, hematita e quartzo. Os principais sulfetos são: esfalerita, galena e pirita, e subordinadamente, calcopirita, bornita, calcocita, molibdenita.

3) O zonamento da alteração hidrotermal é bem definida no depósito, com a clorita nas porções inferiores e a illita no topo do sistema hidrotermal. O principal controle do depósito pode ser associado a falhas e as formas de cones invertidos das zonas hidrotermalizadas são indicativas de uma fonte inferior, o que sugere associação com intrusões de magmas. Os domos com diques de riolito observados nas unidades inferiores da bacia do Camaquã são também sugestivos da colocação de magmas sob as unidades sedimentares. Os sulfetos de Pb e Zn estão concentrados na porção superior do depósito, na zona com forte

alteração illítica e, os sulfetos de Cu na porção basal, associados à cloritização. Acima da zona illítica mineralizada em Pb e Zn, encontra-se uma zona de oxidação com a ocorrência de prata nativa e estephanita associadas à disseminações de calcocita.

4) Os estudos comparativos entre os depósitos de Santa Maria e Camaquã mostraram que as assembleias hidrotermais são semelhantes, diferindo apenas nas intensidades de cada alteração, sugerindo que as mineralizações nos dois depósitos devem ter sido formadas pelo mesmo processo.

5) Diversas feições identificadas em campo na região dos depósitos estudados, tais como a presença brechas geradas por *boiling*, possível sílica porosa (*vuggy silica*), e presença de diques ácidos intrusivos próximos de feições dômicas, são típicas de depósitos magmático-hidrotermais. Essas feições, aliadas ao fato dos dois depósitos estudados apresentarem teores anômalos de ouro e molibdênio (o que não é comum em depósitos bacinais), além da fonte magmática do enxofre (Bettencourt, 1972; Remus, 1999) reforça a hipótese da gênese dos depósitos ser magmática-hidrotermal, ou por uma combinação de processos magmáticos com processos bacinais.

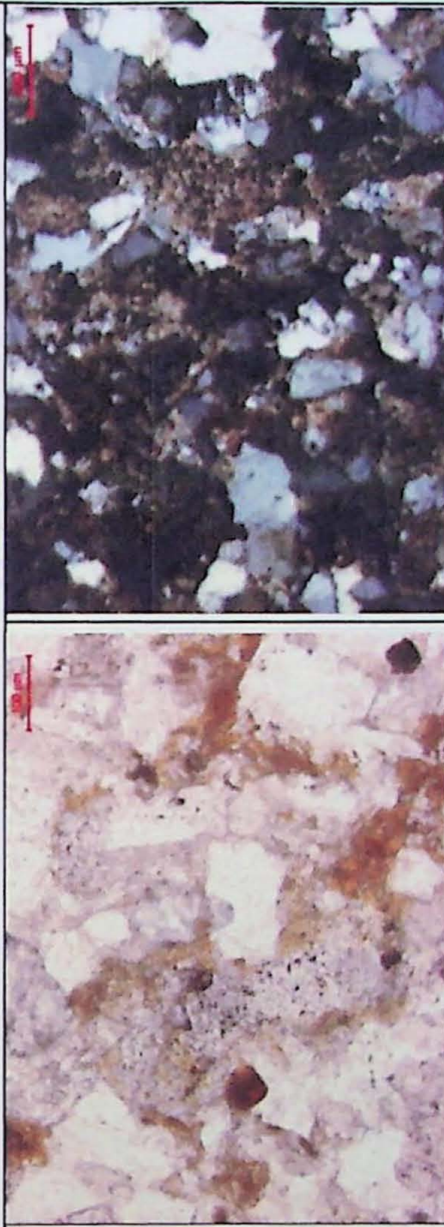
9. BIBLIOGRAFIA

- Almeida D. Del P.M., Lopes R.C., Lima L., Gomes C.H. 2000. Petrography and geochemistry of the volcanic rocks of the Rodeio Velho Member, Ordovician of the Camaquã Basin (RS-Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*. 30(4), 763-768.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A. 1981. Brazilian Structural Provinces: an Introduction. *Earth Sciences Review*. 17, 1-29.
- Almeida R.P. 2001. Evolução tectono-sedimentar da Formação Santa Bárbara na Sub-bacia Camaquã Ocidental. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Almeida R.P. 2005. Tectônica e sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano: exemplos do Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental). Tese de PhD, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Almeida R.P., Janikian L., Fragozo-Cesar A.R.S., Fambrini G.L. 2010. The Ediacaran to Cambrian rift system of southeastern South America: tectonic implications. *The Journal of Geology*. 118, 154-161.
- Badi W.S.R. 1983. Mineralização de chumbo e zinco em arenitos do Distrito de Camaquã. Tese de Mestrado, IG-UFRGS, Porto Alegre, 137 p.
- Badi W.R.S., Gonzalez A.P. 1988. Jazida de metais básicos de Santa Maria, Caçapava do Sul, RS. In DNPM : Principais depósitos minerais do Brasil, Vol. III - Metais básicos não ferrosos e Al, 157-170.
- Basei M.A.S., Siga O. Jr., Masquelin H., Harara O.M., Reis Neto J.M., Preciozzi F.P. 2000. The Dom Feliciano Belt of Brasil and Uruguay and its foreland domain, the Rio de La Plata Craton: framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of southwestern Africa. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro. p. 311-334.
- Beckel J. 1990. Metalogenia del Cu, Pb y Zn en la Cuenca de Camaquã durante el ciclo orogénico Brasileiro, RS (Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de Salamanca.
- Bettencourt J.S. 1972. A mina de cobre do Camaquã, RS. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, São Paulo.

- Bettencourt J.S. 1976. Mineralogie, inclusions fluides et isotopes stables d'oxygène et soufre de la mine de cuivre de Camaquã - RS (un étude préliminaire). XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Anais: 409-423.
- Brito Neves B.B. de, Campos Neto M.C., Fuck R. 1999. From Rodinia to eastern Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage. *Episodes*, 22, 155-166.
- Carig J. R., Vaughan D. J. 1981. Ore microscopy and ore petrography. New York, John Wiley & Sons, 1th edition. 406 p.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 1967. Rock forming minerals. Longman, London.
- Dickison W.R. 1970. Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *J. Sed. Petrol.*, 40:695-707.
- Dana J.D. 1981. Manual de Mineralogia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2 vol.
- Dott Jr., R.H. 1964. Wacke, greywacke and matrix – what approach to immature sandstone classification? *Journal of Sedimentary Petrology*, Lawrence, 34: 625-632.
- Faccini U.F., Paim P.S.G., Fragoso-Cesar A.R.S. 1987. Análise faciológica das molassas brasileiras na região das Minas do Camaquã, Eo-paleozóico do RS. *In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia Curitiba. Atas...Curitiba: SBG, 1987. p. 75-91. v. 1.*
- Fambrini G.L. 2003. O Grupo Santa Bárbara (Neoproterozóico III) a norte do rio Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Folk R.L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. Austin: Hemphill's. 182 p.
- Fragoso-César A.R.S. 1991. Tectônica de placas no Ciclo Brasileiro: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul. Tese de PhD, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Fragoso-César A.R.S., Fambrini G.L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Janikian L., Riccomini C., Machado R., Nogueira A.C.R., Saes G.S. 2000. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to Early Cambrian sequences in southernmost Brazil. *Rev. Bras. Geocienc.*, 30: 438-441.
- Fragoso-César A.R.S., Fambrini G.L., Riccomini C., Janikian L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., and Machado R. 2001. Estruturas induzidas por abalos sísmicos na Formação Santa Bárbara (Neoproterozóico III - Eocambriano), Bacia do Camaquã, RS: o exemplo do Passo da Capela. *Rev. Bras. Geoc.*, 31: 155-162.
- Fragoso-César A.R.S., Almeida R.P., Fambrini G.L., Pelosi A.P.M.R., Janikian L. 2003. A Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de *riffs* do Neoproterozóico III - Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. *In: Encontro sobre a Estratigrafia do RS: Escudo e Bacias*, 1, Anais, pg.139-144.
- Gifkins C.C., Allen, R.L., McPhie, J. 2005. Apparent welding textures in altered pumice-rich rocks. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 142, 29-47.
- Guilbert J.G., Park Jr., C.F. 1986. The geology of ore deposits. New York, W.H. Freeman and Company 985 p.
- Hibbard M.J. 1995. Petrography to petrogenesis. Prentice-Hall, New Jersey, 587 p.
- Ixer R.A. 1990. Atlas of opaque and ore minerals in their associations. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Janikian L. 2001. Evolução paleoambiental do Grupo Camaquã na região de Bom Jardim, Sub-Bacia Camaquã Central, RS. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Janikian L. 2004. Sequências deposicionais e evolução paleoambiental do Grupo Bom Jardim e da Formação Acampamento Velho, Supergrupo Camaquã, Rio Grande do Sul. Tese de PhD, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Janikian L., Almeida R.P., Fragoso-César A. R. S., Corrêa C.R.A., Pelosi A.P.M.R. 2005. Evolução paleoambiental e seqüências deposicionais do Grupo Bom Jardim e Formação Acampamento Velho (Supergrupo Camaquã) na porção norte da Sub-Bacia Camaquã Ocidental. *Rev. Bras. Geoc.*, 35: 245-256.
- Klein C. & Hurlbut C.S.J. 1993. Manual of Mineralogy (After J.D. Dana). John Wiley & Sons, Inc., New York.

- Leinz V., Almeida S. 1941. Gênese da Jazida de Cobre de Camaquã. Porto Alegre, DPM, Secretaria dos Negócios de Agricultura Indústria e Comércio do Estado do Rio Grande do Sul, 56 p. (Boletim 88).
- MacKenzie W.S. & Adams A.E. 1994. A color atlas of rocks and minerals in thin section. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Melgarejo J.C. 1997. Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada. Edicions de La Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Nóbrega J.E.S. Proveniência sedimentar do Grupo Guaritas, Cambriano da Bacia do Camaquã (RS). 2011. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Pelosi A.P.M.R. & Fragoso-César A.R.S. 2003. Proposta litoestratigráfica e considerações paleoambientais sobre o Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul. Rev. Bras. Geoc., 33: 137-148.
- Pettijohn F.G., Potter, P.E., Siever, R. 1972. Sand and sandstones. Springer Verlag.
- Pirajno F. 2009. Hydrothermal processes and mineral systems. Geological Survey of Western Australia, Perth, WA, Australia, 1243 p.
- Pirajno F. 1992. Hydrothermal mineral deposits: principles and fundamental concepts for the exploration geologist. Berlin. Springer: 709 p.
- Powers M.C. 1953. A new roundness scale for sedimentary particles: Journal of Sedimentary Petrology, 23: 117-119.
- Remus M.D.V. 1999. Metalogênese dos depósitos hidrotermais de metais-base e Au do Ciclo Brasileiro no Bloco São Gabriel, RS. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências UFRGS, Porto Alegre.
- Remus M.V.D., Hartmann L.A., McNaughton N.J., Groves D.I., Reisch J.L. 2000. Distal Magmatic-hydrothermal origin for the Camaquã Cu-(Au-Ag) and Santa Maria Pb, Zn (Cu-Ag) Deposits, Southern Brazil. Gondwana Research, 3: 155-174.
- Ribeiro M., Bocchi P.R., Figueiredo Filho P.M. Tessarini R.I. 1966. Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 232 p. (Boletim, 127).
- Ribeiro M. 1986. O metamorfismo dos campos termais do escudo Sul-Riograndense Iheringia, Série Geológica. v. 11. PP. 15-28.
- Ribeiro M.J. 1991. Sulfetos em sedimentos detríticos Cambrianos do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 416 p.
- Ribeiro M. & Fantinel L.M. 1978. Associações petrotectônicas do Escudo Sul-rio-grandense: I - Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Rio Grande do Sul. Iheringia, Série Geológica, 5: 19-54.
- Robb L. 2004. Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing, Oxford, 373 p.
- Rostirolla S.P., Ahrendt A., Soares P.C., Carmignani L. 1999. Basin analysis and mineral endowment of the Proterozoic Itajaí Basin, southeast Brazil. Basin Res., 11: 127-142.
- Skinner B.J. 1997. Hidrotermal mineral deposits: What we do and what we don't know. In: Barnes, H.L. Geochemistry of Hidrotermal Ore Deposits. 3rd edition, p. 1-29.
- Teixeira G., Gonzáles A.P., Gonzáles M.A., Light O.B. 1978. Contribuição ao estudo da mineralizações cupríferas disseminadas no Distrito das Minas do Camaquã. In: Congr. Brás. Geol., 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG. v. 6, p. 644-1654.
- Tröger W.E. 1979. Optical determination of rock-forming minerals. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Troian G.C. 2009. A cloritização na Mina Uruguai, Minas do Camaquã/RS-Brasil. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências UFRGS, Porto Alegre.
- Veigel R., Dardenne M.A. 1990. Paragênese e sucessão mineral nas diferentes etapas da evolução da mineralização de Cu-Pb-Zn do Distrito de Camaquã - RS. Revista Brasileira de Geociências, 20(1-4): 55-67.
- Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. USA, Journal of Geology 30.
- Williams H.; Turner F. J.; Gilbert C. H. 1962. Petrography. An introduction to the study of rocks in thin section. San Francisco: Freeman and Company, 406 p.

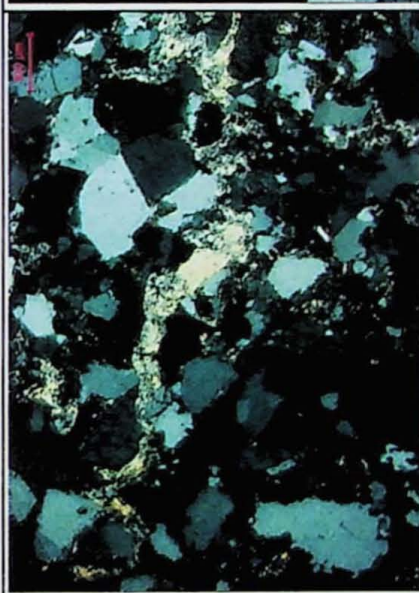
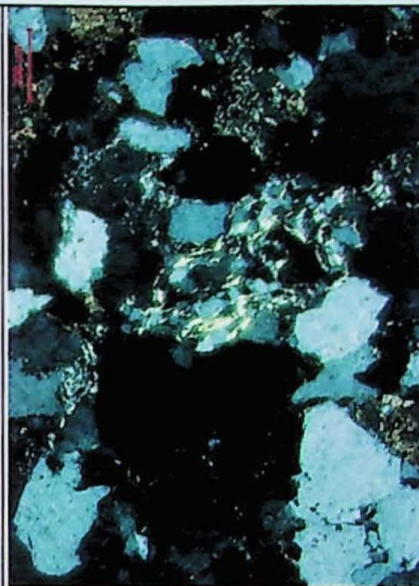
Anexo I – Fichas Petrográficas

Amostra: TF-FSR-001	Furo: FSM-0049 - 113 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: mediano.	Estruturas: fina estratificação. Presença de micro-falha	
Coloração: ocre.	Outras propriedades: presença de leito com grânulos subarredondados de quartzo e feldspato. Observam-se dendritos de óxido de Mn percolando fraturas.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 66%		Cimento: 0%
Matriz: 34%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (85%), feldspatos (10%), opacos (5%), muscovita (traço).		Foto a) oxidação marcada pela limonita alaranjada.
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento aberto, orientados segundo a estratificação e com segregação de minerais opacos.		
Textura: granulometria modal de 0,18 mm (areia fina), com desvio padrão de 0,6 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos angulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).	Foto b) sericita na matriz.	
Tipo (s): epimatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Observa-se material limonítico supergênico (?) na matriz.	Tipo: sericítica	Caráter: pervasivo
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralogia:	Mineralógica: submatura	Textural: imatura
Textura:	Classificação petrográfica	
Compactação mecânica: planar	Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): subarcóseo
Compactação química: côncavo / convexa		

Amostra: TF-FSR-002		Furo: FSM-0049 - 113 m		Prospecto: Área 2	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: mediano na porção alaranjada e incipiente na porção cinza		Estruturas: zona de contato entre porção de arenito oxidado / alaranjado e arenito sericitizado / acinzentado, com disseminação stockwork de estalerita e galena.			
Coloração: alaranjada / cinza		Outras propriedades: observam-se dendritos de óxido de Mn percolando fraturas.			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 70%		Matriz: 15%		Cimento: 15%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (67%), feldspatos (30%), opacos (2%), muscovita (1%).					
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento fechado, sem orientação.					
Textura: granulometria modal de 0,13 mm (areia fina), com desvio padrão de 0,4 e seleção granulométrica boa, esfericidade moderada a alta e grãos angulosos.					
Matriz					
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).		Foto a) contato entre porção oxidada, com cimento limonítico (esquerda) e não oxidada (direita)			
Tipo (s): epimatriz		Foto b) vênula de sericita no centro e à esquerda vênula de sulfeto + quartzo euédrico.			
Alteração hidrotermal					
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.		Caráter: pervasivo			
Classificação da rocha					
Cimento		Maturidade			
Mineralogia: limonita		Textural: imatura			
Textura: na porção oxidada observa-se cimento limonítico envolvente, em alguns locais opaco, em outros translúcido vermelho.		Classificação petrográfica			
Compactação mecânica: planar		Segundo Dott (1964): feldspathic wacke		Segundo Folk (1968): subarcóseo	
Compactação química: côncavo / convexa					

Amostra: TF-FSR-003		Furo: FSM-0049 - 122,00 m		Prospecto: Área 2	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: fraco.		Estruturas: estratificação e vênulas de sulfetos de Pb e Zn.			
Corolação: bege claro e cinza escuro.		Outras propriedades: sulfeto stratabound na porção mais grossa (mais permeável) e discordante na porção mais fina (menos permeável).			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 80%		Matriz: 10%		Cimento: 10%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (55%), feldspatos (44%), muscovita (1%), zircão (traço).					
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento normal, tanto na porção mais fina do arenito quanto na mais grossa (lâmina delgada feita no contato).					
Textura: duas granulometrias modais: uma de 0,10 mm (areia muito fina), e outra de 0,40 mm (areia média), ambas com grãos angulosos. A seleção granulométrica moderada na parte fina e boa na parte grossa. Esfericidade moderada.					
Matriz					
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).		Foto a) sulfeto intersticial com arcabouço quartzo feldspático.			
Tipo (s): epimatriz		Foto b) detalhe da esferalita 1 (esverdeada) e 2, posterior (escura).			
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Observa-se material limonítico supergênico na matriz.		Alteração hidrotermal			
Cimento		Caráter: pervasivo			
Mineralogia: sulfetos (95%), carbonato (5%).		Classificação da rocha			
Textura: na porção mais grossa os sulfetos são o principal cimento, e na porção fina a cimentação é carbonática.		Maturidade			
Compactação mecânica: planar		Mineralógica: imatura			
Compactação química: côncavo / convexa		Textural: imatura			
		Classificação petrográfica			
		Segundo Dott (1964): wacke			
		Segundo Folk (1968): arcóseo			

Amostra: TF-FSR-004	Furo: FSM-0049-125	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: sulfetação estratabound nas camadas mais grossas e discordante nas microfaihas com deslocamento normal. Grande quantidade de pirita fina dos leitos e vênulas cinza escuras.	
Coloração: bege.	Outras propriedades: presença de grânulos arredondados de feldspato potássico.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 78% Matriz: 10% Cimento: 12%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (40%), fragmentos líticos (10%), muscovita (traço), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento fechado com leve orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,35 mm (areia média), com desvio padrão de 0,75 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos angulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).		
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz		
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e argila detrítica.		
Cimento		
Mineralogia: sulfetos (85%) e carbonato (15%).		
Textura: cimento predominantemente sulfetado intersticial, composto principalmente, por esferulitas 1 e 2.		
Compactação mecânica: planar		
Compactação química: contato saturado		
Foto a) microvênula sericítica em meio a arcabouço quartzo feldspático.		
Foto b) fragmento lítico seritizado.		
Alteração hidrotermal		
Tipo: sericítica	Caráter: pervasivo	
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: imatura	Textural: submatura	
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo lítico	



Amostra: TF-FSR-006	Furo: FSM-0049 - 131,70	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: observa-se uma sericitização + piritização fissurais e venulação de esfalerita. As porções acastanhadas são ricas em carbonato.	
Coloração: bege acastanhado	Outras propriedades: forte reação da rocha ao HCl, especialmente nas porções castanhas.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 50%		Cimento: 25%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (65%), feldspatos (15%), opacos (7%), muscovita (10%), fragmentos líticos (3%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento fechado com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: duas granulometrias modais, uma de 0,06 mm (areia muito fina) e outra de 0,15 (areia fina), ambas com desvio padrão de 0,4, subangulosas, com boa seleção granulométrica e esfericidade moderada.		
Matriz		
Mineralogia: sericita (100%).		
Tipo (s): epimatriz		
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos, sendo mais abundante nas porções de arenito muito fino.		
Cimento		
Mineralogia: carbonato (90), esfalerita (10%)		
Textura: espática (carbonato) e poiquilotópica (esfalerita)		
Compactação mecânica: planar ou pontual		
Compactação química: côncavo / convexa		
Foto a) forte sericitização na matriz e feldspatos		Foto b) esfalerita zonada em vênula
Alteração hidrotermal		
Tipo: sericitica	Caráter: pervasivo	
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: madura	Textural: imatura	
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo	

Amostra: TF-FSR-007	Furo: FSM-0049 - 135,00 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: lentes esverdeadas de sericita e pirita fina, cortadas por vênula de esfalerita + galena + calcita.	
Coloração: bege esverdeado	Outras propriedades: porção acastanhada com forte reação ao HCl.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 64%		Cimento: 1%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (64%), feldspatos (31%), opacos (2%), muscovita (3%), zircão (traço), apatita (traço), epidoto (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento aberto com orientação da muscovita segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,065 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,30, seleção granulométrica muito boa, esfericidade alta e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita.		
Tipo (s): epimatriz		
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.		
Cimento		
Mineralogia: carbonato (100%)		
Textura: calcita espática nas proximidades da vênula de sulfeto		
Compactação mecânica: planar		Segundo Dott (1964): Wacke
Compactação química: côncavo / convexa		Segundo Folk (1968): arcóseo

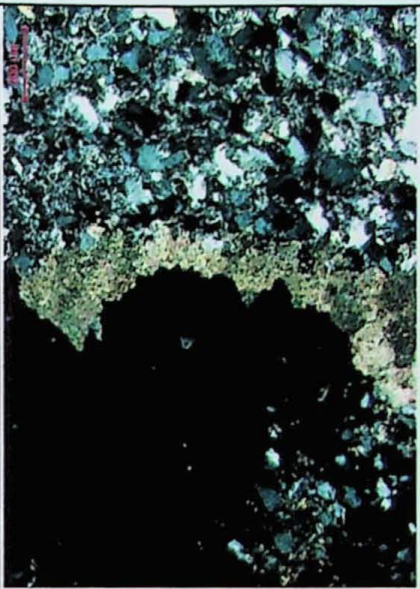


Foto a) lentes de opacos (pirita) + sericita (hidrotermiais)

Foto b) vênula de sulfetos (opacos), com borda de carbonato, intrudindo arcóseo fino

Alteração hidrotermal

Caráter: pervasivo

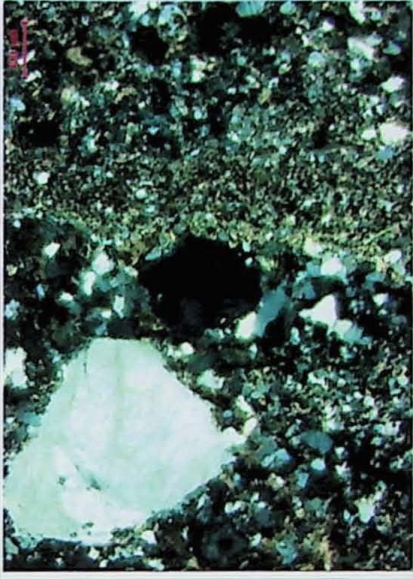
Classificação da rocha
Maturidade

Textural: imatura

Classificação petrográfica

Segundo Folk (1968): arcóseo

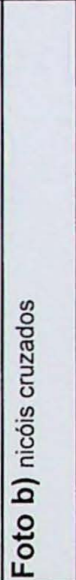
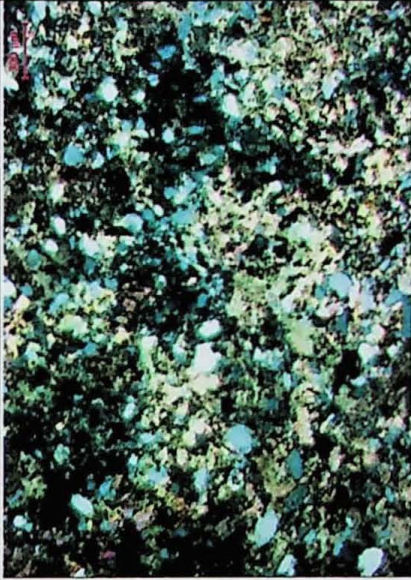
Amostra: TF-FSR-008	Furo: FSM-0049 - 138,20 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: estratificação suavemente dobrada cortada por vênula de sulfetos de Pb e Zn e carbonato colcítico.	
Coloração: cinza	Outras propriedades: reação ao HCl na vênula e no arcóseo.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 70%		Cimento: 15%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (46%), feldspatos (44%), opacos (4%), muscovita (6%), zircão (traço), apatita (traço).		
Petrotrama: grãos do arcabouço em empacotamento fechado com discreta orientação de muscovita segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,10 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esterilidade baixa e grãos angulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita.		
Tipo (s): epimatriz		
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Os feldspatos apresentam bordas corroídas..		
Cimento		
Mineralogia: carbonato (100%)		
Textura:		
Compactação mecânica: planar		
Compactação química: contato saturado		
Foto a) zona de contato de vênula de carbonato com arcóseo.		
Foto b) vênula de sericita cortando vênula de carbonato. A esquerda sulfetos (opacos).		
Alteração hidrotermal		
Tipo: sericítica		
Caráter: pervasivo		
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: submatura		
Textural: imatura		
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke		
Segundo Folk (1968): arcóseo		

Amostra: TF-FSR-009	Furo: FSM-0049 - 143,80 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: brechação hidrotermal em leito microconglomerático com clastos de feldspato potássico e vênulas de coloração verde escura, compostas por sericita e pirita fina. Observa-se ainda que a brecha marca uma discordância angular da estratificação.	
Coloração: cinza claro.	Outras propriedades: forte carbonatação na zona de brecha.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 85%		Cimento: 5%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (44%), feldspatos (40%), opacos (4%), muscovita (1%), fragmentos líticos (1%), zircão (traço).		
Petreotrama: na porção de arenito arcóseo observam-se grãos do arcabouço em empacotamento fechado com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,18 mm (areia fina) para o arenito arcóseo e grânulo na porção de brecha, que apresenta desvio padrão de 1,5, seleção granulométrica pobre, esfericidade moderada e grãos angulosos.	Foto a) vênula de sericita e pirita ao centro, intrudindo brecha com fragmentos quartzo-feldspáticos	
Matriz		
Mineralogia: sericita.	Foto b) nicóis cruzados.	
Tipo (s): epimatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.	Tipo: sericítica	Caráter: pervasivo
Cimento		
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralogia: carbonato (100%)	Mineralógica: submatura	Textural: imatura
Textura: espatos de calcita na zona de brecha	Classificação petrográfica	
Compactação mecânica: planar	Segundo Dott (1964): feldspatic wacke	
Compactação química: contato saturado	Segundo Folk (1968): arcóseo	

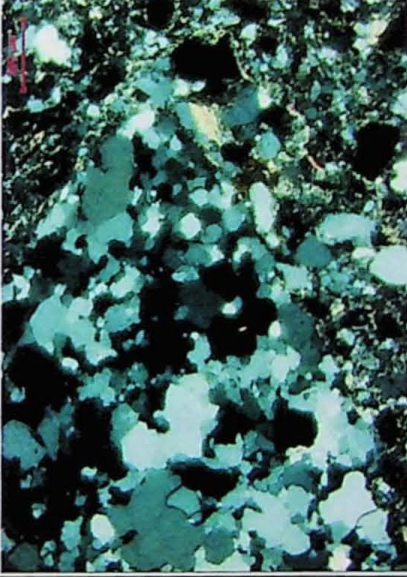
Amostra: TF-FSR-010	Furo: FSM-0049 - 11,00 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: arenito arcóseo fino, homogêneo, levemente estratificado.	
Coração: vermelho	Outras propriedades:	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 86% Matriz: 7% Cimento: 7%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (44%), feldspatos (43%), opacos (10%), muscovita (3%), zircão (traço).		
Petrotrama: grãos do arcabouço em empacotamento fechado com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,10 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,3, seleção granulométrica muito boa, esfericidade moderada e grãos subangulosos.		
Matriz		
Foto a) arenito arcóseo fino com grande quantidade de opacos.		
Foto b) detalhe do cimento limonítico avermelhado ou opaco.		
Alteração hidrotermal		
Tipo: sericitica		
Caráter: pervasivo com fraca intensidade		
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: submatura		
Textural: imatura		
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke		
Segundo Folk (1968): subarcóseo		
Compacção mecânica: planar		
Compacção química: côncavo / convexa		

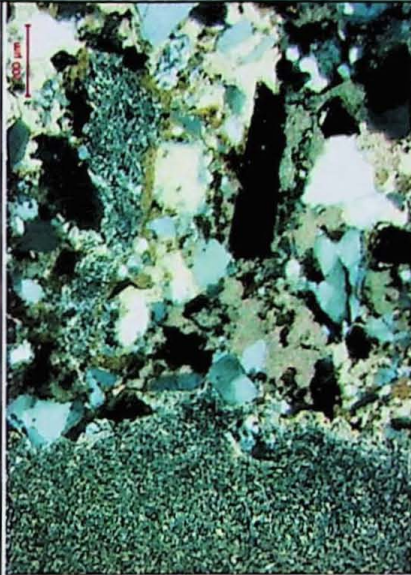
Amostra: TF-FSR-011	Furo: FSM-0049 - 49,30 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: discreta estratificação primária e zonamento de coloração devido à lixiviação de óxidos de ferro na porção bege (bleaching)	
Coloração: vermelho e bege	Outras propriedades: efervescência ao HCl na porção bege.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 73%		Cimento: 12%
Matriz: 15%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (48%), feldspatos (48%), opacos (1%), muscovita (1%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,10 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esfericidade moderada a alta e grãos angulosos.		
Matriz		
Mineralogia: serícita		
Tipo (s): epimatriz		
Textura: formada principalmente pela serícita proveniente da alteração dos feldspatos e de vênulas hidrotermais.		
Cimento		
Mineralogia: carbonato (100%)		
Textura: carbonato espático com distribuição stratabound		
Compactação mecânica: planar		
Compactação química: côncavo / convexa		
Foto a) cimentação carbonática		Foto b) sericitização pervasiva
Alteração hidrotermal		
Tipo: sericitica		
Caráter: pervasivo		
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: imatura		
Textural: imatura		
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke		Segundo Folk (1968): arcóseo

Amostra: TF-FSR-012	Furo: FSM-0049 - 82,80 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: zoneamento de coloração causada por lixiviação dos óxidos de Fe na parte bege. Observa-se também uma porção com carbonato vermelho stratabound, em local onde a granulação é mais grossa do que no restante da rocha.	
Coloração: bege e vermelha	Outras propriedades: forte reação do carbonato vermelho com HCl	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 55%		Cimento: 25%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (41%), opacos (5%), muscovita (4%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento aberto com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,15 mm (areia fina) na porção com carbonato vermelho, e 0,075 (areia muito fina) no restante da rocha. Ambas possuem desvio padrão de 0,5, seleção granulométrica boa, esfericidade alta e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita	Foto a) arcóseo com forte cimentação carbonática	
Tipo (s): epimatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e de finas vênulas hidrotermais.	Tipo: sericítica	Caráter: pervasivo
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralogia: carbonato (100%)	Mineralógica: submatura	Textural: imatura
Textura: espática	Classificação petrográfica	
Compactação mecânica: planar	Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo
Compactação química: côncavo / convexa		

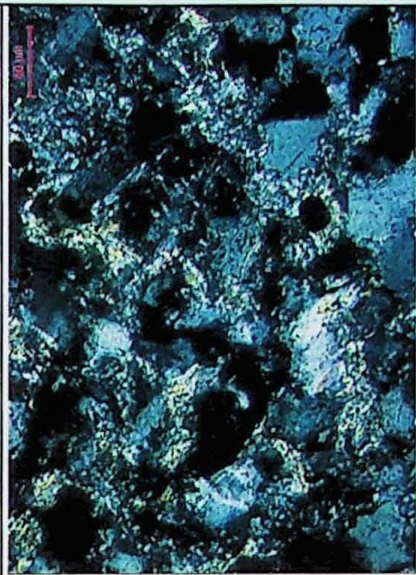
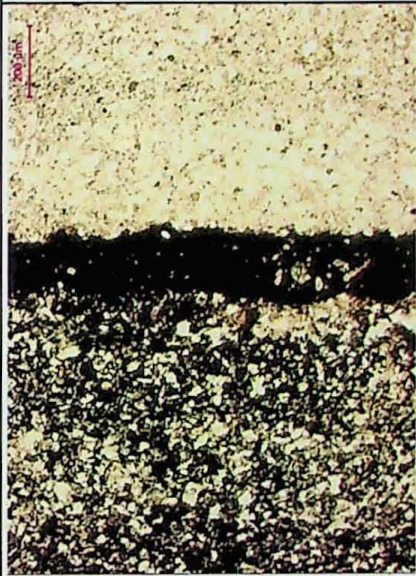


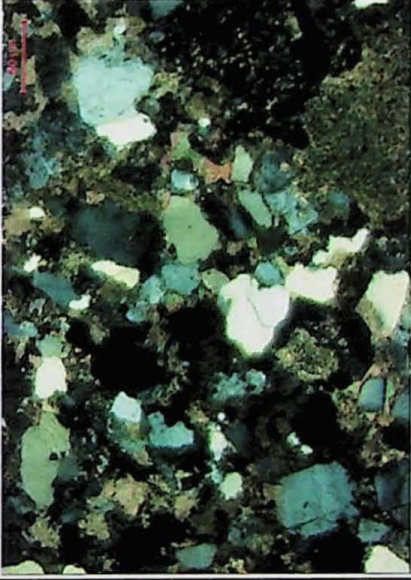
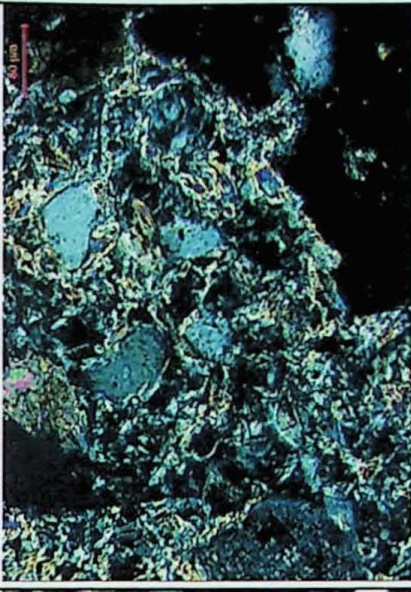
Amostra: TF-FSR-013	Furo: FSM-0049 - 192,00 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: piritização e sericitização nos leitos e microfalhas cinza esverdeadas.	
Coloração: bege esverdeado	Outras propriedades: a rocha apresenta característico brilho metálico de vidro à presença abundante de pirita fina.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 70% Matriz: 18% Cimento: 12%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (45%), feldspatos (44%), pirita (10%), muscovita (1%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal, com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,05 mm (silte grosso), com desvio padrão de 0,3, seleção granulométrica muito boa, esfericidade moderada e grãos subangulosos.		
Matriz	Foto a) na porção central leito com sericita e pirita	Foto b) nicóis cruzados
Mineralogia: sericita	Alteração hidrotermal	
Tipo (s): epimatriz (70%), ortomatriz (30%)	Tipo: sericitica	Caráter: pervasivo
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e ortomatriz localizada nos leitos mais finos, piritizados e sericitizados.		
Cimento	Classificação da rocha	
Mineralogia: carbonato	Maturidade	
Textura: carbonato marrom escuro, espático, concentrado em porções esparsas de cerca de 0,5 mm.	Mineralógica: submatura	Textural: imatura
Compactação mecânica:	Classificação petrográfica	
Compactação química: contato saturado	Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo

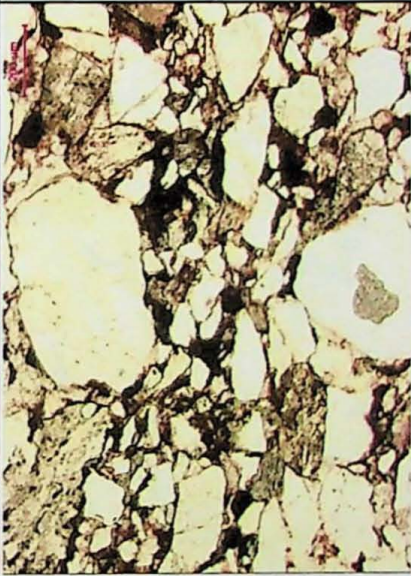
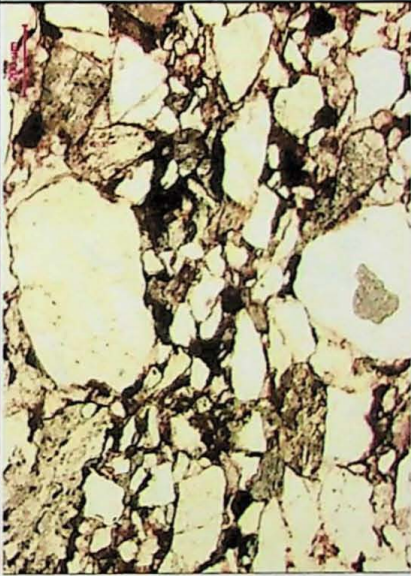
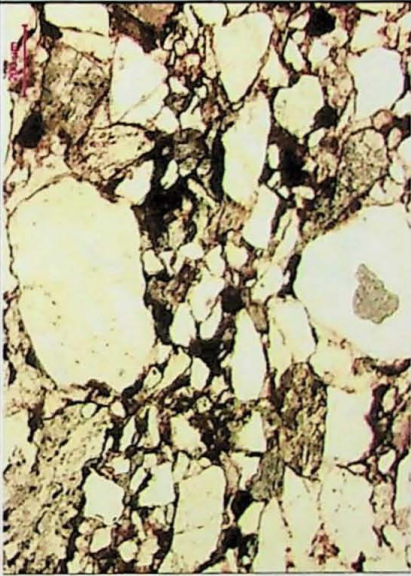
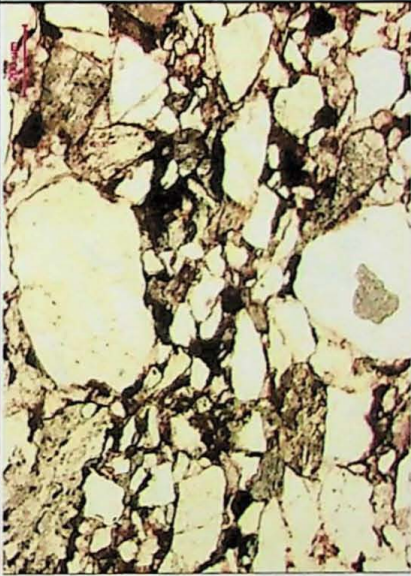
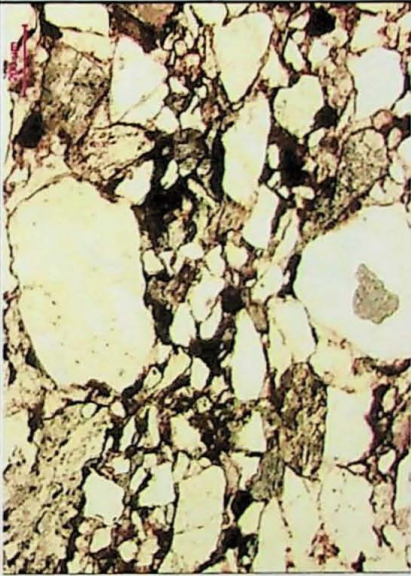
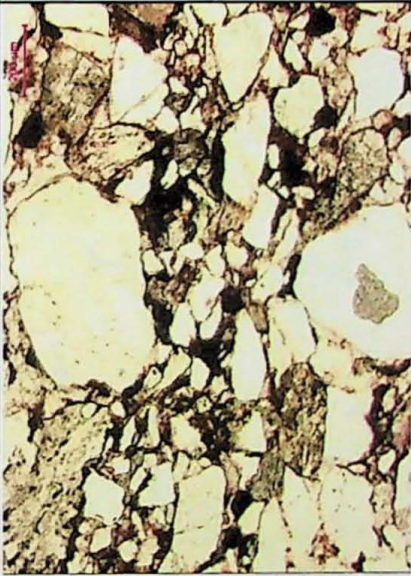
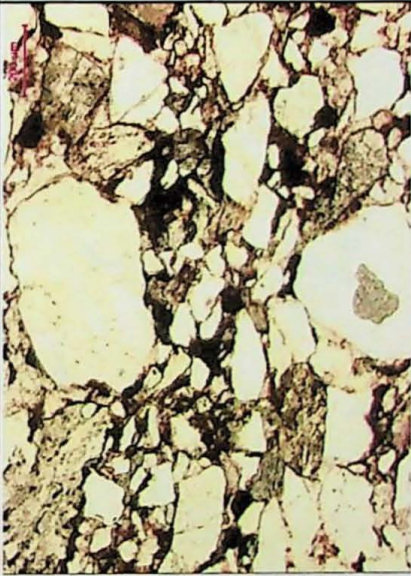
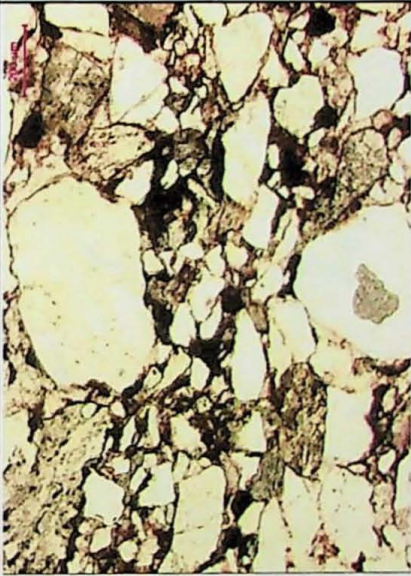
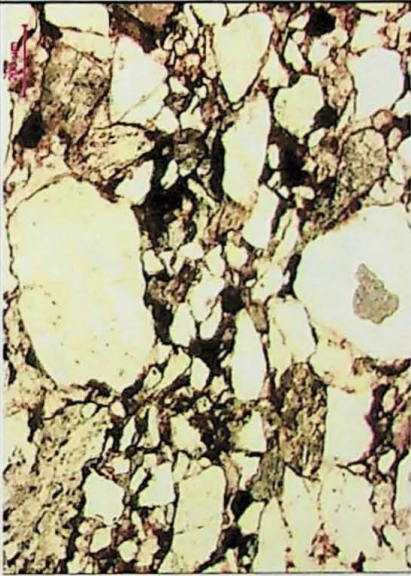
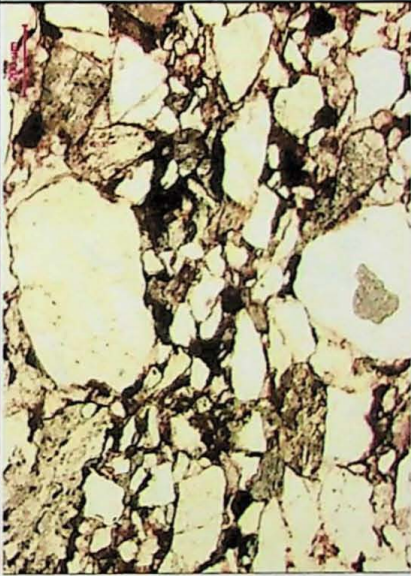
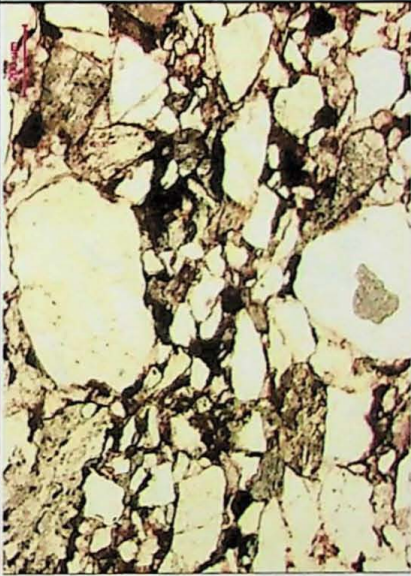
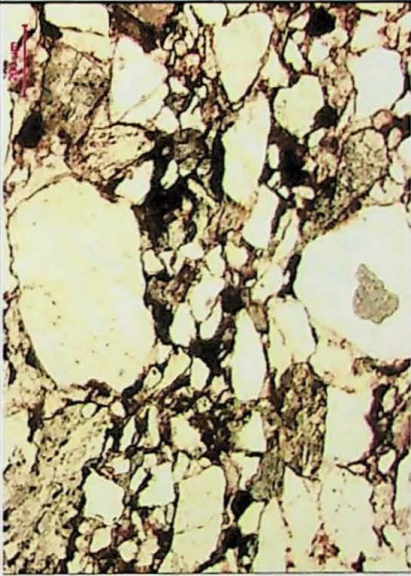
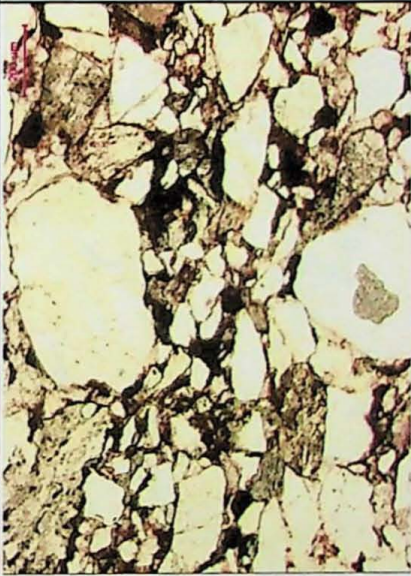
Amostra: TF-FSR-014	Furo: FSM-0049 - 207,50 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: paraconglomerado polilítico com disseminações em polvilhamento de galena principalmente nos clastos.	
Coloração: cinza claro.	Outras propriedades:	
		
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 15%		Cimento: 5%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (42%), feldspatos (45%), fragmentos líticos (10%), opacos (1%), muscovita (2%), zircão (traço).		
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento aberto, com clastos de quartzo, traquito e granito. Matriz em empacotamento normal, sem orientação dos grãos.		
Textura: clastos subangulosos de fração cascalho fino e matriz de areia fina, com seleção muito pobre e grãos subangulosos.		
Matriz		Foto a) fragmento anguloso de quartzo
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).		Foto b) fragmento lítico com galena intersticial
Tipo (s): epimatriz (5%) protomatriz (95%)		
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. A protomatriz é composta pela areia fina detrítica.		Alteração hidrotermal
Tipo: sericítica		Caráter: pervasivo
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: submatura	Textural: imatura	
Classificação petrográfica (da matriz arenosa)		
Segundo Dott (1964): Wacke		Segundo Folk (1968): subarcóseo
Compactação mecânica: pontual		
Compactação química: não se observa		

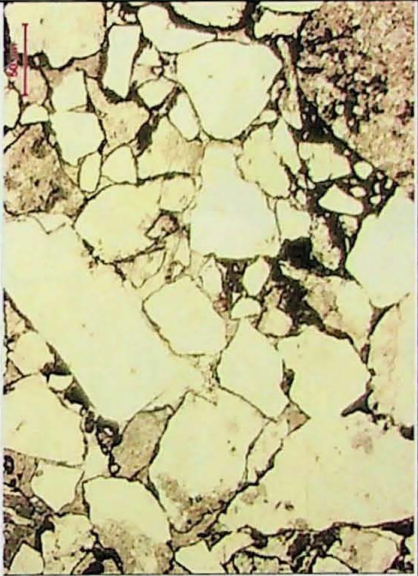
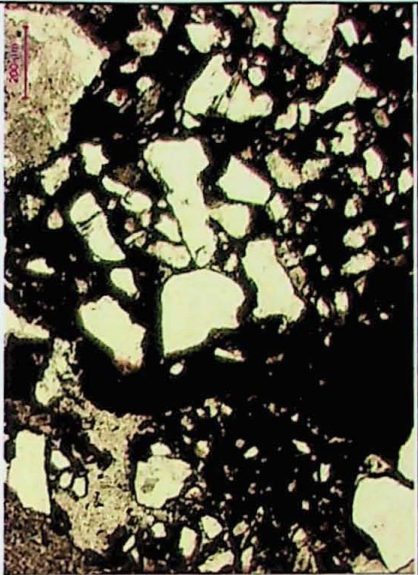
Amostra: TF-FSR-015		Furo: FSM-0049 - 256,00 m		Prospecto: Área 2	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: brecha sedimentar com matriz arenosa e clastos angulosos, esverdeados de argila.			
Coloração: bege e verde escuro		Outras propriedades: reação da matriz ao HCl			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
		Arcabouço: 30%		Matriz: 50%	
		Cimento: 20%			
Arcabouço (arenito da matriz)					
Mineralogia: quartzo (60%), feldspatos (24%), fragmentos líticos (15%), muscovita (1%), zircão (traço).					
Petreotrama: grãos em empacotamento aberto sem orientação dos grãos alongados.					
Textura: granulometria modal de 0,3 mm (areia média), com desvio padrão de 1,2, seleção granulométrica pobre, esfericidade moderada e grãos subarredondados.					
Matriz		Foto a) cimento calcítico com borda de ankerita na porção central			
Mineralogia: sericita (2%) e areia quartzo-feldspática (98%)		Foto b) clasto de argila recristalizada a esquerda e matriz de arenito arcóseo a esquerda			
Tipo (s): epimatriz (2%), protomatriz (98%)		Alteração hidrotermal			
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e protomatriz de areia detrítica		Caráter: pervasivo			
Cimento		Classificação da rocha (matriz arenosa)			
Mineralogia: calcita (?-65%) e ankerita (?-35%)		Maturidade			
Textura: calcita espática com borda de ankerita, posterior		Textural: imatura			
		Classificação petrográfica			
Compactação mecânica: pontual		Segundo Dott (1964): feldspatic wacke		Segundo Folk (1968): arcóseo lítico	
Compactação química: não observada					

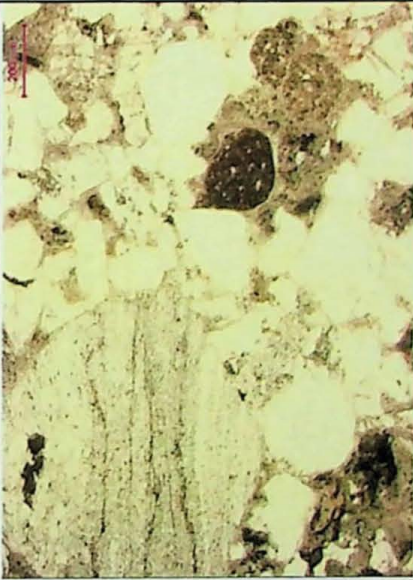
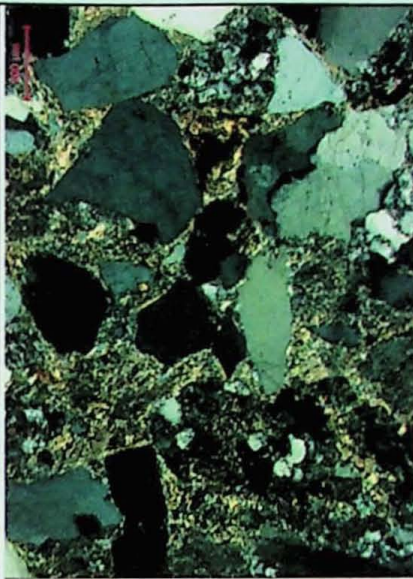
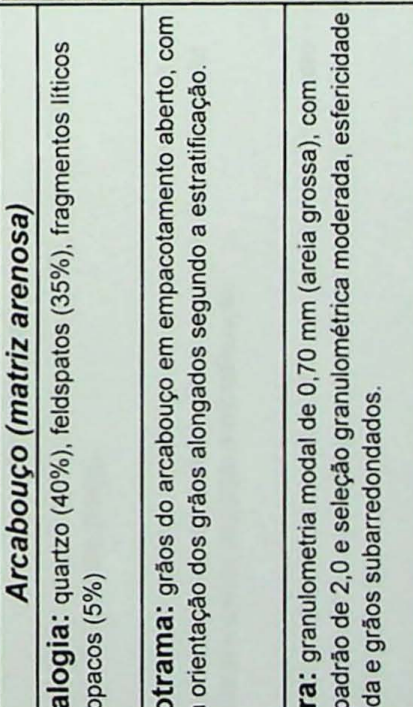
Amostra: TF-FSR-016	Furo: FSM-0049 - 259,00 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: mediano	Estruturas: fraturas preenchidas por carbonato alterado, alaranjado	
Coloração: ocre e cinza claro.	Outras propriedades: efervescência ao HCl no material alaranjado das fraturas	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 50%		Cimento: 25%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (56%), feldspatos (40%), muscovita (4%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,075 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esfericidade moderada e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita + argilominerais (100%).		
Tipo (s): epimatriz		
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.		
Cimento		
Mineralogia: I) carbonato incolor (45%) II) carbonato marrom (35%) III) limonita (20%)		
Textura: I) espático, por vezes formando romboedros perfeitos II) amorfo, intersticial III) envolvente		
Compactação mecânica: planar		Segundo Dott (1964): Wacke
Compactação química: côncavo / convexa		Segundo Folk (1968): arcóseo



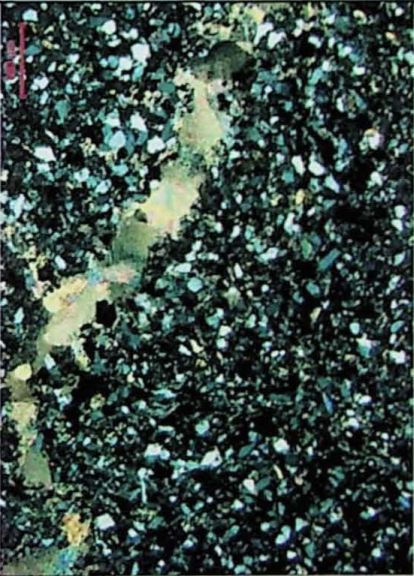
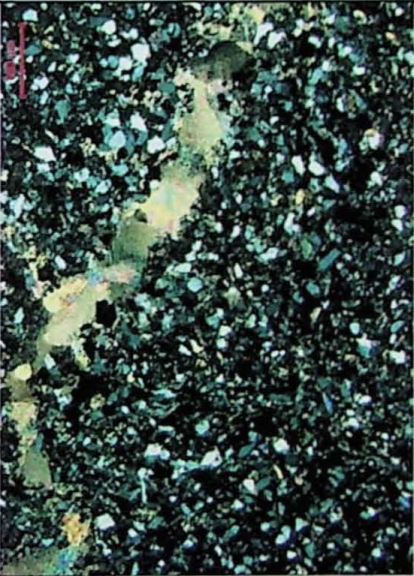
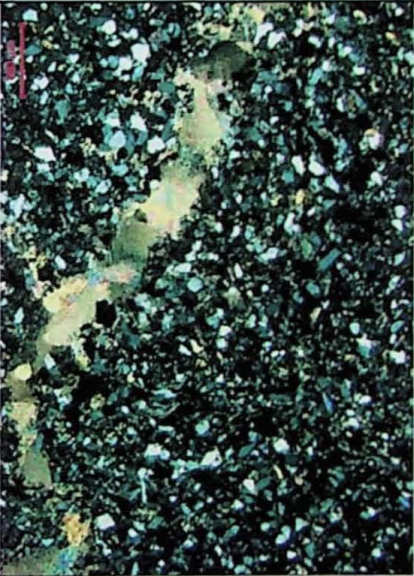
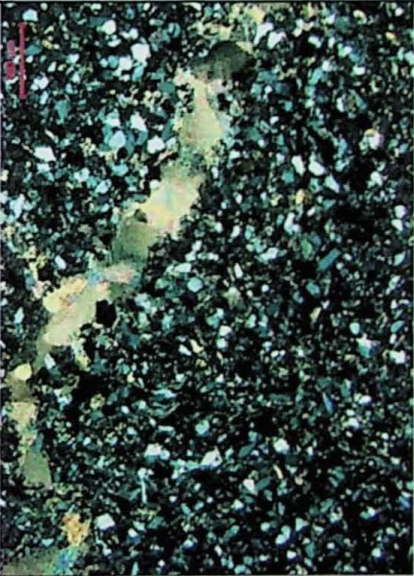
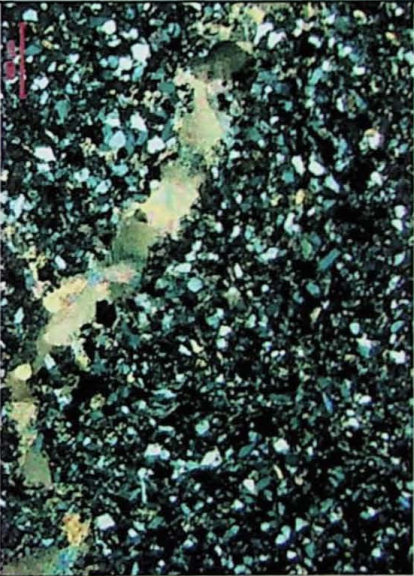
Amostra: TF-FSR-017	Furo: FSM-0049 - 263,50 m	Prospecto: Área 2
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente.	Estruturas: arenito grosso com porções de conglomerado de grânulos. Estrutura maciça e homogênea.	
Coloração: bege	Outras propriedades: forte reação ao HCl em toda a rocha	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 59% Matriz: 1% Cimento: 40%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (65%), feldspatos (30%), opacos (2%), fragmentos líticos (2%), muscovita (1%), zircão (traço).		
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento aberto sem orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,30 mm (areiamédia), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esfericidade alta e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita (100%).	Foto a) arcóseo com forte cimentação carbonática	
Tipo (s): epimatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.	Caráter: pervasivo	
Cimento		
Mineralogia: I) carbonato incolor (70%) II) carbonato verde (30%)	Classificação da rocha	
Textura: I) carbonato incolor, espático II) carbonato verde escuro, pleocroico, intersticial.	Maturidade	
Compactação mecânica: planar	Mineralógica: submatura	Textural: madura
Compactação química: côncavo / convexa	Classificação petrográfica	
	Segundo Dott (1964): arenito feldspático	Segundo Folk (1968): arcóseo

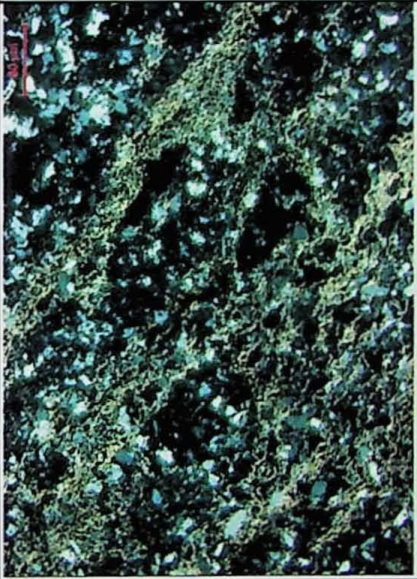
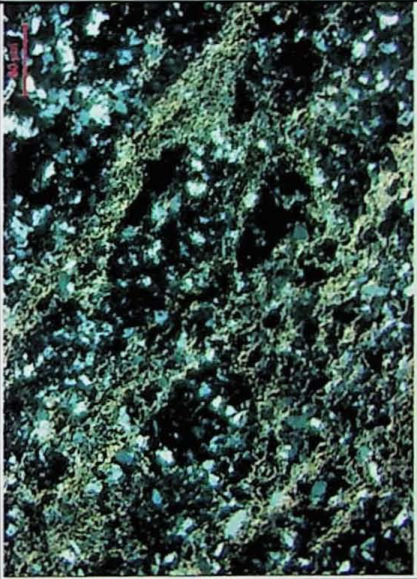
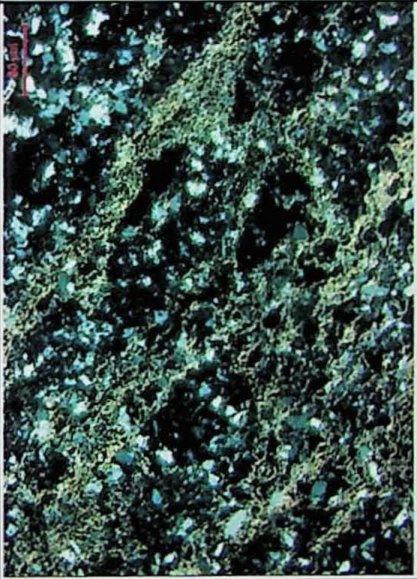
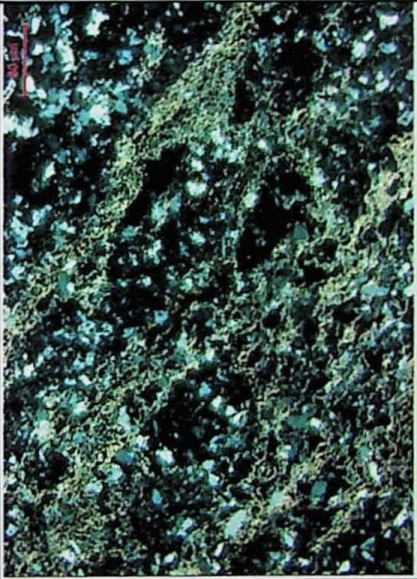
Amostra: TF-FSR-018		Furo: FSM-0059 - 6,50 m		Prospecto: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: estratificação marcada pela alternância de camadas esbranquiçadas, sericitizadas, ligeiramente mais grossas e camadas avermelhadas, mais intensamente limonitizadas.			
Coloração: vermelha		Outras propriedades: efervescência ao HCl nos leitos esbranquiçados			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 80%		Matriz: 10%		Cimento: 10%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (30%), fragmentos líticos (10%), opacos (8%), muscovita (2%), zircão (traço).					
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento fechado e com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação. Segregação granular por tamanho, com alternância de estratos mais finos e mais grossos.					
Textura: granulometria modal de 0,30 mm (areia média), com desvio padrão de 0,5, seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos subarredondados.					
Matriz					
Mineralogia: sericita (50%), argila (50%)					
Tipo (s): epimatriz (50%), protomatriz (50%)					
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Protomatriz formada por argila detrítica, com início de sericitização.					
Cimento					
Mineralogia: carbonato (40%), limonita (60%)					
Textura: carbonato intersticial e limonita envolvente					
Compactação mecânica: planar					
Compactação química: côncavo / convexa					
Foto a) arcabouço orientado segundo a estratificação e cimentado por limonita.		Foto b) cimento carbonático intersticial.			
Alteração hidrotermal		Alteração hidrotermal			
Tipo: sericitica		Caráter: pervasivo			
Classificação da rocha		Classificação da rocha			
Maturidade		Maturidade			
Mineralógica: submatura		Textural: imatura			
Classificação petrográfica		Classificação petrográfica			
Segundo Dott (1964): feldspathic wacke		Segundo Folk (1968): arcóseo			

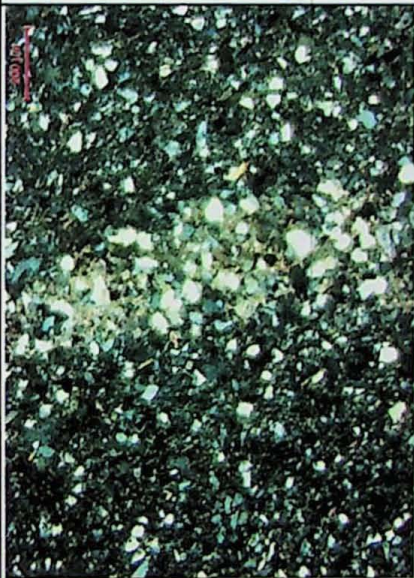
Amostra: TF-FSR-019	Furo: FSM-0059 - 18,30 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: paraconglomerado polimítico de matriz arenosa, com clastos subarredondados de granito, trackito, igníbrito e veio de quartzo.	
Coloração: vermelha	Outras propriedades: onde a matriz arenosa é ligeiramente mais grossa, esbranquiçada, se observa reação ao HCl	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 25%		Cimento: 15%
Matriz: 60%		
Arcabouço (matriz arenosa)		
Mineralogia: fragmentos líticos (40%), quartzo (30%), feldspatos (30%)		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal sem orientação dos grãos.		
Textura: areia média a seixo, com seleção muito pobre, grãos subangulosos a subarredondados, com esfericidade moderada.		
Matriz (fina)		
Mineralogia: sericita (50%), argila (50%)	Foto a) arcabouço com compactação química. Na porção inferior esquerda fragmento de vulcânica	
Tipo (s): epimatriz (50%), protomatriz (50%)	Alteração hidrotermal	
Textura: epimatriz proveniente de alteração parcial dos feldspatos e argila. Protomatriz composta por argila detrítica frequentemente recristalizada	Caráter:	
Cimento		
Mineralogia: carbonato (50%), limonita (50%)	Classificação da rocha	
Textura: carbonato espático, drusiforme e intersticial, e limonita amorfa, envolvente	Maturidade	
Compactação mecânica: planar	Mineralógica: submatura	
Compactação química: côncavo / convexa	Classificação petrográfica (da matriz arenosa)	
Segundo Dott (1964): litharenit		Segundo Folk (1968): arcóseo lítico

Amostra: TF-FSR-020	Furo: FSM-0059 - 27,50 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: paraconglomerado polimítico maciço fortemente sericitizado, com matriz arenosa e clastos de granito e riolito.	
Coloração: branca	Outras propriedades: reação ao HCl nos clastos e matriz.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 20%		Cimento: 10%
Arcabouço (matriz arenosa)		
Mineralogia: quartzo (40%), feldspatos (35%), fragmentos líticos (20%), opacos (5%)		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento aberto, com discreta orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,70 mm (areia grossa), com desvio padrão de 2,0 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos subarredondados.		
Matriz (matriz fina)		
Mineralogia: sericita	Foto a) clasto de ignibrito na porção superior esquerda e andesito marrom escuro no centro	
Tipo (s): epimatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e argila detrítica.	Caráter: pervasivo	
Cimento		
Mineralogia: carbonato (100%)	Classificação da rocha	
Textura: drusiforme	Maturidade	
Mineralógica: imatura		
Classificação petrográfica (da matriz arenosa)		
Compactação mecânica: planar	Segundo Dott (1964): Wacke	
Compactação química: côncavo / convexa	Segundo Folk (1968): arcóseo lítico	

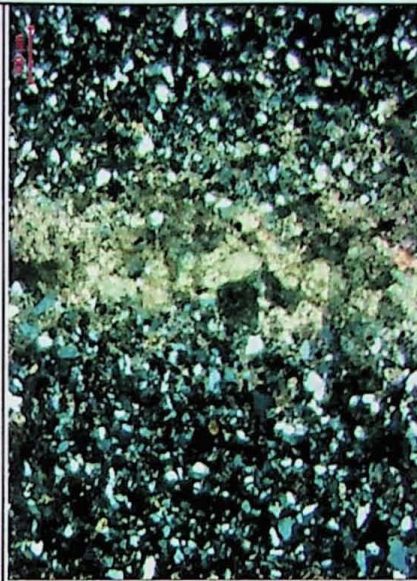
Amostra: TF-FSR-021	Furo: FSM-0059 - 100,00 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: estrutura fraturada em jig saw	
Coloração: roxo esverdeado	Outras propriedades: presença de dendritos de óxido de Mn percolando fraturas.	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 70%		Cimento: 2%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (40%), opacos (5%), muscovita (5%), zircão (traço).		
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento normal com lâminas de finos ricos em sericita. Observa-se uma forte orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,09 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esfericidade baixa e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita		
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz		
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e ortomatriz composta pela argila detrítica recristalizada.		
Cimento		
Mineralogia: óxido de ferro		
Textura: fissural / venular		
Compactação mecânica: planar		
Compactação química: côncavo / convexa		
Segundo Dott (1964): Wacke		Segundo Folk (1968): arcóseo

Amostra: TF-FSR-022		Furo: FSM-0059 - 117,00 m		Prospecto: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: arenito fino, estratificado, argilizado, cortado por finas vênulas de calcita			
Corolação: laranja		Outras propriedades: típica cor bege alaranjada do prospecto da Área 3			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 68%		Matriz: 30%		Cimento: 2%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (39%), opacos (5%), muscovita (6%), zircão (traço).					
Petrotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal orientação dos grãos de muscovita segundo a estratificação.					
Textura: granulometria modal de 0,10 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 0,4, seleção granulométrica boa, esfericidade baixa e grãos subangulosos.					
Matriz					
Mineralogia: sericita (50%), argila (50%)		Foto a) vênula de carbonato cortando arenito arcóseo muito fino		Foto b) argila hidrotermal (?).	
Tipo (s): epimatriz		Alteração hidrotermal			
Textura: formada pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e por outra argila hidrotermal não identificada.		Tipo: argílica		Caráter: pervasivo	
Cimento		Classificação da rocha			
Mineralogia: carbonato		Maturidade			
Textura: venular ou raros espatos de calcita intersticiais ao arcabouço		Mineralógica: submatura		Textural: imatura	
Compactação mecânica: planar		Segundo Dott (1964): Wacke		Classificação petrográfica	
Compactação química: côncavo / convexa		Segundo Folk (1968): arcóseo			

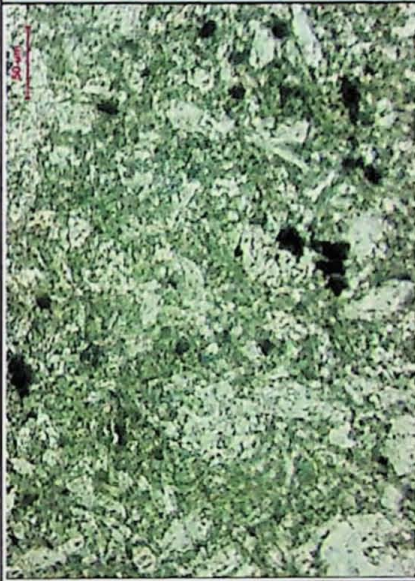
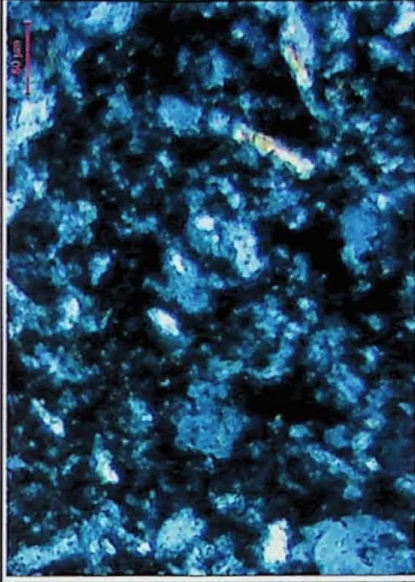
Amostra: TF-FSR-023		Furo: FSM-0059 - 134,00 m		Prospecto: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: arenito muito fino, alaranjado, com leitos siltosos, ondulados, de cor cinza esverdeada, com presença moderada de sulfetos finos (py, sph e ga).			
Coloração: laranja / verde		Outras propriedades: leve reação ao HCl			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 65%		Matriz: 30%		Cimento: 5%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (60%), feldspatos (19%), opacos (20%), muscovita (1%), zircão (traço).					
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal, com segregação de sulfetos nas porções mais finas					
Textura: granulometria modal de 0,10 mm (areia muito fina), com desvio padrão de 1,0 e seleção granulométrica moderada, esfericidade alta e grãos subarredondados.					
Matriz		Foto a) intercalação entre leitos de areia fina e leitos ricos em sericita argila e sulfetos.			
Mineralogia: sericita e argila		Foto b) alteração argílica com sericitização tardia.			
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz		Alteração hidrotermal			
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Ortomatriz composta por argila hidrotermal (?) localizada em bolsões nos leitos esverdeados sulfetados.		Caráter: pervasivo seletivo			
Cimento		Classificação da rocha			
Mineralogia: calcita		Maturidade			
Textura: calcita bem cristalizada, intersticial		Mineralógica: submatura			
Compactação mecânica: planar		Classificação petrográfica			
Compactação química: contato saturado		Segundo Dott (1964): Wacke			
		Segundo Folk (1968): arcóseo			

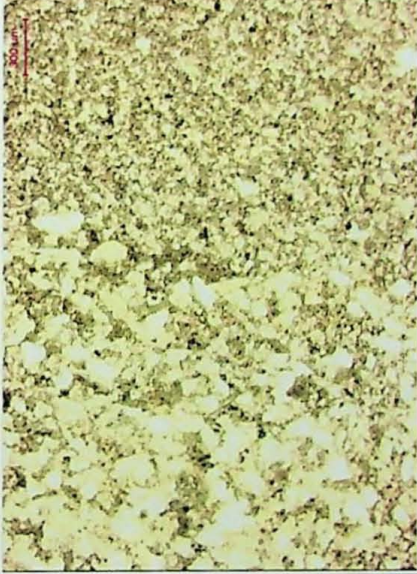
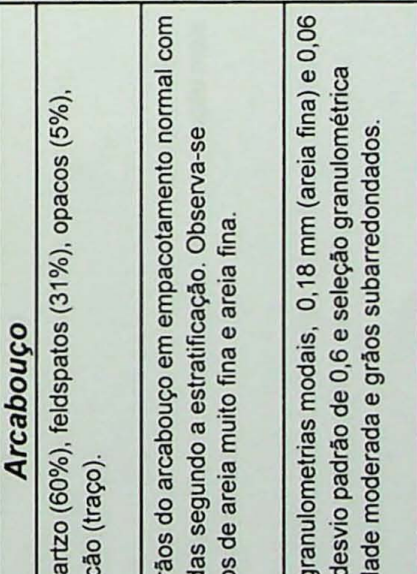
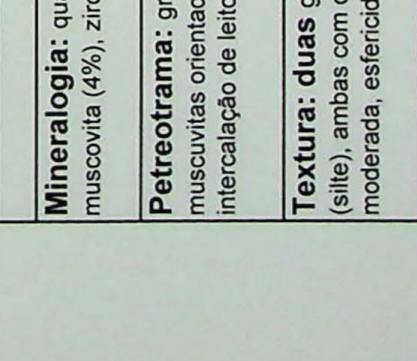
Amostra: TF-FSR-024	Furo: FSM-0059 - 143,30 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: arenito muito fino a siltito grosso, com discreta estratificação	
Coloração: cinza esverdeado.	Outras propriedades: reação ao HCl em microfratura	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 35%		Cimento: 5%
Matriz: 60%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (65%), feldspatos (23%), opacos (10%), muscovita (2%), zircão (traço).	Foto a) micro dique de arenito médio cortando o siltito	
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento aberto. Observa-se um micro dique de arenito médio cortando o siltito.	Foto b) porção com grande quantidade de matriz sericitizada	
Textura: granulometria modal de 0,05 mm (silte), com desvio padrão de 0,5 e seleção granulométrica boa, esfericidade moderada e grãos subangulosos.	Alteração hidrotermal	
Matriz	Caráter: pervasivo	
Mineralogia: sericita e argila	Classificação da rocha	
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz	Maturidade	
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Ortomatriz composta por argila detrítica recristalizada	Mineralógica: submatura	
Cimento	Classificação petrográfica	
Mineralogia: carbonato	Segundo Dott (1964): mudstone	
Textura: intersticial	Segundo Folk (1968):	
Compactação mecânica: pontual		
Compactação química: não se observa		

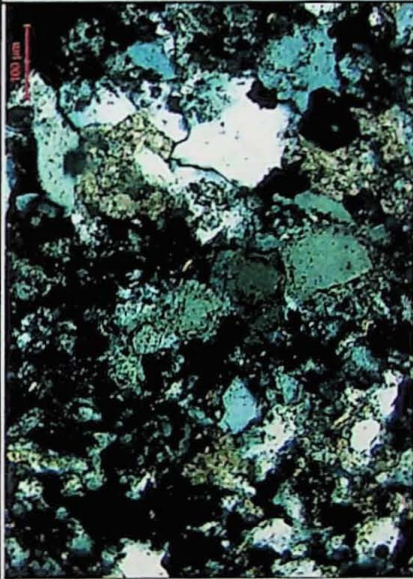
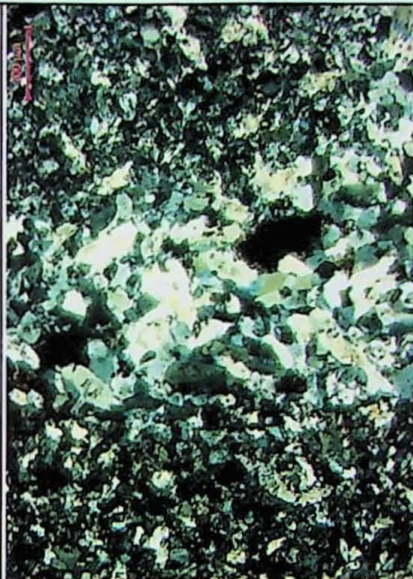
Amostra: TF-FSR-025		Furo: FSM-00459 - 175,70 m		Prospecto: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: arenito fino cortado por vênulas de esfalerita + galena			
Coloração: bege alaranjado		Outras propriedades: reação ao HCl em pequenos bolsões do arenito			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 87%		Matriz: 10%		Cimento: 3%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (42%), feldspatos (42%), opacos (10%), muscovita (6%), zircão (traço).					
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento normal com orientação dos grãos alongados segundo a estratificação. Observam-se leitos silteosos ricos em quartzo, feldspato, sericita e argila.					
Textura: granulometria modal de 0,06 mm (silte), com desvio padrão de 0,6 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos subangulosos.					
Matriz					
Mineralogia: sericita + argilominerais					
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz					
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. A ortomatriz é composta por argila intersticial recristalizada.					
Cimento					
Mineralogia: carbonato					
Textura: espática, intersticial, localizado em bolsões esparsos					
Compactação mecânica: planar					
Compactação química: côncavo / convexa					
Foto a) alteração argílica		Foto b) concentração de esfalerita em vênula			
Alteração hidrotermal					
Tipo: argílica		Caráter: pervasivo			
Classificação da rocha					
Maturidade					
Mineralógica: submatura		Textural: imatura			
Classificação petrográfica					
Segundo Dott (1964): Wacke		Segundo Folk (1968): arcóseo			

Amostra: TF-FSR-026	Furo: FSM-0059 - 197,80 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: arenito muito fino, estratificado, com porção intensamente venulada por carbonato, gerando brechação hidrotermal.	
Coloração: verde	Outras propriedades: reação ao HCl nas vênulas	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 40% Matriz: 30% Cimento: 30%		
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (38%), opacos (10%), muscovita (2%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal, sem orientação dos grãos segundo a estratificação.		
Textura: granulometria modal de 0,06 mm (silte), com desvio padrão de 0,5, seleção granulométrica boa, esfericidade moderada e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita e argila	Foto a) arenito muito fino, com leitos ricos em opacos (provavelmente pirita).	
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz	Foto b) arenito muito fino cortado por vênula de carbonato.	
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Ortomatriz composta por argila detrítica recristalizada	Alteração hidrotermal	
Cimento		
Mineralogia: carbonato	Caráter: pervasivo	
Textura: intersticial espática, ou venular	Tipo: sericitica	
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: submatura		
Textural: imatura		
Classificação petrográfica		
Compactação mecânica: planar	Segundo Dott (1964): Wacke	
Compactação química: não se observa	Segundo Folk (1968): arcóseo	

Amostra: TF-FSR-027	Furo: FSM-0059 - 248,00 m	Prospecção: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: arenito muito fino, cloritizado, cortado vênula de calcopirita, bornita e calcita	
Coloração: verde	Outras propriedades: reação ao HCl na vênula	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 65%		Cimento: 10%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (55%), feldspatos (30%), opacos (12%), muscovita (3%), zircão (traço).		
Petreograma: grãos do arcabouço em empacotamento normal.		
Textura: duas granulometrias modais, areia fina e silte, ambas com desvio padrão de 0,7, seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos subangulosos.		
Matriz		
Mineralogia: sericita (50%), clorita (50%)		
Tipo (s): epimatriz, ortomatriz		
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e ortomatriz composta por clorita hidrotermal pervasiva.		
Cimento		
Mineralogia: carbonato		
Textura: espática, localizadas nos leitos mais grossos (areia fina)		
Compactação mecânica: planar		
Compactação química: côncavo / convexa		
Foto a) cloritização pervasiva na matriz		
Foto b) nicois cruzados		
Alteração hidrotermal		
Tipo: clorítica	Caráter: pervasivo	
Classificação da rocha		
Maturidade		
Mineralógica: submatura	Textural: imatura	
Classificação petrográfica		
Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo	



Amostra: TF-FSR-028		Furo: FSM-0059 - 251,00 m		Prospecto: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: arenito muito fino, rítmico, cortado por vênula de carbonato e sulfetos de cobre, alojada em micro falha com 0,5 cm de rejeito			
Coloração: verde		Outras propriedades: reação ao HCl na vênula e arredores			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 30%		Matriz: 60%		Cimento: 10%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (60%), feldspatos (31%), opacos (5%), muscovita (4%), zircão (traço).					
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento normal com muscovitas orientadas segundo a estratificação. Observa-se intercalação de leitos de areia muito fina e areia fina.					
Textura: duas granulometrias modais, 0,18 mm (areia fina) e 0,06 (silte), ambas com desvio padrão de 0,6 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos subarredondados.					
Matriz		Foto a) arenito fino à esquerda e siltito à direita			
Mineralogia: sericita (50%) e clorita (50%)		Foto b) cloritização pervasiva na matriz			
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz		Alteração hidrotermal			
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos e ortomatriz composta por clorita hidrotermal pervasiva.		Tipo: clorítica			
Cimento		Caráter: pervasivo			
Mineralogia: carbonato		Classificação da rocha			
Textura: espático intersticial ou venular		Maturidade			
Compactação mecânica: planar		Mineralógica: submatura			
Compactação química: côncavo / convexa		Textural: imatura			
		Classificação petrográfica			
		Segundo Dott (1964): mudstone			
		Segundo Folk (1968): arcóseo			

Amostra: TF-FSR-029	Furo: FSM-0059 - 330,00 m	Prospecto: Área 3
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA		
Grau de alteração: incipiente	Estruturas: arenito fino, cortado por venulas de calcopirita + bornita	
Corolação: bege alaranjado	Outras propriedades: fraca reação ao HCl	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA		
Arcabouço: 80%		Cimento: 1%
Arcabouço		
Mineralogia: quartzo (50%), feldspatos (30%), opacos (18%), muscovita (2%), zircão (traço).		
Petreotrama: grãos do arcabouço em empacotamento fechado. Observa-se intrusão de uma vênula de quartzo, com granulação mais grossa que a rocha encaixante.		
Textura: granulometria modal de 0,18 mm (areia fina), com desvio padrão de 0,6 e seleção granulométrica moderada, esfericidade moderada e grãos angulosos.		
Matriz	Foto a) sericitização afetando a borda dos feldspatos. Quartzo com compactação química	
Mineralogia: sericita, argila e opacos	Foto b) vênula de quartzo intrudindo arenito fino	
Tipo (s): epimatriz e ortomatriz	Alteração hidrotermal	
Textura: epimatriz formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos. Ortomatriz formada por argila e opacos muito finos recristalizados, concentrados em leitos mais finos.	Caráter: pervasivo	
Cimento		
Mineralogia: carbonato	Classificação da rocha	
Textura: raros bolsões com cimentação de calcita espática	Maturidade	
Compactação mecânica: planar	Mineralógica: submatura	Textural: imatura
Compactação química: contato saturado	Classificação petrográfica	
	Segundo Dott (1964): Wacke	Segundo Folk (1968): arcóseo

Amostra: TF-FSR-030		Furo: FSM-0059 - 338,80 m		Prospecção: Área 3	
DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA SUCINTA					
Grau de alteração: incipiente		Estruturas: arenito fino, hematizado, com microfraturamento localizado.			
Corolação: castanha		Outras propriedades:			
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA					
Arcabouço: 95%		Matriz: 5%		Cimento: 0%	
Arcabouço					
Mineralogia: quartzo (35%), feldspatos (30%), opacos (30%), muscovita (5%), zircão (traço).					
Petrografia: grãos do arcabouço em empacotamento fechado. Observa-se uma orientação dos grãos alongados segundo a estratificação.					
Textura: granulometria modal de 0,18 mm (areia fina), com desvio padrão de 0,4 e seleção granulométrica boa, esfericidade alta e grãos angulosos.					
Matriz		Foto a) arenito fino com clorita oxidada (opacos)			
Mineralogia: sericita e argila		Foto b) arenito bem selecionado, com pequena quantidade de matriz			
Tipo (s): epimatriz		Alteração hidrotermal			
Textura: formada principalmente pela sericita proveniente da alteração dos feldspatos.		Tipo: Clorítica / oxidada			
Cimento		Caráter: pervasivo			
Mineralogia:		Classificação da rocha			
Textura:		Maturidade			
		Mineralógica: submatura			
		Textural: imatura			
		Classificação petrográfica			
Compactação mecânica: planar		Segundo Dott (1964): Wacke			
Compactação química: côncavo / convexa		Segundo Folk (1968): arcóseo			

Anexo II – Geoquímica

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
FSM0049															
0	0.85	0.6	11.2	25	770	0.08	18	27	3.97	1.93	0.22	990	1	10	0.02
0.85	2	0.25	13.1	27	800	0.03	5	43	3.58	4.58	0.2	410	1	8	0.02
2	3	0.5	12.65	33	890	0.03	2	36	2.77	5.96	0.18	745	0.5	5	0.02
3	4	0.25	12.25	23	830	0.01	3	32	2.57	6.09	0.18	672	1	5	0.02
4	5	0.25	12.45	29	880	0.03	3	37	2.78	6.46	0.2	1090	0.5	5	0.02
5	6	0.5	11.85	31	1110	0.03	2	33	2.71	6.32	0.15	703	0.5	4	0.02
6	7	0.6	12.3	38	810	0.03	3	38	3.27	6.07	0.2	1060	0.5	6	0.02
7	8	0.25	12.15	36	1070	0.03	7	40	2.96	5.42	0.18	1740	1	6	0.02
8	9	0.6	11.6	19	840	0.03	2	33	2.79	6.23	0.17	643	1	6	0.02
9	10	0.25	12.5	25	920	0.04	4	40	3.4	6.16	0.2	943	0.5	6	0.02
10	11	0.25	12.35	27	780	0.1	2	34	3.61	6.35	0.18	713	1	5	0.02
11	12.2	1.8	11.85	24	680	0.17	2	35	2.94	5.42	0.18	357	0.5	5	0.02
12.2	13	0.6	12	31	770	0.03	3	41	3.23	5.9	0.17	2400	2	5	0.02
13	14	0.25	12.4	29	600	0.1	3	38	3	5.04	0.22	883	0.5	7	0.02
14	14.8	3.9	12.4	34	540	0.18	2	50	3.09	5.07	0.22	299	0.5	5	0.02
14.8	15.6	5.1	12.6	42	800	0.36	4	71	3.23	5.05	0.18	1430	0.5	8	0.02
15.6	16.3	6.1	11	39	970	2.63	5	89	2.93	6.1	0.18	2050	2	7	0.02
16.3	17	1.4	11.3	48	2180	2.55	5	74	2.8	5.98	0.55	1680	0.5	6	0.06
17	18	4.3	11.25	38	4760	1.78	4	69	2.9	5.89	0.65	1500	0.5	6	0.13
18	19	2.4	11.1	35	1290	1.55	3	53	2.71	5.79	0.38	1040	0.5	5	0.04
19	20	1.9	12.05	34	980	1.46	3	59	2.71	5.68	0.22	964	0.5	7	0.03
20	21.5	1.1	11.85	23	1690	0.21	3	53	2.64	5.73	0.17	1240	1	6	0.04
21.5	22.3	0.6	11.9	33	860	1.29	2	39	2.51	5.18	0.17	1080	0.5	6	0.03
22.3	23	0.25	11	27	1450	6.1	2	35	2.19	6.01	0.15	1840	1	4	0.04
23	24	0.8	10.75	35	1050	4.79	3	35	2.34	6.06	0.15	1470	0.5	5	0.03
24	25.3	0.5	12.25	35	770	0.77	2	34	2.74	5.63	0.2	1610	1	6	0.02
25.3	26	0.25	10.9	40	1150	2.99	2	33	2.74	5.71	0.18	1200	0.5	6	0.03
26	27	0.25	10.75	36	1840	3.54	2	31	2.65	6.11	0.17	1030	0.5	6	0.05
27	28	0.25	11.35	44	630	5.72	2	34	2.58	6.39	0.2	1360	0.5	6	0.02
28	29	0.25	10.7	71	670	7.68	2	24	2.7	5.91	0.17	1620	0.5	4	0.02
29	30	0.25	11.65	103	720	2.21	3	25	3.21	5.85	0.18	565	0.5	5	0.02
30	31	0.25	11.15	116	840	3.01	3	24	3.56	6.41	0.18	730	1	6	0.02
31	32	0.25	10.9	72	810	5.54	2	25	2.03	6.36	0.18	1360	0.5	6	0.02
32	33	0.25	12.85	46	740	2.45	8	75	2.71	6.5	1.14	1950	0.5	10	0.02
33	34	1.5	12.65	58	650	1.23	5	46	3.7	6.42	0.46	1060	0.5	8	0.02

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
34	35	0.25	12.7	79	800	2.03	5	47	3.53	6.28	0.27	1150	1	8	1120	0.02
35	36	0.8	12.4	61	630	2.03	7	71	3.48	5.98	1.06	1710	1	11	1070	0.02
36	37	0.9	12.65	31	1130	1.2	4	34	3.22	5.34	0.43	986	0.5	7	1130	0.03
37	38	2.2	12.5	28	800	1.19	3	23	2.71	5.43	0.3	777	0.5	5	1070	0.02
38	39	2.6	12.05	38	750	1.74	4	24	3.64	6.23	0.33	989	0.5	7	1070	0.01
39	39.7	2.7	11.65	31	850	1.86	3	22	2.5	6	0.32	929	0.5	6	890	0.02
39.7	40.5	3	12.1	44	870	0.99	4	26	3.25	5.6	0.4	776	0.5	7	1240	0.03
40.5	41.7	3.9	13.15	28	760	1.2	5	34	3.81	5.92	0.55	780	0.5	11	1220	0.03
41.7	42.7	4.9	12.7	21	640	1.23	5	35	3	5.49	0.61	969	0.5	8	1070	0.02
42.7	43.7	5.4	12.15	19	620	1.61	6	37	2.81	5.83	0.6	1160	0.5	10	1060	0.02
43.7	44.7	7.2	12.75	24	610	0.73	4	22	3.59	6.03	0.35	523	0.5	8	1060	0.02
44.7	45.5	6.9	11.85	18	710	1.9	3	18	1.98	5.38	0.3	756	0.5	7	970	0.02
45.5	46.2	4.7	11.15	28	730	2.18	3	17	2.56	5.15	0.27	819	0.5	6	1220	0.02
46.2	47	4.7	12.9	18	560	0.34	2	13	4.2	5.65	0.23	317	0.5	7	1030	0.01
47	48	4.3	13.15	19	600	0.91	5	25	3.83	5.51	0.45	801	0.5	9	1080	0.01
48	49	4.1	13	27	580	1.61	7	42	3.77	6.13	0.68	1240	1	12	1240	0.01
49	50	5	13.5	20	610	0.99	3	15	3.65	6.27	0.23	510	0.5	7	1150	0.01
50	51	6.7	12.85	17	600	0.92	3	14	3.86	5.76	0.22	394	0.5	6	1150	0.005
51	52	7	12.7	16	590	0.84	4	18	2.89	6.25	0.28	568	0.5	10	1060	0.005
52	53	3.6	13.05	17	640	1.01	3	16	3.34	5.79	0.32	616	0.5	7	1040	0.01
53	54	3.7	12.8	27	730	1.09	3	17	3.31	5.63	0.32	661	0.5	8	1270	0.02
54	55	3.5	17.55	23	970	1.19	7	27	3.08	5.65	0.53	918	0.5	13	1500	0.02
55	56	4.5	12.8	22	630	0.87	4	17	3.37	5.9	0.3	506	0.5	6	1080	0.01
56	57	5.3	13.25	24	650	0.88	3	20	2.48	5.66	0.32	401	0.5	7	1230	0.02
57	58.2	5.2	12.65	24	610	1.19	3	18	3.41	5.57	0.32	660	0.5	8	1080	0.01
58.2	59	4.1	12.55	25	690	1.36	5	20	3.01	5.97	0.32	769	0.5	7	1180	0.02
59	59.8	3.7	12.6	22	680	1.3	8	33	3.1	5.56	0.51	986	0.5	11	1080	0.01
59.8	60.8	4	13.3	18	670	1.25	9	41	3.46	5.67	0.58	1080	0.5	15	1180	0.01
60.8	62	4.3	12.85	22	910	1.82	8	37	4.08	6.63	0.23	1090	1	13	1090	0.01
62	63	5.9	12.55	21	700	0.28	4	21	3.23	6.46	0.18	417	1	6	1200	0.01
63	64	4.1	15.15	19	1040	0.39	8	33	4.36	7.79	0.2	1030	1	10	1360	0.01
64	65.2	4.1	12.4	26	970	1.46	9	37	4.32	6.48	0.17	1280	1	13	1140	0.01
65.2	66	5.3	12.3	21	690	0.45	3	18	1.91	6.6	0.17	425	0.5	5	1730	0.01
66	67	5.3	12.05	25	610	0.24	2	18	1.81	6.58	0.18	251	0.5	7	1140	0.01
67	68	5.1	13.55	30	660	0.1	2	14	2.55	7.13	0.22	410	0.5	6	850	0.02
68	69	5.9	12.7	34	660	0.04	3	17	2.39	6.76	0.18	549	0.5	6	920	0.03

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
69 70	4.9	13.3	29	720	0.04	3	20	1.92	6.88	0.2	635	0.5	10	1020	0.04
70 71	4	14.25	46	730	0.39	4	21	2.06	7.37	0.22	506	0.5	9	1360	0.06
71 72	3.1	13.6	36	670	0.92	3	18	1.59	7.05	0.22	409	0.5	6	1260	0.06
72 73	2.9	13.3	24	670	0.43	4	20	1.94	7.06	0.22	371	0.5	8	990	0.05
73 74	2.5	13.55	19	720	0.6	4	16	1.06	6.79	0.22	421	0.5	6	1060	0.05
74 75	2.5	13.7	11	730	0.69	3	15	1.17	7.24	0.22	406	0.5	8	610	0.02
75 76	3.2	13.7	23	890	1.27	6	26	1.47	7.31	0.22	827	0.5	9	1230	0.05
76 77	3.2	13.45	22	700	0.71	4	14	1.42	6.77	0.23	366	0.5	8	940	0.04
77 78	3.5	11.3	21	760	1.41	3	12	2.63	6.31	0.15	524	1	6	780	0.03
78 79	3.6	13.05	21	810	0.87	3	11	2.19	7.15	0.17	367	0.5	7	850	0.04
79 80	3.3	13.6	31	790	1.72	4	16	1.61	7.18	0.23	667	0.5	8	1470	0.07
80 81	4.1	13.5	47	820	1.22	2	15	1.74	6.92	0.22	517	0.5	7	1370	0.08
81 82	2.7	13.5	67	790	1.06	4	18	1.75	6.69	0.25	476	0.5	8	1590	0.1
82 83	2.6	14.1	23	740	1.5	6	14	1.51	6.91	0.27	592	0.5	9	1210	0.06
83 84	4.1	13.25	21	700	0.76	5	11	2.34	6.69	0.23	470	0.5	10	1130	0.04
84 84.8	5.1	13.15	33	770	1.82	9	16	2.01	6.69	0.23	934	0.5	12	1330	0.05
84.8 86	6.8	14.15	50	710	0.81	5	13	2.51	6.79	0.23	420	0.5	12	2170	0.07
86 87	7	13.3	39	610	0.38	6	9	1.86	6.36	0.3	373	1	13	1140	0.03
87 88	5.6	13.85	55	710	0.85	14	10	2.67	6.51	0.46	1320	1	18	1480	0.04
88 89	4	14.95	47	650	0.74	9	8	3.08	6.78	0.4	552	1	17	1190	0.04
89 90.3	3.8	14.7	46	650	0.77	8	9	4.03	6.9	0.35	719	1	16	1040	0.03
90.3 91.5	4.6	14.4	71	620	0.99	7	10	3.32	6.77	0.3	556	1	13	1170	0.04
91.5 92.7	25.1	14.3	64	1090	2.13	16	41	1.12	6.81	0.43	1180	0.5	19	1360	0.08
92.7 94	74.3	12.95	50	1050	1.33	17	1520	0.89	5.9	0.66	1320	0.5	21	1100	0.29
94 95	36.3	11.95	24	780	0.84	12	96	0.73	6.06	0.51	596	0.5	16	970	0.3
95 96	9.4	11.25	22	690	0.67	9	66	0.73	5.7	0.41	496	0.5	13	750	1.3
96 97	6.8	10.3	17	540	0.99	13	149	0.75	5.42	0.48	720	0.5	14	790	2.14
97 97.8	4	9.83	20	540	0.35	8	90	0.55	5.56	0.25	304	1	13	880	1.93
97.8 99	11.1	10.6	42	520	0.25	14	305	0.68	5.4	0.3	194	2	14	1060	4.35
99 100	13.5	8.98	59	440	0.22	15	258	0.66	5.19	0.2	180	2	13	730	4.37
100 101	8.2	9.66	36	500	0.03	13	176	0.52	5.57	0.1	33	1	12	800	4.02
101 102	5.9	10.5	38	660	0.07	15	125	0.99	5.93	0.12	660	1	14	1020	2.45
102 103	6.8	9.86	108	790	0.22	16	98	0.65	5.79	0.1	828	4	19	1230	0.04
103 104	7.4	10.25	85	7800	0.2	17	138	0.7	5.9	0.09	729	3	16	1400	0.21
104 105	7.5	12.45	104	8450	0.07	7	137	1.32	5.55	0.22	318	1	12	1110	0.25
105 106	4.3	11	119	710	0.07	11	210	0.91	5.25	0.13	988	3	13	1140	0.05

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
106 107	6.7	9.64	50	5750	0.17	31	162	0.97	4.88	0.13	2530	4	19	1020	0.18
107 108	5.3	8.26	31	310	0.06	12	334	0.8	5.1	0.08	37	1	12	830	3.52
108 109	5.4	9.03	30	610	0.04	9	263	0.79	5.29	0.1	27	1	11	840	2.78
109 110	6.6	9.07	39	780	0.04	8	328	0.76	5.44	0.08	28	1	11	960	2.42
110 111	2.8	10.3	23	970	0.06	6	124	0.57	6.04	0.1	37	1	11	850	1.61
111 112	3.1	9.15	46	890	0.04	7	158	0.95	5.26	0.08	22	1	12	770	2.09
112 113	9.2	9.32	46	250	0.08	17	533	1.04	5.52	0.15	288	2	17	830	4.9
113 113	2.9	8.82	89	660	0.21	14	100	1.08	4.8	0.12	735	1	14	890	0.07
113 114	3.8	9.84	58	630	0.1	11	153	0.93	5.45	0.13	878	1	12	950	1.07
114 115	2.5	12.45	55	640	0.06	10	95	1.44	5.89	0.2	791	1	13	1050	0.89
115 116	7	8.96	108	290	0.04	19	352	1.75	5.59	0.12	713	4	19	1040	5.2
116 117	5.9	7.05	55	160	0.03	13	350	0.93	4.97	0.05	26	2	13	620	6.07
117 118	7.8	7.95	52	200	0.03	11	429	0.81	5.05	0.08	141	2	12	890	4.97
118 119	5.3	9.13	48	760	0.03	9	301	0.75	5.86	0.07	392	0.5	9	650	2.77
119 120	2.9	11.65	25	910	0.04	8	51	0.99	5.97	0.13	373	0.5	13	1110	1.05
120 121	2.5	10.8	33	1000	0.03	9	111	0.95	6.17	0.1	234	0.5	13	860	1.37
121 122	11.6	8.01	50	130	0.03	15	908	1.13	5.58	0.1	438	2	14	680	5.32
122 123	5.4	9.32	32	140	0.03	12	360	0.83	6.15	0.07	483	2	11	640	3.46
123 124	10	8.26	110	190	0.04	22	609	1.23	6.07	0.1	791	2	18	420	6.34
124 125	5.6	8.67	51	200	0.13	20	304	1.2	6.63	0.13	1450	1	21	540	3.64
125 126	5.1	10.55	157	480	0.17	21	141	1.77	6.66	0.18	1490	1	20	670	3.24
126 127	7.3	10.25	354	660	0.32	18	88	1.88	5.53	0.15	631	1	19	900	2.46
127 128	8.2	10.95	286	440	0.41	41	203	3.48	5.78	0.41	4870	2	35	960	3.66
128 129	6.6	10.15	175	910	1.92	21	115	2.05	5.45	0.58	2520	3	25	920	2.07
129 130	5.1	11.6	97	630	0.38	15	75	1.63	5.42	0.2	1150	1	21	1130	1.41
130 131	4.5	9.28	100	1000	6.06	11	208	1.24	5.42	0.12	2800	2	13	720	2.04
131 132	2.6	12.25	120	540	2.13	15	82	1.99	5.49	0.25	1900	1	23	1130	1.84
132 132	2.8	11.3	118	540	3.16	15	123	2.11	5.59	0.23	2620	3	23	1060	2.2
132 133	2.8	11.15	129	570	3.51	15	87	1.87	5.73	0.23	2590	1	22	950	1.76
133 134	3.7	10.6	105	760	2.94	12	152	1.54	5.95	0.15	1680	2	18	1030	2.25
134 135	3.3	10.6	70	1170	2.97	10	93	1.33	5.97	0.13	1810	0.5	16	950	1.6
135 136	2.4	10.6	70	560	2.56	11	92	1.38	5.77	0.18	1610	1	19	1050	1.44
136 137	3	12.05	72	540	2.03	12	72	1.58	5.35	0.23	1510	1	22	1050	1.32
137 138	5	11.3	111	740	1.64	15	129	1.46	5.47	0.17	731	3	23	910	2.03
138 139	3.6	10.45	101	760	1.94	11	60	1.2	5.72	0.15	762	1	18	920	1.79
139 140	4.8	10.9	124	800	1.47	13	82	1.44	5.72	0.12	529	3	17	900	2.19

de/até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
140 141	3.6	10.25	115	1070	3.05	10	90	1.2	6.05	0.1	1270	1	13	740	1.84
141 142	3.4	12.75	99	880	1.11	12	59	1.49	5.93	0.22	795	1	20	950	1.43
142 142	3.2	16.7	77	630	0.63	17	63	2.57	6.34	0.55	1490	1	30	1180	1.83
142 143	4.3	10.85	115	840	0.78	12	84	1.48	5.41	0.15	692	1	16	1010	2.34
143 144	2.6	11.75	92	810	1.55	11	52	1.42	5.96	0.17	1050	0.5	16	1150	1.52
144 145	1.9	12.2	57	1360	0.73	8	24	1.35	5.61	0.15	957	0.5	13	860	1.15
145 146	2.2	11.3	45	1720	0.71	10	44	0.95	5.51	0.12	1190	0.5	12	410	1.03
146 147	2.7	11.95	110	1050	0.59	12	65	1.72	5.41	0.17	1280	2	17	820	1.87
147 148	2.3	11.55	107	860	3.43	14	14	1.95	6.18	0.23	2330	0.5	19	1100	1.36
148 149	5.9	7.78	95	260	2.87	15	195	1.89	5.59	0.13	1640	12	16	640	4.25
149 150	3.2	13.1	63	660	2.04	15	40	2.12	6.2	0.33	1890	0.5	27	1040	1.4
150 151	2.9	11.75	73	620	3.27	18	45	2.31	6.11	0.33	2670	0.5	28	1060	1.39
151 152	3.3	11.15	78	670	3.75	17	57	2.2	5.86	0.3	2890	2	27	1000	1.6
152 153	1.9	11.15	47	610	3.9	13	32	1.95	6.18	0.3	2790	1	22	880	1.26
153 154	2.3	13.45	102	760	0.62	17	21	2.47	5.23	0.35	2170	2	26	1010	1.52
154 155	2.2	12.6	72	810	0.94	14	28	1.92	5.14	0.36	1850	1	21	950	1.49
155 156	2.4	11.3	70	660	1.27	16	31	2.15	4.98	0.32	1970	2	20	1020	2.08
156 157	0.25	4.08	2.5	80	0.01	0.5	1	0.47	0.86	0.27	22	0.5	2	50	0.01
157 158	4.2	7.82	83	440	0.98	13	143	1.96	5.02	0.22	1120	9	18	900	4.49
158 159	3.6	8.6	64	620	0.85	9	136	1.45	5.1	0.15	647	7	15	750	2.85
159 160	2.1	10.55	58	670	0.73	9	48	1.53	4.61	0.18	716	0.5	17	1080	2.2
160 161	2.6	10.2	67	760	0.48	12	43	1.65	5.13	0.18	814	1	16	830	2.57
161 162	2.3	9.39	89	750	0.66	10	80	1.38	5.39	0.13	801	0.5	13	730	2.46
162 163	4.2	10.1	78	560	0.57	12	78	1.76	5.71	0.17	889	1	17	830	3.34
163 164	2.5	11.35	72	750	1.12	15	30	2.18	5.71	0.23	2160	0.5	17	840	2.18
164 165	4.3	10.7	91	620	0.35	21	182	2.84	5.15	0.3	1790	3	29	1140	3.23
165 166	2.1	12	63	670	1.3	24	28	2.98	5.21	0.41	3580	0.5	30	940	1.52
166 167	1.7	11.55	49	680	1.72	30	17	3.61	5.09	0.51	6050	0.5	31	910	1.07
167 168	1.5	12.9	32	690	1.23	25	17	3.84	5.08	0.58	5870	0.5	30	1040	1.22
168 169	1.6	12.6	43	830	1.22	21	36	4.14	5.26	0.55	6270	0.5	27	800	2.34
169 170	2.1	12.95	49	770	1.02	20	36	4.1	5.27	0.55	6340	0.5	30	1120	1.95
170 171	0.7	12.7	33	700	1.05	12	9	3.11	5.85	0.48	5500	0.5	22	1070	1.08
171 172	0.5	12.8	43	710	0.88	20	7	3.79	5.55	0.48	8780	0.5	26	1180	1.28
172 173	2.2	11.55	88	630	0.69	24	22	5.59	5.7	0.51	4820	0.5	30	1100	3.11
173 174	1.3	13	53	610	0.48	27	15	5.13	5.56	0.66	4610	0.5	37	1060	1.9
174 175	1.5	12.55	51	710	0.5	20	17	4.36	5.31	0.48	5090	0.5	32	1060	1.67

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
175 176	2.4	12.5	94	310	1.29	24	66	6.78	5	0.68	5870	1	37	940	4.21
176 177	0.8	12.7	38	850	1.44	14	10	4.09	5.38	0.53	5250	0.5	24	1030	1.2
177 178	0.25	11.2	26	640	2.56	9	3	3.64	5.83	0.38	4940	0.5	18	1010	0.97
178 179	1.4	11.7	41	810	2.9	14	18	4.31	5.77	0.43	5350	0.5	26	1250	1.44
179 180	2.2	13.1	95	520	1.48	20	26	5.21	5.34	0.46	2970	0.5	35	1030	2.98
180 181	1	12.5	45	790	2.67	13	13	4.44	5.99	0.53	4740	0.5	29	1090	1.48
181 182	1.3	11.9	46	590	3.22	15	13	5.46	5.55	0.61	6210	0.5	28	1080	1.45
182 183	1.7	14.1	72	550	1.92	24	27	7.53	6.86	0.69	6690	0.5	36	1210	3.34
183 184	0.8	13.35	35	580	2	15	15	5.29	6.4	0.93	5270	0.5	27	1120	1.31
184 185	0.9	13.05	47	600	0.71	25	18	5.38	6.3	0.65	8320	0.5	28	1040	1.95
185 186	1.4	13.35	37	550	0.51	34	27	5.66	5.96	0.66	9950	0.5	35	1060	1.86
186 187	1.1	13	34	640	0.66	28	62	5.13	6.16	0.65	6930	0.5	39	1200	1.04
187 188	1.3	13.95	74	550	0.5	22	57	4.54	5.76	0.5	5930	5	28	1160	2.93
188 189	1.1	14.7	61	720	0.77	19	41	3.47	6.5	0.45	3330	2	26	1200	2
189 190	0.25	13.1	50	820	0.64	13	23	3.43	6.5	0.3	3310	1	18	1180	2.25
190 191	0.25	12.8	50	910	0.83	16	26	4.01	6.34	0.36	5060	1	21	1150	1.98
191 192	0.25	12.9	39	780	0.7	17	21	4.38	6.32	0.42	6430	3	24	1140	1.73
192 193	2	13.35	40	770	0.63	20	305	4.06	6.36	0.43	5670	5	25	1140	1.77
193 194	1.5	11.15	41	2100	1.04	11	375	3.14	5.69	0.33	4710	6	15	1000	1.11
194 195	0.25	11.85	23	1060	0.81	6	44	2.17	5.71	0.34	3140	18	12	1080	0.44
195 196	1.3	12.9	25	1170	0.9	7	62	1.08	6.47	0.28	723	71	9	1200	0.6
196 197	0.25	12.35	15	1420	1.12	7	55	1.44	6.03	0.28	1165	34	12	1150	0.52
197 198	1.3	12.85	23	1060	0.9	9	360	2.91	6.01	0.4	4830	11	16	1070	0.7
198 199	4	13.85	28	1060	0.85	15	1025	3.39	6.04	0.51	6560	8	21	940	0.58
199 200	1.7	11.6	19	1140	0.98	8	629	2.27	5.78	0.35	3470	3	13	920	0.66
200 201	2.4	11.8	39	1020	0.7	9	794	1.99	5.94	0.32	2540	0.5	15	1000	0.81
201 202	2.4	13.15	42	850	0.73	13	767	2.87	5.97	0.45	4900	0.5	22	960	0.86
202 203	3.4	12.65	35	970	0.8	12	1015	1.73	6.17	0.39	1740	0.5	16	920	1.18
203 204	1.7	11.7	9	1230	0.84	9	469	1.26	5.91	0.32	572	1	12	1050	0.94
204 206	2.2	11.8	46	1190	0.56	12	251	1.36	6	0.27	426	11	14	870	1.19
206 206	0.8	12	68	910	0.39	12	44	1.48	6.16	0.24	219	1	13	960	1.27
206 207	2.5	11.2	68	1510	0.64	15	197	1.79	6.13	0.29	623	5	14	740	1.49
207 208	1.9	11.9	94	1400	0.38	14	377	1.63	6.39	0.24	427	2	16	770	1.25
208 209	2.1	11.3	93	1420	0.34	12	217	1.36	6.29	0.17	227	4	11	750	1.28
209 210	2.9	11.15	82	1340	0.43	14	196	1.49	6.26	0.21	346	3	12	720	1.55
210 211	3.8	10.45	69	990	0.95	12	903	1.49	5.75	0.34	660	8	12	760	1.22

de/até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
211	212	1.5	10.45	68	980	0.36	10	200	1.22	5.75	0.17	172	23	10	820	1.07
212	213	2	10.7	75	1030	0.63	11	338	1.32	5.87	0.27	517	26	12	840	1.02
213	214	5.6	11.05	72	1000	0.91	12	2100	1.42	5.56	0.34	797	14	13	820	0.93
214	215	1.6	11.3	64	1080	0.67	13	354	1.65	5.48	0.34	738	14	15	840	0.94
215	216	1.3	12.15	60	1000	0.48	19	469	2.52	5.74	0.44	1290	2	22	910	0.88
216	217	1.1	12	46	1240	0.55	17	192	2.77	5.9	0.5	1750	2	22	870	0.77
217	218	1.2	10.5	38	1310	0.88	11	205	1.42	5.52	0.35	882	4	13	790	0.74
218	219	1.4	11.1	22	790	0.52	10	262	1.22	5.44	0.29	509	4	14	990	0.6
219	220	1	10.7	13	1020	1.06	9	256	1.18	5.57	0.37	724	3	9	880	0.7
220	221	2	11.7	47	950	0.67	15	421	1.74	5.75	0.35	616	5	16	980	1.11
221	222	2.3	13.1	26	940	0.42	21	640	2.65	5.86	0.53	1350	0.5	29	1000	0.74
222	223	1.5	9.6	16	790	0.43	8	336	0.81	5.35	0.2	275	18	9	970	0.45
223	224	1.7	9.07	21	1030	0.59	6	535	0.74	5.39	0.18	342	14	7	820	0.58
224	225	1.1	9.83	13	610	0.36	7	272	0.83	5.41	0.18	161	8	7	840	0.58
225	226	7.6	11.3	45	1070	0.39	16	1930	0.97	5.54	0.28	373	155	14	700	0.69
226	227	6.5	10.1	21	1210	9.46	11	1815	1.46	5.84	0.32	3340	39	14	580	0.49
227	228	1.4	11.3	50	730	3.92	24	343	2.98	6.04	0.44	3050	11	35	960	0.76
228	229	0.5	11.2	146	1290	12.45	57	18	9.18	5.82	0.99	27300	3	78	410	0.47
229	230	1.2	12.8	164	1060	4.49	51	30	6.34	6.2	0.85	10100	9	67	700	0.88
230	231	0.25	11.95	80	1760	12.4	20	16	2.75	6.7	0.55	6620	11	22	420	0.75
231	232	0.25	12.35	113	1620	6.76	30	8	3.83	7.03	0.73	4950	1	32	480	0.58
232	232	0.25	10.9	87	1640	5.29	19	9	2.59	6.69	0.5	3210	1	22	420	0.55
232	233	0.5	12.2	122	1340	6.03	17	9	2.39	7.12	0.48	2880	2	21	830	0.78
233	234	0.25	12	128	1220	5.39	19	9	2.55	7.05	0.44	2840	2	21	860	0.78
234	235	0.25	13.5	84	1260	6.13	27	12	3.2	7.46	0.65	3410	15	32	900	0.54
235	236	0.8	12.45	102	1390	3.75	23	13	2.51	7.09	0.42	2470	26	25	710	0.58
236	237	0.25	12.35	111	1390	5.53	26	16	2.92	6.84	0.6	3000	13	29	780	0.61
237	238	0.25	11.85	79	1640	5.46	25	15	3.33	6.47	0.49	3130	2	26	580	0.63
238	239	0.25	11.9	17	1490	4.63	25	42	3.36	7.2	0.51	2850	2	24	570	0.49
239	240	1.6	10.95	46	1260	5.18	20	155	2.62	7.09	0.4	2510	7	23	780	0.76
240	241	0.25	11.7	37	1200	6.18	17	20	2.43	6.48	0.49	2590	2	19	720	0.64
241	242	0.25	11.35	46	1720	4.72	13	8	1.83	7.16	0.35	1970	1	14	480	0.47
242	243	0.7	12.3	75	940	4.48	17	16	2.3	6.68	0.39	1975	3	19	1010	0.94
243	244	0.7	11.05	88	1750	6.38	14	13	2.23	6.56	0.47	2610	0.5	12	500	1.02
244	245	0.6	11.6	52	1440	3.68	14	19	1.92	7.08	0.4	1610	1	15	700	0.7
245	246	0.6	12.15	86	1400	5.4	14	15	1.73	7.4	0.46	2220	1	13	650	0.45

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
246 246	0.9	11.55	48	1660	6.65	14	11	1.95	7.04	0.51	2760	0.5	15	510	0.56
246 247	0.5	11.75	61	1680	7.32	17	11	2.38	6.95	0.58	3450	0.5	17	440	0.42
247 248	0.6	11.35	52	1680	4.31	18	17	2.39	6.65	0.5	2140	1	18	510	0.57
248 249	1	11.35	52	1350	4.73	20	23	2.73	6.65	0.61	2240	1	20	720	0.75
249 250	0.25	12.1	26	1460	4.81	18	14	2.36	7	0.68	2010	0.5	18	700	0.48
250 251	0.9	11.35	54	1350	5.33	14	15	1.82	6.53	0.65	1840	3	13	530	0.39
251 252	0.5	11.6	28	1670	5.64	16	10	2.24	7	0.78	2040	2	16	400	0.34
252 252	0.8	12.15	67	1180	5.44	19	25	2.48	6.82	0.65	2060	4	22	1030	0.97
252 253	0.7	13.6	58	850	2.97	23	17	2.62	6.99	0.53	1390	0.5	27	1170	0.9
253 254	0.8	11.85	81	890	3.72	23	26	2.38	6.73	0.63	1570	1	24	1210	0.86
254 255	0.5	12.35	67	770	3.4	25	18	3.05	6.69	0.8	1780	1	32	990	0.78
255 256	0.6	12.25	86	900	4.38	29	19	3.38	6.41	0.8	2330	1	36	950	0.66
256 257	0.5	12.6	91	750	3.75	37	17	4.25	6.57	0.85	2210	1	48	1300	0.89
257 258	0.7	12.85	41	1280	3.43	25	16	2.99	7.03	0.75	1790	2	34	1070	0.62
258 259	1.4	14.05	179	920	1.5	35	11	3.83	7.05	0.71	1100	2	50	1270	1.05
259 260	1.8	13.55	191	730	3.85	35	17	4.27	6.8	0.98	1690	3	43	1180	1.36
260 261	0.8	12.75	103	820	5.81	30	7	3.85	6.59	1.21	2630	0.5	40	940	0.93
261 262	0.8	12.55	99	2020	6.6	29	12	3.72	7.21	0.76	3040	0.5	36	420	0.82
262 263	0.8	12.5	85	1740	6.66	35	9	4.45	7.01	0.86	3290	1	40	400	0.95
263 265	0.5	12.3	48	1700	7.23	28	7	3.64	7.01	0.98	3230	0.5	31	480	0.45
265 265	0.5	11.85	32	1660	5.05	29	9	3.6	6.79	0.78	2810	0.5	35	570	0.35
265 266	0.6	12.55	64	860	3.01	26	8	3.28	6.69	0.63	1720	1	34	1010	0.52
266 267	0.5	11.7	80	1050	3.69	22	10	2.7	6.69	0.65	1910	0.5	27	980	0.5
267 268	1.2	13.1	162	790	4.42	27	18	3.16	6.75	0.78	2250	0.5	37	910	0.85
268 269	1.3	12.45	102	740	4.02	29	21	3.57	6.44	0.91	2130	0.5	40	1010	0.63
269 270	1.6	11.5	103	910	4.83	21	18	3.03	6.42	0.73	2420	0.5	30	1170	0.66
270 271	0.9	13.4	73	730	3.26	30	14	4.15	6.65	0.83	1930	0.5	44	1150	0.51
271 272	1.1	11.55	85	940	2.85	23	15	3.04	6.31	0.61	1560	0.5	30	1030	0.69
272 273	0.6	11.75	74	970	3.47	23	9	3.03	6.58	0.66	1790	1	32	990	0.57
273 274	0.25	10.55	57	1160	3.36	17	12	2.43	6.33	0.53	1655	0.5	22	980	0.44
274 275	0.25	11	42	1030	3.22	21	10	2.95	6.42	0.54	1790	0.5	27	990	0.4
275 276	0.6	10.75	35	1550	3.6	19	20	2.57	6.66	0.48	1935	0.5	26	580	0.32
276 277	0.5	10.85	17	1800	4.51	21	8	2.69	6.73	0.7	2060	0.5	28	350	0.2
277 278	0.25	13.55	20	1940	6.38	24	4	3.14	8.05	0.91	2680	0.5	36	600	0.15
278 279	0.25	14.85	20	1790	5.64	33	4	3.77	7.92	0.88	2830	0.5	50	590	0.18
279 280	0.25	12.55	15	1820	6.13	29	5	3.37	7.53	0.8	2870	0.5	43	540	0.18

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
280	281	0.6	11.4	25	1700	5.47	32	5	3.44	7.01	0.72	2800	0.5	46	0.17
281	282	0.25	12.25	20	1840	5.53	24	6	2.85	7.03	0.9	2550	1	34	0.16
282	283	0.25	12	17	1710	6.59	23	6	3	7.05	0.96	2950	0.5	32	0.1
283	284	0.25	12.45	23	1720	5.02	32	12	3.71	7.24	0.68	2610	0.5	41	0.17
284	285	0.25	12.95	15	1560	5.74	24	3	3.18	7.62	0.94	3020	0.5	29	0.12
285	286	0.25	13.1	14	1220	4.63	26	3	3.74	7.34	0.94	2570	1	31	0.07
286	287	0.25	12.25	16	840	3.33	29	22	4.17	6.71	0.78	2160	0.5	35	0.1
287	287	0.25	12.5	10	1000	3.89	22	34	3.34	7.08	0.89	2280	0.5	28	0.1
287	289	0.25	13.1	5	1040	3.88	28	4	4.38	7.21	0.77	2520	0.5	35	0.02
289	290	1.3	12.55	38	1180	4.86	24	94	3.73	7.04	0.81	2860	1	35	1.23
290	291	0.5	12.15	26	1020	2.56	19	38	3.47	6.81	0.69	1870	1	25	1.01
291	292	0.5	11.35	13	910	3.79	18	12	3.45	6.33	0.77	2260	1	25	0.28
292	293	0.25	12.6	2.5	870	2.87	16	6	3.4	6.66	0.78	1910	1	26	0.26
293	294	0.25	12	8	1040	4.59	14	22	3.06	6.59	0.8	2740	1	23	0.69
294	295	0.25	11.35	2.5	700	3.37	13	4	3.23	6.24	0.74	1930	0.5	22	0.04
295	296	0.25	13.1	8	730	2.57	18	3	3.93	6.63	0.79	1820	1	29	0.06
296	297	0.25	12.45	17	650	1.88	18	6	4.05	6.32	0.68	1525	0.5	28	0.19
297	298	0.25	13	19	690	1.61	20	5	4	6.72	0.69	1440	0.5	33	0.16
298	299	0.25	12.9	19	720	2.14	23	6	4.15	6.8	0.8	1700	0.5	33	0.21
299	300	0.5	11.35	38	990	2.84	24	17	3.44	6.48	0.74	1660	0.5	33	0.51
300	301	0.25	12.45	19	1110	2.94	22	6	3.67	6.87	0.8	1900	0.5	31	0.25
301	302	0.25	12.25	27	1530	3.55	19	11	3.3	7.08	0.78	2050	0.5	27	0.24
302	303	0.6	12.05	17	1330	3.61	18	14	3.02	6.89	0.83	1830	0.5	21	0.41
303	304	0.6	12	23	1310	3.69	19	7	3.34	6.93	0.82	1950	1	21	0.38
304	305	0.6	12.45	44	940	3.88	26	12	4.01	6.69	0.86	2130	1	29	0.49
305	306	0.25	11.5	12	1320	2.65	19	2	3.87	6.82	0.61	1985	0.5	22	0.15
306	307	0.25	12.5	8	810	2.26	24	2	4.63	6.82	0.74	2080	0.5	27	0.01
307	308	0.25	11.85	7	920	2.78	25	1	4.54	6.65	0.81	2330	0.5	27	0.14
308	309	0.25	11.35	14	1450	3.33	19	2	3.16	6.69	0.73	2050	0.5	20	0.15
309	310	0.25	11.6	10	1220	3.46	19	3	3.37	6.7	0.9	1920	0.5	19	0.2
310	311	0.25	11.05	18	1030	2.66	18	9	2.99	6.52	0.69	1565	1	18	0.34
311	312	0.25	11.45	23	990	3.36	19	4	3.08	6.58	0.81	1785	0.5	17	0.39
312	313	0.25	11.75	6	890	2.63	17	2	3.15	6.69	0.76	1685	0.5	18	0.03
313	314	0.25	11.9	6	800	2.52	19	2	3.46	6.73	0.78	1750	0.5	21	0.14
314	315	0.25	11.75	14	1120	3.11	20	6	3.31	6.61	0.8	1845	0.5	21	0.27
315	316	0.25	11.7	9	1310	3.58	17	4	2.9	7.02	0.87	1925	0.5	16	0.3

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
316 317	0.25	13.3	21	750	1.22	20	8	2.94	6.85	0.66	1140	0.5	23	1110	0.61
317 318	0.25	11.8	18	860	2.64	18	6	3.21	6.4	1.07	1775	0.5	20	1090	0.56
318 319	0.25	11.85	20	760	2.71	16	8	2.77	6.24	1.02	1700	0.5	19	1050	0.45
319 320	0.6	12.4	44	1030	2.73	19	9	2.84	6.8	1.04	1760	1	21	970	0.43
320 321	0.7	12.2	44	740	2.7	21	10	3.19	6.65	1.07	1955	0.5	21	1150	0.39
321 322	0.25	11.6	13	960	3.99	16	5	3.53	6.33	1.45	2780	0.5	17	1040	0.13

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
FSM0059															
70	71	3.6	11.75	38	4960	2.13	7	182	1.56	6.52	1180	1	6	420	0.11
71	72	2.3	11.75	101	2300	2.56	8	166	1.62	6.42	1230	1	6	400	0.22
72	73	2.1	11.75	173	2300	3.15	6	117	2.03	6.85	1540	1	3	490	0.02
73	74	1.9	12.2	203	4360	3.5	10	147	2.28	6.69	1990	1	8	430	0.07
74	75	1.6	12.35	133	3120	3.43	11	128	2.63	6.65	2010	1	10	370	0.03
75	76	2.2	12.8	91	2640	8.13	8	112	2.42	6.74	3550	1	11	390	0.02
76	77	2.7	13.05	106	2960	8.62	10	114	2.42	7.14	4030	2	10	430	0.02
77	78	2.8	11.95	104	2730	9.14	9	86	2.14	6.55	3050	2	11	370	0.02
78	79	3.2	12.8	89	2650	9.25	7	60	2.34	7.51	3720	2	11	510	0.02
79	80	4.1	12.25	71	2260	9.63	8	53	2.48	7.3	3870	2	11	550	0.01
80	81	6.1	13.1	63	3300	12.95	10	81	2	7.57	5980	2	14	460	0.03
81	82	8.4	13.15	175	2960	16.15	12	109	2.42	7.52	6760	2	16	520	0.03
82	83.3	60.6	11.75	128	3510	14.35	11	115	1.17	7.32	5070	1	18	500	0.05
83.3	84	73.4	8.73	86	990	3.3	8	100	2.29	5.17	1180	2	13	780	0.01
84	85	71.1	10.3	65	2620	0.41	7	88	1.76	5.89	202	2	12	900	0.04
85	86	83	10.3	77	6950	0.35	10	73	1.95	5.74	149	2	12	940	0.15
86	87	35.4	10.1	31	5360	0.34	6	57	1.38	5.96	166	1	9	740	0.11
87	88	23.5	10.05	30	3340	0.25	6	44	0.93	5.98	82	1	11	710	0.06
88	89	25.5	10.55	27	2830	0.2	6	40	1.89	6.06	95	1	10	560	0.04
89	90	33.8	9.71	30	5030	0.22	5	35	1.33	5.95	93	1	8	710	0.11
90	91	43.6	10.05	47	6300	0.24	5	33	1.65	6.23	95	1	7	760	0.13
91	92	29.5	10.25	53	2440	0.29	5	37	1.52	6.34	90	1	8	930	0.04
92	93	18.6	10.3	50	1980	0.32	7	44	1.35	6.36	77	1	11	1010	0.04
93	94	30.5	10.6	30	1370	0.32	6	40	1.86	6.46	85	1	8	1020	0.02
94	95	28.5	10.6	40	3780	0.42	6	40	1.78	6.57	150	1	11	990	0.08
95	96	18.8	10.4	49	6410	0.59	6	36	2.68	6.39	298	2	12	1010	0.15
96	97	19.5	9.92	53	2330	0.31	7	37	2.81	5.98	91	2	11	870	0.05
97	98	11.8	10.8	15	2280	0.81	7	30	1.43	6.24	210	1	13	950	0.04
98	99	5.3	11.3	15	880	0.35	8	26	1.92	6.26	95	1	13	940	0.01
99	100	3.7	11.35	5	670	0.38	8	28	1.67	5.91	82	1	14	1090	0.01
100	101		13.55	36	3140	0.56	12	9370	2.19	6.23	169	2	19	1230	0.35
101	102	4.4	12	10	860	3.32	7	34	3.52	7.45	1110	3	14	1070	0.01
102	103	11.8	10.3	11	3550	3.88	4	9	2.64	6.88	1450	2	10	1090	0.08
103	104	2.9	13.15	7	1270	1.62	6	19	2.1	7.43	367	1	13	1310	0.02
104	105	2.1	11	8	1510	4.32	5	6	2.05	7.19	1080	2	12	1110	0.02

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
105 106	1.9	11.15	13	1250	3.39	6	6	2.56	7.23	0.18	810	1	12	1190	0.01
106 107	1.3	13.4	12	830	3.9	5	7	3.01	7.41	0.25	735	1	13	1240	0.005
107 108	1.5	10.5	9	840	2.95	6	7	2.83	6.27	0.2	754	1	14	1160	0.01
108 109	1.5	12.05	7	840	1.86	5	8	3.68	6.84	0.28	557	1	11	1130	0.01
109 110	3.4	11.15	11	2610	0.52	5	8	2.71	5.78	0.23	247	1	10	1100	0.05
110 111	2.7	10.7	6	4420	1.93	3	6	2.93	6.48	0.17	984	1	7	950	0.09
111 112	0.9	11.45	12	1100	2.9	5	7	3	6.81	0.23	1200	1	11	1060	0.01
112 113	1.5	11.45	18	750	3.48	5	7	3.17	6.98	0.27	676	2	13	1150	0.005
113 114	1.9	10.95	9	1590	2.41	5	7	3.3	6.31	0.18	1710	1	10	1150	0.02
114 115	0.25	12.65	15	1330	3.01	5	7	2.86	7.13	0.32	796	0.5	9	1160	0.02
115 116	0.25	11.05	9	830	3.4	4	6	2.54	6.96	0.22	843	1	7	920	0.01
116 117	0.25	11.2	6	840	2.94	3	110	3.65	6.7	0.23	760	1	8	1080	0.02
117 118	2.5	10.65	24	1610	2.13	8	336	0.78	6.94	0.18	1370	1	8	1000	0.23
118 119	9.6	10.2	70	2860	2.46	11	233	1.25	6.39	0.15	1630	1	10	1000	0.49
119 120	8.1	11.65	104	700	1.72	9	1000	1.88	6.27	0.3	1200	1	16	1120	0.56
120 121	5.6	10.25	121	730	3.48	10	197	1.83	6.32	0.22	2400	1	14	1170	0.45
121 122	10.6	11.4	143	670	1.55	13	1160	1.44	5.99	0.28	1110	1	17	1120	0.83
122 123	10.4	11.5	185	690	1.2	14	1140	1.67	5.68	0.25	884	1	20	1160	1.25
123 124	7.9	10.8	265	650	2.56	12	541	1.83	6.37	0.22	1640	1	16	890	1.58
124 125	9.2	11.6	289	740	3.09	17	250	2.51	6.5	0.27	2000	1	22	1170	2.17
125 126	7.3	11.15	121	740	5.01	20	67	1.85	6.15	0.28	3030	8	21	1330	1.53
126 127	4.8	12.1	190	740	1.23	12	38	1.64	5.82	0.28	687	21	17	1050	1.28
127 128	4.4	12.25	80	960	0.92	11	1040	1.57	6.24	0.27	435	11	15	1210	1.45
128 129	2.2	10.5	102	1440	3.05	8	38	1.36	6.31	0.22	1940	4	14	1140	1.16
129 130	7.2	11.7	210	850	1.12	14	301	2.04	6.1	0.27	591	34	17	1080	1.95
130 131	8.1	11.05	295	670	1.3	17	252	2.71	6.08	0.27	754	16	21	1050	2.54
131 132	6.2	11.4	370	400	0.41	15	491	3.49	6.15	0.28	102	13	20	1010	3.46
132 133	8.9	11.45	244	630	0.53	17	654	2.51	6.15	0.28	190	9	20	1040	2.44
133 133	10	11.6	143	650	0.71	21	49	1.97	5.81	0.32	310	18	27	1040	1.73
133 134	16.7	8.5	334	390	3.02	13	59	2.83	4.71	0.2	2010	21	15	970	2.83
134 135	24.6	9.84	348	120	3.08	25	103	3.94	5.27	0.27	1990	16	26	940	4.09
135 136	16.6	10.85	283	440	1.06	29	99	3.71	5.84	0.28	606	36	26	900	3.55
136 137	9.2	12.05	159	730	0.74	24	486	3.78	6.35	0.36	319	50	29	1140	3.85
137 138	7.4	12.05	210	570	0.62	17	161	2.73	6.16	0.35	221	15	23	1050	2.86
138 139	13.9	10.75	336	210	0.67	23	175	4.67	5.24	0.33	280	14	26	1010	5.32
139 140	10.7	10.65	228	590	0.76	19	65	2.83	5.64	0.3	311	2	25	1010	2.88

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
140	141	8.5	12.75	153	680	0.41	19	31	2.49	6.54	0.41	71	4	25	1160	1.98
141	142	8.2	12.55	256	690	1.04	19	31	2.23	6.95	0.35	406	2	23	1110	1.92
142	143	8.1	11.35	138	650	1.89	16	28	2.02	6.53	0.33	761	2	24	1070	1.7
143	144	10.3	13.75	99	610	1.02	20	32	2.42	6.32	0.55	411	3	28	1210	1.92
144	145	18.9	14.4	148	560	1.15	25	50	3.2	5.85	0.6	453	4	33	1210	3.03
145	146	15.4	11.85	130	360	0.76	21	55	3.67	6.2	0.35	357	0.5	24	950	3.68
146	147	16.6	11.6	54	560	1.16	23	60	3.22	6.02	0.36	502	1	23	940	3.14
147	148	15.4	10.9	35	470	2.6	20	57	3.41	5.4	0.36	1250	0.5	25	1010	3.37
148	149	30.8	12.3	275	280	5.3	40	143	5.1	6.08	0.4	2590	0.5	42	1090	5.32
149	150	20.6	11.2	141	500	0.77	49	453	2.66	5.96	0.32	311	2	44	1030	2.9
150	151	7.8	11.9	111	730	0.83	16	62	1.72	6.03	0.38	333	1	26	940	1.52
151	152	10	12.95	24	150	0.63	15	31	1.65	3.3	0.48	133	8	16	1280	1.38
152	152	10.4	12.55	33	290	0.55	15	29	2.8	2.93	0.55	124	6	16	1050	2.72
152	153	9.8	11.5	22	600	0.56	22	30	2.43	3.8	0.51	242	14	29	760	2.43
153	154	10	9.43	28	400	0.77	16	77	1.75	3.3	0.4	406	9	20	840	2.05
154	155	2.7	9.39	69	630	0.63	10	52	1.1	4.29	0.33	341	1	20	670	1.24
155	156	3.8	9.9	148	810	1.68	11	110	2.1	5.29	0.23	993	2	15	870	2.15
156	157	2.8	10.1	101	890	1.89	11	18	1.75	5.65	0.2	1160	1	13	850	1.58
157	158	2	10.6	106	630	0.48	9	14	2.17	5.95	0.22	167	0.5	16	940	2.07
158	159	2	10.35	134	640	1.44	10	14	2.66	5.71	0.22	763	0.5	16	870	2.49
159	160	2.6	9.49	131	290	0.83	10	18	2.16	5.42	0.17	369	1	12	750	2.29
160	161	2.8	10	128	240	0.52	11	15	2.13	5.63	0.17	211	1	13	850	2.21
161	162	3.3	9.62	129	450	2.31	12	16	1.91	5.9	0.15	1430	2	13	800	1.86
162	163	3.6	10.1	105	820	1.69	10	14	1.89	5.87	0.18	1010	1	10	790	1.83
163	164	3.8	10.8	88	470	1.16	17	24	2.42	6.23	0.2	625	0.5	18	940	2.33
164	165	2.7	11.05	123	620	1.44	15	21	2.52	6.54	0.2	759	0.5	19	1020	2.3
165	166	4.6	11.2	62	710	2.53	14	55	2.15	6.63	0.28	1200	2	17	1070	2.1
166	167	2.2	10.85	124	340	2.25	8	206	1.86	6.34	0.18	1250	0.5	14	870	2.89
167	168	1.6	10.2	205	920	4.8	11	14	2.05	6.7	0.18	2400	1	13	1020	1.91
168	169	1.2	10.9	145	1070	2.69	11	14	2.08	7.11	0.2	1640	0.5	15	950	1.96
169	170	2.8	11.8	253	590	1.44	14	26	2.57	6.85	0.2	989	2	15	1170	2.68
170	171	3.5	12	200	830	2.22	12	24	2.3	6.28	0.17	1745	1	19	1120	2.41
171	172	8.5	12.4	210	690	3	19	37	3.42	6.6	0.23	2810	6	22	1170	3.38
172	173	2.9	11.25	244	690	3.34	13	24	3.12	6.5	0.22	2590	1	25	1090	2.78
173	174	3.5	12	135	840	3.97	16	21	3.17	6.57	0.28	4180	2	28	1080	2.24
174	175	5.8	13.4	128	720	0.96	22	30	4.11	6.45	0.39	1215	4	38	1040	2.95

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
175 176	15.7	10.55	93	410	2.35	16	55	3.21	5.92	0.2	2690	3	16	1060	3.88
176 177	10.7	11.25	55	450	2.2	13	43	2.85	5.87	0.24	2710	1	19	880	3.37
177 178	6.7	11.35	68	410	2.25	21	48	3.83	6.07	0.37	2510	2	36	940	3.88
178 179	15.4	10.3	47	260	1.07	18	117	3.62	5.64	0.29	2740	2	24	870	6.46
179 180	8.2	11.35	93	390	1.27	10	61	3.07	5.87	0.26	1045	4	19	1000	4.33
180 181	2.6	12.3	115	580	1.71	13	31	3.13	6.42	0.34	1450	3	22	1030	3.14
181 182	1.7	12.4	112	880	2.92	13	17	3.25	6.59	0.41	3050	2	24	900	1.79
182 183	1.5	12.15	127	850	1.6	11	13	3.16	6.52	0.38	2370	1	23	900	1.79
183 184	2.9	11.3	151	760	1.75	14	19	3.26	6.3	0.32	2860	5	24	1010	2.12
184 185	12.1	12.4	102	580	1.75	25	54	4.05	6.49	0.39	3650	10	34	1050	3.42
185 186	5	11.7	74	620	2.27	16	39	3.71	6.2	0.4	2910	2	26	1010	2.75
186 187	4	12.3	254	260	1.15	16	42	4.79	6.66	0.33	1345	7	25	1190	4.91
187 188	6	11.6	193	370	1.73	18	42	4.2	6.17	0.37	1885	8	25	1010	3.91
188 189	8.1	13.3	50	490	1.01	22	48	4.87	6.35	0.6	940	3	36	1150	3.55
189 190	6.5	12.3	38	580	1.12	16	24	3.62	6.26	0.37	731	1	27	1100	3.11
190 191	9.3	11.6	32	590	2.99	16	33	3.19	6.35	0.25	2830	1	23	1180	3.44
191 192	12.2	13.3	52	440	1.94	18	43	3.64	6.87	0.32	885	6	29	1190	4.16
192 193	6.8	12.3	74	300	2.31	16	31	3.01	6.73	0.26	1490	5	29	960	2.98
193 194	7.9	12.9	67	390	1.36	17	43	4.05	6.62	0.59	986	8	37	1030	3.1
194 195	9.1	12.15	75	390	1.58	17	40	4.17	5.99	0.45	1000	3	31	1130	3.97
195 196	15.1	12.95	41	480	2	21	42	3.88	6.67	0.32	1325	4	31	1120	4
196 196	3.9	12.95	37	870	2.64	17	20	4.09	6.56	0.62	1980	1	32	1050	2.37
196 197	13.2	13.55	34	340	1.26	19	43	4.9	6.77	0.54	883	2	30	1090	4.2
197 198	2.7	13.5	39	590	3.15	15	33	5.75	6.3	1.21	2520	1	29	1100	2.87
198 199	2.1	13.8	48	560	3.36	14	22	5.62	6.62	1.04	2840	1	31	1190	3.16
199 200	2.2	13.35	47	830	2.29	15	18	4.76	6.45	0.82	1865	1	25	1150	2.68
200 201	1.7	14.1	33	880	2.61	16	21	5.32	6.65	1.06	1925	1	29	1210	2.44
201 202	3.1	13.1	34	380	2.17	16	34	5.16	6.28	0.81	1775	3	29	1200	4.34
202 203	2.5	11.75	45	550	3.07	14	28	4.15	6.37	0.58	2240	1	27	1010	2.96
203 203	3.7	12.7	83	180	1.37	13	50	4.36	6.67	0.37	1005	1	23	1010	4.62
203 204	8.1	13.7	53	470	1.16	17	37	3.25	6.51	0.41	699	3	25	1150	3.32
204 205	13.1	13.1	19	190	0.86	13	41	3	4.88	0.46	372	3	19	1160	3.06
205 206	12.5	13.55	14	130	0.67	13	48	3.75	3.93	0.48	202	1	15	1200	4.05
206 207	11.1	14.8	31	320	0.54	19	44	4.35	5.71	0.54	179	5	23	1150	4.61
207 208	4.2	14.35	79	390	0.51	16	61	3.33	6.18	0.4	146	3	25	1250	3.9
208 209	3.3	12.05	67	640	1.94	11	31	2.48	5.92	0.3	1195	4	16	1050	2.78

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
209 210	3.2	10.95	72	480	2.43	11	46	2.57	6.21	0.26	1575	5	17	990	3.24
210 211	1.4	11.55	92	600	5.93	18	135	4.77	6.46	0.88	3770	6	23	920	3.72
211 212	3.8	10.85	162	590	3.33	16	32	3.74	6.22	0.47	2280	10	24	980	3.3
212 213	13	12.05	36	300	3.79	26	56	6.28	6.99	0.44	2590	7	25	1070	6.71
213 214	8.3	10.75	40	290	5.52	27	58	6.38	5.45	0.87	3680	12	26	940	5.82
214 215	2.6	10.1	55	520	2.55	17	28	4.51	5.42	0.79	1820	2	19	840	3.29
215 216	2.4	10.3	49	480	1.97	16	39	5.17	5.45	0.84	1485	2	19	850	3.71
216 217	2.9	10.1	35	510	4.85	14	25	4.1	5.5	0.61	3290	2	17	840	3.02
217 218	10.2	10.8	71	170	2.16	32	206	9.33	4.88	1.34	2000	11	27	880	6.97
218 219	8.1	9.24	45	410	4.5	18	74	4.67	5.12	0.41	2900	4	16	790	4.19
219 219	3.8	9.64	61	550	13.15	22	9570	7.01	4.93	0.91	9200	11	23	720	5.06
219 220	2.7	10.8	56	480	2.94	18	96	6.42	5.12	1.3	2330	2	22	880	3.62
220 221	2.1	10.6	59	410	4.18	17	31	7.01	4.77	1.5	3350	2	22	790	4.08
221 222	2.3	10.45	88	470	2.43	17	42	6.33	4.84	1.31	1990	6	24	790	3.61
222 223	2.3	9.58	102	480	3.58	15	32	5.56	4.69	1.03	2790	6	21	820	3.08
223 224	2	10.7	110	540	1.69	16	27	5.79	5.29	1.08	1445	8	23	860	3.1
224 225	1.9	10.1	147	370	2.13	16	57	7.1	4.69	1.26	1855	8	24	790	4.09
225 226	1.5	9.42	87	470	3.52	10	33	4.84	4.76	0.94	2640	2	18	690	2.41
226 227	1.9	10.15	105	330	1.59	16	1020	8.71	4.1	1.89	1880	14	22	880	3.54
227 228	4.9	10.05	159	510	0.86	19	62	6.57	5.05	1.17	978	14	21	840	3.37
228 229	1.7	9.97	80	460	0.89	17	562	6.53	4.68	1.44	1195	9	19	750	2.67
229 230	1.1	9.85	103	390	0.61	14	43	5.96	5.18	0.99	681	4	21	800	3.45
230 231	1.6	9.45	85	520	1.91	11	34	4.14	5.7	0.28	1305	8	14	820	3.72
231 232	5.7	11.3	56	220	1.11	19	104	4.78	6.18	0.29	638	7	18	870	4.78
232 233	9.1	13.6	25	350	0.94	17	52	4.44	6.23	0.48	486	18	15	920	4.09
233 234	7.5	10.4	19	350	1.42	11	50	4.01	5.54	0.28	848	10	10	810	3.96
234 235	9.8	12.45	14	400	1	12	65	4.26	5.54	0.44	489	7	12	900	4.08
235 236	7.9	8.31	29	90	1.33	14	50	5.53	4.85	0.16	797	10	11	360	5.88
236 237	8.4	8.89	29	110	1.31	14	89	5.92	4.89	0.24	740	9	10	720	6.16
237 237	10.8	8.78	40	70	1.65	15	5440	8.04	5	0.22	812	12	12	750	8.45
237 238	7	7.93	29	160	2.04	12	62	4.17	4.98	0.13	1205	6	8	490	4.2
238 239	9.4	9.64	69	80	1.49	21	2450	7.33	5.26	0.28	860	12	15	760	7.54
239 239	1.1	8.88	132	590	0.39	13	124	4.32	5.19	0.55	350	8	20	780	2.62
239 240	0.7	9.7	97	720	0.4	8	18	3.43	5.63	0.58	335	1	15	810	1.61
240 241	1	9.76	112	550	1.28	10	25	3.96	5.55	0.67	878	3	15	750	1.81
241 242	1.2	10.25	121	550	1.37	12	72	4.66	5.53	0.83	970	3	17	830	2.31

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
242	243	1.2	11.85	96	560	1.25	15	1380	6.25	5.6	1.43	1195	2	26	980	1.86
243	244	0.7	11.05	82	580	1.58	12	2380	5.75	5.52	1.29	1335	1	23	940	1.86
244	245	2	11.55	99	640	1.13	16	41	5.13	6.15	0.97	883	5	24	940	2.35
245	246	0.6	12.05	81	620	0.92	13	29	4.93	6.15	1.05	764	1	24	970	1.77
246	247	1.2	12.5	56	670	1.21	15	52	4.98	6.51	1.07	891	2	24	980	1.59
247	248	0.7	11.8	34	650	1.79	13	45	5.11	6.16	1.04	1200	1	23	900	2.11
248	249	0.25	12.35	12	670	0.93	10	231	4.7	6.07	1.22	824	0.5	24	970	1.15
249	250	1.3	12.55	22	620	0.99	19	505	5.62	5.98	1.28	845	1	28	1020	2.09
250	251	1.4	10.85	23	620	2.18	12	1170	4.69	5.61	1.02	1515	0.5	20	870	1.86
251	252	0.7	11.85	6	670	0.96	13	402	4.6	5.89	1.25	845	0.5	22	890	1.01
252	253	0.25	12.05	20	660	1.12	12	22	4.59	6.05	1.28	959	0.5	23	960	0.95
253	254	1.9	12.9	14	690	1.16	18	166	4.92	6.4	1.34	946	0.5	26	1020	1.22
254	255	0.9	11.4	25	600	0.62	13	264	5.25	6.02	0.91	500	0.5	21	930	3.13
255	256	1.9	10.75	38	460	0.74	18	439	5.46	5.79	0.83	529	0.5	20	900	3.52
256	257	0.6	11.6	36	680	0.48	13	492	5.06	5.86	1.16	569	0.5	22	940	1.86
257	258	0.9	11.45	47	640	0.53	12	316	4.77	6.13	0.94	469	0.5	21	920	2.29
258	259	0.8	11.25	69	570	0.47	14	1270	5.1	6.04	0.86	410	0.5	23	920	3.07
259	260	0.7	10.35	47	620	1.05	11	1370	4.31	5.81	0.71	710	0.5	18	820	2.54
260	261	0.25	10.4	57	650	0.46	10	425	3.2	6.02	0.58	350	0.5	17	830	1.54
261	262	0.25	11.35	23	600	0.7	8	752	4.17	5.79	1.16	642	0.5	20	900	1.01
262	263	0.6	11.3	18	610	0.83	11	888	4.29	5.95	1.03	708	0.5	22	920	1.25
263	264	1	10.9	36	570	1.01	11	731	4.52	5.84	1	755	0.5	19	940	1.83
264	265	1.5	11.95	44	610	0.38	13	660	4.36	5.93	1.13	501	0.5	22	850	1.17
265	265	4.1	11.55	179	190	0.47	22	312	6.17	6.26	0.43	185	3	20	900	5.94
265	266	1.5	9.41	148	110	0.59	16	493	7.8	5.54	0.24	216	1	15	780	8.1
266	267	3.9	9.52	203	170	0.46	17	587	5.85	5.54	0.35	212	3	17	810	5.63
267	268	1.8	10.05	143	320	0.91	11	755	4.45	5.96	0.51	548	2	17	810	3.38
268	269	1.9	10.75	124	790	1.05	11	771	3.62	6.15	0.65	672	0.5	16	850	1.96
269	270	1.1	10.75	81	730	1.24	9	630	3.34	6.31	0.57	696	0.5	16	840	1.78
270	271	0.9	11.5	43	800	0.52	9	144	3.5	6.12	0.75	454	0.5	17	910	1.36
271	272	2.1	10.05	73	750	1.59	8	1610	2.74	6.13	0.38	798	1	15	760	1.87
272	273	2	10.5	123	610	0.77	11	214	3.43	6.29	0.38	399	3	17	820	2.7
273	274	3.3	11.15	210	220	1.41	16	262	5.38	6.23	0.44	697	7	19	850	4.88
274	275	3	9.98	159	160	1.09	13	1170	6.51	5.84	0.41	583	1	18	740	6.23
275	276	1.5	10.4	114	440	0.89	10	407	4.08	6.08	0.53	516	1	17	790	2.93
276	277	3.2	10.65	184	240	1.33	14	513	5.28	6.2	0.44	684	1	16	810	4.7

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
277 278	2.5	11.45	154	400	0.71	13	476	4.43	6.28	0.54	405	1	20	920	3.35
278 279	6	10.85	138	370	0.76	15	3250	4.12	6.61	0.45	412	1	20	890	3.48
279 280	2.2	10.6	117	430	0.67	13	388	3.28	6.59	0.28	283	0.5	17	800	3.02
280 281	2.6	10.05	161	230	0.56	16	279	4.58	6.35	0.2	181	1	17	800	4.73
281 282	5.4	9.47	277	370	0.66	18	247	3.54	6.12	0.17	235	28	12	740	3.59
282 283	3.4	10.55	299	170	0.59	21	125	5.69	6.44	0.23	175	17	16	870	6.06
283 284	2.1	9.81	177	220	0.41	15	101	4.64	6.3	0.18	115	3	16	840	4.76
284 285	2.3	10.2	263	110	0.45	17	117	4.13	6.26	0.2	112	12	17	880	4.22
285 286	1.4	11.85	217	750	0.39	15	73	4.14	7.06	0.27	95	5	20	1030	4.01
286 287	1.8	11.45	218	500	0.78	17	79	4.22	6.61	0.27	287	9	18	1010	4.32
287 288	2.9	11.7	167	670	0.69	20	237	4.06	6.68	0.47	356	9	22	990	3.27
288 289	5.9	9.9	194	510	1.04	22	378	3.83	5.95	0.41	561	16	15	830	3.17
289 290	6.8	9.77	330	360	2.24	26	346	4.36	5.69	0.48	1230	17	15	770	3.44
290 290	2.2	10.8	196	640	1.15	18	482	3.94	6.37	0.7	734	4	18	860	2.28
290 291	0.8	10.85	59	720	1.05	11	30	3.17	6.23	0.68	678	1	17	840	1.43
291 292	1.3	11.4	132	650	1.09	15	88	4.32	6.41	0.8	714	4	18	950	2.36
292 293	1.8	10.65	129	620	1.23	14	74	4.58	5.91	0.83	776	2	19	930	2.55
293 294	0.7	10.85	86	630	1.22	14	35	4.24	5.94	0.88	821	1	18	890	1.9
294 295	1	11.1	103	660	1.44	14	40	4.05	6.23	0.85	918	1	17	950	1.72
295 296	1.3	11.3	85	710	2.21	13	32	3.7	6.44	0.81	1320	1	16	1000	1.42
296 297	1	12	137	580	1.27	17	40	4.32	6.26	1.06	888	1	21	1030	1.39
297 298	2.9	10.35	215	420	1.16	20	305	5.15	5.6	0.71	717	7	20	850	3.61
298 299	3.9	8.39	133	260	0.94	10	2640	4.44	4.94	0.53	681	13	11	600	3.23
299 300	2.1	9.83	82	620	0.71	13	116	3.99	5.68	0.65	535	7	15	780	2.13
300 301	2	9.58	60	640	1.44	13	112	4.07	5.42	0.68	938	12	15	710	2.14
301 302	0.8	11.15	25	780	1.29	9	17	3.33	6.14	0.8	862	0.5	14	900	0.83
302 303	3.8	9.66	106	580	1.09	17	173	3.16	5.19	0.41	614	2	19	750	2.5
303 304	5	14	17	340	0.57	21	115	3.35	4.88	0.58	126	22	16	1340	2.96
304 305	9.2	10.35	48	180	0.66	20	362	4.46	5.89	0.28	317	14	11	870	4.72
305 306	3.2	7.65	79	130	0.39	14	1050	2.8	5.05	0.12	159	31	12	690	2.85
306 307	6.7	7.69	75	450	0.36	15	16500	3.6	4.92	0.2	173	32	15	660	3.76
307 308	2.7	8.65	45	520	0.62	16	1190	2.56	5.46	0.28	325	8	14	750	2.18
308 309	2.2	8.27	65	460	1.03	15	673	2.53	5.14	0.28	590	15	14	700	1.98
309 310	2.5	9.1	80	480	1.65	14	543	2.59	5.26	0.44	941	16	13	760	1.43
310 311	3.2	10.55	82	520	1.1	16	859	2.73	5.83	0.54	640	22	16	850	1.4
311 312	1.7	8.57	65	1120	2.63	9	764	1.89	5.23	0.31	1530	10	12	620	1.14

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
312	313	1.9	9.99	63	760	2.64	11	178	3.22	5.86	0.48	1525	4	14	930	2.06
313	314	2.7	11.65	78	570	2.25	19	799	5.09	6.19	0.8	1340	6	20	1040	2.97
314	315	3	12.1	58	620	1.17	15	281	4.33	6.39	0.92	778	1	21	1100	1.67
315	316	3.1	12.05	58	670	1.66	14	178	4.3	6.33	0.97	1050	3	20	1070	1.39
316	317	3.4	11.95	44	670	1.71	14	735	4.2	6.29	1.02	1105	3	19	1000	1.14
317	318	3	11.5	56	600	1.07	13	365	4.72	6.04	1.06	782	2	18	1030	1.7
318	319	2.2	11.35	45	670	0.65	12	42	4.41	5.88	1.06	590	1	16	980	1.39
319	320	3.3	11.3	49	610	0.58	13	223	5.09	5.9	1.09	556	1	19	1000	2.22
320	321	3.9	10.5	74	470	0.61	14	439	5.66	5.41	1.09	586	3	18	940	2.83
321	322	2.9	10.8	80	680	0.6	14	75	5.29	5.77	1	538	1	16	1030	2.65
322	323	3.3	10.85	73	680	1.14	13	41	5.06	5.92	0.96	778	1	18	920	2.72
323	324	3.6	11.2	69	460	1.48	14	34	5.34	6	1.09	955	1	18	1020	2.64
324	325	2.5	11.5	43	690	0.69	13	24	5.36	6.04	1.31	646	0.5	20	1110	2.1
325	326	3	11.55	67	640	0.65	14	25	5.46	5.98	1.3	641	0.5	19	1060	2.33
326	327	2.8	11	61	800	0.73	12	25	4.69	5.84	1.08	598	0.5	18	1090	1.93
327	328	2.8	11.4	71	470	0.84	14	31	4.57	6.03	1.04	674	0.5	19	1000	1.78
328	329	2.5	11.6	73	510	0.36	15	36	5.06	5.88	1.21	449	0.5	20	1130	1.85
329	330	1.1	11.15	35	980	0.33	13	184	4.85	5.65	1.34	525	0.5	17	1020	1.2
330	331	0.7	11.75	33	1280	0.5	13	563	4.85	5.85	1.46	624	0.5	18	1150	0.86
331	332	1	11.2	9	5490	3.87	13	612	4.24	5.61	1.44	977	0.5	18	930	0.25
332	333	0.5	11.5	5	6390	0.5	17	99	4.95	5.45	1.83	646	0.5	21	940	0.16
333	334	0.25	10.65	7	3950	0.45	15	46	5.24	5.26	1.61	559	0.5	20	930	0.09
334	335	0.25	12.4	8	1010	0.41	20	76	6.02	5.57	2.34	692	0.5	24	1050	0.01
335	336	0.25	11.4	7	630	0.35	12	56	5.15	5.71	1.63	483	0.5	20	950	0.005
336	337	0.25	12.2	8	900	0.68	10	77	4.55	6.32	1.38	530	0.5	17	1080	0.01
337	338	0.6	12.15	9	1210	1.18	8	76	3.87	6.57	0.92	716	0.5	14	1010	0.02
338	339	0.6	10.95	10	2620	1.93	8	50	3.54	6.11	0.84	899	0.5	13	880	0.06
339	340	0.6	11.1	13	4480	2.42	6	25	4.05	6.34	0.69	1375	0.5	11	890	0.1
340	341	0.25	10.9	6	2770	1.94	11	14	3.93	6.07	0.9	1130	0.5	12	890	0.06
341	342	0.25	11.1	5	1330	1.04	14	16	5.21	5.64	1.3	786	0.5	16	830	0.02
342	343	0.25	11.7	10	2710	0.63	11	20	4.4	5.9	0.91	398	0.5	14	990	0.06
343	344	0.6	11.2	2.5	2710	0.48	8	743	5.36	6.01	0.96	373	0.5	11	1030	0.3
344	345	0.25	10.7	2.5	4070	0.49	7	110	5.02	5.93	0.83	375	0.5	7	920	0.12
345	346	3.3	11.15	35	1490	0.55	10	2400	3.92	6.26	0.71	320	1	9	980	0.59
346	347	2.6	12.45	19	2060	0.66	9	1610	3.07	6.7	0.8	363	0.5	11	1100	0.31
347	348	1.8	12.1	6	1820	1.11	8	1340	3.22	6	1.02	491	0.5	12	1130	0.17

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%
348 349	1.6	11.55	16	1030	1.54	9	717	3.18	6.15	1.17	823	0.5	15	1030	0.43
349 350	1.9	11.1	41	680	2.7	11	364	3.39	5.93	1.18	1340	0.5	13	990	0.66
350 351	1.7	10.85	69	1230	1.38	11	176	3.24	5.96	1.16	830	0.5	11	990	0.52
351 352	2.2	10.55	96	690	0.74	10	56	3.21	5.94	1.1	545	0.5	16	900	0.81
352 353	1.8	10.9	61	1060	1.33	10	379	3.25	6.14	1.09	661	0.5	13	990	0.51
353 354	2.6	10.45	110	780	0.73	13	1340	3.34	5.84	1.07	508	0.5	16	920	1.19
354 355	2.8	10.25	99	710	1	12	830	3.2	5.78	0.98	645	0.5	14	880	1.25
355 356	3.7	11.15	93	1020	2.1	13	1890	3.32	6.31	0.92	1190	0.5	15	940	1.39
356 357	3	11.8	64	710	2.76	11	1430	3.62	6.22	1.2	1430	0.5	15	980	0.76
357 358	1.7	11.55	79	700	1.82	13	36	2.99	6.23	0.83	1075	0.5	16	1030	0.98
358 359	1.2	11.15	50	820	1.25	10	35	3.09	6.62	0.54	708	0.5	10	920	0.83
359 360	1.3	10.85	34	700	2.87	8	35	1.44	6.68	0.22	1715	0.5	8	960	0.74
360 361	3.4	10.75	36	540	2.32	7	1340	4.72	6.24	0.22	1440	3	6	920	0.77
361 362	1.1	11.25	68	1240	1.17	9	66	2.76	6.59	0.21	539	1	8	1000	0.98
362 363	1	10.25	89	790	2.5	9	38	3.23	6.3	0.27	1375	1	9	890	0.91
363 364	13.5	11.15	189	130	1.71	13		4.71	6.67	0.34	1025	20	14	970	3.56
364 365	6.5	12.15	167	160	1.05	13	5120	3.38	6.67	0.4	523	10	14	1040	2.36
365 366	1.6	10.65	127	600	1.56	8	88	1.69	6.25	0.26	799	3	9	900	1.12
366 367	9.9	10.75	71	270	2.24	14	9550	4.25	6.09	0.72	1450	25	12	870	2.41
367 368	1.4	11.05	71	810	1.53	13	47	3.62	6.3	0.79	877	7	13	1090	1.75
368 369	1	10.7	86	980	1.95	13	75	3.29	6.3	0.75	1135	1	15	1020	1.28
369 370	2.5	11.5	121	690	2.34	15	522	4.31	6.44	0.94	1435	14	16	1040	2.11
370 371	0.8	12.5	26	700	1.7	13	13	3.85	6.66	1.42	1075	0.5	13	1070	0.96
371 372	0.6	12.25	39	1360	2.45	13	14	4.19	6.4	1.26	1640	0.5	14	1070	1.1
372 373	1.1	11.8	38	690	1.93	13	23	4.85	6.02	1.31	1425	0.5	16	1020	1.01
373 374	0.8	12.2	8	730	1.42	9	89	4.36	6.44	1.27	932	0.5	11	1040	0.96
374 375	0.25	12.75	18	750	2.52	11	14	4.28	6.72	1.26	1690	0.5	15	1100	0.99
375 376	0.25	12.75	5	800	1.58	9	8	4.11	6.79	1.46	1125	0.5	14	1070	0.91
376 377	0.5	12.1	6	780	1.22	9	8	4.28	6.43	1.49	947	0.5	14	1080	0.91
377 378	1.7	11.75	36	660	2.56	14	56	4.49	6.25	1.14	1635	0.5	16	1030	1.8
378 379	2.4	13.35	73	710	3.7	17	32	4.01	7.36	1.07	2240	0.5	24	1180	1.37
379 380	1.2	12.25	37	640	3.17	11	19	3.19	6.78	0.82	1780	0.5	13	1050	1.12
380 381	1.2	13.05	20	680	1.37	13	9	4.06	6.74	1.37	955	0.5	16	1070	0.96
381 382	1.8	12.4	41	640	2.45	19	39	4.9	5.85	1.71	1695	0.5	24	1040	1.4
382 383	2.1	12.45	36	720	0.83	19	21	4.91	6.1	1.71	794	0.5	22	1040	1.58
383 384	3.4	12.05	52	710	2.72	19	27	4.62	5.92	1.54	1690	0.5	21	910	1.64

de/ até (m)	Ag_ppm	Al2O3_%	As_ppm	Ba_ppm	CaO_%	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	K_%	MgO_%	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	S_%	
384	385	4.7	12.3	48	720	1.18	21	80	4.49	5.94	1.71	965	0.5	23	950	1.21
385	386	2.7	12.35	45	760	1.14	18	82	4.54	6.12	1.63	908	0.5	21	980	1.21
386	387	2.7	12.25	17	760	1.37	18	527	4.47	5.94	1.8	1090	0.5	22	980	0.84
387	388	4.3	12.5	22	700	0.9	25	2630	5.04	5.98	1.79	855	1	24	880	1.17
388	389	5.8	12.15	38	430	1.14	29	1970	6.24	5.87	1.68	911	0.5	23	980	2.97
389	390	3.1	11.6	17	730	1.02	17	23	4.14	5.8	1.51	814	0.5	18	940	0.93
390	391	3.2	10.9	16	690	1.12	18	1080	3.99	5.64	1.21	766	1	16	870	1.34
391	392	5.8	10.7	26	650	1.57	18	2580	4.82	5.25	1.6	1075	2	13	980	1.22
392	393	6.7	11.6	42	680	1.76	19	6520	5.45	5.84	1.55	1215	0.5	16	960	1.83
393	394	2.1	12.4	29	730	1.81	18	25	4.46	6.23	1.81	1365	0.5	21	1010	0.9
394	395	2.4	12.4	46	770	1.21	15	15	4.32	6.13	1.78	927	0.5	18	1080	0.98
395	396	3.4	12.65	40	800	1.6	18	25	4.66	6.13	1.97	1230	0.5	22	990	0.9
396	397	1.1	11.75	35	820	1.18	14	12	4	6.08	1.64	886	0.5	16	1030	0.89
397	398	1.3	12.05	27	800	1.26	15	14	4.19	5.91	1.82	1010	0.5	18	960	0.72
398	399	1	11.75	26	760	1.07	17	73	4.21	5.86	1.79	902	0.5	18	1020	0.9
399	400	2.5	12.05	27	1130	1.62	18	452	4.08	5.93	1.68	1140	0.5	18	1060	0.8
400	401	0.8	11.15	21	780	3.59	13	31	3.5	5.69	1.37	1940	0.5	15	960	0.71
401	402	3.3	12.5	15	740	1.82	19	780	4.47	5.8	1.94	1210	0.5	21	1010	0.49
402	403	0.25	12.65	7	830	1.3	12	23	4.68	6.23	1.8	949	0.5	17	1090	0.1
403	404	0.5	12.1	10	840	2.04	11	11	4.37	5.92	1.83	1210	0.5	15	1070	0.3
404	405	1.7	12.35	18	860	1.54	13	32	4.26	6.15	1.82	1050	0.5	16	1090	0.58
405	406	1.4	12.2	13	860	2.36	11	11	4.31	5.89	1.75	1520	0.5	17	1090	0.3
406	407	0.8	13.25	14	880	2	12	10	4.48	6.5	1.86	1440	0.5	18	1050	0.24
407	408	1.8	12.65	14	920	1.57	13	22	4.35	6.53	1.91	1160	0.5	20	1020	0.31
408	409	1.1	12.5	8	960	1.87	13	27	4.41	6.33	1.81	1190	0.5	19	1040	0.36
409	410	1.2	12.75	13	900	2.83	12	30	4.35	6.54	1.71	1190	0.5	20	970	0.26
410	411	2.1	12.85	18	870	1.97	18	60	4.74	6.35	1.96	1340	0.5	22	1020	0.65

DOAÇÃO _____
IGC-USP
Data: 18/03/2013

