

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

GEOLOGIA E PETROGÊNESE DOS METAKOMATIITOS ARQUEANOS DO
GRUPO QUEBRA OSSO, *GREENSTONE BELT* RIO DAS VELHAS, BORDA
LESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Camila Augusto dos Santos

Camila Augusto dos Santos

Jo. Hans J. Schorscher

Orientador: Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher

DEDALUS - Acervo - IGC



30900030330

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2011 / 08)

SÃO PAULO
2011

“Se o cisalhamento é simples, o coração é puro”

Aureliano Nóbrega - SNET 2011

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo aos meus pais, que indiretamente me levaram para o mundo geológico e sempre me apoiaram e incentivaram nas minhas escolhas, além de serem minhas inspirações.

Ao meu orientador e 2º pai, Prof. Schorscher, que em todos os momentos imagináveis teve algo a me ensinar.

Ao Cotoco, que esteve sempre ao meu lado, praticamente todos os dias, me agüentando e tornando os meus dias mais divertidos e que sempre poderei contar para uma garimpada.

Às minhas amigas de coração, Fabi, Charlotte, Katia, Beth, Male, Ist, Pig e Sara, que sempre estiveram ao meu lado em momentos bons e ruins.

Aos amigos de turma, Sini, Mihas, Catu, Emilia, Fofona, Intimus, Bixa, Clo, Mole, Bobo, Sloty, Lolita, Beiça, Iskenta, Droga, Merenda, Obelix, Zaca, Ana, Placenta, Pacotão e Lesado, que foram mais próximos e presentes nos campos, festas e dias na geo.

À AOS, em especial ao Rã, Dengoso, Bota Fora, Bel, Cotoco, Pubiano e Micuim, pelos momentos nos campos, no porão e na serra.

Ao GGEO, que me proporcionou inúmeras cavernadas, além de momentos de aprendizado e diversão, em especial ao Don, Dengoso, Rejeito, Bota Fora, Torresmo, Male, Habiba, Obelix, Kurrado, Pubiano, Mussum, Biska e Leonsyo.

Aos professores Gianinni, Mario Campos, Caetano, Gergely, Boggiani, Torrinha, Bisteka e Valdecir, que de alguma forma me acrescentaram mais do que os outros.

A todos os funcionários que foram mais presentes nesses 5 anos, sempre estando a disposição, como Samuca da Serra, Paulinho, Luiz e Renato da Laminação, Claudionor, Zé e Henrique da Gráfica, todas as funcionárias da Biblioteca, Valéria e Sônia da Secretária, Zé Carlos, Zéfinha, Bruno, Aninha, Zé Paulo, Vasco, Angélica, Rosa, Ericson, Airton, e em especial aos motoras Tomas, Marcio, Durval e Marciano, que cuidaram de mim como filha.

A todos os outros que foram presentes, me ajudaram de alguma forma e me deram bons momentos na faculdade, Lua, Kenga, Bambina, Tchitcho, Borba, Harry, Cofrinho, GG, Diana, Punha, Dispaxo, e outros que eu possa ter esquecido.

RESUMO

Este trabalho contribuiu à caracterização do magmatismo do Grupo Quebra Osso (GQO), base do *greenstone belt* Rio das Velhas, na região-tipo do vale do córrego Quebra Osso, com estudos de campo, petrográficos e geoquímicos. O GQO, nessa área, está em contato tectônico por falha inversa de alto ângulo com as rochas TTG do domo de Santa Bárbara e com os metassedimentos paleoproterozóicos da Sequência da Serra da Boa Vista (a E), e em contato estratigráfico transicional com as rochas metavulcano-sedimentares do Grupo Nova Lima (a W).

Dividiu-se os litotipos do GQO em rochas com feições preservadas do magmatismo arqueano, em metakomatiitos com alterações metassomáticas de tipo *black wall* e em xistos e milonito-xistos metaultramáficos com feições tectônicas predominantes. As rochas metaultramáficas preservadas no foco desta pesquisa incluem derrames com espessuras variando de decimétricas a poucas dezenas de metros de metakomatiitos maciços extrusivos e intrusivos subvulcânicos rasos (sills e plugues) com ou sem disjunção colunar, metakomatiitos *spinifex*, de derrames de lavas brechadas, *pillow* lavas e metapiroclásticas komatiíticas; já os metakomatiitos metassomáticos tipo *black wall* compreendem clorititos, flogopititos e turmalinitos.

Os estudos litogeoquímicos via FRX de metakomatiitos maciços e *spinifex* evidenciaram composições peridotíticas com MgO > 30% (peso), Cr > 1.500 ppm e Ni > 950 ppm, depauperadas em TiO₂, Al₂O₃, CaO, álcalis e, em virtualmente todos os elementos traço litófilos analisados, assim como a ausência de diferenciação magmática da base ao topo do GQO, ocorrendo apenas diferenças sistemáticas menores entre os metakomatiitos maciços e os *spinifex*.

O GQO representa um assoalho oceânico de águas profundas (ausência de vesículas/amígdalas nos derrames), sem magmatismo basáltico e sem depósitos sedimentares clásticos terrígenos derivados de áreas continentais de rochas *sensu lato* graníticas. Seu magmatismo possui uma fonte mantélica única homogênea e já empobrecida em elementos litófilos.

ABSTRACT

This work contributed to the characterization of magmatism Grupo Quebra Osso (GQO), base of the Rio das Velhas greenstone belt in the type-region of the Quebra Osso valley, with field studies, petrographic and geochemical data. The GQO is in tectonic contact by a high-angle reverse fault with the TTG rocks of the dome of Santa Barbara and the sequence of Paleoproterozoic metasedimentary rocks of the Serra da Boa Vista (E), and transitional stratigraphic contact with the metavolcanic-sedimentary rocks of Nova Lima Group (W).

The lithotypes of GQO was divided according to its preserved features of Archaean magmatism, its metasomatic changes, like the black wall type alteration, as metakomatiites and its tectonic features as metaultramafic schist and mylonite schists. The preserved metaultramafic rocks, in the focus of this research, include spills with thicknesses ranging from decimetre to a few tens of meters of massive extrusive metakomatiites and shallow intrusive subvolcanic rocks (sills and plugs) with or without columnar jointing, spinifex metakomatiites of brecciated lava flows, pillow lavas and komatiitic metapyroclastics, whereas the black wall type metasomatic metakomatiites include the cloritites, phlogopitites and turmalinites.

The lithogeochemistry studies of massive and spinifex metakomatiites by XRF showed peridotite compositions with $\text{MgO} > 30\%$ (weight), $\text{Cr} > 1500$ ppm and $\text{Ni} > 950$ ppm, depleted in TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , alkalis, and virtually all lithophile trace elements analyzed, and the absence of magmatic differentiation from base to top of GQO, occurring only minor systematic differences between massive and spinifex metakomatiites.

The GQO represents a deep-ocean floor (no vesicles/tonsils in the spills), without basaltic magmatism and without terrigenous clastic sedimentary deposits derived from continental areas of granitic rocks strict sense. Its magmatism came from a single homogeneous mantle source which was already depleted in lithophile elements.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	3
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	5
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
6.1 Quadrilátero Ferrífero.....	6
6.2 Grupo Quebra Osso	9
7. RESULTADOS OBTIDOS	13
7.1 Geologia Local.....	13
7.2 Relação entre os litotipos do GQO.....	14
7.3 Descrição dos litotipos do GQO.....	18
7.3.1 Rochas com feições preservadas do magmatismo arqueano.....	18
7.3.2 Rochas com alterações metassomáticas do tipo black wall.....	23
7.3.3 Rochas com feições do metamorfismo dínamo-termal regional.....	21
7.3.4 Veios	24
7.3.5 Conclusão	25
7.4 Geoquímica.....	26
7.4.1 Objetivos	26
7.4.2 Variabilidade geoquímica.....	27
7.4.3 Classificação química e variogramas.....	29
8. CONCLUSÕES	33
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ANEXO 1 – Tabela de descrição macroscópica das amostras da coleção do orientador

ANEXO 2 – Tabela de descrição microscópica das amostras da coleção do orientador

ANEXO 3 – Tabela de campo

ANEXO 4 – Mapa de pontos 1:20.000

ANEXO 5 – Mapa geológico 1:20.000

ANEXO 6 – Descrição das amostras do campo

ANEXO 7 – Fotos macroscópicas

ANEXO 8 – Fotomicrografias

ANEXO 9 – Difractogramas

ANEXO 10 – Resultado das análises geoquímicas

1. INTRODUÇÃO

O Grupo Quebra Osso representa a base do Supergupo Rio das Velhas, *greenstone belt* Rio das Velhas, arqueano, e tem como área tipo, o Vale do Córrego Quebra Osso, borda leste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. É constituído por metakomatiitos (peridotíticos), formando derrames maciços, *spinifex*, lavas brechadas, *pillow lavas*, pequenas intrusões subvulcânicas rasas (*plugs* e *sills*), além de depósitos interderrames, como metalápili-tufos, metatufos, metacherts e BIFs pobres em ferro. Evidencia características isoquímicas e aloquímicas (alterações de tipo *black wall*) de processos metamórficos e metassomáticos regionais e locais.

Tendo em vista os trabalhos e pesquisas do orientador e colaboradores já realizados na região, inclusive os trabalhos próprios de Iniciação Científica sobre alterações *black wall* nos metakomatiitos, o objetivo central deste Trabalho de Formatura foi a caracterização geológica e petrogenética do magmatismo komatiítico do Grupo Quebra Osso.

Foram realizados a integração dos dados de campos, petrológicos e geoquímicos já existentes com dados novos e próprios de mapeamento litoestratigráfico-estrutural e de análises laboratoriais mineralógicas, petrográficas e geoquímicas.

Neste trabalho são apresentadas sínteses sobre a geologia do Quadrilátero Ferrífero e da evolução dos pensamentos sobre as rochas do GQO, assim como uma nova proposta de classificação e divisão dos litotipos encontrados, com base em descrições macroscópicas e microscópicas ilustradas sistemáticas e unificadas de todas as amostras disponíveis e estudadas, provenientes, além de coleções próprias recentes, de diferentes coleções anteriores do orientador e colaboradores, descritas e classificadas seguindo outras sistemáticas e outros objetivos. Além disso, são apresentados dados novos de campo referentes à como se correlacionam os litotipos e dados novos de geoquímica.

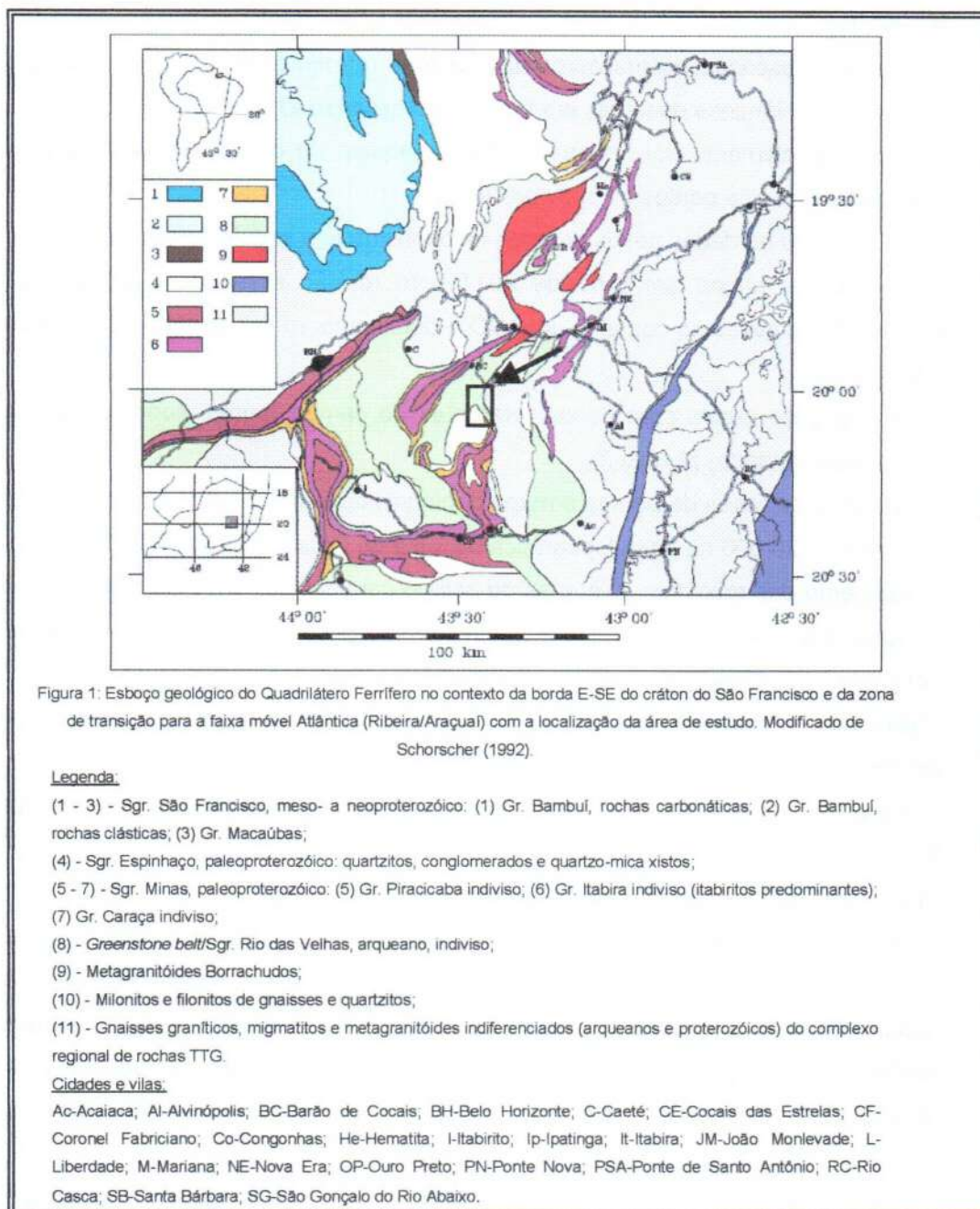
2. OBJETIVOS

Os *greenstone belts* arqueanos são remanescentes dos ambientes oceânicos mais antigos preservados na crosta terrestre e fonte potencial de uma grande variedade de recursos minerais, como dos metais Cr, Ni, Cu, platinóides, Au e Zn, além de minerais e rochas industriais. Seu vulcanismo komatiítico (peridotítico) restrito ao Arqueano é, em geral, aceito como uma evidência da evolução endógena unidirecional da Terra decorrente do resfriamento planetar. O potencial mineral é maior no caso de *greenstone belts* mais antigos, paleo a mesoarqueanos, ricos em metakomatiitos (peridotíticos).

O objetivo deste Trabalho foi a caracterização geológica e petrogenética do magmatismo komatiítico do Grupo Quebra Osso, considerando tanto as variações magmáticas quanto as metassomáticas e polimetamórficas, a partir da compilação dos dados já levantados pelo orientador e membros de sua equipe, inclusive em cursos de pós-graduação, com dados novos de mapeamento, petrografia macroscópica e microscópica, geoquímica.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Localiza-se no estado de Minas Gerais, na borda E do Quadrilátero Ferrífero (QF), entre as cidades de Santa Bárbara e Catas Altas (Figura 1). É acessada, de Belo Horizonte, pela BR-381 até o trevo de Barão de Cocais, deste seguindo via Barão de Cocais até Santa Bárbara. Desta cidade continua-se, por mais 10 km, pela MG-129 em direção a Catas Altas, até as instalações de beneficiamento da empresa Pedreira Um, seguindo a W por estradas de terra, até as lavras a céu aberto no vale do Córrego Quebra Osso.



4. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho consistiu em 3 partes principais: a revisão bibliográfica, a integração dos dados já existentes e a geração de dados novos próprios.

A revisão bibliográfica incluiu levantamentos sobre o Quadrilátero Ferrífero e sobre os metakomatiitos do Grupo Quebra Osso.

A integração dos dados existentes consistiu em:

- revisão e descrição petrográfica macroscópica das coleções de rochas do GQO do orientador e alunos orientados, totalizando 462 amostras descritas em tabela Excel (Anexo 1);
- revisão e descrição microscópica das lâminas referentes às amostras acima citadas, totalizando 68 lâminas descritas em tabela Excel (Anexo 2);
- georreferenciamento dos mapeamentos da equipe do orientador na área de estudo, com integração dos pontos no *software Arcgis*.

A geração de dados novos próprios foi realizada nas seguintes etapas:

- trabalho de campo em julho de 2011 com revisão e mapeamento das pedreiras desativadas e ativas no contexto do GQO e detalhamento dos contatos com as unidades adjacentes;
- confecção de tabela com dados referentes ao campo (ponto, coordenadas, foliação, descrição e unidade) (Anexo 3);
- confecção de mapa de pontos e mapa geológico no *software Arcgis* referente ao campo em escala 1:20.000 na base topográfica da folha de Catas Altas (1:25.000) (Anexo 4 e 5);
- tratamento das amostras coletadas no campo com corte em serra diamantada, seguido por descrições macroscópicas, arquivamento fotográfico e seleção das amostras a serem laminadas e analisadas para química (Anexo 6);
- descrição microscópica das seções delgadas com arquivamento fotográfico em Câmera Digital *Olympus C5050* (Anexo 6);
- análise da mineralogia dos metatufos via Difração de raios X (DRX) no laboratório do IGc-USP (Anexo 9);
- tratamento dos dados estruturais no *software OpenStereo*;
- preparação de amostras para análises químicas de elementos maiores e traço via Fluorescência de raios X (FRX), com prensa hidráulica para fragmentação da amostra, moinho de anéis de ágata, micronizador com pastilhas de teflon, prensa para preparar pastilhas prensadas no laboratório de Tratamento de Amostras do IGc-USP e pesagem de pós das amostras e fundentes para as pastilhas fundidas no laboratório de Química do IGc-USP, método descrito por Mori *et al.* (1999);
- tratamento litogeoquímico dos resultados (Anexo 10) com o programa GCDkit (Janoušek *et al.* 2006).

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades deste trabalho de formatura foram desenvolvidas segundo o cronograma abaixo.

ETAPAS DE TRABALHO	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Revisão bibliográfica										
Revisão das amostras da coleção										
Descrição petrográfica macroscópica										
Projeto Inicial										
Georreferenciamento de dados existentes										
Descrição petrográfica microscópica										
Campo										
Petrografia (macro e micro) amostras campo										
Relatório parcial										
Difração de raios X										
Análise química										
Mapas geológicos										
Monografia										

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1 Quadrilátero Ferrífero

O Quadrilátero Ferrífero (QF) se localiza na porção sudeste do Cráton do São Francisco, na zona de transição entre as áreas estáveis do cráton (W) e a Faixa Móvel Ribeira (E). O Quadrilátero Ferrífero é importante pela sua riqueza mineral, com minérios de ferro, ouro, manganês, gemas, minerais e rochas industriais não metálicos, entre outros. A seguir é apresentado um resumo sobre a evolução litoestratigráfica e estrutural desta mais tradicional e até hoje muito importante província mineral, segundo os trabalhos do orientador (principalmente Schorscher 1992). Ênfase será dada aos principais conhecimentos de consenso, sem entrar em discussões sobre questões ainda abertas a exemplo das relações cronoestratigráficas, faciológicas e estruturais das unidades proterozóicas dos supergrupos Minas e Espinhaço e Série (ou Grupo) Itacolomí entre si e com o embasamento arqueano. Dessa forma distinguem-se os seguintes grandes grupos de rochas:

Embasamento arqueano de rochas *lato sensu* graníticas formando terrenos TTG em domos e seqüências metavulcano-sedimentares do *greenstone belt* Rio das Velhas, compreendidos no supergrupo homônimo.

- Os terrenos TTG (tonalito-trondhjemito-granodioríticos) são constituídos por gnaisses, migmatitos e metagranitóides hololeucocráticos a leucocráticos, pobres a isentos de feldspato potássico e ricos em plagioclásio intermediário a ácido e quartzo. São rochas polimetamórficas formando domos regionais a exemplo do domo de Santa Bárbara cujas rochas na região estudada encontram-se em contato com o GQO (ultramáfico basal do *greenstone belt* Rio das Velhas) apresentando-se retrometamórficas em fácies xisto verde superior e milonitizadas.

- Seqüências metavulcano-sedimentares do *greenstone belt* Rio das Velhas, definidas como Supergrupo Rio das Velhas, que foi subdividido em 3 Grupos (da base para o topo: GQO, alvo deste trabalho, Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné) (Tabela 1). São, também, rochas polimetamórficas predominando por todo o QF condições de fácies xisto verde, com apenas algumas ocorrências locais de fácies anfibolito inferior. Na região do QF em geral e também na área desse trabalho de formatura, é por vezes difícil distinguir com segurança entre o metamorfismo arqueano – final da evolução do *greenstone belt* Rio das Velhas – e o metamorfismo regional progressivo paleoproterozóico, final do ciclo Minas /Espinhaço (ou Transamazônico), devido às intensidades semelhantes.

Super - Grupo	Grupo	Formação	Litologia	Ambiente Depositional	Espessura aprox. em metros
Cinturão de rochas verdes (<i>Greenstone Belt</i>) Rio das Velhas	Maquiné	Casa Forte	Quartzitos maciços e xistosos, sericiticos e cloríticos com níveis intercalações de sericita e clorita, xistos e filitos. Quartzitos, em parte cloríticos e sericiticos com lentes de conglomerados intraformacionais mono e polimíticos (seixos de <i>metachert</i> , BIF, quartzo de veio, quartzo xistos, filitos, metamáficas e metaultramáficas), com piratas detriticas e estratificação cruzada acanalada unidirecional, de porte decimétrico.	Depósitos tipo molassa: leques aluviais e quartzitos parálicos, flúvio-deltaicos.	>600
		Palmital	Sericita - quartzo xistos e filitos com micas verdes (cromíferas) às vezes grafitosos e subordinadamente com pirita e magnetita. Lentes de quartzo e grauvacas.		~600 a ausente; ~1400 máx.
	discordância angular e erosiva.				
	Nova Lima	Indiviso	Filitos em grande parte cloríticos, clorita xistos, sericita xistos, metapelitos em geral, metagrauvacas máficas, metamáficas de origem vulcânica e subvulcânica, metaultramáficas, intercalações de formações ferríferas (BIF tipo Algoma) de fácies carbonática, sulfetada, oxidica com magnetita e silicática, formações manganíferas, <i>metachert</i> ferruginoso, xistos grafitosos, dolomitos, quartzitos, raros conglomerados bimodais com seixos e blocos de formação ferrífera em matriz metapelítica, estruturas de deformação gravitacional (<i>slumping</i> e <i>sliding</i>).	Predominam condições de águas profundas, depósitos tipo <i>flysch</i> , sedimentos químicos e atividades vulcânica e pós-vulcânica (hidrotermal - exalativa) subaquática.	>4000
	Quebra Osso	Indiviso	Metaultramáficas (komatiitos peridotíticos) efusivas, maciças e piroclásticas, metamórficas (f. xisto verde médio a anfibolito inferior), com raras intercalações de formações ferríferas (BIF tipo Algoma), <i>metachert</i> e tufos. Ocorrem derrames maciços com disjunção poliedral, guirlandas de spinifex e brechação nas partes basal e de topo; lavas brechadas, lavas almofadadas, <i>spinifex</i> , e rochas ultramáficas piroclásticas e afaníticas (ex-hialinas) e hialo-clastitos.	Vulcanismo ultramáfico subaquático de komatiitos peridotíticos.	>600 máx.
Contatos tectônicos, por zonas de cisalhamento de altos ângulos, com migmatitos, gnaisses e metagranitóides TTG (tonalito-trondhjemitó-granodioríticos) arqueanos, em domos.					

Tabela 1 - Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais do Supergrupo Rio das Velhas (Schorscher 1992).

- Corpos de extensão regional de Metagranitóides Borrachudos complementam o quadro das rochas consideradas de idade arqueana por Schorscher (1992), sendo álcali-feldspato granitos perquartzosos com fluorita hololeucocráticos, grossos, maciços e

levemente foliados com uma forte lineação dos agregados de biotita. Segundo este autor seriam rochas formadas por processos tectono-metamórficos e metassomáticos em zonas de cisalhamento crustais profundas no final da orogênese arqueana do *greenstone belt* Rio das Velhas. Seriam, também, as primeiras manifestações graníticas potássicas da evolução crustal regional. Os metagranitóides Borrachudos são importantes para as mineralizações berilíferas de esmeraldas, alexandritas e águas marinhas da região a E e NE do QF. Entretanto, as idades e o significado geotectônico dessas rochas ainda continuam sob discussão (Herz 1970, Dussin *et al.* 1997, Machado 1998).

Coberturas metassedimentares paleo e/ou mesoproterozóicas são representadas pelos depósitos dos supergrupos Minas e Espinhaço, Série ou Grupo Itacolomí e Seqüência da Serra da Boa Vista, além de grupos litológicos menores.

- Supergrupo Minas, de idade paleoproterozóica, com estratigrafia definida por Dorr *et al.* (1957) e Dorr (1969) e modificações por Schorscher (1992), compreende a transição global das condições exógenas redutoras do final do Arqueano, representadas pelos quartzitos e metaconglomerados piritosos e uraníferos auríferos da Fm. Moeda para os ambientes oxidantes do Sideriano (Paleoproterozóico inferior) representados pelos itabiritos hematita-magnetíticos da Fm. Cauê. Sua idade é incontestada, confirmada, tanto por características sedimentológicas quanto por geocronologia; iniciou-se no neoarqueano (Fm. Moeda) e continuou por todo o Sideriano (Fm. Cauê) até o Orosiriano (Fm. Sabará), com a orogênese final entre 2,1 e 1,9 Ga. Essa orogênese foi acompanhada do principal evento de metamorfismo regional-dinamotermal, afetando toda a borda E-SE do Cráton do São Francisco com intensidade progressiva de W para E.

- Supergrupo Espinhaço, também paleoproterozóico (segundo Schorscher 1992, Machado *et al.* 1996, entre outros), ou meso até neoproterozóico (segundo Dussin 1994, Uhlein *et al.* 1995, entre outros), é importante pela mineralização de diamantes na Formação Sopa Brumadinho na região de Diamantina a N do QF. O Sgr. Espinhaço constitui a serra homônima que atravessa todo o Estado de Minas Gerais e segue para Norte no Estado da Bahia, com mais de 1000 km de extensão. O nome Serra do Espinhaço foi introduzido por Eschwege, pioneiro dos estudos geológicos e das minas do Brasil, inclusive da região do Quadrilátero Ferrífero e das continuações setentrionais da Serra do Espinhaço (Eschwege 1917, 1822, 1832). O Sgr. Espinhaço é constituído de seqüências metassedimentares quartzíticas de sedimentos continentais fluviais e litorâneos, inclusive eólicos.

- Seqüência da Serra da Boa Vista (Luchesi 1991) e Série (ou Grupo) Itacolomí (Harder e Chamberlin 1915, Dorr 1969), são depósitos de coberturas metassedimentares quartzíticas de ocorrência regional mais restrita. Apresentam similaridades faciológicas entre si e com os depósitos dos supergrupos Minas e Espinhaço (Schorscher *et al.* 2008). Datações de zircões detríticos de rochas do local tipo da Série (ou Grupo) Itacolomí, mostraram idades idênticas aos supergrupos Minas e Espinhaço (Machado *et al.* 1996). A

Seqüência da Serra da Boa Vista é importante por conter abundantes mineralizações e antigas explorações de ouro (Moraes e Barbosa 1939, Luchesi 1991, Rossi 2010). No contexto deste trabalho de formatura será mencionada por estar em contato tectônico com as rochas metaultramáficas do GQO.

Em síntese, a região E-SE do Cráton do São Francisco incluindo a região do QF foi marcada por pelo menos 4 importantes eventos geotectônicos regionais, 2 arqueanos e 2 proterozóicos. Os eventos arqueanos compreendem a orogênese Rio das Velhas, datada como neoarqueana e um evento anterior, menos bem definido, de processos associados ígneos e metamórficos de grau médio a alto, que originaram as rochas TTG.

No final do Paleoproterozóico seguiu-se o principal evento metamórfico regional dinamo-termal que afetou todos os depósitos de coberturas proterozóicas: Supergrupos Minas e Espinhaço, Série (ou Grupo) Itacolomí e Seqüência da Serra da Boa Vista, num processo tectono-metamórfico de polaridade bem definida com intensidade crescente para leste. Esse evento foi designado por Schorscher de orogênese do Ciclo Minas/Espinhaço (correspondente ao evento Transamazônico) e caracterizado como uma orogênese colisional predominantemente ensiânica, que causou obducção/duplicação crustal, tectônica de nappes de cobertura e metamorfismo plurifacial regional progressivo (Schorscher 1975, 1992).

Regionalmente seguiu-se ainda o evento tectono-termal Brasileiro de idade neoproterozóica superior que causou falhamentos associados a alterações hidrotermais e retrometamórficas fracas, assim como o reajuste parcial a total dos principais sistemas isotópicos usados em geocronologia.

6.2 Grupo Quebra Osso

As rochas do GQO foram mencionadas pela primeira vez por Harder e Chamberlin (1915, p. 356): "On the eastern and southeastern flank of the Serra do Caraça a sheet of serpentinized eruptive rock is found..." e, décadas depois, mapeadas geologicamente em escala 1:25.000 por Simmons (1968). Este as descreveu como um cinturão de clorita-talco-antigorita xisto que se estendia em direção NE entre as rochas do Grupo Nova Lima e os gnaisses de Santa Bárbara e possuía foliação paralela com as rochas do Grupo Nova Lima, interpretando-as como rochas metaultramáficas e metamáficas intrusivas de idade pós-Minas. Dorr (1969), integrando os mapeamentos da equipe do Convênio USGS-DNPM, confirmou os dados e as interpretações de Simmons (1968).

Schorscher (1978) reconheceu essas rochas como komatiitos peridotíticos arqueanos, observando também litotipos com textura spinifex característica, representativos do grupo basal de rochas metavulcânicas ultramáficas do *greenstone belt* Rio das Velhas.

Confirmou assim a sua interpretação anterior da Série Rio das Velhas (Schorscher 1976), originalmente baseada apenas em estudos comparativos litofacial-estratigráficos, metalogenéticos e tectono-metamórficos das séries Rio das Velhas e Minas, conforme definidas por Dorr *et al.* (1957) e Dorr (1969). Em 1979, Schorscher formalizou o conjunto dessas rochas sob o nome de Grupo Quebra Osso com perfil-tipo no vale do Córrego Quebra Osso, listando os litotipos metaultramáficos extrusivos até então verificados – predominantes e interderrames piroclásticos metaultramáficos e metassedimentares químicos (BIF e metachert ferruginoso) – subordinados, de espessura aflorante variável por motivos tectônicos, de poucos metros a mais de 3500 metros. No mesmo trabalho, redefiniu ainda a Série Rio das Velhas que Dorr (1969) considerou de natureza eugeossinclinal, elevando-a à hierarquia de supergrupo – Supergrupo Rio das Velhas – representativo de uma sucessão essencialmente completa de um *greenstone belt* arqueano de tipo Barberton (Ahnhaeusser *et al.* 1969), à época, o primeiro do país confirmado com dados geológicos de campo.

Ladeira (1980, *apud* Ladeira *et al.* 1983), diferentemente da definição e da seção-tipo do Grupo Nova Lima de Dorr *et al.* (1957) e Dorr (1969), e diferente e também posteriormente às definições por Schorscher (*op. cit.*) do *greenstone belt* Rio das Velhas, do supergrupo homônimo e do seu grupo litoestratigráfico inferior, o Grupo Quebra Osso de metakomatiitos peridotíticos predominantes, redefine o Grupo Nova Lima, citando, na base deste, rochas metabásicas (anfíbolitos) e metaultramáficas. Entretanto, em sua nova proposta faltam especificações geológicas cientificamente imprescindíveis: indicações de locais e afloramentos típicos, mapeamentos de detalhe e/ou mesmo a definição de uma nova seção-tipo do Grupo Nova Lima com critérios de topo e base.

Na sequência das pesquisas, Schorscher (1980, 1981), Schorscher *et al.* (1982) e Schorscher (*in*: Inda *et al.* 1984), com a participação de alunos de pós-graduação e de graduação, estagiários em pesquisa e bolsistas de IC (CNPq e FAPESP) do Depto. de Geologia da UFRJ e do IGc-USP, iniciou o mapeamento detalhado, em conjunto com o estudo petrográfico sistemático e litogeoquímico preliminar das rochas do GQO no contexto evolutivo do *greenstone belt* Rio das Velhas. Foram reconhecidos em ordem de abundância decrescente metakomatiitos maciços com juntas poliedrais e com eventuais veios de textura *spinifex* que podem gradar para *pillow* lavas. Seguem-se lavas brechadas em derrames individuais ou pacotes de derrames e, em menor quantidade, derrames *spinifex*, tufo e aglomerados. Essas rochas, no geral, apresentam assembléias mineralógicas de fácies xisto verde, compostas de serpentina, clorita, talco, tremolita e carbonato e, como mineral primário magmático, apenas a cromita acessória, ainda que com bordas de transformação metamórficas para ferrita-cromita. O contato com o Complexo Basal é tectônico e milonitizado, e com o Grupo Nova Lima, gradativo.

Incluem-se nesta fase ainda o trabalho de Sichel (1983a, b), desenvolvido no período de 1978 a 1982 como mestrado no âmbito da equipe do orientador desta pesquisa, contribuindo à classificação das rochas do GQO com descrições petrográficas e dados litogeoquímicos iniciais, assim como uma série de relatórios de estágios de mapeamento de disciplinas de graduação e de pós-graduação.

Posteriormente, outros membros da equipe do orientador (Queiroga e Schorscher 1988, Queiroga *et al.* 1990) deram continuidade ao mapeamento detalhado em escala 1:10.000 na região do local-tipo do GQO, visando a separação de derrames individuais e / ou de conjuntos de derrames de metakomatiitos e suas características metalogenéticas. Observaram que os derrames individuais apresentam espessuras pequenas (de poucos metros a submétricas) e ocorrem separados por raras intercalações metassedimentares químicas, vulcanoclásticas e piroclásticas, incluindo formações ferríferas de tipo Algoma e *metachert*, por vezes, grafitosos, filitos cloríticos a talcosos e tufos ultramáficos.

Em 1991, Luchesi, estudando a Sequência da Serra da Boa Vista (SSBV) e suas mineralizações auríferas, delimitou o contato E do GQO com o levantamento sistemático de perfis E-W, além de contribuir dados petrográficos e geoquímicos-metalogenéticos de amostras do QGO.

Segundo Schorscher (1992), a evolução do *greenstone belt* Rio das Velhas começou possivelmente num ambiente de crosta siálica TTG submersa, sujeita a rifteamento e magmatismo komatiítico, sem a influência de sedimentação clástica derivada de áreas continentais expostas à erosão. As rochas do GQO seriam produtos de um magmatismo ultramáfico-extrusivo subaquático, em um ambiente geotectônico distensional com fusão parcial maior que 40-50%, no manto superior profundo (> 200 km). As variações composicionais do vulcanismo ultramáfico tiveram como origem importantes processos magmáticos, como fracionamento e diferenciação e/ou mistura de magmas. A bacia vulcano-sedimentar Rio das Velhas evoluiu para um estágio com vulcanismo intenso subaquático, de composição máfica e, subordinadamente, ultramáfica e intermediária, e sedimentação vulcanoclástica, clástica e química (Grupo Nova Lima). Este estágio caracteriza a fase principal de abertura e preenchimento da bacia Rio das Velhas. Como último estágio, ocorreu sedimentação clástica terrígena de conglomerados e ortoquartzitos, evidenciando o surgimento e a influência existência de continentes expostos à erosão (Grupo Maquiné).

Ainda segundo Schorscher (1992), na evolução orogênica policíclica, as rochas do GQO sofreram processos de polimetamorfismo atingindo a fácies xisto verde superior, distinguindo-se transformações regionais essencialmente isoquímicas (sem considerar a hidratação), por exemplo, de serpentinitização e aloquímicas-metassomáticas, mais locais e seletivas, de cloritização, carbonatação, talcificação, magnetitização, turmalinização e biotitização/flogopitização. As rochas com as alterações aloquímicas encontradas no GQO

nas imediações do contato milonítico com os metagranitóides do domo TTG de Santa Bárbara foram reconhecidas como produtos de alteração tectono-metamórfico-metassomáticas de tipo *black wall* (Schorsch 1992).

Santos e Schorsch (2009, 2010) confirmaram que as rochas com alterações *black wall* são mais frequentes próximas ao contato com os milonito-gnaisses TTG, ao longo de toda a sua extensão. As alterações, porém, são variáveis, mesmo em pequenas distâncias (centimétricas a métricas), quanto à intensidade e aos litotipos formados, tanto entre corpos vizinhos quanto em um único corpo; em lavas almofadadas, concentram-se em suas bordas e fraturas precoces, diminuindo para o interior dos corpos. Os litotipos mais frequentes são os clorititos seguidos, na ordem decrescente, por clorititos magnetíticos, turmaliníticos e com ambos esses minerais. Os flogopititos são mais raros, formados a partir dos clorititos e variam para flogopititos plagioclásicos (albita-oligoclásio). Por vezes, apresentam também magnetitas e turmalinas. Evidências texturais apontam que as associações minerais de tipo *black wall* são pretéritas ao ápice do principal metamorfismo regional dínamo-termal que, na região, é considerado de idade paleoproterozóica superior, estimado em 2,1 a 1,9 Ga.

7. RESULTADOS OBTIDOS

7.1 Geologia Local

A área estudada da borda E do Quadrilátero Ferrífero apresenta de E para W: metagranitóides TTG, metassedimentos da Sequência Serra da Boa Vista, metakomatiitos do Grupo Quebra Osso, alvo central deste trabalho, e rochas metavulcano-sedimentares do Grupo Nova Lima (Anexo 5). As rochas TTG e dos grupos Quebra Osso e Nova Lima compreendem unidades arqueanas e as rochas da SSBV unidade paleoproterozóica (Dorr 1969, Schorscher 1980, 1992, Luchesi 1991).

As rochas TTG fazem parte da borda W do domo de Santa Bárbara, apresentando gnaisses metatéticos, migmatitos e metagranitóides hololeucocráticos, miloníticos a W. Geram saprólitos de cor rósea, com partes mais quartzosas e partes mais caulínicas. A SSBV compreende metaconglomerados, quartzitos com fuchcita e filitos/filonitos grafitosos com sulfetos. Foi alvo de garimpos e minas históricas com considerável produção de Au, que na mina do Quebra Osso se encerrou em 1939 (Luchesi 1991). O GQO, unidade basal do *greenstone belt* Rio das Velhas, será detalhado nos próximos tópicos. O Grupo Nova Lima foi estudado apenas em sua parte basal, e para fins da delimitação do GQO. Nessas partes é constituído por formações ferríferas tipo Algoma fácies óxido com magnetita, metachert, xistos grafitosos, anfíbolitos e xistos máficos e metapelíticos intemperizados amarelados, avermelhados e arroxeados. No Grupo Nova Lima, também, ocorrem garimpos abandonados de Au.

O contato W do domo TTG de Santa Bárbara com as unidades adjacentes da área estudada é milonítico por falha de empurrão, apresentando foliação subvertical a 65° mergulhando para E. Na parte SE da área, nos TTG, há lente de rocha metaultramáfica bem xistosa do GQO, inserida por falhas de empurrão como uma escama tectônica.

A SSBV, metassedimentar clástica, está em contato tectônico com o GQO. O contato do GQO com o Grupo Nova Lima é estruturalmente invertido pelo cavalgamento do domo de Santa Bárbara. Litologicamente, este contato apresenta-se transicional e interdigitado lateral e verticalmente (Figura 2).

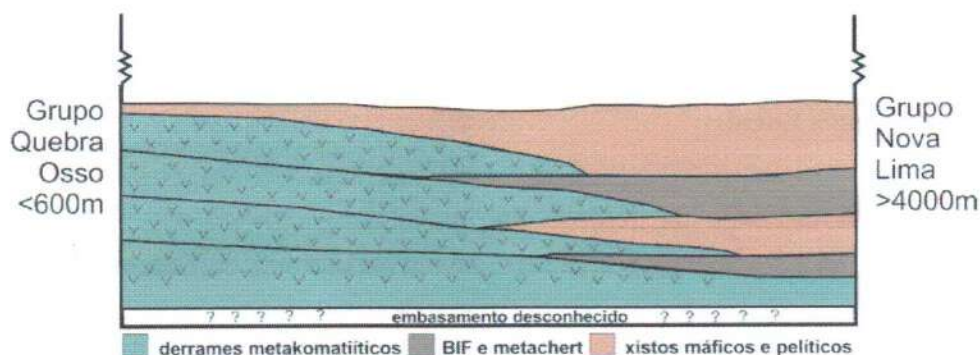


Figura 2 – Perfil esquemático da transição do GQO para o Grupo Nova Lima, ocorrendo interdigitação de derrames metakomatiíticos, BIF, metachert, xistos máficos e pelíticos (Tabela 1).

O GQO é constituído exclusivamente de rochas vulcânicas metakomatiitos e piroclásticas metakomatiíticas, com intercalações de metassedimentos químicos entre os derrames, originados por exalações hidrotermais de tipo *black smokers*, sem haver depósitos clásticos terrígenos.

As rochas do GQO apresentam foliação principal mergulhando de 45° a subverticalmente para E-ENE, com variações de até 20° para W-WSW (Figura 3). Ocorrem ainda falhas mergulhando ~30° para E-NE, originadas ou por reativações paleoproterozóicas ou mais provavelmente brasileiras. Foliações e falhas de direções mergulhando com alto ângulo para NNW e SSE representam reativações paleoproterozóicas.

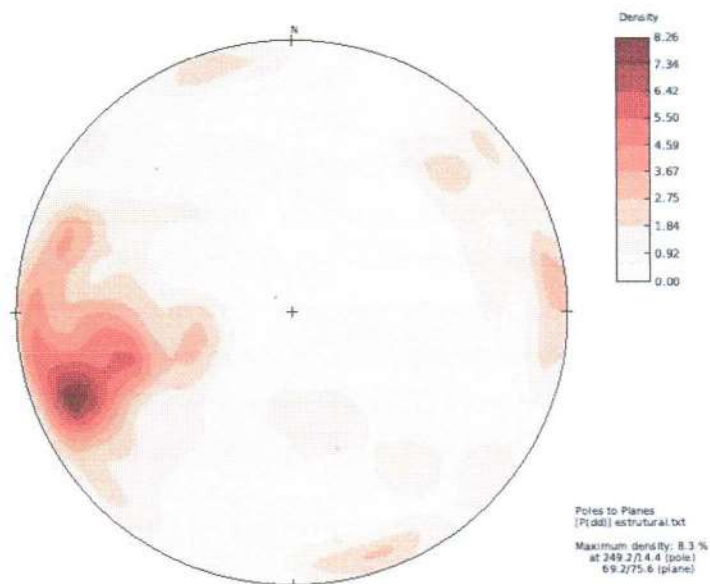


Figura 3 – Estereograma com concentrações dos pólos das foliações principais do GQO.

7.2 Relação entre os litotipos do GQO

Nos trabalhos de Iniciação científica em 2008 e em 2011 foram estudadas as pedreiras desativadas e ativas no Vale do Quebra Osso, com mapeamento detalhado dos

litotipos. As pedreiras estudadas foram: Micon, Francisco I, Francisco II, Francisco III, Francisco IV, Abelhas, Tanque Preto, Joaspe, Antonio Claro e Cabrito (Anexo 3 e 4).

Nas pedreiras estudadas observou-se a relação entre os litotipos que serão descritos no próximo item, caracterizando as sequências de derrames mais frequentes. Os perfis mostraram variações maiores dos litotipos na direção E-W, cortando a sucessão dos derrames da base ao topo do GQO. A espessura dos derrames individuais é métrica, com conjuntos de derrames atingindo dezenas de metros. Não apresentam grandes continuidades laterais, caracterizando camadas em lentes. Os contatos entre os derrames no geral são abruptos.

A sequência mais observada foi de intercalações de metakomatiito maciço e brechado (Figura 4). Esses dois litotipos apresentam derrames de dezenas de metros, os maciços relativamente menos espessos, possivelmente representando acúmulos de lava em depressões do terreno ou canais de lava preenchendo vales de erosão térmica (Figura 5).



Figura 4 – Intercalação de metakomatiitos maciço e brechado na pedreira Joaspe, Banco 770.

Também foram observadas outras sequências de derrames com os litotipos *spinifex* e *pillow* lava, além de metatufos (Figuras 4 e 5). As espessuras dos derrames *spinifex* variam de decimétricas até 2 metros. Os acúmulos de *pillow* lavas são métricos, com diâmetros individuais de tubos e almofadas decimétricos. Os metatufos formam camadas centimétricas a decimétricas.

FIGURA 4: PERFIL JOASPE, BANCO 760

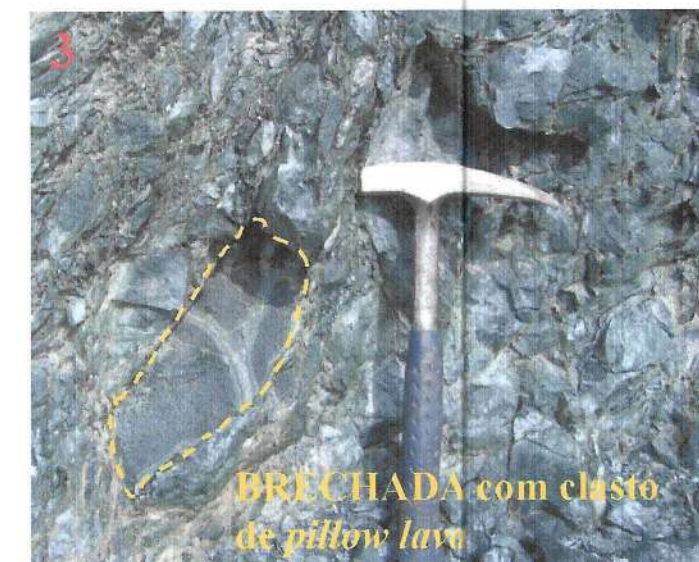
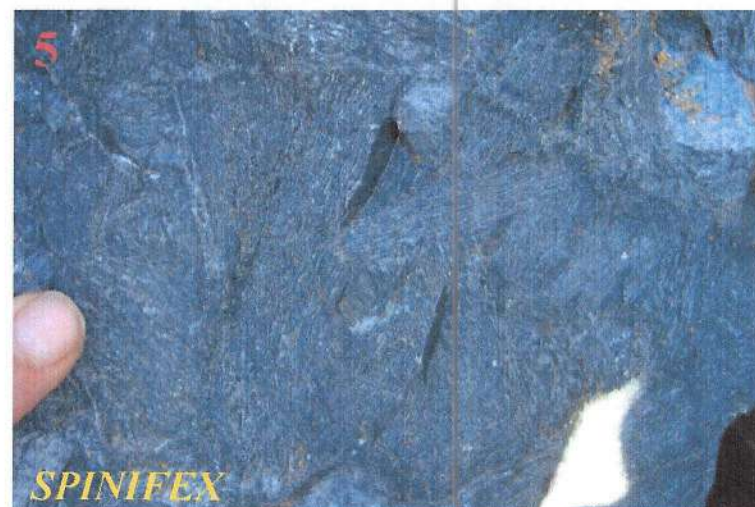
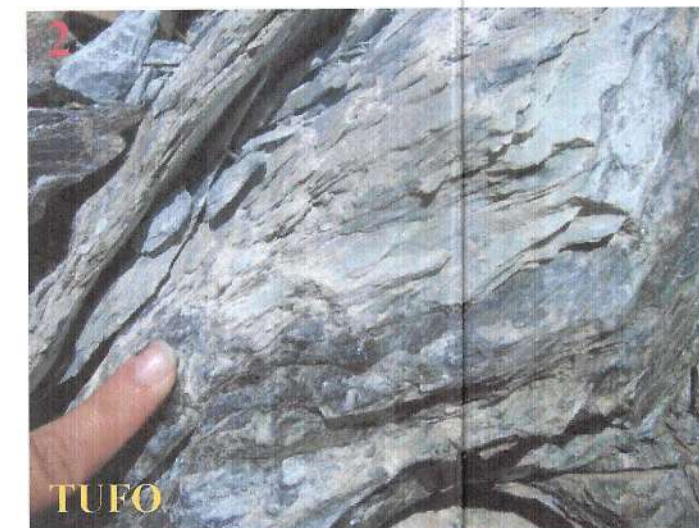
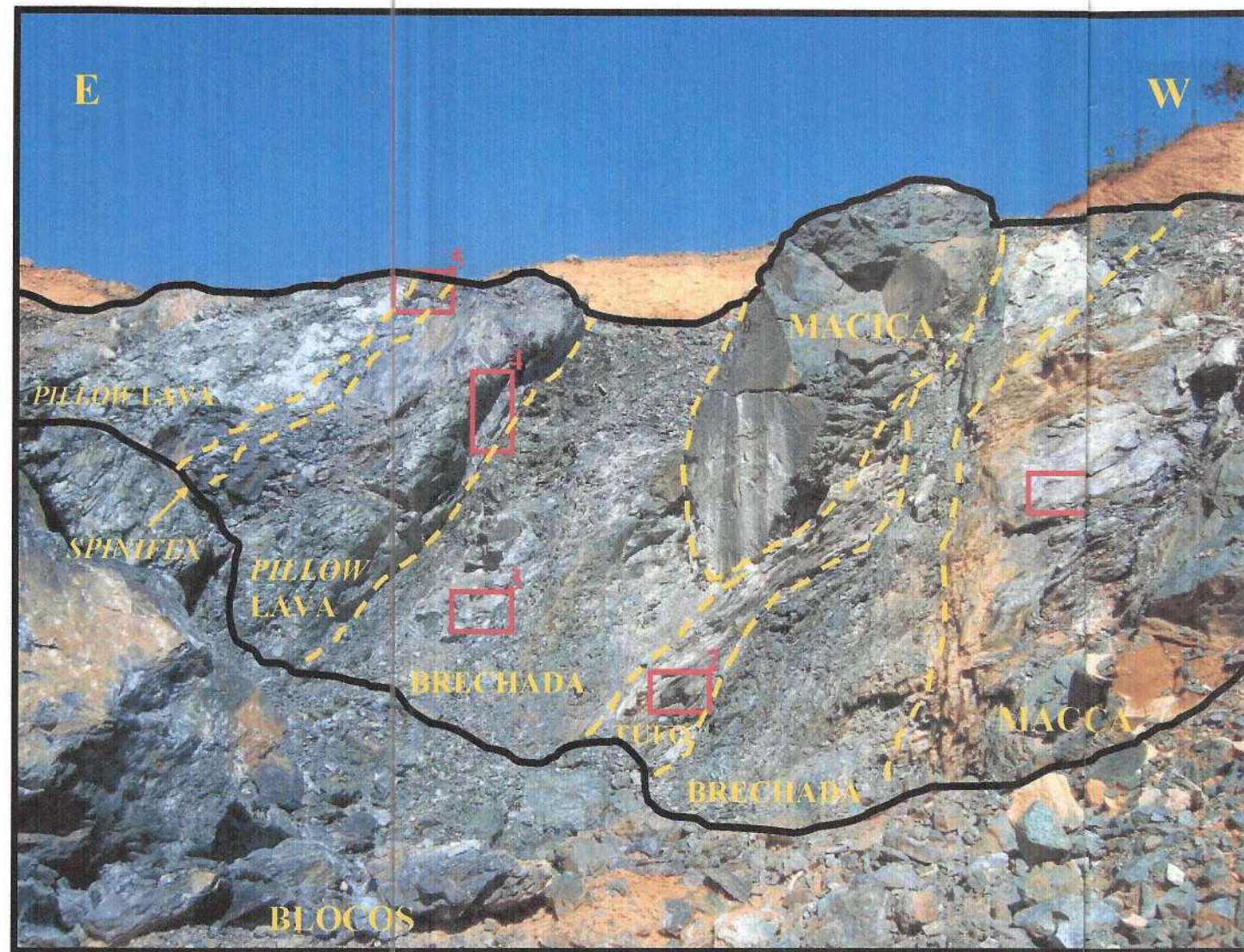


FIGURA 5: PERFIL FRANCISCO III

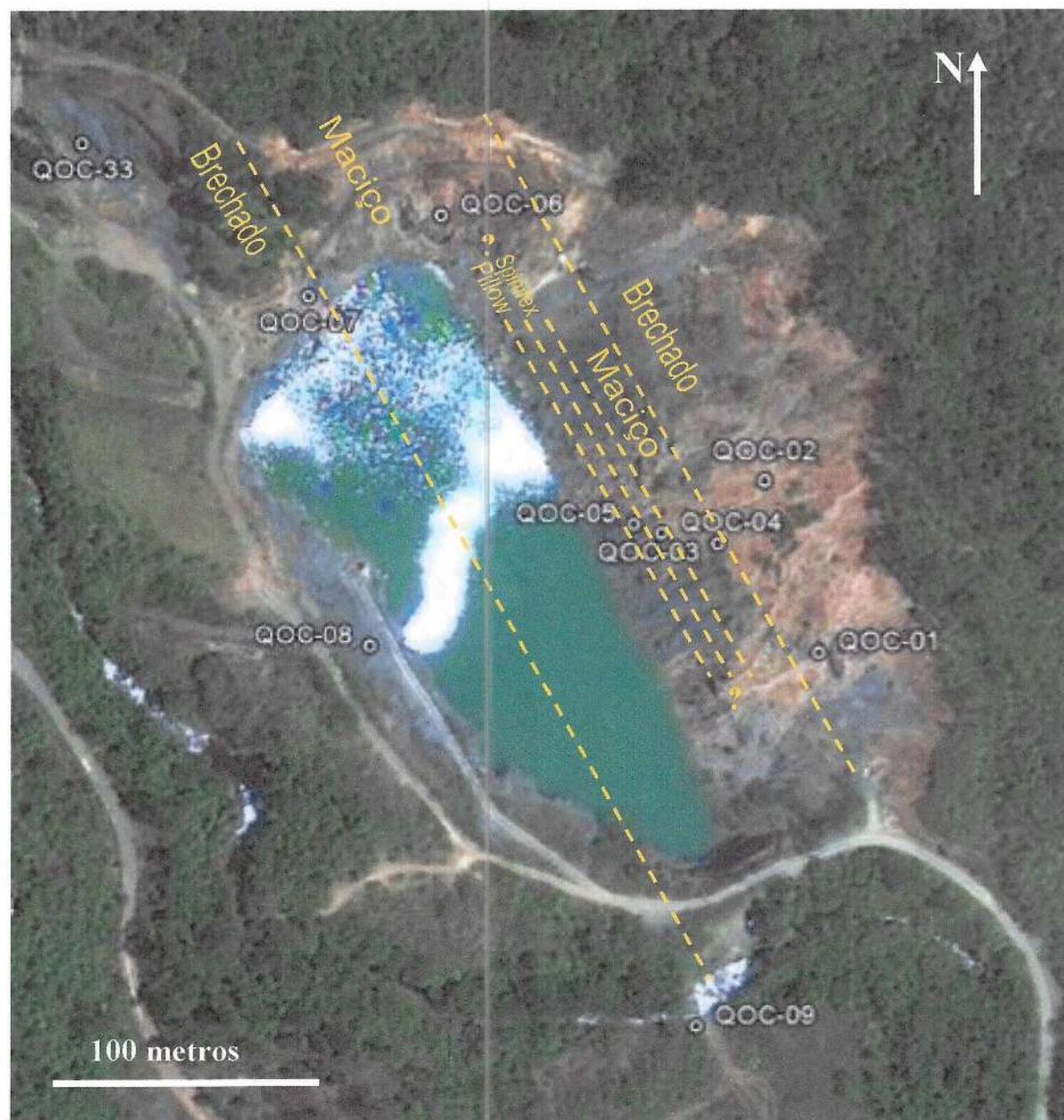
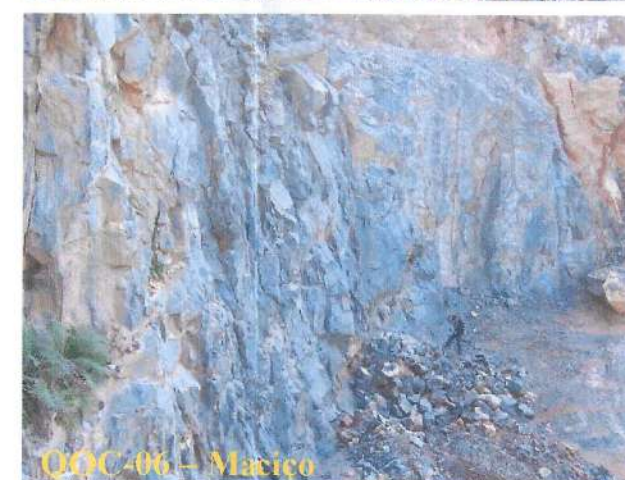


Imagem extraída do *Google Earth* da Pedreira Francisco III (para localização geográfica ver Anexo 4 ou 5).



7.3 Descrição dos litotipos do GQO

As observações de campo e o estudo das amostras revelaram a grande variabilidade petrográfica estrutural, textural e mineralógica dos litotipos metaultramáficos do GQO, distinguindo-se rochas com feições preservadas do magmatismo arqueano, rochas com alterações metassomáticas do tipo *black wall*, rochas com feições predominantes do principal metamorfismo dínamo-termal regional predominante, e os veios.

As fotos citadas nos próximos itens macroscópicas se encontram no Anexo 7 e as microscópicas no Anexo 8.

7.3.1 Rochas com feições preservadas do magmatismo arqueano

Este grupo compreende rochas vulcânicas e subvulcânicas com estruturas magmáticas preservadas: de derrames maciços, sills e plugs subvulcânicos rasos com ou sem disjunções colunares; rochas com estrutura/textura *spinifex*, piroclásticas, lavas brechadas, e *pillow* lavas/brechadas.

Metakomatiito maciço

Em campo, esse litotipo é um dos mais abundantes, ocorrendo em todas as pedreiras, destacando-se na Joaspe e na Francisco III. Pode apresentar estruturas de disjunções colunares muito bem preservadas (Fotos 1 e 2) predominando poliedros com 40 a 50 cm de diâmetro (Foto 3). Nos poliedros a rocha é maciça, como será descrita abaixo; entre os poliedros, separando-os, ocorrem veios de serpentina.

Este litotipo possui cor variando em diversos tons de verde (Fotos 4 e 5), estrutura maciça, textura aparentemente granoblástica, predomina granulação fina a fina-média, possui como mineral predominante serpentina e como minerais subordinados carbonato (Foto 6), clorita e talco. O carbonato pode aparecer como nódulos redondos de 1 a 1,5 cm. É comum neste litotipo veios milimétricos de serpentina placóide grossa (Foto 7), podendo ocorrer também serpentina fibrosa (tipo asbesto), e veio com carbonato.

Microscopicamente este litotipo aparece com granulação entre fina e média, textura *mesh*, por vezes cumulática (Fotomicrografia 1), definida pelos pseudomorfos de olivina (60 a 98%). Os pseudomorfos de olivina na sua grande maioria estão apenas serpentinizados (Fotomicrografia 2) e, às vezes, parci a totalmente talcificados (Fotomicrografia 3 e 4) - talco substituindo a serpentina - ou parcialmente carbonatizados. Foi observado nas bordas e incluso nos pseudomorfos material de cor marrom (nicóis cruzados) com birrefringência baixa e criptocristalino (Fotomicrografia 5 a 8), interpretado como vidro intercúmulos aprisionado na olivina. Entre os pseudomorfos podem ocorrer: serpentina muito fina (Fotomicrografia 9), talco, carbonato (Fotomicrografia 10), talco+carbonato,

talco+carbonato+cummingtonita, serpentina muito fina+cummingtonita, serpentina muito fina+carbonato (Fotomicrografia 11) e também é observado clorita muito fina associada a essas combinações. Raramente pode ocorrer textura microspinifex entre os pseudomorfos (Fotomicrografia 12). Sempre ocorrem opacos neste litotipo. Os veios descritos na macroscópica também são observados microscopicamente, neles a serpentina está com hábito diferente dos pseudomorfos (Fotomicrografia 13), além disso, podem ocorrer várias gerações de veios que se cortam.

Metakomatiito com *spinifex*

Este litotipo possui ocorrências mais restritas, sendo observado principalmente na pedreira Micon, Joaspe e na Francisco III.

As rochas com *spinifex* possuem olivinas esqueléticas serpentinizadas em placas, variando de milimétricas a 20 centímetros (Foto 8), em arranjos de tipo casa de cartas (Fotos 9 e 10), espinha de peixe (Foto 11), *hopper* e orientados por fluxo (Foto 12), podendo ocorrer uma segunda geração de estruturas *microspinifex* (Foto 13) entre as placas *macrospinifex* (Foto 14). E por último, ocorre *spinifex* aparentemente em agulhas mm a cm de cor mais clara (Foto 15).

Microscopicamente os cristais esqueléticos podem ter granulações variadas e diversos arranjos, como: cristais mais grossos e no meio cristais mais finos com orientações variadas (Fotomicrografia 14), cristais da mesma granulação com orientações variadas também (Fotomicrografia 15), arranjo tipo casa de cartas (Fotomicrografia 16), espinha de peixe (Fotomicrografia 17) e árvore de natal (Fotomicrografia 18). Os cristais esqueléticos estão serpentinizados, e às vezes, cloritizados (Fotomicrografia 15 e 19), podendo ocorrer cristais ocos (Fotomicrografia 20). Entre os cristais esqueléticos a granulação é mais fina, podendo ser composto por: pseudomorfos de olivina serpentinizados, talco+carbonato, apenas cummingtonita (Fotomicrografia 20), serpentina+cummingtonita e mais raramente carbonato idioblástico e mais grosso (Fotomicrografia 19). Em todas as lâminas descritas ocorrem opacos, estes podem ser finos e sem formas definidas ou grossos com formas quadradas (Fotomicrografia 21).

Metapiroclásticas

As rochas metapiroclásticas possuem ocorrência restrita, na maioria das vezes são clastos das lavas brechadas, e são observadas em pequenas quantidades nas Pedreiras Francisco I, Joaspe e Micon. São metalápidis-tufos e metatufos.

Os **metalápidis-tufos** possuem lápidis verde-escuros, de tamanho desde milimétrico até 8 centímetros, angulosos a subarredondados, envoltos por matriz tufítica verde clara e afanítica (Fotos 16 a 19). Microscopicamente a matriz tem cor amarronzada a nicóis paralelos (Fotomicrografias 22 e 23), granulometria muito fina, composta por uma massa de

talco e serpentina (em menor quantidade), podendo haver porfiroblastos de talco (Fotomicrografia 24). Os lápilis possuem formas e tamanhos variados (Fotomicrografia 25) costumam ter bordas diferentes dos núcleos, na maioria das vezes são compostos por pseudomorfos de olivina serpentinizada (Fotomicrografia 25), com núcleos de agregados de anfibólio fibrorradiado (Fotomicrografia 25) e bordas de serpentina mais fina com ou sem textura *spinifex*. Ocorrem, também, *shards* (Fotomicrografias 26 e 27) como lápilis. Em todas as seções descritas há opacos com bordas de limonita e veios de serpentina posteriores.

Os **metatufos** possuem textura afanítica, fraturamento conchoidal, apresentam-se finamente estratificados com partes silicáticas em tons verdes e partes ricas em mineral metálico (magnetita ou cromita), podendo ocorrer sulfetos também (Anexo 9 – DRX 1 e 2) (Fotos 20 a 22). Microscopicamente apresentam bandamento com minerais orientados (Fotomicrografia 28), podendo ter crenulações e dobras (Fotomicrografias 29 e 30), sua granulometria é muito fina, às vezes, não sendo possível distinguir sua mineralogia por meio do microscópio, nesses casos utilizou-se o método da Difração por raios X. Como composição observou-se casos com apenas talco (Fotomicrografia 31), anfibólio+clorita (Anexo 9 – DRX 3), anfibólio+clorita+talco (Anexo 9 – DRX 4), talco+clorita+serpentina e em todos os casos há opacos. Observou-se apenas uma amostra de metatufa com camada centimétrica (~3 cm) com bolas milimétricas de cor verde escura na borda e verde clara no centro (Foto 23), microscopicamente a parte verde escura é composta por cristais de serpentina esqueléticos radiados e a parte verde clara possui a mesma composição da rocha no geral, cummingtonita (Anexo 9 – DRX 5), porém sem opacos, essas bolas foram interpretadas como esferulitos do tipo esférico (Fotomicrografias 32 a 36).

Metakomatiito brechado

Este litotipo é tão abundante quanto o metakomatiito maciço e ocorre em todas as pedreiras de forma abundante.

Apresenta cor verde escura, estrutura brechóide com clastos amendoados a sub-angulosos, milimétricos a decimétricos, de metakomatiito maciço (Foto 24), metakomatiito com *spinifex* (Foto 25), metatufa (Foto 26), metalápi-tufo e *pillow* lava (Foto 27), envoltos por parte mais foliada de serpentina e talco, podendo ocorrer partes de carbonato com até 1 cm de espessura (Foto 28). Quando a rocha apresenta foliação, esta amolda e orienta os clastos, causando leve estiramento destes. Estas rochas podem possuir sulfetos (Foto 29) e aparecer, às vezes, com superfícies cobertas por sulfatos brancos (Foto 30) (Anexo 9 – DRX 6).

Microscopicamente os clastos possuem composições variadas, podendo abranger quase todos os litotipos. A parte que envolve os clastos é foliada, com textura lepidoblástica, composta por talco, clorita, serpentina e, às vezes, carbonato (Fotomicrografia 37).

Pillow lava/brecha

Este litotipo não é muito freqüente, com as melhores ocorrências na Pedreira Francisco III e Joaspe.

No geral as *pillows* lavas possuem *pillows* centimétricas a decimétricas (Fotos 31 a 34) com granulometria decrescente do centro para a borda, o que as deixa com cores diferentes conforme a granulometria e composição, podem apresentar também textura *spinifex* (Foto 33). O *interpillow* possui aspecto tufáceo (Foto 34), com cores variando de acordo com a composição, nele podem ocorrer pedaços de *pillows* e hialoclastitos (Foto 35 e 36).

Há locais que ocorrem porções de *pillow* brechas, ou seja, fragmentos de *pillows* e *interpillows* (Fotos 37 a 39). São definidas como brechas devido à falta de continuidade do zoneamento granulométrico.

Microscopicamente as *pillows* parecem com os metakomatiitos maciços, são compostas por serpentina pseudomorfizando olivina granular (1 a 10 mm) (Fotomicrografia 38) e entre os pseudomorfos ocorre serpentina e cummingtonita finas e fibrosas, além de opacos finos também e com alteração para óxido. Nas bordas das *pillows* há menos pseudomorfos de olivina, mais material fino com textura *microspinifex* (Fotomicrografias 39 e 40) e pode ocorrer cristais de cummingtonita mais grossos, entre os cristais de *spinifex* pode ocorrer material fino, com birrefringência muito baixa, interpretado como líquido magmático aprisionado (Fotomicrografias 41 e 42). Há *pillows* com textura *spinifex*, podendo ter pseudomorfos de olivina serpentizada entre as placas de serpentina. O *interpillow* é semelhante ao metatufo, possui granulometria muito fina, com cummingtonita e serpentina intercrescidas, algumas partes com clorita muito fina e às vezes talco (Fotomicrografias 43 e 44), e mais raramente ocorre mineral fibro-radiado, semelhante ao *spinifex*, porém pode ser um esferulito de tipo *bow-tie* (Fotomicrografia 45).

7.3.2 Rochas com alterações metassomáticas do tipo *black wall*

Estas rochas foram alvo de estudo de Iniciação Científica da aluna autora deste trabalho em 2008/2009 (Santos e Schorscher, 2010).

Rochas do tipo *black wall* ocorrem tipicamente no contato entre uma rocha ultramáfica e uma rocha quartzo-feldspática, formando zonas metassomatizadas de minerais, todos os exemplos da literatura citam essa alteração em rochas ultramáficas de tipo alpino.

No GQO essas rochas afloram como pequenos corpos alongados, com formas ovais, tamanho desde centimétricos até 15 metros (Fotos 40 a 44) dentro do metakomatiito brechado, com exceção de uma ocorrência no meio do metakomatiito maciço (Foto 43). Ocorrem ao longo de todo GQO, com as melhores ocorrências nas Pedreiras Francisco II, III

e Joaspe. Esses corpos podem estar zonados das bordas para o centro (Fotos 44 e 45) em relação à granulação e à mineralogia. Podem preservar estruturas primárias, como ocorre em um afloramento de 15 m de extensão na pedreira Francisco III, em que foi observado estrutura de *pillow* lavas (Fotos 46 e 47) compostas de uma variação de flogopitito e cloritito.

Os principais litotipos formados pela alteração *black wall* são: clorititos, flogopititos e turmalinitos.

Clorititos

Macroscopicamente sua cor varia de verde a verde escura, costuma ser maciço, com textura lepidoblástica, granulação fina a média, composta essencialmente de clorita. Ocorrem variações com porfiroblastos de magnetita idioblástica de até 1,5 cm (Fotos 49 e 50), e variações com porfiroblastos de turmalina idioblástica e preta com até 5 cm de comprimento, que pode estar mais fina concentrada em agregados fibro-radiados (Foto 51) e estar concentrada em partes da rocha (borda na maioria das amostras), possuindo até 70% de turmalina.

Microscopicamente: a clorita (> 80%) apresenta duas gerações (Fotomicrografias 46 e 47), sendo a anterior com granulação fina e orientada, e a posterior grossa e sem orientação; ocorrem opacos que podem ser porfiroblástico e idioblástico (magnetita) ou sem hábito por estar corroído (cromita?); e de acessórios podem ocorrer apatita zonada (Fotomicrografia 48), flogopita, zircão e titanita, ambos causam halos pleocróicos na clorita.

Flogopititos

Macroscopicamente apresenta cor preta, estrutura xistosa, textura granolepidoblástica, granulação fina-média, constituída principalmente por flogopita e localmente com plagioclásio (Foto 55) e/ou carbonato (Foto 56) ou turmalina (Foto 57). Quando intemperizado apresenta cor dourada da alteração da flogopita (Foto 55).

Microscopicamente é possível observar as seguintes variedades mineralógicas de flogopitito: flogopita (> 80%) (Fotomicrografia 49); flogopita (~60%) e plagioclásio (~30%) (Fotomicrografia 50); flogopita (60%), carbonato (25%) e plagioclásio (5%) (Fotomicrografia 51); flogopita (70%) e clorita (20%); flogopita (70%) e cummingtonita (20%) (Fotomicrografia 52). Em todas as variedades ocorrem como acessórios: apatita zonada, titanita e zircão (Fotomicrografia 53) causando halos pleocróicos na flogopita. Opacos só foram observados nas variedades com clorita.

Turmalinitos

Macroscopicamente possui cor preta, textura nematoblástica, granulação varia entre fina até grossa, composta essencialmente por turmalina preta, quando grossa, pode atingir até 10 cm de comprimento e estar radiada (Fotos 52 e 53). Pode apresentar matriz mais fina

de cor verde, composta por clorita e/ou flogopita. Há uma ocorrência de turmalinito com plagioclásio (Foto 54).

Microscopicamente ocorrem as seguintes assembléias mineralógicas nos turmalinitos: turmalina muito fina (~98%) (Fotomicrografia 54); turmalina (80%) e flogopita (10%) (Fotomicrografia 55); turmalina e clorita (proporções variadas); turmalina (45%) e plagioclásio (55%) (Fotomicrografia 56). A turmalina sempre ocorre zonada. Como acessórios podem ocorrer flogopita, clorita, apatita zonada, zircão e opacos.

Na assembléia de turmalina com clorita é possível observar 2 gerações de clorita, uma orientada e fina e outra desorientada e mais grossa, há também mais apatita e opacos. Conforme aumenta a quantidade de turmalina, o zircão é maior e a geração de clorita fina e orientada desaparece, restando apenas a clorita mais grossa e desorientada. Nas partes turmaliníticas quase não há apatita, zircão e opacos, e a turmalina está com menos inclusão.

Na assembléia de turmalina com plagioclásio é possível observar que a turmalina está zonada, com borda mais escura, bem formada e sem inclusões, e no centro ocorrem muitas inclusões finas e algumas mais grossas (Fotomicrografia 57). As inclusões são de plagioclásio. O plagioclásio é albita, possui geminação polissintética e zoneamento.

7.3.3 Rochas com feições do metamorfismo dínamo-termal regional

Este grupo de rochas não apresenta feições texturais, estruturais ou mineralógicas primárias preservadas, predominando feições de processos dínamo-metamórficos, associados variavelmente com hidratação, silicificação e/ou carbonatação. Estes processos metamórficos são típicos de zonas de acúmulo de deformação do principal metamorfismo dínamo-termal regional ocorrido no Paleoproterozóico, no final do ciclo Minas-Espinhaço (Schorscher 1992).

Estas rochas metaultramáficas tectoníticas afloram continuamente por grandes extensões, caracterizando os contatos tectônicos com o domo TTG de Santa Bárbara e a Sequencia da Serra da Boa Vista. Afloram, ainda, com menores extensões em zonas de falhas anastomosadas, cortando o GQO obliquamente, que são relativamente abundantes e melhor observadas nas frentes N e S das pedreiras Francisco II, IV e Tanque Preto.

Litologicamente este grupo compreende os metakomatiitos foliados com diversas assembléias mineralógicas, predominando os talco xistos, e suas variações com clorita ou anfibólio. Abaixo são apresentadas apenas descrições macroscópicas sucintas, tendo em vista, que os estudos dessas rochas não fazem parte do objetivo principal deste trabalho.

Metakomatiito foliado

Nestas rochas a feição principal é a foliação marcante, porém podem apresentar diversas assembléias mineralógicas, que serão detalhadas abaixo.

Metakomatiito foliado com serpentina e talco possui cor verde a verde acinzentada, estrutura foliada (Foto 58), às vezes, com aspecto milonítico, textura lepidoblástica, granulação fina a média, composta por serpentina, talco (identificado a partir do toque sedoso), e pode apresentar porfiroblastos de magnetita idioblástica de até 3 mm (Foto 59) e *box works* preenchidos por limonita (magnetita).

Metakomatiito foliado com anfibólio possui cor verde, estrutura foliada a xistosa, textura lepidoblástica com porfiroblastos nematoblásticos, granulação fina-média, composta por serpentina, talco (toque sedoso), porfiroblastos de anfibólio fibro-radiado (Foto 60) e pode ocorrer também porfiroblastos de magnetita idioblástica de até 2 mm (Foto 61).

Metakomatiito foliado com sulfetos possui cor verde, estrutura foliada, textura lepidoblástica, granulação fina-média, composto por serpentina, talco, sulfeto (pirita), e pode ocorrer clorita e porfiroblastos de magnetita idioblástica. A pirita pode ocorrer porfiroblástica com até 1 cm, cúbica e limonitizada (Foto 62), ou então, com granulação entre 1 e 3 mm (Foto 63).

Metakomatiito foliado com carbonato possui cor verde escura, estrutura foliada, textura lepidoblástica, com granulação fina-média, composta por serpentina e carbonato (30%) idioblástico de 2-3 mm cortando a foliação (Foto 64).

Metakomatiito foliado com turmalina possui cor verde clara, finamente foliada, lepidoblástica com porfiroblastos, composta de talco, serpentina, clorita (?) e porfiroblastos de turmalina preta de até 7 mm de comprimento (10%) (Foto 65).

Clorita talco xisto

Ocorre restritamente na pedreira Francisco III.

Este litotipo possui cor verde a bege, estrutura xistosa, textura lepidoblástica, granulação fina-média, composto por talco, clorita em menor quantidade, pode possuir *box work* cúbico com limonita preenchendo (carbonato?) (Foto 66), ou porfiroblasto de anfibólio verde (Foto 67).

7.3.4 Veios

Os veios foram colocados como uma classe separada devido a sua formação distinta das outras rochas, incluindo processos hidrotermais, que podem ter ocorrido em diversos eventos. Possuem ampla ocorrência, sendo vistos em todas as pedreiras.

Ocorrem principalmente nos metakomatiitos maciços e nos brechados. Possuem espessura variando desde milimétrica até decimétrica, granulação geralmente grossa nos

veios mais espessos, composição mineralógica diversa, podendo ser composto de: apenas serpentina, serpentina com carbonato (Foto 68), carbonato e talco, apenas carbonato (Foto 69), serpentina e sulfetos (Foto 70), e quando próximos ao contato com rochas mais quartzosas, apresenta veios de quartzo, podendo ter turmalina muito fina que se agrega em forma de “caracóis” (Foto 71).

7.3.5 Conclusão

Os metakomatiitos maciços representam derrames cumuláticos holocristalinos, podendo haver quantidades variáveis de cristais de olivina e material intercúmulus, os cristais de olivina foram serpentinizados e o material intercúmulus se transformou para uma assembléia de clorita e serpentina muito finas, cummingtonita, talco e carbonato, em proporções variáveis. Não foi observado nenhum mineral magmático silicático primário, apenas cromitas acessórias.

Os metakomatiitos *spinifex* representam derrames vítreos, formando diversos arranjos de placas de olivina, desde suborientadas por fluxo magmático até desorientadas tipo casa de cartas, com vidro magmático aprisionado entre as placas, que por sua vez, originou textura *microspinifex* de olivina tabular e ortopiroxênio plumosítico. As alterações da olivina e ortopiroxênio *spinifex* são de serpentinização e cloritização, o material vítreo entre as placas, apresenta as mesmas alterações do material intercúmulus dos metakomatiitos maciços.

As piroclásticas metakomatiíticas representam erupções explosivas com: pedaços de komatiito que se cristalizaram durante o transporte e deposição, atualmente representados pelos metalápis com bordas finas e com textura *spinifex* e núcleos com pseudomorfos de olivina serpentinizados e cummingtonita; pedaços de vidro (*shards*); e partículas muito finas (cinzas) que se depositaram junto aos lápis, preenchendo os vazios, e em camadas, preservando ainda a estratificação, podendo ocorrer camadas com tufos soldados, que por devitrificação formaram esferulitos.

Os metakomatiitos brechados representam derrames de auto-brechação, que, também, podem incluir pedaços de outros derrames, como é observado nos clastos de *spinifex*, metatufos e *pillow* lavas, que assim como os outros derrames, também sofreram serpentinização, cloritização, entre outros.

As *pillow* lavas/brechas caracterizam derrames distais de menor volume de lavas, velocidade menor, de maior viscosidade e temperatura próxima ao líquido, resultando na formação de tubos e almofadas de lavas. Entre tubos e almofadas ocorreu preenchimento por hialoclastitos, pedaços das bordas dos tubos, cinzas (metatufos) e lápis. Assim como esperado é observado que no interior das *pillows* a rocha apresenta-se mais grossa, com

pseudomorfo serpentinizados de olivina, e nas bordas é mais fina, com textura *microspinifex* e/ou vidro devitrificado.

Deve-se ressaltar que em nenhum caso foram observadas vesículas e/ou amígdalas, o que em conjunto com a ocorrência de *pillow* lavas é indicativo de vulcanismo submarinho de águas profundas (>1000m).

As alterações do tipo *black wall* ocorrem em derrames (maciços e de *pillow* lavas) de composições e estruturas diferentes das encaixantes penecontemporâneas (derrames brechados). As alterações observadas, de origens metassomáticas, sugerem reatividade preferencial dos protólitos reagindo com fluidos hidrotermais canalizados. As observações petrográficas indicam que estas alterações ocorreram antes do metamorfismo principal dínamo-termal regional, ou por reações fluidos-rochas, ainda durante a constituição do assoalho oceânico arqueano ou na orogênese do ciclo Rio das Velhas durante o soerguimento dos domos TTG por fluidos canalizados dessas falhas.

Onde as rochas acima descritas estão em contato tectônico com outras unidades, elas perdem as estruturas primárias e ficam mais xistosas e foliadas, formando clorita-talco-serpentina xistos e milonito-xistos.

7.4 Geoquímica

7.4.1 Objetivos

Foram selecionadas 9 amostras para as análises de FRX autorizadas, 4 metakomatiitos maciços, 2 metakomatiitos *spinifex* e 3 metatufos. Os metakomatiitos maciços e *spinifex* escolhidos possuem feições magmáticas primárias muito bem preservadas, e representam 2 tipos distintos de derrames komatiíticos, sendo os maciços de derrames holocristalinos e os *spinifex* de derrames vítreos. Já os metatufos foram incluídos dada a escassez de dados na literatura, apenas uma referência foi encontrada (Saverikko 1985).

A estratégia para a seleção das amostras visou verificar variações geoquímicas na evolução estratigráfica do magmatismo, incluindo amostras da base, da parte média e do topo do GQO (Tabela 2).

Para os metakomatiitos maciços e *spinifex* o objetivo principal foi verificar a ocorrência ou não de processos de diferenciação magmática, e para os metatufos uma caracterização inicial geral e possíveis comparações com os derrames. Os dados analíticos originais são apresentados no Anexo 10.

	Amostra	Posição estratigráfica	Descrição microscópica
Metakomatiito maciço	QOC-03	Base: Francisco III parede E, próximo ao contato com a SSBV	Pseudomorfos de olivina serpentinizados (70-80%), entre os pseudomorfos: carbonato (5-7%), talco+cummingtonita (10-20%). Opacos (<1%).
	QOC-07C	Média: Francisco III parede W	Pseudomorfos de olivina serpentinizados (30-35%), serpentina fibrosa (40-45%), entre os pseudomorfos: serpentina muito fina (5-7%), carbonato (15-20%), tlc?. Opacos (<1%)
	QOC-15A	Topo: Abelhas, perto do contato com o Grupo Nova Lima	Pseudomorfos de olivina serpentinizados (80-90%), entre os pseudomorfos: carbonato+talco (10-20%). Opacos (<1%).
	QOC-78	Topo: Joaspe a NW, perto do contato com o Grupo Nova Lima	Pseudomorfos de olivina serpentinizados e parcialmente carbonatados (40-45%), entre os pseudomorfos: serpentina muito fina (30%) e carbonato (25-30%).
Metakomatiito spinifex	QOC-04	Base: Francisco III parede E, próximo ao contato com a SSBV	Placas maiores com clorita (20%) e placas menores serpentinizadas (30-40%), entre as placas menores ocorrem talco+cummingtonita (40-50%). Opacos (3-5%)
	QOC-37E	Topo: Joaspe a NW, perto do contato com o Grupo Nova Lima	Placas cloritizadas (60-70%) e entre as placas: cummingtonita+talco (30-40%). Opacos (1%).
Metatufo	QOC-06	Base: Francisco III parede E, próximo ao contato com a SSBV	Clorita, talco, anfibólio e opacos.
	QOC-11A	Média: Francisco IV, perto do contato com o Grupo Nova Lima	Clorita e anfibólio, opacos.
	QOC-37A	Topo: Joaspe a NW, perto do contato com o Grupo Nova Lima	Talco e opacos.

Tabela 2 – Amostras analisadas com a posição estratigráfica e descrição microscópica.

7.4.2 Variabilidade geoquímica

Dados a expressão do Fe total como Fe_2O_3 e os elevados teores de Loi (Anexo 10), que fogem da realidade dos magmas komatiíticos, secos e redutores, procedeu-se inicialmente ao recálculo do $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{total})}$ para $\text{FeO}_{(\text{total})}$, e posteriormente ao recálculo a seco de todos os valores analíticos. Utilizou-se o fator 0,899 para conversão do $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{total})}$ em $\text{FeO}_{(\text{total})}$. Após essa conversão foi calculado a proporção de Fe_2O_3 e FeO do $\text{FeO}_{(\text{total})}$, admitindo-se a razão de $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ igual a 0,1, razão menor do que o valor recomendado para basaltos de 0,15 (Middlemost 1989). Os valores analíticos recalculados (só para os óxidos maiores) são apresentados na Tabela 3.

	Metakomatiíto maciço				Metakomatiíto <i>spinifex</i>		Metatufo			
	Qoc-03	Qoc-07C	Qoc-15A	Qoc-78	Qoc-04	Qoc-37E	Qoc-06	Qoc-11A	Qoc-11A	Qoc-37A
SiO ₂	46,83	45,52	45,63	44,25	44,68	43,30	49,87	52,27	52,38	57,18
TiO ₂	0,15	0,04	0,06	0,12	0,23	0,20	0,19	0,52	0,52	0,03
Al ₂ O ₃	5,19	1,64	2,78	4,14	8,79	10,83	6,67	4,16	4,12	1,36
Fe ₂ O ₃	0,86	0,63	0,67	0,77	1,07	1,02	0,81	0,76	0,76	0,39
FeO	7,77	5,71	6,01	6,90	9,67	9,15	7,27	6,87	6,87	3,49
MnO	0,13	0,11	0,10	0,14	0,14	0,15	0,15	0,18	0,18	0,10
MgO	36,11	46,26	42,87	41,02	30,71	30,90	28,50	25,88	25,83	25,28
CaO	1,78	0,08	1,87	2,64	4,68	4,44	6,53	9,33	9,31	12,17
Na ₂ O	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
K ₂ O	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
P ₂ O ₅	0,01	< 0,003	< 0,003	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	< 0,003
TOTAL	98,87	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00
Cr	3147	2343	2107	2749	3158	1525	1537	453	3692	3414
Ni	1843	2121	1994	1833	1521	945	944	470	1099	938

Tabela 3 – Valores recalculados dos dados da Tabela do Anexo 10.

Os metakomatiíto maciços possuem teores de: SiO₂ entre 44,2 e 46,8%, MgO entre 36,1 e 46,3%, TiO₂ entre 0,04 e 0,15%, Al₂O₃ entre 1,64 e 5,19%, Fe₂O₃ entre 0,63 e 0,86%, FeO entre 5,7 e 7,8%, MnO entre 0,10 e 0,14%, CaO entre 0,08 e 2,64%, álcalis abaixo do limite de detecção, Loi (Anexo 10) entre 10,5 e 15,5%, Cr entre 2107 e 3147 ppm e Ni entre 1833 e 2121 ppm.

Os metakomatiíto *spinifex* apresentam teores de: SiO₂ ~44%, MgO ~30%, TiO₂ ~0,2%, Al₂O₃ entre 8,8 e 10,8%, Fe₂O₃ ~1,0%, FeO ~9,5, MnO ~0,15%, CaO ~4,5%, álcalis abaixo do limite de detecção, Loi (Anexo 10) ~8,4%, Cr entre 3414 e 3692 ppm e Ni entre 938 e 1099 ppm.

Observa-se que os metakomatiíto maciços em relação aos *spinifex* possuem teores maiores de MgO, Ni e Loi, e menores de TiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO e Cr.

As variações de óxidos maiores e elementos traço observados são condizentes com as características magmáticas, olivina nos komatiíto cumuláticos hospedando MgO e Ni preferencialmente, já os demais óxidos, como TiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO, são concentrados nos vidros magmáticos dos komatiíto *spinifex*. Uma anomalia diz respeito aos teores de Loi (Anexo 10), maiores nos metakomatiíto cumuláticos holocristalinos e menores nos *spinifex* de origens vítreas. Por processos magmáticos, o contrário era esperado, os tipos vítreos apresentariam os teores maiores de água e os cumuláticos, teores menores. Já a serpentinização dos komatiíto cumuláticos adiciona maiores quantidades de água, quando

comparada com a cloritização dos vidros magmáticos, como processos secundários predominantes.

Para todos os metakomatiitos analisados ressalta a pobreza/ausência de todos os elementos traço de tendências litófilas, exceção feita para Ce, Sc, Y, Zn e Zr. Os teores de Ce e Sc nos metakomatiitos *spinifex* são sugestivos de teores mais elevados de elementos terras raras leves em geral nesse litotipo, sejam de origens magmáticas ou pós-magmáticas. Os teores de Zn explicam-se pelos teores típicos deste elemento nas cromitas acessórias (Schorscher 1992, 2000a, b). A pobreza de álcalis e de todos os demais elementos litófilos é característica para uma derivação destes metakomatiitos de manto empobrecido.

Os metatufos apresentam teores de: SiO₂ entre 49,8 e 57,2%, MgO entre 25,3 e 28,5%, TiO₂ entre 0,03 e 0,52%, Al₂O₃ entre 1,36 e 6,67%, Fe₂O₃ entre 0,39 e 0,81%, FeO entre 3,49 e 6,87%, MnO entre 0,10 e 0,18%, CaO entre 6,5 e 12,2%, Loi (Anexo 10) entre 3,5 e 7,1%, Cr entre 453 e 3158 ppm e Ni entre 470 e 1521 ppm. A variedade de metatufos apenas com talco e opacos possui teores maiores de SiO₂ e CaO e menores de TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Loi, Cr e Ni, já a variedade com clorita, talco, anfibólio e opacos apresenta teores maiores de Al₂O₃, MgO, Loi, Cr e Ni e menores de SiO₂ e CaO. Essas variações retratam relações com o magmatismo eruptivo pelas correlações de MgO, Cr, Ni e Loi, indicando magmas mais ricos em olivina. Já os metatufos mais ricos em SiO₂ e principalmente o metatufos rico em talco (QOC-37A) aponta para processos metassomáticos de enriquecimento de SiO₂ pós-magmáticos, pré a sin-metamórficos. Conclui-se que na geoquímica dos metatufos ocorreram processos anisoquímicos variáveis, mais provavelmente em função da exposição com a água do mar, antes do soterramento magmático por outros derrames e os processos metamórficos.

7.4.3 Classificação química e variogramas

Todos os metakomatiitos analisados preenchem as exigências da classificação TAS (Le Maitre *et al.* 1989) para komatiitos. Os metatufos komatiíticos também preenchem essas exigências para MgO, TiO₂ e álcalis, entretanto para SiO₂ ultrapassam o limite superior, atingindo 57% de peso. No diagrama catiônico de Jensen (1976) todas as rochas analisadas, metakomatiitos e metatufos komatiíticos plotam, como esperado, no campo típico dos komatiitos peridotíticos (Figura 6). Portanto não foram necessárias outras abordagens classificatórias químicas.

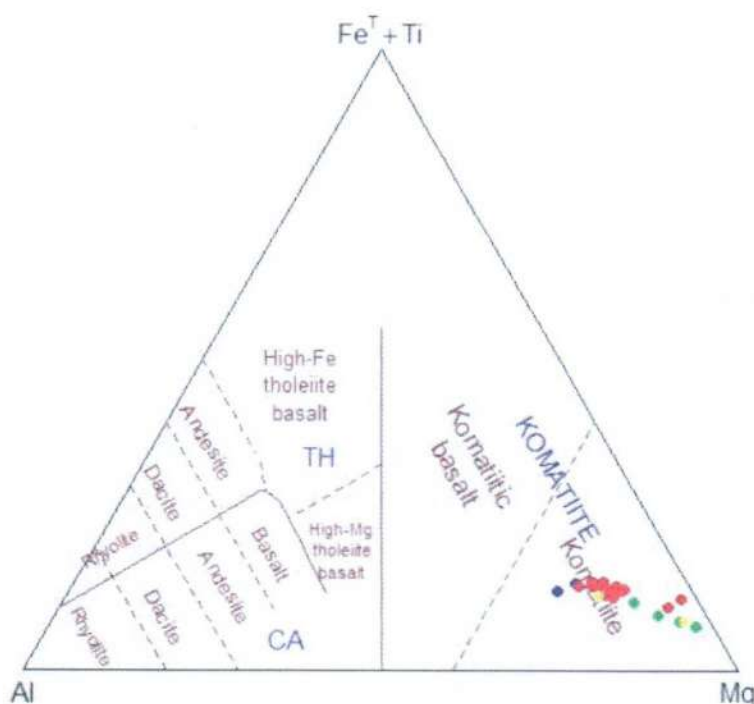


Figura 6 – Classificação de rochas vulcânicas a partir das porcentagens catiônicas de Al, Mg e Fe^{+Ti} , mostrando os campos toleíticos, calci-alcalinos e komatiíticos (Jensen 1976). Em verde e azul os metakomatiitos maciços e *spinifex*, em amarelo os metatufos komatiíticos, em vermelho dados de Schorscher (1992).

Segundo Condie (1994) e Arndt (2008), entre outros, a melhor maneira para representar dados geoquímicos de metakomatiitos é em variogramas com MgO no eixo x. O MgO é o óxido maior principal em rochas komatiíticas e varia sistematicamente com os processos petrogenéticos magmáticos, sendo o mais importante neste caso, o fracionamento e acúmulo da olivina, principal mineral que se cristaliza do sistema líquidus (em fusão), além da cromita que só afetará o conteúdo de Cr, sendo que as outras fases minerais silicáticas surgem apenas após longo tempo da cristalização da olivina, por isso é usado o teor de MgO para monitorar o seu fracionamento.

A partir dos variogramas de MgO é possível verificar a correlação dos demais óxidos maiores e elementos traço, sendo que outros elementos que costumam ser imóveis nos metakomatiitos são Al, Ti, Zr, Ni, ETR, e os que costumam ser móveis são Rb, K, Ba, Ca, Si, Eu, entre outros (Condíe 1994, Arndt 2008).

O variograma $MgO \times TiO_2$ (Figura 7) mostra uma correlação linear negativa dos metakomatiitos mais ricos em MgO, cumuláticos, para os *spinifex*, mais ricos em TiO_2 , sem correlação com a estratigrafia magmática da base ao topo do GQO. Apontam assim para variações menores de proporção de fusão parcial e fonte mantélica única, sem evidências de diferenciação magmática de tipo cristalização fracionada. Os metatufos apresentam os teores mais baixos e constantes de MgO e as mais fortes variações de TiO_2 , também sem correlação com a estratigrafia magmática e os metakomatiitos associados em cada caso.

O variograma MgOxSiO_2 (Figura 7) apresenta teores constantes de SiO_2 dos metakomatiitos maciços para os *spinifex*, confirmando que o SiO_2 não é uma variável petrogenética indicativa de diferenciação magmática em sistemas komatiíticos. Os valores de SiO_2 nos metatufos são superiores aos metakomatiitos, com uma tendência crescente da base para o topo estratigráfico, acompanhada de diminuição do MgO .

O variograma MgOxFeO (Figura 7) apresenta evolução, dos metakomatiitos maciços para *spinifex*, linear negativa, apontando para tendências de evolução magmática toleítica, ainda que, sem controle estratigráfico. Os metatufos não mostram correlações petrogenéticas significativas entre si e nem com os metakomatiitos.

O variograma MgOxCr (Figura 7) é bem semelhante ao MgOxTiO_2 , apresentando correlação linear negativa dos metakomatiitos maciços para os *spinifex*, porém, sem correlação estratigráfica. Os metatufos apresentam teores constantes de MgO , com variações maiores de Cr , seguindo posição estratigráfica, maior na base e menor no topo.

Para uma caracterização mais precisa dos litotipos e do magmatismo pelos variogramas, é necessário que sejam feitas análises geoquímicas de um número maior de amostras, sempre utilizando o controle estratigráfico.

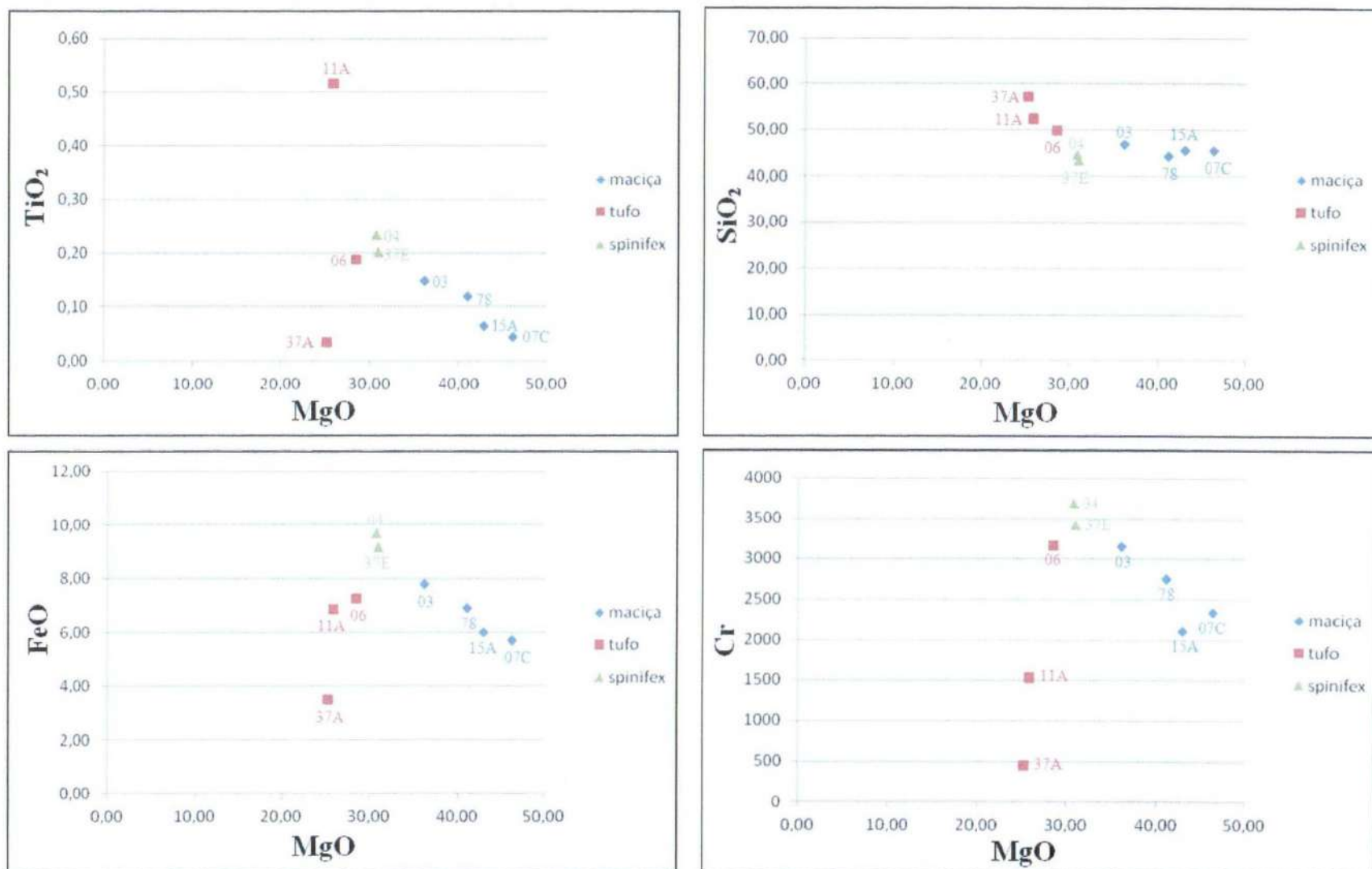


Figura 7 – Variogramas com MgO no eixo x para as amostras da tabela 2.

8. CONCLUSÕES

Entre os diversos trabalhos que descrevem o GQO (ver item Geologia Regional), este é o primeiro que detalha e ilustra os litotipos metakomatiíticos encontrados no GQO, importantes por suas feições muito bem preservadas do magmatismo de um assoalho oceânico mesoarqueano, idade assumida devido a grande quantidade de metakomatiíto peridotítico.

O magmatismo extrusivo e subvulcânico ultramáfico e ultrabásico do GQO foi caracterizado por grandes volumes de lavas maciças e brechadas, ocorrendo intercalações menores de *pillow* lavas, derrames *spinifex* e rochas piroclásticas de águas profundas (ausência de vesículas/amídalas), associado com intrusões de diques, sills e plugs, sem magmatismo basáltico associado e sem depósitos sedimentares clásticos terrígenos derivados de áreas continentais de rochas *sensu lato* graníticas. Não apresenta xenólitos em suas rochas, permanecendo desconhecido seu embasamento.

As rochas do GQO sofreram diversos processos de alteração química, não sobrando nenhuma evidência dos minerais silicáticos magmáticos, apenas cromitas acessórias. Esses processos incluem serpentinização, cloritização, metassomatismo gerando alterações do tipo *black wall*, esteatitização, entre outros. Não preservam evidências do metamorfismo de baixo grau da orogênese arqueana final da evolução do estágio de *greenstone belt*, devido ao metamorfismo do final do Paleoproterozóico de maior intensidade. As evidências de um metamorfismo neoproterozóico são apenas de reativações de falhas.

Pela geoquímica pode-se observar que não houve diferenciação na evolução magmática nos derrames da base ao topo do GQO, apenas modificações químicas menores dos derrames maciços para os *spinifex*, que sugerem que havia uma única fonte de magma, homogênea no geral e sem cristalização fracionada. As pequenas variações químicas podem ser explicadas pelos fatores que envolvem a ascensão do magma, como a sua velocidade e temperatura. Pode-se dizer ainda que a falta de álcalis e elementos litófilos sugerem uma fonte mantélica empobrecida.

Para caracterizar melhor o magmatismo do GQO, devem ser feitos, ainda, estudos químicos de um número maior de amostras incluindo os outros litotipos com feições magmáticas preservadas, também, seguindo o critério de posição estratigráfica. Devem ser feitas análises pontuais da química das inclusões de líquidos magmáticos aprisionados nas olivinas serpentinizadas, e nos meios das placas *spinifex*. E por último, datações e análises de sistemática isotópica Sm-Nd e Rb-Sr, visando as fontes mantélicas e o modelo TDM - *total depleted mantle*, já que essas rochas foram extraídas de manto empobrecido.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANHAEUSSER C.R., MASON R., VILJOEN M.J. VILJOEN R.P. 1969. A reappraisal of some aspects of Precambrian Shield Geology. *GSA Bull.*, **80**(11):2175-2200.
- ARNDT N.T. 2008. *Komatiites*. Cambridge University Press, 467 pp.
- CONDIE K.C. 1994. *Archean crustal evolution*. Elsevier, 528pp.
- DORR J.V.N., GAIR J.E., POMERENE J.B., RYNEARSON G.A. 1957. *Revisão da estratigrafia pré-cambrianana do Quadrilátero Ferrífero*. DNPM-DFPM. Avulso 81, 31 p.
- DORR J.V.N. 1969. *Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Washington, USGS, Prof. Pap. 641-A, 110 p.
- DUSSIN T.M. 1994. The Borachudos Suite, Mesoproterozoic A-type granitic magmatism in the southeastern São Francisco Craton (SE Brazil). In: DUSSIN, T.M. 1994. *Associations volcano plutoniques de l'Espinhaço Meridional (SE-Brésil)*, Orleans, 23-52. Doctoral Thesis- University d'Orleans.
- DUSSIN T.M., DUSSIN I.A., NOCE C.M., ROSSI P., CHARVET J. 1997. Tectonic settings and origin of the mesoproterozoic Borachudos granites (Mg, Brazil). In: *Simp. Sul Amer. De Geol. Isotop., Resumos Expandidos*, p. 104-106.
- ESCHWEGE W.L.V. 1817. Idées générales sur la constitution géologique du Brésil. *Ann. Mines*, **II**: 238-240.
- ESCHWEGE W.L.V. 1822. *Geognostisches Gemälde von Brasilien und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten*. Landes-Industrie-Comptoirs, Weimar, 44p.
- ESCHWEGE W.L.V. 1832. *Beiträge zur Gebeirgskunde Brasiliens; mit vier petrogeaphischen geognostischen Karten*. G. Reimer, Berlin, 488p.
- HARDER E.C., CHAMBERLIN R.T. 1915. The geology of Central Minas Gerais, Brazil. *J. Geol.*, **23**:341-378 e 385-424.
- HERZ N. 1970. *Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Washington, USGS, Prof. Pap. 641-B, 58 p.
- JANOUSEK V., FARROW C.M., ERBAN V. 2006. Technical note - Interpretation of Whole-rock Geochemical Data in Igneous Geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, **47**(6):1255-1259.
- JENSEN L.S. 1976. *A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks*. Ontario Division of Mines, MP **66**: 22p.
- LADEIRA E.A., ROESER H.M.P, TOBSCHALL H.J. 1983. Evolução petrogenética do cinturão de rochas verdes, Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: *II Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Anais*, p. 149-165.
- LE MAITRE, R.W. 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Blackwell, Oxford, 193 pp.

- LUCHESE I. 1991. Evolução petrogenética e metalogenética da Serra da Boa Vista, Quadrilátero Ferrífero- MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da USP, 134 p.
- MACHADO G.A.A. 1998. Jazidas de Esmeralda de Capoeirana e Belmont-MG. Geologia, petrogênese e metalogênese. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da USP, São Paulo.
- MACHADO N., SCHRANK A., NOCE C.M., GAUTHIER G. 1996. Ages of detrital zircon from evolution of a Transamazonia foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brasil. *Earth and Planetary Science Letters*, **141**:259-276.
- MIDDLEMOST E.A.K. 1989. *Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks*. Chemical Geology, **77**: 19–26.
- MORAES L.J., BARBOSA O. 1939. Ouro no centro de Minas Gerais. Boletim do DNPM/DFPM 38(186), 188 p.
- MORI P.E., REEVES S., CORREA C.T., HAUKKA M. 1999. *Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*. Revista Brasileira de Geociências, **29**: 441-446.
- QUEIROGA N.C.M, SCHORSCHER J.H.D. 1988. Mapeamento litoestrutural do Grupo Quebra Osso, Município de Santa Bárbara, MG. Relatório Final IC-FAPESP, Proc.: 87/0128-0, IGc-USP.
- QUEIROGA N.C.M , SCHORSCHER J.H.D., LUCHESE I., ABREU G.C., TAMURA R.M. 1990. Evolução precambriana da região do Quebra Osso, Quadrilátero Ferrífero – MG. In: 36º Cong. Bras. Geol., *Resumos*, p. 331-332.
- ROLLINSON H.R.1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman, 352 pp.
- ROSSI G. 2010. Quartzitos e metaconglomerados auríferos da Sequência da Serra da Boa Vista, borda leste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da USP, 257 p.
- SANTOS C.A., SCHORSCHER J.H.D. 2009. Alterações black wall dos metakomatiitos do Grupo Quebra Osso na região-tipo, greenstone belt arqueano Rio das Velhas, borda leste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. Relatório Final de Iniciação Científica, Convênio Vale e IGc-USP, São Paulo.
- SANTOS C.A., SCHORSCHER J.H.D. 2010. Alterações do tipo black wall nos komatiitos do GQO, Supergrupo Rio das Velhas, MG, Brasil. In: 45º Cong. Bras. Geol., *Anais*.
- SAVERIKKO M. 1985. The pyroclastic komatiite complex at Sattasvaara in northern Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, **57**: 55–87.
- SCHORSCHER J.H.D. 1975. Entwicklung des polymetamorphen präkambrischen Raumes Itabira, Minas Gerais. Brasil. Tese de Doutorado, Univ. de Heidelberg, 304p.
- SCHORSCHER J.H.D. 1976. Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais, Brasil. In: 29º Cong. Bras. Geol., *Resumos*, 194-195, Ouro Preto/Belo Horizonte.
- SCHORSCHER J.H.D. 1978. Komatiitos na estrutura "Greenstone Belt" Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. In: 30º Cong. Bras. Geol., *Resumos*, 292-293, Recife.

- SCHORSCHER J.H.D. 1979. Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero. *Acad. Bras. Ci. Anais, Resumos*, **51(4)**:767-768.
- SCHORSCHER J.H.D. 1980. Geotectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *In*: 26th. Inter. Geol. Cong., *Abstracts*, vol. 2, p. 613.
- SCHORSCHER J.H.D. 1981. Mapa geológico da região central de Minas Gerais, escala 1:2.500.000. *In*: Schobbenhaus C. *et al.* 1981: Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. 4 Folhas, DNPM, MME, Brasília, 1981, 1995.
- SCHORSCHER J.H.D. 1984. Geologia da região central de Minas Gerais. *In*: Inda *et al.* "O cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuai", cap. 5, p. 193-248 *in*: Schobbenhaus, C. *et al.* (Coords.): Geologia do Brasil, 501 p., DNPM, Div. Geol. Mineral., Brasília.
- SCHORSCHER J.H.D. 1992. Arcabouço petrográfico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais, Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e Domínios granito-gnáissicos adjacentes. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências da USP, 394 p.
- SCHORSCHER J.H.D. 2000a. Archean and related Zn-bearing chromites: planetary and geotectonic implications. *In*: 31º Cong. Inter. de Geol., *Anais*, CD-ROM G0803002.
- SCHORSCHER J.H.D. 2000b. Archean Zn-bearing chromites of Brazil. *In*: 31º Cong. Inter. de Geol., *Anais*, CD-ROM G1106007.
- SCHORSCHER J.H.D., SANTANA F.C., POLONIA J.C., MOREIRA J.M.P. 1982. Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and Proterozoic Rocks. *In*: ISAP - Inter. Symp. Archean and Early Proterozoic Geological Evolution and Metallogensis. *Abstracts and Excursion Appendix*, 46 p., SME-Bahia, Salvador, Brazil.
- SIMMONS G.C. 1968. *Geology and mineral resources of the Barão de Cocais area, Minas Gerais, Brasil*. USGS, Prof. Pap. 341-H, 46 p.
- SICHEL S.E. 1983 a. Geologia das rochas Pré-Cambrianas da Região de Barão de Cocais e geoquímica preliminar dos komatiitos do Supergrupo Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de Mestrado da UFRJ, 232 p.
- SICHEL S.E. 1983 b. *Geologia do arqueano da região de Santa Bárbara, Quadrilátero Ferrífero, MG*. *In*: II Simpósio de Geologia de Minas Gerais, *Anais*, p. 197-206.
- UHLEIN A., TROMPETTE R., EGYDIO-SILVA M. 1995. Rifeamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton São Francisco. *Geonomas*, **3**: 99-107.

ANEXO 1

Tabela de descrição macroscópica das
amostras da coleção do orientador

Campo	Amostra	Litotipo
Pós Graduação 1983	04-03-83	talco xisto com magnetita
Pós Graduação 1983	04A-03-83	metatufo
Pós Graduação 1983	06-02-83	cloritito com magnetita
Pós Graduação 1983	08-01-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	09-01-83	spinifex
Pós Graduação 1986	11-02-86	turmalinito
Pós Graduação 1983	12-01-83	cloritito com turmalina
Pós Graduação 1983	13-01-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	16-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	17A-03-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	17B-03-83	metakomatiito foliado
Pós Graduação 1983	17C-03-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	17C-03-83	spinifex
Pós Graduação 1983	17C-03-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	18-04-83	spinifex
Pós Graduação 1983	18A-04-83	metakomatiito foliado com sulfetos
Pós Graduação 1983	18B-04-83	piroclástica
Pós Graduação 1983	18H-04-83	spinifex
Pós Graduação 1983	18I-04-83	metakomatiito maciço com carbonato
Pós Graduação 1986	21-02-86	spinifex
Pós Graduação 1986	21-02-86	turmalinito com clorita
Pós Graduação 1983	21A-02-83	talco xisto
Pós Graduação 1983	21B-02-83	cloritito com magnetita
Pós Graduação 1983	22-01-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	22-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	22-04-83	metakomatiito foliado com sulfetos
Pós Graduação 1986	22A-02-86	talco xisto com magnetita
Pós Graduação 1986	22C-02-86	metakomatiito foliado com turmalina
Pós Graduação 1983	23-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	23-04-83	serpentinito
Pós Graduação 1983	24-01-83	turmalinito
Pós Graduação 1983	25-02-83	metakomatiito maciço com anfibólio
Pós Graduação 1986	27-02-86	metatufo
Pós Graduação 1983	28-04-83	talco xisto
Pós Graduação 1986	30-02-86	cloritito com turmalina
Pós Graduação 1983	30C-04-83	talco xisto
Pós Graduação 1983	31-03-83	cloritito com magnetita
Pós Graduação 1983	33-01-83	cloritito
Pós Graduação 1983	41-02-83	cloritito com magnetita
Pós Graduação 1983	42-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	46-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	50-03-83	cloritito com magnetita
Pós Graduação 1983	57-02-83	metatufo
Pós Graduação 1983	57-02-83	metatufo

Campo	Amostra	Litotipo
Pós Graduação 1986	57-03-86	spinifex
Pós Graduação 1986	60-03-86	talco xisto
Pós Graduação 1983	61-02-83	metakomatiito maciço (disjunção)
Pós Graduação 1983	62-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	63-02-83	spinifex
Pós Graduação 1983	64-02-83	metakomatiito maciço
Pós Graduação 1983	65-02-83	talco xisto
Pós Graduação 1986	68-03-86	clorita-talco xisto com pirita
Pesquisa	8A	flogopitito
Pesquisa	8B	cloritito
Pesquisa	9A	spinifex
Pesquisa	9B	spinifex
Pesquisa	9C	pillow lava
Pesquisa	AC-22-2	metakomatiito maciço
Pesquisa	AC-22-3	spinifex
Pesquisa	AC-23	spinifex
Pesquisa	AC-23-1/2	spinifex
Pesquisa	AC-23-3	spinifex
Pesquisa	AC-24-2	metakomatiito maciço
Pesquisa	AC-24-3	metakomatiito maciço
Pós Graduação	Análise 119	spinifex
Iniciação Científica 2003	AR-02	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-05A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-06	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2003	AR-10	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-13	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-15	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-18B	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-19A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-19B	cloritito
Iniciação Científica 2003	AR-19C	cloritito
Iniciação Científica 2003	AR-20A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-20C	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-21B	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2003	AR-21C	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-21D	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-22	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-23	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2003	AR-29	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-35A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-35A	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-36	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-36D	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-37B	metakomatiito maciço

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 2003	AR-40	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-41	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-43B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-45D	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-55	pillow lava
Iniciação Científica 2003	AR-60	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-66	turmalinito
Iniciação Científica 2003	AR-68	xisto intemperizado
Iniciação Científica 2003	AR-69B	cloritito com turmalina
Iniciação Científica 2003	AR-71A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-71B	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-73D	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-75A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-75B	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-75D	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-75F	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-76	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-79	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-80A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-80B	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-83A	pillow lava
Iniciação Científica 2003	AR-84B	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-86A	spinifex
Iniciação Científica 2003	AR-86B1	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-86B2	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-87	spinifex
Iniciação Científica 2003	AR-92	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-93A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-93B	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-94B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-95E	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2003	AR-96A	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-98	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-105	spinifex
Iniciação Científica 2003	AR-107	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-110	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-114A2	BIF
Iniciação Científica 2003	AR-134	veio com carbonato e serpentina
Iniciação Científica 2003	AR-135B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-136	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-137	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-138A1	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2003	AR-145A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-147	metakomatiito brechado

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 2003	AR-149A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-152A	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2003	AR-159A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-161	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-162	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-163A1	spinifex
Iniciação Científica 2003	AR-164A2	metatufo
Iniciação Científica 2003	AR-169	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-171A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-172C	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-173A	veio com carbonato e serpentina
Iniciação Científica 2003	AR-173B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-173C	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-175	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-178A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-178B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-180	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-182B2	metakomatiito foliado?
Iniciação Científica 2003	AR-182E	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-183	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-184	veio com carbonato e serpentina
Iniciação Científica 2003	AR-185	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2003	AR-187	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-01	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02A	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02B	cloritito com carbonato
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02C	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02D	veio com carbonato
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02E	veio com carbonato
Mestrado Luchesi, 1991	BV-02F	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-13	veio com carbonato
Mestrado Luchesi, 1991	BV-13B	pillow lava
Mestrado Luchesi, 1991	BV-13C	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-14B	metatufo/metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-19	cloritito com turmalina
Mestrado Luchesi, 1991	BV-21	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-22	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-28	talco xisto
Mestrado Luchesi, 1991	BV-33	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-34	talco xisto
Mestrado Luchesi, 1991	BV-36	clasto de metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-37	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-38	clasto de metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-49A	metakomatiito foliado

Campo	Amostra	Litotipo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-49B	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-50A	clasto de metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-50B	metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-81	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-98	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-99	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-100A	metakomatiito brechadodo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-100B	clasto de metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-115	quartzo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-118	cloritito com magnetita
Mestrado Luchesi, 1991	BV-119	cloritito com magnetita
Mestrado Luchesi, 1991	BV-129A	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-129B	piritas limonitizadas
Mestrado Luchesi, 1991	BV-131	cloritito
Mestrado Luchesi, 1991	BV-132	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-133	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-135	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-136	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-137A	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-137B	metatufo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-138	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-139	metakomatiito brechado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-140	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-141	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-142	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-143	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-144	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-145	metakomatiito brechadodo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-146	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-147	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-148	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-149	talco xisto
		metakomatiito maciço com foliação
Mestrado Luchesi, 1991	BV-150	incipiente
Mestrado Luchesi, 1991	BV-152	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-153	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-154	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-154B	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-160	talco xisto
Mestrado Luchesi, 1991	BV-163	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-164	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-166A	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-166B	veio de quartzo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-167	talco xisto
Mestrado Luchesi, 1991	BV-174	clorita-talco xisto

Campo	Amostra	Litotipo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-175	clorita-talco xisto
Mestrado Luchesi, 1991	BV-176	xisto intemperizado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-182	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-183	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-184	metakomatiito foliado com anfibólio
Mestrado Luchesi, 1991	BV-186	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-187	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-188	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-189	metatufo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-190	turmalinito
Mestrado Luchesi, 1991	BV-192	cloritito
Mestrado Luchesi, 1991	BV-193A	spinifex
Mestrado Luchesi, 1991	BV-193B	spinifex
Mestrado Luchesi, 1991	BV-193C	turmalinito
Mestrado Luchesi, 1991	BV-193D	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-193E	turmalinito
Mestrado Luchesi, 1991	BV-194	metakomatiito foliado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-195	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-196	xisto intemperizado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-200	xisto intemperizado
Mestrado Luchesi, 1991	BV-212	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-214	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-215	metakomatiito maciço
Mestrado Luchesi, 1991	BV-216	metakomatiito brechadodo
Mestrado Luchesi, 1991	BV-217	metakomatiito foliado ou talco xisto
Pesquisa	Extra	metatufo
Pesquisa	F-1144-R	metatufo
Pesquisa	F-1180-R	metakomatiito maciço
Pesquisa	F-1182-R	spinifex
Pesquisa	F-1183-R	spinifex
Pesquisa	F-1184-R	talco xisto e turmalinito
Pesquisa	F-1186-R	metakomatiito brechado
Pós Graduação	PF-01	pillow lava
Pós Graduação	PF-02	pillow lava
Pós Graduação	PF-03	pillow lava
Pós Graduação	PF-03	pillow lava
Pós Graduação	PG-01	cloritito com turmalina
Pós Graduação	PG-02	cloritito com turmalina
Pós Graduação	PM-01	spinifex
Pós Graduação	PM-02	spinifex
Pós Graduação	PM-03	spinifex
Pós Graduação	PM-04	spinifex
Pós Graduação	PM-05	spinifex
Pós Graduação	PM-06	spinifex

Campo	Amostra	Litotipo
Pós Graduação	PM-07	spinifex
Pós Graduação	PM-08	spinifex
Pós Graduação	QF-10	spinifex
Pós Graduação	QF-10	spinifex
Pesquisa	QF-10	spinifex
Cong. de Geoquim., 1991	QO-01A	piroclástica
Cong. de Geoquim., 1991	QO-01B	piroclástica
Pesquisa	QO-01B (LT-QO)	piroclástica
Cong. de Geoquim., 1991	QO-02A	spinifex
Cong. de Geoquim., 1991	QO-02A(1)	spinifex
Cong. de Geoquim., 1991	QO-02A(3)	spinifex
Cong. de Geoquim., 1991	QO-02B	metakomatiito maciço
Cong. de Geoquim., 1991	QO-02B(2)	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-01	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-13	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 1988	QO-143	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-153	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-155	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-160	clorita-talco xisto
Iniciação Científica 1988	QO-180	cloritito com magnetita
Iniciação Científica 1988	QO-282	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-284A	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-284B	pillow lava
Iniciação Científica 1988	QO-284C	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-284D	pillow lava
Iniciação Científica 1988	QO-284E	spinifex
Iniciação Científica 1988	QO-286B	cloritito
Iniciação Científica 1988	QO-286C	cloritito
Iniciação Científica 1988	QO-403	metatufo
Iniciação Científica 1988	QO-415	clorita-talco xisto
Iniciação Científica 1988	QO-417	metatufo
Iniciação Científica 1988	QO-424	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-457	cloritito com magnetita
Iniciação Científica 1988	QO-466	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 1988	QO-466B	metakomatiito foliado com turmalina
Iniciação Científica 1988	QO-478	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 1988	QO-481	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-488	talco xisto
Iniciação Científica 1988	QO-504	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-507	cloritito
Iniciação Científica 1988	QO-662	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-663	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QO-664	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-01	spinifex

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 1988	QOπ-13	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 1988	QOπ-18	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-27	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 1988	QOπ-79	turmalinito
Iniciação Científica 1988	QOπ-147	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 1988	QOπ-156	cloritito com magnetita
Iniciação Científica 1988	QOπ-167	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-176	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-213A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-213B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-221	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 1988	QOπ-223	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 1988	QOπ-228	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 1988	QOπ-230	xisto intemperizado
Iniciação Científica 1988	QOπ-240	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 1988	QOπ-246	cloritito
Iniciação Científica 1988	QOπ-286A	metatufo
Iniciação Científica 1988	QOπ-313	veio de quartzo com serpentina
Pesquisa	QOπ-S/Nº	pillow lava
Iniciação Científica 1988	QOπ-XA	pillow lava
Pesquisa	QOπ-XB	metatufo
Pesquisa	QOπ-XE	pillow lava
Pós Graduação	QOπ-XF	pillow lava
Iniciação Científica 1988	QOπ-XF(2/2)	pillow lava
Iniciação Científica 1988	QOπ-XF(2/4)	pillow lava
Pesquisa	QO-1A	metatufo
Pesquisa	QO-1B	metatufo
Pesquisa	QO-1C	metatufo
Pesquisa	QO-2A	metatufo
Pesquisa	QO-2B	metatufo
Pós Graduação	S/Nº	spinifex
Pós Graduação	S/Nº	cloritito com magnetita
Pós Graduação	S/Nº	cloritito com turmalina
Pós Graduação	S/Nº	microspinifex
Pós Graduação	S/Nº pillow	pillow lava
Pesquisa	SB-03	cloritito com turmalina
Pesquisa	SB-04/Tanque preto	veio com sulfetos
Pesquisa	Tanque Preto	metakomatiito maciço
Pesquisa		turmalinito
Iniciação Científica 2008	QD-001A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-001B	veio
Iniciação Científica 2008	QD-001C	clorita-talco xisto
Iniciação Científica 2008	QD-001D	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-001E	metakomatiito brechado

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 2008	QD-002A	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-002B	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-003B	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-004	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-005A	metakomatiito foliado ou brechado
Iniciação Científica 2008	QD-005B	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-007A	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-007B	metakomatiito maciço com carbonato
Iniciação Científica 2008	QD-011	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-012B	spinifex
Iniciação Científica 2008	QD-014	metadiabásio
Iniciação Científica 2008	QD-020	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-021	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-022A	metatufo
Iniciação Científica 2008	QD-022B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-022C	metatufo
Iniciação Científica 2008	QD-022D	veio
Iniciação Científica 2008	QD-023	chl-anf-tlc-xisto
Iniciação Científica 2008	QD-024A	flogopitito
Iniciação Científica 2008	QD-024B	clorito com flogopita
Iniciação Científica 2008	QD-024C	clorito com flogopita
Iniciação Científica 2008	QD-024D	clorito com flogopita
Iniciação Científica 2008	QD-024E	talco xisto
Iniciação Científica 2008	QD-025A	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-025B	clorito com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-025C	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-025D	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-025E	talco-clorita xisto
Iniciação Científica 2008	QD-025F	talco-clorita xisto
Iniciação Científica 2008	QD-026A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-026B	metatufo
Iniciação Científica 2008	QD-027A	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-027B	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-027C	carbonato
Iniciação Científica 2008	QD-027D	anfíbólio-talco xisto
Iniciação Científica 2008	QD-028A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-028B	veio
Iniciação Científica 2008	QD-029	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-031A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-031B	metakomatiito foliado ou metatufo
Iniciação Científica 2008	QD-031C	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-032A	flogopitito com turmalina
Iniciação Científica 2008	QD-032B	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-033A	clorito

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 2008	QD-033B	clorito com flogopita
Iniciação Científica 2008	QD-033C	clorita-anfíbólio xisto
Iniciação Científica 2008	QD-033D	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-035	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-036A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-036C	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-036D	flogopitito com feldspato
Iniciação Científica 2008	QD-037B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-038	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-039A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-040A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-042D	clorito com magnetita
Iniciação Científica 2008	QD-045A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-045B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-045C	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-046	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-047	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-048A	spinifex
Iniciação Científica 2008	QD-048B	clasto de metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-049	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-050A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-050B	veio
Iniciação Científica 2008	QD-050C1	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-050C2	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-050C3	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-053	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-054A	flogopitito com turmalina
Iniciação Científica 2008	QD-054B	turmalinito
Iniciação Científica 2008	QD-057	flogopitito
Iniciação Científica 2008	QD-057A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-058	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-061A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-061B	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2008	QD-061C	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-062	metakomatiito foliado
Iniciação Científica 2008	QD-064	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-065A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-065B	flogopitito
Iniciação Científica 2008	QD-065C	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-065D	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-067A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-067B	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-076	clorito
Iniciação Científica 2008	QD-086	metakomatiito foliado com anfibólio

Campo	Amostra	Litotipo
Iniciação Científica 2008	QD-087A	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-087B	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-090	metakomatiito brechado
Iniciação Científica 2008	QD-091	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-105	xisto Nova Lima
Iniciação Científica 2008	QD-108A	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-108B	cloritito
Iniciação Científica 2008	QD-109A	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-112	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	QD-117A	Nova Lima
Iniciação Científica 2008	QD-117B	filito
Iniciação Científica 2008	QD-117C	Nova Lima
Iniciação Científica 2008	QD-122A	metakomatiito foliado com anfibólio
Iniciação Científica 2008	QD-122B	cloritito
Iniciação Científica 2008	QD-127	metakomatiito maciço
Iniciação Científica 2008	REV-QD-033B	cloritito com flogopita
Iniciação Científica 2008	REV-QD-33A	carbonato

ANEXO 2

Tabela de descrição microscópica das
amostras da coleção do orientador

Lâmina	Textura	Mineralogia	Litotipo
Exc83-1	Granulação média, maciça com partes de spinifex	Ocorrem algumas partes com textura spinifex do tipo espinha de peixe, e alguns cristais esqueléticos em meio a talco e carbonato. Cristais esqueléticos de serpentina (30%), resto (70%). Ocorrem opacos também, alguns quadrados (magnetita?).	spinifex
Exc83-2		Ocorrem partes com cristais esqueléticos cloritizados, e entre os cristais talco muito fino, além dessas partes ocorrem partes com talco mais grosso e carbonato, e partes com pseudomorfos de olivina arredondada serpentinizada e com pouca clorita. Há opacos quadrados e opacos mais finos amorfos, alguns possuem uma "borda" de serpentina.	spinifex
Exc83-2		Semelhante a anterior, porém as partes não estão muito bem definidas, e o spinifex é muito incipiente.	spinifex
Exc83-3	Granulação média, spinifex orientado paralelamente	Cristais esqueléticos grossos com serpentina (45%), entre os cristais ocorre talco (50%), opacos (5%) e carbonato (1%). Os contatos dos cristais esqueléticos com a outra parte não está tão bem definido quanto nas lâminas mais didáticas de spinifex.	spinifex
Exc83-4	Granulação média, spinifex incipiente e desorientado	Cristais esqueléticos de serpentina (40%) em meio a talco (40%) e carbonato (20%). Os cristais esqueléticos não são bem definidos e não são contínuos, como se estivessem quebrados. Ocorrem opacos também.	spinifex
Exc83-4	Granulação média	Cristais esqueléticos de serpentina (60%) e pseudomorfos de olivina arredondados com serpentina em meio a talco (25%) e carbonato (15%). Há partes com textura spinifex incipiente. Ocorrem opacos também.	spinifex
Exc83-4	Granulação média	Cristais esqueléticos serpentinizados em meio a talco e carbonato, há opacos também.	spinifex
Exc83-5	Granulação fina-média, textura mesh	Predominam pseudomorfos arredondados de olivina serpentinizada (85%), com talco intersticial (1%), ocorrem muitos veios de serpentina (15%). Há alguns "bolsões" com serpentina muito fina. Ocorrem opacos também.	maciço
Exc83-6	Granulação fina-média e textura spinifex incipiente	Cristais esqueléticos de serpentina (40%) descontínuos em meio ao talco (50%) e carbonato (10%), este é mais grosso que os outros minerais. Há opacos também.	spinifex
Exc83-7	Granulação fina, textura mesh com veios	Pseudomorfos arredondados de olivina (98%) serpentinizada com talco e carbonato intersticial (2%). Ocorrem veios de serpentina mais grossa, alguns veios são descontínuos e zonados. Há parte com serpentina muito fina. Há opacos também.	maciça
Pillow-A	Granulação muito fina envolvendo pseudomorfos de olivina de granulação fina a média (1 a 10 mm)	Serpentina (40%) em formas arredondadas, podendo ser mais fibrosa ou muito fina, cummingtonita (60%) ocorre muito fina, na matriz predominantemente, e em menor quantidade nos pseudomorfos, opacos (TR) são muito finos e podem estar com alteração avermelhada. Os veios são finos e constituídos de serpentina.	pillow lava
Pillow-B	Granulação muito fina envolvendo pseudomorfos de olivina de granulação fina a média (1 a 10 mm), há pequena parte com microspinifex	Serpentina (40%) em formas arredondadas, podendo ser mais fibrosa ou muito fina, cummingtonita (60%) ocorre muito fina, na matriz predominantemente, e em menor quantidade nos pseudomorfos, opacos (TR) são muito finos e podem estar com alteração avermelhada. Os veios são finos e constituídos de serpentina.	pillow lava
Pillow-C	Granulação muito fina com textura microspinifex envolvendo pseudomorfos de olivina de granulação fina (1 a 2 mm)	Serpentina (40%) em formas arredondadas, podendo ser mais fibrosa ou muito fina e ocorre nos microspinifex, pode ter pseudomorfo com spinifex também, cummingtonita (60%) ocorre muito fina, na matriz predominantemente, e em menor quantidade nos pseudomorfos, opacos (TR) são muito finos e podem estar com alteração avermelhada. Os veios são finos e constituídos de serpentina.	pillow lava

Pillow-D		Transição de parte com pseudomorfos fino-médio de olivina serpentinizada envoltos por cummingtonita fibrorradiada muito fina, podendo haver textura <i>microspinfex</i> , para parte com menos pseudomorfos, predominando matriz de cummingtonita muito fina com textura <i>microspinfex</i> , e depois para parte que parece veio de serpentina muito fina, com alguns cristais de cummingtonita, que pode ser mais grosso do que os das outras partes. Na rocha ocorrem veios menores de serpentina, opacos com limonita em volta e finos. Os pseudomorfos possuem serpentina muito fina.	pillow lava
Pillow-E		A rocha passa de uma parte com matriz (80%) fina de cummingtonita, com textura <i>microspinfex</i> , pseudomorfos (20%) fino-médios de olivina serpentinizada, para uma parte com aspecto brechóide, com clastos compostos de cummingtonita muito fina orientada, envoltos por partes muito finas de serpentina (?) com cummingtonita mais grossa, ocorrem também alguns pseudomorfos de olivina serpentinizada envoltos por essa parte mais fina, e depois passa para parte com granulação mais grossa do que a primeira, com matriz de cummingtonita e alguns pseudomorfos serpentinizados. Ocorrem veios de serpentina cortando todas as partes e opacos finos com limonita.	pillow lava
Pillow-F		Partes com textura <i>spinfex</i> bem preservada, com cristais esqueléticos serpentinizados e entre eles ocorre anfíbólio e as vezes umas partes com pseudomorfos de olivina serpentinizada ("pele de tigre"), divididas por parte com anfíbólio muito fino, com concentrados de clorita muito fina, linhas de opacos com bordas de limonita.	pillow lava
Pillow-G		A lâmina possui textura <i>spinfex</i> , podendo variar de tamanho os cristais de <i>spinfex</i> , pode ter pseudomorfos de olivina serpentinizada entre <i>spinfex</i> , ocorre <i>spinfex</i> menores em meio aos maiores. Essencialmente composta por serpentina.	pillow lava
Pillow-H		Nas bordas ocorrem partes com <i>spinfex</i> , porém intercalados com anfíbólio. No meio ocorre parte muito fina, com anfíbólio e serpentina intercrecidos e algumas partes mais no meio com clorita muito fina. Nesta parte do meio pode ocorrer alguns <i>spinfex</i> e também ocorre opacos com limonita em volta. Junto aos <i>spinfex</i> das bordas podem ocorrer pseudomorfos de olivina serpentinizada.	pillow lava
Pillow-I		Ocorre porção de ~1cm triangular, com granulação mais grossa, composta por pseudomorfos de olivina serpentinizados, cummingtonita fibrosa, podendo ter pedaços de <i>spinfex</i> e opacos limonitizados. Em volta dessa porção ocorre massa muito fina, composta por serpentina e anfíbólio, além de opacos quadrados com limonita em volta, pode gradar para partes com <i>spinfex</i> e podem ocorrer também massas de clorita muito fina. Na borda ocorre de novo porção igual a primeira. Próximo a uma fratura ocorre mineral fibroso radiado (anfíbólio?).	pillow lava
Pillow-J		Partes nas bordas com textura <i>spinfex</i> , podendo ocorrer entre os <i>spinfex</i> partes de pseudomorfos de olivina serpentinizada, partes muito finas de serpentina/clorita, ocorrem anfíbólio e opacos com limonita nessas partes também. A porção que divide essas nas bordas é muito fina, composta de anfíbólio e serpentina (em menor parte), pode ocorrer parte com clorita muito fina.	pillow lava
QD020	Granulação fina, com textura mesh e no veio textura lepidoblástica.	Serpentina (60-70%) em arranjos globulares (antigos cristais de olivina), carbonato (30-40%) disperso na lâmina, pode ser intersticial ressaltando formas globulares, e opacos (TR). No veio há serpentina fibrosa (não há formas globulares) e pode estar zonado, com serpentina mais fina (vidro) nas bordas.	maciço com veios

QD021	Granulação fina, com microspinfex (cristais esqueléticos substituídos por serpentina) e núcleos com textura mesh	Serpentina (70%) ocorre em formas globulares, porém não há olivina preservada, talco (30%) ocorre preferencialmente entre os "cristais esqueléticos" e intersticialmente, opacos (~1%) muito finos.	maciço com microspinfex
QD022B	Granulação muito fina na matriz, com porfiroblastos fibro-radiados de anfibólio de granulação de até 2,0 mm	Clorita (40-50%) verde clara na matriz, com birrefringência azul anômalo, anfibólio (50-60%) fibro-radiado, incolor, talco (TR) e opacos (TR).	Chl-Cum xisto (ou fels)
QD024E	Granulação fina lepidoblástica, com porfiroblastos granulaçoooblásticos de carbonato	Talco (70%) na matriz da rocha muito fino, clorita (1-2%) na matriz também e intersticial, carbonato (30%) mais grosso que a matriz, pode ocorrer agregado, concentrado em algumas porções da lâmina e com formas irregulares, opacos (TR) sem alteração.	Car-Tlc xisto porfiroblástico
QD025E	Porções com diferentes assembleias mineralógicas dividadas por partes foliadas lepidoblásticas com pequenas crenulações. Há ainda textura mesh total/parcialmente talcificada.	As partes foliadas são compostas por talco e clorita, esta com leve pleocroismo verde claro. As porções individualizadas podem possuir: serpentina e talco; carbonato, talco e clorita, esta está bem formada, com birref anomala e intercrescida com talco; talco, carbonato e serpentina, com textura mesh talcificada, de cor verde amarronzado, as vezes com a serpentina preservada. Ocorrem opacos também, que estão alterados para óxidos amarelados.	brecha
QD029	Granulação fina, com textura mesh e no veio textura lepidoblástica.	Serpentina (65-70%) pseudomorfizando olivina, talco (30-35%) entre os pseudomorfos e opacos (TR) que podem estar alterados na cor amarelada (óxidos). O veio é composto por talco orientado.	maciço com veios
QD036B A	Granulação fina, textura mesh parcialmente preservada	Serpentina (90%) pseudomorfizando olivina ou apenas fibrosa, talco e carbonato (10%) inter serpentina, ajudando a definir os pseudomorfos, e opacos muito fino (TR).	maciço
QD036B B	Granulação fina, textura mesh parcialmente preservada	Serpentina (90%) pseudomorfizando olivina ou apenas fibrosa, talco e carbonato (10%) inter serpentina, ajudando a definir os pseudomorfos, e opacos muito fino (TR).	maciço
QD037A	Granulação média, localmente com textura mesh	Serpentina (60%) ocorre pseudomorfizando olivina, porém com hábito fibroso ou muito fina entre os pseudomorfos, talco e carbonato (40%) ocorre entre os pseudomorfos, porém neste caso está mais grosso do que nas outras lâminas, opacos (TR) com alteração amarelada em volta.	maciço
QD040B	Granulação fina, textura mesh, e matriz lepidoblástica	Serpentina (85%) pode ocorrer muito fina e um pouco mais grossa pseudomorfizando olivina, talco (10%) muito fino ocorre junto a serpentina mais fina, clorita ocorre fina também, opacos (2-3%) porfiroblástico deve ser magnetita e finos e irregulares (cromita).	maciço
QD045A	Granulação fina-média, com textura mesh definida por serpentina e/ou anfibólio.	Serpentina (50-60%) definindo textura mesh, parece estar se alterando para o anfibólio e clorita, cummingtonita (35-40%) intercrescida com a serpentina, clorita (7-10%) cresce por cima da textura mesh, deve ser posterior a serpentina, opacos (5%) em formas cúbicas, devem ser magnetita e em formas irregulares.	maciço com anfibólio
QD045B	Granulação fina, nematolepidoblástica, sem orientação preferencial	Serpentina (55-60%) está fibro-radiada, sem definir textura mesh, clorita (10-15%) ocorre agregada em formas subarredondadas dispersas na lâmina, cummingtonita (30-40%) está igual a serpentina, amabas ocorrem intercrescidas (provável reação de substituição), opacos (3-5%) podem ter formas cúbicas ou irregulares.	maciço com anfibólio
QD049	Granulação fina, textura mesh parcialmente preservada, veios podem ter porfiroblastos	Serpentina (90%) fibrosa, e pode pseudomorfiza olivina, carbonato (4%) ocorre porfiroblástico no veio e com inclusão de opaco, talco (6%) pode ocorrer em volta do carbonato e na parte mais fina do veio, intercrescido com serpentina, opacos (TR) ocorrem porfiroblásticos e com formas cúbicas no veio e na rocha são finos e com formas irregulares.	maciço com veios
QD050C1	Granulação fina-média, com textura mesh bem definida e veios bem finos lepidoblásticos	Serpentina (60-70%) pseudomorfiza olivina, talco (30-40%) ocorre entre os pseudomorfos, opacos (TR). Nos veios ocorrem serpentina crenulada.	maciço com veios

QD050C2	Granulação fina-média, com textura mesh mais talcificada	Serpentina (60-65%) pseudomorfiza olivina, talco (35-40%) entre os pseudomorfos, carbonato (TR) ocorre junto ao talco opacos (TR) finos e com formas irregulares.	maciço
QD050C3	Granulação mais fina que as 2 anteriores, com textura mesh bem definida e pouco talcificada, veios são lepidoblásticos	Serpentina (90-95%) pseudomorfiza a olivina, talco (5-10%) ocorre localmente em volta dos pseudomorfos, podendo ter substituído totalmente a serpentina, opacos (TR) muito finos e irregulares. Os veios possuem serpentina fibrosa e crenulada, e pode ter serpentina mais grossa.	maciço com veios
QD053	Nos fragmentos a granulação é muito fina e lepidoblástica e o que envolve os fragmentos possui granulação mais grossa, podendo ser essencialmente lepidoblástico foliado ou com carbonatos mais grossos estirados	Nos fragmentos ocorrem talco (85-90%) muito fino, serpentina (5-10%) muito fina também e intercrecida com o talco, opacos (5%) podem ser um pouco mais grosso que o tlc e a serp, e podem ter formas cúbicas. A rocha envolvente é mais grossa e pode ter clorita com birref anomala intercrecida com o talco dos fragmentos, carbonato pode estar estirado paralelamente ao estiramento dos fragmentos.	brecha
QD061B	Granulação muito fina e lepidoblástica	Talco e serpentina (70%) intercrecidos, muito finos, intensamente crenulados, clorita (10%) ocorre em finas camadas paralelas a crenulação, opacos (20%) ocorrem em camadas preferenciais paralelas as dobras e as camadas de clorita, ora são mais finos, ora mais grossos. É possível ver que a rocha está com dobras maiores e no plano axial há crenulações.	metatufos
QD087A	Granulação fina-média, com partes essencialmente lepidoblásticas, partes granulaçãoonematoblásticas, e partes com textura mesh	Nas partes lepidoblásticas há serpentina. Nas partes granulaçãoonematoblásticas há carbonato, cummingtonita, serpentina, clorita em variadas proporções, e possuem granulação mais grossa do que as outras partes. Há camada rica em cummingtonita mais fina. Há partes com serpentina fina em textura mesh, com talco entre os pseudomorfos, e talvez clorita muito fina.	brecha
QD090	Parte maciças com textura mesh, partes entre os maciços possui granulação mais fina e costuma ser lepidoblástica,	As partes maciças são compostas por serpentina pseudomorfizando olivina, e entre os pseudomorfos ocorre carbonato mais grosso e pode ocorrer talco e anfibólio mais finos. Há fragmento composto principalmente de talco, com um pouco de anfibólio, carbonato, serpentina, opacos, nele o talco se arranjar na forma dos pseudomorfos de olivina, e ocorre também fragmento de microspínifex. As partes foliadas são mais finas e podem ter talco, serpentina e carbonato.	brecha
QO-01A (2)	Na matriz granulação muito fina, e nos clastos pode ter textura mesh, spinifex.	A matriz é composta por talco, que pode aparecer mais grosso, e provavelmente serpentina. Os clastos possuem diversas características, podem ser compostos por pseudomorfos de olivina serpentinizada, podem ser de serpentina fina com agregados de anfibólio fibroso, podem ser concêntricos com serpentina. Ocorrem opacos com borda de limonita em todas as partes.	piroclástica
QO-01A (3)	Na matriz granulação muito fina, e nos clastos pode ter textura mesh e spinifex na borda.	A matriz é composta por talco, que pode aparecer mais grosso, provavelmente serpentina em menor quantidade. Os clastos possuem diversas características, podem ser compostos por pseudomorfos de olivina serpentinizada, podem ser de serpentina fina com pseudomorfos de olivina e agregados de anfibólio mais grosso que a serpentina, podem ter partes concêntricas com serpentina e podem ser de anfibólio fibrorradiado. Ocorrem opacos com borda de limonita em todas as partes.	piroclástica
QO-01B (1)	Na matriz granulação muito fina, e nos clastos pode ter textura mesh, as vezes, spinifex	A matriz é composta por talco, que pode aparecer mais grosso, e serpentina em menor quantidade. Os clastos possuem diversas características, podem ser compostos por pseudomorfos de olivina serpentinizada com ou sem agregados de anfibólio fibrorradiados, podem ter partes concêntricas com serpentina. Ocorrem opacos com borda de limonita em todas as partes. Há veios de serpentina cortando a rocha inteira.	piroclástica

QO-01B (2)	Na matriz granulação muito fina, e nos clastos pode ter textura mesh	A maior parte da lâmina é um clasto, este é composto por pseudomorfos de olivina serpentinizada, com serpentina mais fina entre os pseudomorfos (cumulática??). A matriz é composta por talco e serpentina, com alguns cristais de talco mais grosso. Ocorrem ainda clastos menores com textura spinifex. Ocorrem opacos com limonita em volta e veios de serpentina que cortam a rocha inteira.	piroclástica
QO-01B (3)		Matriz muito fina com talco, por vezes, porfiroblástico, e serpentina em menor quantidade. Os clastos podem possuir borda diferente do núcleo, são compostos por serpentina em pseudomorfos de olivina, ou serpentina muito fina, nos núcleos costumam ocorrer agregados de anfibólio fibrorradiado, podem ocorrer nos clastos textura spinifex, ou serpentina de forma concêntrica, a textura spinifex costuma ocorrer entre os pseudomorfos de olivina serpentinizados. Ocorrem opacos com borda limonitizada. Ocorre parte com serpentina grossa (5 mm).	piroclástica
QO-01B (4)		Matriz muito fina com talco, por vezes, porfiroblástico, e serpentina em menor quantidade. Os clastos podem possuir borda diferente do núcleo, são compostos por serpentina em pseudomorfos de olivina, ou serpentina muito fina, nos núcleos costumam ocorrer agregados de anfibólio fibrorradiado, podem ocorrer nos clastos textura spinifex, ou serpentina de forma concêntrica, a textura spinifex costuma ocorrer entre os pseudomorfos de olivina serpentinizados. Ocorrem opacos com borda de limonita.	piroclástica
QO-02A1	Spinifex orientado aleatoriamente	Ocorrem cristais mais grossos de spinifex e entre eles podem ocorrer cristais menores, nestes ocorrem opacos associados. Os cristais são com serpentina, e entre eles ocorre anfibólio.	spinifex
QO-02A2	Spinifex orientado aleatoriamente e partes muito finas (vitrea?)	Cristais maiores de spinifex, com spinifex menores entre os maiores (tipo pente). Os cristais são de serpentina e entre eles ocorrem anfibólio. A parte muito fina é composta por um intercrescimento de anfibólio e serpentina. Ocorrem opacos principalmente nas parte de spinifex tipo pente.	spinifex
QO-02A3	Spinifex orientado aleatoriamente	Cristais maiores de spinifex com cristais menores tipo pente entre os maiores. Compostos por serpentina e entre eles anfibólio. Opacos ocorrem nas partes com spinifex tipo pente.	spinifex
QO-02B1	Granulação fina média, mesh, e entre os pseudomorfos textura mais fina e com spinifex	Pseudomorfos de olivina serpentinizada, com partes finas entre eles, compostas por serpentina e anfibólio, as vezes, com cristais de spinifex. Ocorrem poucos opacos, e com borda limonitizada.	maciço
QO-02B2	Spinifex nas bordas, e no meio textura muito fina (tufo?)	Nas partes com spinifex, ele aparece mais grosso orientado aleatoriamente e com cristais menores no meio deles com spinifex tipo pente, entre os cristais de serpentina (que definem o spinifex) ocorre anfibólio. Na parte central muito fina, ocorre intercrescimento de serpentina com anfibólio, este em maior quantidade. Ocorrem opacos mais grossos do que os das lamina de spinifex, e com borda de limonita.	spinifex
QO1 (I)	Macrospinifex orientado	Cristais esqueléticos serpentinizados (40%) (parece clorita, mas deve ser porque a lamina está grossa), e entre eles ocorre talco (55%) mais fino, carbonato (2%) idioblástico mais grosso e opacos (3%) com formas quadradas (magnetita?). Podem ocorrer restos de cristais esqueléticos obliquos aos mais grossos entre estes.	spinifex
QO1 (II)	macrospinifex orientado e arvore de natal	Cristais esqueléticos serpentinizados (40%) (parece clorita, mas deve ser porque a lamina está grossa) arrançados na forma de espinha de peixe e arvore de natal, e entre eles ocorre talco (50%) mais fino, carbonato (5%) idioblástico mais grosso e opacos (3%) com formas quadradas (magnetita?). Podem ocorrer restos de cristais esqueléticos obliquos aos mais grossos entre estes.	spinifex

QO-99A	Spinifex desorientado	Cristais esqueléticos de serpentina, entre eles ocorrem talco e anfibólio. Ocorre parte na borda da lâmina com pseudomorfos de olivina redondos. Ocorrem poucos opacos.	spinifex
QO-99B	Bordas da lâmina com textura mesh, e no meio textura spinifex, com diferentes orientações	Nas bordas ocorrem pseudomorfos de olivina serpentinizada arredondados, no meio ocorrem cristais esqueléticos de serpentina, e entre eles há anfibólio, que pode estar fibrorradiado, talco e carbonato. Ocorrem ainda opacos finos. Alguns orientados segundo o spinifex.	spinifex
QO-99C	Granulação fina-média, textura mesh	Pseudomorfos arredondados de olivina serpentinizada (98%), pode ocorrer um pouco de anfibólio, carbonato, talco e opacos. Diferentemente de outras lâminas maciças, esta não há massa muito fina de serpentina entre os pseudomorfos. Ocorrem alguns pedaços de spinifex entre nas partes com anfibólio e talco.	maciço
QO-99D	Granulação média, textura mesh	Pseudomorfos arredondados de olivina serpentinizada (98%) orientados segundo o alongamento dos pseudomorfos, pode ocorrer entre os pseudomorfos um pouco de anfibólio e talco. Ocorrem também opacos disseminados.	maciço
SBR-12 (31)	Spinifex desorientado com partes de granulação muito fina e maciça	Ocorrem pedaços com textura spinifex, pode ser tipo árvore de natal, alguns tipo pente no meio de cristais maiores, que definem um macrosinifex. Os cristais esqueléticos são de serpentina. Ocorrem porções entre esses cristais de massa fina de anfibólio e serpentina.	spinifex
SBR-12A (32)	Spinifex desorientado	Cristais esqueléticos serpentinizados maiores definem o spinifex principal, entre esses cristais ocorrem porções com spinifex menores e orientados (tipo pente), e porções maciças finas. Os cristais são de serpentina, e as porções intermediárias são de anfibólio e serpentina. Ocorrem opacos também.	spinifex
Turm-K	Granulação muito fina com porfiroblastos de 1-2 mm, lepidoblástica	Clorita ocorre em duas gerações, uma mais fina e orientada e outra mais grossa, porfiroblástica e desorientada, que cresce por cima da mais fina, possui halos pleocróicos, opacos (1%), apatita (2%) com núcleo destruído, zircão causa halo pleocróico e está metamictico.	Cloritito
Turm-L	Granulação grada de fina a média, lepidoblástica	Clorita com halos pleocróicos devido ao zircão, opacos (2-3%), apatita, zircão (1%) muito fino a fino, pode se concentrar em camadas principalmente na parte mais grossa da lâmina.	Cloritito
Turm-M	Granulação fina para a clorita e média grossa para a turmalina, sendo a matriz lepidoblástica com porfiroblastos nematoblásticos	Clorita (30%) verde, com halos pleocróicos dispersos, turmalina (70%) zonada, alaranjada, com inclusões preferenciais no centro, podendo ser de clorita mais fina do que a matriz da rocha, e de apatita, apatita (1-2%) zonada, nucleos mais rosados, zircão muito bonito, zonado, as vezes metamitico e pode ter até 0,1 mm, opacos.	Clorita turmalinito
Turm-N	Granulação fina para a clorita e média grossa para a turmalina, sendo a matriz lepidoblástica com porfiroblastos nematoblásticos	Clorita (40%) verde, com halos pleocróicos dispersos, turmalina (55%) zonada, alaranjada, com inclusões preferenciais no centro, podendo ser de clorita mais fina do que a matriz da rocha, apatita, apatita (5%) zonada, nucleos mais rosados, zircão muito bonito, zonado, as vezes metamitico e pode ter até 0,2 mm, opacos (1-2%) parecem estar orientados, podem possuir inclusões de apatita.	Clorita turmalinito
Turm-O	Matriz com granulação fina a média de clorita, e porfiroblastos de turmalina	Clorita (60%) pode ser mais fina ou mais média, possui halos pleocróicos, turmalina (40%) zonada e com menos inclusões do que as anteriores, apatita, opacos (1%), zircão.	Clorita turmalinito
Turm-P	matriz fina-média lepidoblástica com porfiroblastos de turmalina	Clorita (30%) fina a média, sem orientação preferencial e com halos pleocróicos, turmalina (70%) mais abundante que as outras lâminas, zonada, com inclusões, apatita (2-3%) é mais abundante e mais grossa quando ocorre junto as cloritas, do que quando incluída na turmalina, opacos podem estar crescidos com leucoxênio, zircão pode estar metamictico e pode ocorrer agregado.	Clorita turmalinito

Turm-Q	Granulação média-grossa, nematoblástica	Clorita (10%) ocorrem em partes "intersticiais" e pode ser fina ou um pouco mais grossa, turmalina (90%) zonada e com poucas inclusões, apatita e zircão são menos abundantes do que nas outras lâminas, há um cristal de zircão com 0,3 mm e bem preservado.	Turmalinito
Turm-R	Transição da parte com porfiroblastos de turmalina para parte lepidoblástica de granulação fina-média	Conforme passa da parte com os porfiroblastos de turmalina para o cloritito, aparecem mais opacos, zircão e apatita. A clorita está desorientada, e com muitos halos pleocróicos, ocorrem opacos mais finos junto a clorita mais fina, o zircão pode estar metamictico, os opacos mais grossos podem estar com crescimento simplectítico com a clorita, a apatita é fina-média e pode estar inclusa nos opacos.	Clorita turmalinito - cloritito
Turm-S	Transição de parte com granulação média e sem orientação para parte com granulação fina e orientada, ambas as partes são lepidoblásticas	Clorita (90%) quando é mais grossa não é orientada, e quando mais fina está orientada, há muitos halos pleocróicos, apatita (7-8%) mais abundante do que as outras e mais fina do que a lâmina anterior, opacos (2-3%) com inclusões de apatita, zircão pode estar metamictico e pode ocorrer agregado, e não cristais muito "granulações", como nas que ha clorita e turmalina associadas.	Cloritito

ANEXO 3

Tabela de campo

PONTO	UTM-E	UTM-N	Sn-TIPO	Sn-DIR	Sn-DIP	LITOTIPOS	UNIDADE
QOC-01	662779	7783116	Sn	70	30	Francisco III. Pillow lava com black wall, em volta ocorre lava brechada (extremo E da camada do Quebra Osso).	Quebra Osso
QOC-02	662771	7783191				Francisco III. Parede desmoronada, com muitos blocos rolados, nas partes in situ há lava brechada. Há bloco de pillow brecha.	Quebra Osso
QOC-03	662726	7783160				Francisco III. Poucos metros abaixo, começa a maciça, que está com muitos veios de serpentina.	Quebra Osso
QOC-04						Francisco III. Descendo em direção ao lago, pequena camada de spinifex cm.	Quebra Osso
QOC-05	662716	7783159				Francisco III. Abaixo do spinifex, há camada extensa de rocha maciça com muitos veios, e partes com pillow lavas/brechas (veios ou camadas?). Mais a N há pillow lavas mais evidentes e bloco rolado de flogopitito, com pontos verdes. Subindo um pouco ocorre camada de spinifex cm, salientado na superfície alterada.	Quebra Osso
QOC-06	662695	7783270				Francisco III, extremo N na parede E. Paredão de rocha maciça alterada com muitos veios de serpentina, que são salientados na superfície alterada. Há partes que lembram pillows, e estruturas que parecem tension gashes. Na parte superior ocorre lava brechada. Há muitos blocos rolados de tufo cinza esverdeado.	Quebra Osso
QOC-07	662613	7783252				Francisco III, parede N. Rocha maciça com veios de serpentina, e mais a W ocorre novamente a lava brechada, que pode ter clasto de pillow lava. Ocorre lente métrica de rocha "stockwork" com pedaços de maciça verde escura, envoltos por veios de talco e carbonato. A lava brechada está dobrada no contato com a lente.	Quebra Osso
QOC-08	662645	7783092				Francisco III, parede W. Lava brechada com lentes de rocha maciça com muitos veios/falhas preenchidos por carbonato e talco.	Quebra Osso
QOC-09	662740	7782986				Lado S do córrego Quebra Osso. Contato entre maciça com veios (E) e lava brechada (W). Na lava brechada ocorrem lentes/clastos de maciça, pillow lava, tufo e de lapili tufo (piroclástica).	Quebra Osso
QOC-10	662693	7782940				Na estrada para a Francisco IV. Lava brechada. Ocorrem blocos de pillow rolados.	Quebra Osso

QOC-11	662535	7782917	Sn contato	92	80	Francisco IV. De NE a SW ocorre maciça e depois lava brechada. Entre as duas ocorre camada fina de tufo (30-50 cm).	Quebra Osso
QOC-12	662517	7782756				Francisco IV, parede a S. Contato entre maciça (E) e lava brechada (W). Talvez seja o mesmo contato do ponto 7 e 9. Na lava brechada ocorrem clastos de tufo de cor verde clara e tamanho cm.	Quebra Osso
QOC-13	662500	7782829	Sn falha	60	33	Francisco IV. Ao longo da parede principal ocorre apenas lava brechada, esta possui várias falhas preenchidas por talco. Há intrusão métrica de rocha maciça. Ocorre bloco rolado de tufo com camada rica em bolas verdes escuras mm, e bloco de algo que parece spinifex.	Quebra Osso
QOC-14	662463	7783029	Sn	66	65	Estrada entre Francisco IV e Abelhas. Afloramento um pouco intemperizado de lava brechada. Há parte com alteração para esmectita.	Quebra Osso
QOC-15	662326	7783069				Pedreira Abelhas, rocha ornamental. Contato entre a lava brechada (N) e maciça com veios (S).	Quebra Osso
QOC-16	662211	7783363	Sn	87	60	Estrada para Tanque Preto, bifurcação a esquerda logo após porteira. Afloramento no chão da estrada de rochas alteradas, há cloritito com turmalina, seguido por rocha foliada com anfibólio fibro-radiado porfiroblástico, e BIF Nova Lima (15 m de espessura). Camada de BIF no meio do Quebra Osso. Seguindo pela estrada principal, há BIF em corte de estrada.	Quebra Osso
QOC-17	662057	7783818	Sn	90	30	Tanque Preto, parede N. Rocha foliada filítica com porfiroblastos de magnetita (3 a 7 mm).	Quebra Osso
QOC-18	661994	7783783	Sn	332	25	Tanque Preto, parede W a N. Contato de rocha xistosa e talcosa (abaixo) com BIF/grafita xisto do Nova Lima (acima).	Nova Lima
QOC-19	662006	7783746				Tanque Preto, parede W. Rocha maciça. Ocorre falha/fratura com rocha verde alterada (esmectita) nas bordas e no centro rocha preta muito fina. Há sulfatos também.	Quebra Osso
QOC-20	662564	7783439	Sn	330	55	Francisco II, parede S. Lava brechada, há spinifex cm.	Quebra Osso
QOC-21	662600	7783444				Francisco II, parede S. Caminhando para E aparece rocha maciça com muitos veios de serpentina e carbonato, esse corpo deve ter ~10m de espessura. Depois volta a lava brechada com lentes métricas de rocha maciça. Há sulfatos na parede e também cubos de pirita mm.	Quebra Osso

QOC-22	662677	7783472	Sn	40	50	Francisco II. Ao longo da parede S, vê-se uma intercalação de lava brechada e corpos métricos de rocha maciça. Ambas as rochas possuem veios de carbonato e porfiroblastos. Corpo alongado métrico de clorito black wall, parece ter "esfoliação esferoidal".	Quebra Osso
QOC-23	662704	7783463	Sn	344	40	Francisco II. Mais acima (E), ocorre rocha intensamente foliada e com dobras apertadas com plano axiais paralelos a foliação. Lembra a lava brechada, porém milonítica. Logo acima na estradinha está o contato com a SSBV.	Quebra Osso
QOC-24	662686	7783485				Francisco II, parede E superior. Lava brechada com box works de limonita (carbonato). Indo para N passa para talco xisto com magnetita e box works limonitizados.	Quebra Osso
QOC-25	662640	7783548				Francisco II, continuando pela parede N. Há lava brechada na porção mais inferior. Há lentes métricas de rocha maciça no meio. Ocorrem carbonatos porfiroblásticos e magnetita. Ocorre também rocha verde alterada, xistosa, com clorita, anfibólio e carbonato porfiroblástico e idioblástico.	Quebra Osso
QOC-26	662620	7783598				Francisco II, extremo N parede E. Corpo de forma irregular (~10 m) de rocha alterada de cor verde musgo, composta por clorita e veios de carbonato idioblástico de até 1 cm. Há parte com magnetita também. Em poucos lugares a rocha está fresca, há um em que lembra um turmalinito muito fino (conferir). Há muitos blocos de turmalinito semelhantes ao da entrada da pedreira. Em volta ocorre lava brechada milonítica.	Quebra Osso
QOC-27	662646	7783502	Sn falha	356	80	Francisco II, parte de baixo da parede E. Rocha maciça com muitos veios e falhas, nas falhas há brechas.	Quebra Osso
QOC-28	662394	7783605				Estrada a NW da Francisco II. Afloramento no chão de estrada de lava brechada alterada.	Quebra Osso
QOC-29	662311	7783652	Sn	22	15	Estrada a direita na bifurcação. Chão com saprólito foliado e com magnetita. (milonítico?)	Quebra Osso
QOC-30	662303	7783858				Trilha de motocross. Saprolito de maciça.	Quebra Osso
QOC-31	662348	7783467				Trilha a W da Francisco II. Chão de estrada com lava brechada intemperizada.	Quebra Osso
QOC-32	662389	7783377				Trilha a W da Francisco II. Afloramento de rocha maciça com veios de serpentina.	Quebra Osso
QOC-33	662530	7783277				Pedreira pequena entre Francisco III e Francisco II. Lava brechada.	Quebra Osso

QOC-34	660786	7784615	Sn	332	80	Joaspe, banco 770, perfil começando a W e indo para E. Há lava brechada (>10m), maciça (~10m), brechada (2-3m), maciça (2m), brechada (4m), maciça (5m), brechada (3-4m), maciça, tufo, maciça com spinifex, tufo, maciça com black wall, brechada, tufo/foliado, maciça (até o fim da bancada). As partes maciças não são necessariamente uma camada contínua, algumas tem formatos de lentes/boudins. Há clastos de pillow na brechada. O que está descrito como tufo, tem a cor mais escura e pode ser bandado. A maciça com spinifex parece ser composta por anfíbólio também, e há veios de sílica. O black wall é um cloritito/flogopitito, e também possui veios de sílica.	Quebra Osso
QOC-35	660977	7784584				Joaspe, fim do perfil banco 770. Acaba com camada espessa de maciça, nela há fraturas que se alteram mais facilmente, formando esmectita.	Quebra Osso
QOC-36	660828	7784623	Sn	108	75	Joaspe, banco 760, início do perfil a W. Perfil semelhante ao da bancada superior. Começa com maciça (longa camada), passa para brechada, maciça, brechada, maciça, brechada (com clastos de pillow e hialoclastito), maciça, brechada, maciça, tufo (?) e maciça. Há brecha com sulfetos.	Quebra Osso
QOC-37	661013	7784601	Sn	90	62	Joaspe, banco 760, a E. Depois da maciça do fim do perfil do ponto anterior, aparece lava brechada (2-3m), tufo verde claro (50cm), foliada cinza escura (80cm), corpo lenticular de maciça (3m), brechada (5-6m), pillow lava (3-5m), spinifex (1-2m), brechada, pillow lava (2-3m) e brechada. As pillows possuem dimensões variando entre cm e dm, podem ter textura spinifex, o centro possui cor mais clara e gran mais grossa, na borda é mais escura e mais fina, a interpillow é de cor mais clara, fina a tufacea, pode ter fragmentos de pillow e ser zonada. Na lava brechada há clastos de pillow. O spinifex é cm a dm.	Quebra Osso
QOC-38	660997	7784708	Sn	325	65	Joaspe, banco 750, de N a S. Começa com brechada com clastos de tufo e pillow, e depois passa para maciça até acabar a parede.	Quebra Osso

QOC-39	660977	7784627	Sn	350	80	Joaspe, banco 750, início parede E a N. Começa com maciça com lente de spinifex (~1m) e depois passa para maciça com intercalações de brechada, assim como nas outras bancadas. A lava brechada possui clastos de pillow.	Quebra Osso
QOC-40	660831	7784577				Joaspe, banco 750, fim da parede a W. Termina com lava brechada, ocorre tufo com concreção de sulfetos, que deixam uma borda limonitizada.	Quebra Osso
QOC-41	660959	7784712				Joaspe, banco 740, a E. Lava brechada com corpo de black wall, com cloritito fino na borda, saprolito marrom com porfiroblastos de turmalina e no meio flogopitito. Mais a SE ocorre outro corpo de black wall, que é possível ver o zoneamento da borda para o centro, com cloritito fino na borda, passando para cloritito mais grosso, depois flogopitito com porfiroblastos de turmalina e no meio flogopitito. Ao lado ocorre rocha de aspecto brechado, com pedaços irregulares de maciça separados por veios de carbonato, feição de stockwork.	Quebra Osso
QOC-42	660991	7784698				Joaspe, banco 740, extremo SE. Há mais um corpo de black wall no meio da lava brechada. O corpo possui borda com cloritito fino com porfiroblastos de magnetita idioblástica e pseudomorfo prismático longo, e no meio há cloritito com magnetita em agregados grossos (até 5cm), e veios de clorita mais grossa e carbonato grosso com pirita.	Quebra Osso
QOC-43	662949	7782342				Francisco I, parede S a W. Maciça com veios e sulfatos.	Quebra Osso
QOC-44	663028	7782329	Sn	140	20	Francisco I, parede S indo para E. Lava brechada saprolítica, passando para mais fresca com lentes dm a m de maciça. Há blocos de black wall (cloritito e turmalinito). No fim passa para talco xisto finamente foliada (típico de contato).	Quebra Osso
QOC-45	663071	7782372				Francisco I. Quartzitos da SSBV na parede E.	SSBV
QOC-46	663046	7782398				Francisco I, parede E abaixo do quartzito. Talco xisto de contato. Pode ter partes mais maciças, lembrando a lava brechada. Há veios de carbonato também.	Quebra Osso
QOC-47	663269	7781389	Sn	66	62	Estrada para Micon, após entrada para o paiol. Talco xisto de contato.	Quebra Osso
QOC-48	663376	7780689				Micon, bancada superior a W. Lava brechada, com sulfatos.	Quebra Osso

QOC-49	663432	7780577				Micon, bancada superior. Acaba lava brechada e passa para camada de maciça (10m). Mais a E volta lava brechada.	Quebra Osso
QOC-50	663437	7780635				Micon, bancada superior a E. Há parte maciça e parte foliada com magnetita. Parece haver spinifex.	Quebra Osso
QOC-51	663422	7780749				Micon, córrego Quebra Osso. Lava brechada, com clastos de spinifex. No rio ocorrem blocos de black wall diferentes, como, turmalinito com feldspato e cloritito com camada muscovítica e turmalínica.	Quebra Osso
QOC-52	663492	7780736				Micon, na bancada desmoronada a E. Lava brechada com partes mais talcosas e partes de tufo verde claro. Subindo passa para talco xisto de contato e mais acima aparece a SSBV.	Quebra Osso
QOC-53	663476	7780782	Sn	70	75	Micon, mais a N na parte E. Maciça com porfiroblastos de carbonato idioblástico. Abaixo ocorre lava brechada.	Quebra Osso
QOC-54	663014	7781953				Fazenda Quebra Osso, local tipo, no córrego Q.O. Lava brechada com clastos cm a dm de maciça, spinifex, tufo com magnetita e de black wall (cloritito com mag).	Quebra Osso
QOC-55	662731	7782838				Estrada para Francisco IV, logo após a ponte. Afloramento com feições de alteração cárstica. Maciça com veios.	Quebra Osso
QOC-56	662641	7782787				Subindo estrada a esquerda antes de chegar na Francisco IV. Maciça com muitos veios.	Quebra Osso
QOC-57	662626	7782751				Subindo estrada a esquerda antes de chegar na Francisco IV. Lava brechada com clastos de maciça e de tufo. Subindo poucos metros ocorre pillow lava, algumas pillows possuem spinifex.	Quebra Osso
QOC-58	662489	7782623	Sn	250	80	Seguindo pela estrada anterior, no meio do eucalipto. Afloramento no chão da estrada de lava brechada com corpo de cloritito com magnetita. Subindo mais alguns metros há lava brechada com clastos de maciça, tufo, pillow lava e spinifex.	Quebra Osso
QOC-59	662594	7782407				Ainda na estrada da CENIBRA. Black wall de cloritito com lentes de turmalinito, logo abaixo ocorre lava brechada.	Quebra Osso
QOC-60	662651	7782410				Descendo a estrada em direção ao Córrego Q.O. Blocos de cloritito com porfiroblastos de turmalina grossa radiada, turmalinito muito fino, e turmalinito grosso.	Quebra Osso
QOC-61	662728	7782404				Descendo a estrada em direção ao córrego Q.O. em frente a Francisco I. Maciça com veios e spinifex.	Quebra Osso

QOC-62	660911	7784840				Drenagem a N da Joaspe. Blocos de maciça, devem vir da Joaspe.	Quebra Osso
QOC-63	660869	7784804	Sn	83	55	Drenagem a N da Joaspe. Cachoeirinha com BIF, segue por poucos metros. Ocorre também xisto talcoso.	
QOC-64	660847	7784736				Drenagem a N da Joaspe. Komatiito maciço com spinifex. Subindo alguns metros aparece lava brechada.	Quebra Osso
QOC-65	660537	7784641	Sn	136	45	Drenagem a N da Joaspe. Talco xisto foliado (pedra sabão) segue por toda a drenagem em que andamos. Há muros de pedras feitos pelos escravos. Há dobras.	Quebra Osso
QOC-66	660271	7784471				Drenagem a N da Joaspe. Continua talco xisto.	Quebra Osso
QOC-67	660200	7784433				Drenagem a N da Joaspe. Chegamos até esse ponto. Há matacão de quartzito sacaroidal.	Quebra Osso
QOC-68	661120	7783983				Córrego Tanque Preto a N. Quebra Osso.	Quebra Osso
QOC-69	660988	7783636				Córrego Tanque Preto a N. Blocos de filito grafitoso do Nova Lima	Nova Lima
QOC-70	661047	7783530	Sn	86	52	Córrego Tanque Preto a N. Afloramento no rio de BIF do Nova Lima.	Nova Lima
QOC-71	661044	7783959				Córrego Tanque Preto a N. Afloramento no rio de maciça.	Quebra Osso
QOC-72	660366	7785534	Sn	94	45	Estrada para descampado a W da Joaspe. Xisto grafitoso do Nova Lima,	Nova Lima
QOC-73	660105	7785186	Sn	245	57	Estrada para descampado a W da Joaspe. Filito amarelado do Nova Lima.	Nova Lima
QOC-74	660054	7784755				Descampado a W da Joaspe. Rocha foliada bem alterada, com camadas de pirolusita.	Nova Lima
QOC-75	660285	7784797				Descampado a W da Joaspe, drenagem a NE. Contato com talco xisto do QO e filito roxo do NL. Há buracos de garimpo e veios de quartzo.	Nova Lima
QOC-76	662208	7783299				Estrada para CENIBRA antes da pedreira Tanque Preto. BIF do Nova Lima.	Nova Lima
QOC-77	660991	7784644				Joaspe, banco 740, parede E. Aflora só a maciça.	Quebra Osso
QOC-78	660940	7784625	Sn falha	62	37	Joaspe, banco 740, parede S. Maciça com algumas camadas de rocha foliada cinza escura, com pirita mm e magnetita. Está crenulado.	Quebra Osso
QOC-79	660867	7784670				Joaspe, banco 740, parede W. Na frente há maciça e atras lava brechada.	Quebra Osso
QOC-80	661014	7784801				Joaspe, estrada para banco 760. Lava brechada com piroclásticas, os clastos são de formas irregulares, verde escuros, zonados, com bordas mais finas que os centros e tamanho variando entre mm a cm, entre os clastos ocorre tufo verde claro.	Quebra Osso

QOC-81	661208	7784692				Córrego Quebra Osso a partir da ponte antes da Joaspe, seguindo para S. Maciça.	Quebra Osso
QOC-82	661313	7784592				Córrego Quebra Osso após encontro com o córrego Tanque Preto. Maciça com muitos veios de serpentina.	Quebra Osso
QOC-83	661653	7784413				Córrego Quebra Osso, após entrada para estrada a W. Blocos de metachert.	
QOC-84	661879	7784345				Córrego Quebra Osso. Blocos de maciça.	Quebra Osso
QOC-85	661875	7784287				Córrego Quebra Osso. Talco xisto.	Quebra Osso
QOC-86	661872	7784184				Córrego Quebra Osso. Blocos de filito do Nova Lima, e afloramento de talco xisto um pouco mais maciço. A W ocorre aberto com samambais, devido a escavações de escravos (Nova Lima).	Quebra Osso
QOC-87	661945	7783971	Sn	265	75	Estrada para pedreira Tanque Preto. BIF com dobras intrafolias do Nova Lima, há partes mais grafitosas.	Nova Lima
QOC-88	661999	7783910	Sn	90	90	Estrada para pedreira Tanque Preto. Talco xisto, e subindo depois do BIF em direção a Joaspe, volta xistos máficos do Nova Lima.	Quebra Osso
QOC-89	661565	7784340				Estrada para pedreira Tanque Preto. Saprólito de Nova Lima, argiloso e com cores vermelho tijolo e ocre.	Nova Lima
QOC-90	661456	7784676				Pedreira sem nome perto da Joaspe. De W a E ocorre lava brechada e maciça.	Quebra Osso
QOC-91	662149	7785839				Estrada a N no Quebra Osso. Talco xisto muito alterado no chão da estrada.	Quebra Osso
QOC-92	662159	7786810				Área a N, no terreno do Luiz (mateiro). Maciça, com blocos de BIF e terrenos remexidos pelos escravos.	Quebra Osso
QOC-93	662105	7786701				Área a N, terreno do Luiz. Camada de BIF. Olhando para SSE há local com Au, remexido pelos escravos.	Nova Lima
QOC-94	662096	7786620	Sn	90	85	Área a N, terreno do Luiz. Saprolito foliado, friável, com camadas cinzas, partes com oxido de ferro e camadas de metachert. Há outras partes com grafita e caulim.	Nova Lima
QOC-95	661972	7786580				Estrada a N, com direção E-W. Maciça.	Quebra Osso
QOC-96	661703	7786220				Trilha a N, com direção E-W. Canga e blocos de talco xisto.	Quebra Osso
QOC-97	661698	7786161				Trilha a N, com direção E-W. Maciça.	Quebra Osso
QOC-98	661549	7786275				Trilha a N, com direção E-W. Blocos de BIF/canga e nos formigueiros há caulim.	
QOC-99	661229	7786331				Trilha a N, com direção E-W. Blocos de talco xisto.	

QOC-100	660392	7786809	Sn	70	50	Trilha a N, com direção E-W, chegando no distrito de Sumidouro. Saprolito vermelho com camadas cinzas. Mais abaixo na trilha aparece saprolito foliado de cor ocre e vermelho tijolo (xistos máficos/anfibolito). Olhando para N há buracos de escravos e para W a mina Córrego do Sítio. Há blocos de turmalinito fino na trilha toda.	Nova Lima
QOC-101	661561	7788350				Muito mais a N. Terra escavada pelos escravos.	Nova Lima
QOC-102	664279	7781283	Sn	65	80	Trilho do Trem ao lado da SBV. Entre o TTG ocorre camada de flog-chl xisto, bem foliado e com crenulações. Possui ~30m de espessura.	Quebra Osso
QOC-103	664224	7780796				Trilho do Trem ao lado da SBV. TTG fresco.	TTG
QOC-104	664903	7780723	Sn	70	55	Trilho do Trem ao lado da SSBV. Saprolito de TTG e de rocha mais máfica, com cor ocre, melhor tijolo (Nova Lima).	Nova Lima
QOC-105	662824	7784604				TTG milonítico a N da área.	TTG
QOC-106	662628	7786543				A NE da área, indo para casa de Luiz. Buracos de antigos garimpos de escravos, com solo argiloso de cor vermelho tijolo.	Nova Lima
QOC-107						Jospe, banco 780 e 790 a E. Continua a camada de pillow lava e de lava brechada com clasto de pillow lava vistas no banco 760. Há blocos com spinifex maiores que 20 cm.	Quebra Osso

ANEXO 4

Mapa de pontos 1:20.000

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TRABALHO DE FORMATURA

TF-2011 / 08

ANEXO 4

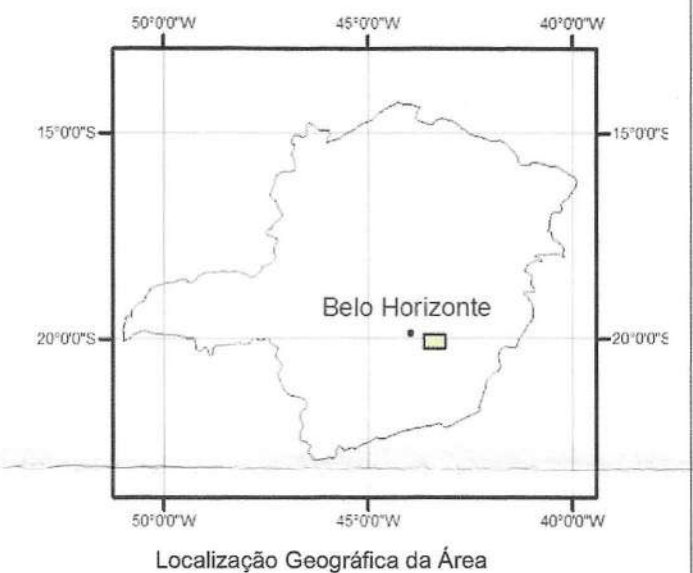
MAPA DE PONTOS DA REGIÃO DO VALE DO QUEBRA OSSO

ESCALA 1:20.000

DATUM HORIZONTAL: CÓRREGO ALEGRE
ZONA: 23K

Base Cartográfica: Folha Catas Altas (SF.23-E-11-1-NO)
1:25.000, Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. (1962)

NM NG
Declinação Magnética (2011)
22° W



Legenda

- Pontos QOC
- Área de estudo
- × Garimpos abandonados de Au
- ▨ Pedreiras
- 1 - Joaspe
- 2 - Antonio Claro
- 3 - Tanque Preto
- 4 - Francisco II
- 5 - Cabrito
- 6 - Francisco III
- 7 - Abelhas
- 8 - Francisco IV
- 9 - Francisco I
- 10 - Micon
- 11 - TTG milonítico

~ Drenagem
~ Estradas



1:20.000

0 495 990 1.980 Metros

ANEXO 5

Mapa geológico 1:20.000

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TRABALHO DE FORMATURA

TF-2011 / 08

ANEXO 5

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DO VALE DO QUEBRA OSSO (modificado de Luchesi (1991))

ESCALA 1:20.000

DATUM HORIZONTAL: Córrego Alegre
ZONA: 23K

Base Cartográfica: Folha Catas Altas (SF.23-E-11-1-NO)
1:25.000, Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. (1962)

NM NG
Declinação Magnética (2011)
22° W



Legenda

- Foliação pontos QOC
- Contato inferido
- Contato definido
- Falha de empurrão
- Área de estudo
- Garimpos abandonados de Au
- Pedreiras
- 1 - Joaspe
- 2 - Antonio Claro
- 3 - Tanque Preto
- 4 - Francisco II
- 5 - Cabrito
- 6 - Francisco III
- 7 - Abelhas
- 8 - Francisco IV
- 9 - Francisco I
- 10 - Micon
- 11 - TTG milonítico
- Drenagem
- Estradas

Unidades geológicas

- Sequencia Serra da Boa Vista (SSBV) - Quartzitos com fuchcita, metaconglomerados e filitos grafitosos com sulfetos (Luchesi 1991).
- Grupo Nova Lima - BIF tipo Algoma, fácies óxido (magnetita), metachert, xistos grafitosos, anfibolitos e xistos máficos e metapelíticos intemperizados amarelados, avermelhados e arroxeados.
- Grupo Quebra Osso - BIF tipo Algoma, fácies óxido (magnetita) interderrames nos metakomatiitos.
- Grupo Quebra Osso - Metakomatiitos maciços com ou sem disjunções colunares, *spinifex*, brechados, *pillow* lavas e *pillow* brechas, metalápi-tufos, metatufos, xistos metaultramáficos, talco xistos, esteatitos, clorititos, turmalinitos e flogopititos.
- Gnaisses, migmatitos e metagranitóides TTG, em geral, miloníticos da borda W do domo de Santa Bárbara (Schorsch 1992).

1:20.000

0 500 1.000 2.000 Metros

ANEXO 6

Descrição das amostras de campo

AMOSTRA	DESCRIÇÃO CAMPO	DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA	DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA	DRX - MINERAIS (Anexo 9)	FRX (Anexo 10)
QOC-01A	metakomatiito brechado	pedaços da metabrecha (serpentinito com pedaços amendoados)			
QOC-02	pillow brecha	pedaços de pillows cm			
QOC-03	metakomatiito maciço	maciça verde escura, há capa de carbonato	Maciça com pseudomorfos de olivina serpentinizados de granulação fina a média (1mm), entre os pseudomorfos ocorre carbonato, talco, cummingtonita e opacos, eles são intersticiais. Há partes com maior concentração de pseudomorfos. Há pseudomorfos com serpentina muito fina.		(11/954)
QOC-04	spinifex	macrospinifex (cm) com microspinifex entre o macro	Spinifex, há placas centimétricas com espessura de 1mm, compostas por clorita, entre essas placas maiores ocorre "sets" de placas menores, com serpentina muito fina, entre as menores ocorre talco. Há opacos de até 1mm (mag). Ocorre arranjo tipo espinha de peixe.		(11/955)
QOC-05A	pillow brecha	pillow brecha, pedaços de pillows mm a cm, com zoneamento do centro para as bordas	Borda pillow: granulação muito fina, com microspinifex e alguns cristais maiores de cummingtonita. Dentro da pillow: granulação mais grossa que a borda, com spinifex também, composta por cummingtonita e serpentina (em menor quantidade), ocorrem camadas de cummingtonita mais grossa, além de um pouco de talco e opacos finos. Interpillow: granulação muito fina, composta por anfíbólio, pouco talco, e pedaços irregulares compostos por serpentina muito fina ou pedaços de borda de pillows (com spinifex).		
			Pedaço de pillow: no meio a granulação é fina, com microspinifex, composta por cummingtonita e um pouco de serpentina e talco, na borda a granulação é mais fina, com microspinifex e "pedaços" com formas que lembram pseudomorfos de olivina, compostos por serpentina muito fina no centro, cummingtonita fibro-radiada e talco. Parte verde clara (amostra): granulação muito fina, com microspinifex e pedaços com serpentina muito fina no meio e cummingtonita e talco nas bordas. Parte verde escura (amostra): serpentina com granulação muito fina e alguns cristais de cummingtonita um pouco maiores disseminados. Nas bordas das pillows ocorre massa afanítica de birrefringencia muito escura entre os cristais de spinifex.		

			Parte verde clara (amostra): granulação muito fina, aparentemente composta de anfíbólio. Pedacos de pillow: formas irregulares, com bordas descontínuas de serpentina muito fina, que passa para centro com cummingtonita mais grosso e um pouco de talco, pode ocorrer também pedacos com borda de talco e cummingtonita e no meio serpentina muito fina. Pedaco maior de pillow: borda irregular com serpentina muito fina e alguns cristais de cummingtonita mais grossos, que passam para parte parecida com as bordas típicas de pillows (spinifex), e depois parte mais rica em cummingtonita e talco com alguns pedacos compostos por serpentina muito fina. Há opacos nos clastos e na matriz fina não, e ocorrem também veios de serpentina cortando tudo.		
QOC-05B	pillow	maciça com partes verde claro e partes verde escura, granulação fina média	Parte verde escura (amostra): serpentina com granulação muito fina. Parte verde clara (amostra): formas arredondadas de ~1mm ligadas por veios, com granulação muito fina, compostas provavelmente de anfíbólio, podendo ter bordas de talco mais grosso e carbonato. Há parte na lâmina que há pseudomorfos de olivina serpentinizados no meio da parte verde clara.		
QOC-05C	pillow lava	pillow com hialoclastito e metatufo na interpillow			
QOC-05D	flogopitito	flogopitito com mineral branco e mineral verde na superfície da amostra (malaquita?)			
QOC-06	metatufo	metatufo verde claro com magnetita fina	metatufo muito fino, finamente foliado, com camadas de serpentina e camadas de anfíbólio, ocorrem alguns cristais de anfíbólio mais grossos (cummingtonita) e ocorrem opacos com borda limonítica.	clorita, talco e anfíbólio	(11/956)
QOC-07A	metakomatiíto brechado	pedacos da metabrecha (serpentinito com pedacos amendoados)+C27			
QOC-07B	"stockwork"	brecha, com pedacos de maciça verde escuros, cm, irregulares, separados por veios de carbonato e talco	Pedacos maciços: granulação fina com pseudomorfos muito bem definidos, orientados, levemente estirados de olivina serpentinizada, e entre os pseudomorfos ocorre serpentina muito fina - textura cumulática. Veios: possuem bordas mais finas, compostos por talco, carbonato mais grosso e pouca clorita, são bem definidos, podem possuir pedacos da parte maciça inclusos. Nas partes maciças ocorrem veios de serpentina que são cortados por esses veios descritos anteriormente.		

QOC-07C	metakomatiíto maciço	maciça verde água, homogênea, sem veios aparentemente	Maciça com serpentina fibrosa e pseudomorfos de olivina serpentinizados que são definidos por partes com birrefringência menor e carbonato. Nos pseudomorfos há partes marrons (pol //), que equivalem a vidro intercumulus. Há opacos finos também.		(11/957)
QOC-08	metakomatiíto brechado	pedaços da metabrecha (serpentinito compedaços amendoados)			
QOC-09	piroclástica metalapili-tufo	pedaços de maciça com cor verde escura, envolvidos por metatufo de cor verde clara			
QOC-11A	metatufo	metatufo bandado, camadas cinza esverdeado claro e camadas mais escuras (mm), há magnetita fina	metatufo finamente bandado paralelamente, granulação muito fina, há bandas mais ricas em serpentina e opacos, e bandas mais ricas em anfibólio.	clorita e anfibólio	(11/958)
QOC-11B	metakomatiíto maciço	maciça verde escura de granulação média			
QOC-11C	metakomatiíto brechado	pedaços da metabrecha (serpentinito com pedaços amendoados)			
QOC-13A	bloco de metatufo com camada de bolas verde escuras	metatufo com camada de 3cm com bolinhas mm de cor verde clara no centro e verde escura na borda	metatufo com granulação muito fina, com estruturas de 1 a 2mm arredondadas e radiadas, provavelmente esferulitos, a parte radiada são cristais esqueléticos de serpentina. No meio dos esferulitos há a mesma composição da matriz, anfibólio, e dentro dos esferulitos não ocorrem opacos, como ocorrem na matriz.	anfibólio e serpentina	
QOC-13B	bloco de spinifex ?	spinifex mm a cm			
QOC-15A	metakomatiíto maciço	Maciça, verde e poucos veios de serpentina	Maciça com pseudomorfos de olivina serpentinizados, muito bem definidos, com pouco carbonato e talco intersticial (intercumulus), belíssima textura cumulática. Os pseudomorfos são de granulação fina-média, e podem possuir liquido intercumulus dentro (partes marrons).		(11/959)
QOC-15B	metakomatiíto brechado	pedaços da metabrecha (serpentinito compedaços amendoados)			
QOC-16	cloritito com turmalina	cloritito com porfiroblastos de turmalina (mm a cm)			
QOC-19A	esmectita	esmectita verde			
QOC-19B	rocha preta fina	serpentinito de falha	Cloritito maciço, granulação muito fina, composto essencialmente por clorita, sem orientação preferencial, e como acessórios opacos, apatita, epidoto em volta de opaco.		
QOC-19C	sulfato	sulfato branco			
QOC-19D	metakomatiíto maciço	maciça verde água, com veios de serpentina mais escuros			

QOC-20	metakomatiito brechado com spinifex	spinifex cm			
QOC-21A	sulfato	sulfato branco			
QOC-21B	metakomatiito brechado com pirita	pedaços da metabrecha (serpentinito com pedaços amendoados)			
QOC-25A	metakomatiito brechado com carbonato	serpentinito com carbonato, magnetita (mm), e talvez spinifex (mm a 1cm)			
QOC-25B	black wall	xisto com clorita e talco			
QOC-25C	carbonato	carbonato			
QOC-25D	metakomatiito brechado	brechada com clastos amendoados seguindo a foliação dobrada, entre os clastos há carbonato e talco			
QOC-26B	possível turmalinito fino	xisto fino com clorita e talvez turmalina			
QOC-26C	cloritito com anfibólio	cloritito com talco e talvez anfibólio fibro radiado mm			
QOC-27	metakomatiito maciço	maciça, verde água e com poucos veios de serpentina	Maciça com pseudomorfos de granulação fina-média de olivina talcificados, com poucas partes serpentinizadas. Entre os pseudomorfos ocorre carbonato.		
QOC-32	metakomatiito maciço	maciça verde escura, bem homogênea			
QOC-34A	metatufo bandado	metatufo com camada mais clara e camada mais escura			
QOC-34B	spinifex menor de anf	spinifex mm a cm, com anfibólio e clorita (?)			
QOC-34C	spinifex maior	spinifex cm com cor mais escura, e entre as placas ocorre tlc e carbonato de cor mais clara			
QOC-34D	black wall	black wall com clorita, flogopita e mineral branco, granulação fina média			
QOC-36A	rocha rica em sulfetos	metatufo com capa de sulfetos (py ou cpy?), na parte interna ocorre pouco sulfeto		pirita e talvez calcopirita	
QOC-36B	clasto de hialoclastito	metatufo diferente, forma sigmóides de cor mais clara, e nas bordas cores mais escuras, entre os sigmóides há metatufo verde claro	metatufo com sigmóides, dentro dos sigmóides a granulação é muito fina, composta por anf, carbonato e talco, com partes escuras de clorita. Nas partes que separam os sigmóides a granulação é muito fina e composta por anfibólio.		
QOC-37A	metatufo	metatufo verde claro, com camadas verde escuras	metatufo muito fino, composto por talco e opacos. Há manchas (da própria lâmina?).		(11/960)
QOC-37B	foliada cinza escura	preta, com macrospinifex cm			

QOC-37C	corpo maciço	verde escura, com estrutura brechada, pedaços irregulares cm com serpentina verde escura em volta	Pedaços maciços: composto por alguns pseudomorfos de olivina serpentinizada, cummingtonita fibro-radiada de granulação fina e serpentina muito fina na borda, ocorrem também veios cortando esses pedaços. Veios: compostos por serpentina muito fina e partes com serpentina mais grossa e fibrosa, aparenta que os veios de serpentina mais grossa são posteriores aos de serpentina muito fina.		
QOC-37D	pillow lava	Pillows verde escuras, com tamanhos cm a dm, núcleos mais claros e grosso, e bordas mais finas e escuras. Entre as pillows ocorrem hialoclastitos e metatufos de cor mais clara. Há pillows com textura spinifex.	Spinifex milimétricos, com placas cloritizadas e entre as placas serpentina e anfibólio muito finos. Ocorrem opacos mais grossos por toda a lâmina.		
			Interpillow: metatufos de granulação muito fina, composto por talco e alguns opacos. Borda da pillow: granulação mais grossa do que o interpillow e mais fina do que o meio da pillow, composta por pedaços de spinifex, talco muito fino, serpentina, opacos e cristais maiores de talco. Pillow: as partes mais escuras na amostra são pseudomorfos de olivina serpentinizados e com clorita, e entre os pseudomorfos matriz muito fina de talco, anfibólio e textura spinifex.		
QOC-37E	spinifex	spinifex cm, com magnetita	Spinifex centimétrico, com placas cloritizadas e entre as placas ocorre anfibólio.		(11/961)
QOC-38	metakomatíto brechado	pedaços da metabrecha (serpentiníto com pedaços amendoados)			
QOC-40	metatufos com concreções	metatufos verde claro, com bolas escuras mm (possível concreção de sulfeto)		concreção de pirita	
QOC-41A	cloritito borda	cloritito com gradação de fino para médio			
QOC-41B	massa com turmalina	massa verde de clorita e talco com turmalina fina de 1 cm porfiroblástica			
QOC-41C	flogopitito	flogopitito com mineral branco (carbonato), que pode formar camadas contínuas	Flogopitito composto por flogopita fina, de pleocroísmo em tons de verde, com porfiroblastos de carbonato disseminados e concentrado em veios, nesses veios ocorre também flogopita e feldspato com geminação polissintética em menores quantidades. Não há opacos. Como acessórios há clinozoisita geminada e zonada, e zircão muito fino com halos pleocróicos. O carbonato possui inclusão de flogopita e de quartzo (?) em formas góticas.		

QOC-41D	cloritito zonado	cloritito zonado, com clorita fina a grossa			
QOC-41E	flogopitito com flog grossa	xisto grosso com clorita/flogopita	Flogopitito com flogopita fina, mineral placóide fibro-radiado com birrefringência baixa (flog ou chl). Ocorre também como acessório clinozoisita geminada, e não há opacos.		
QOC-42A	cloritito com veio de chl e car	cloritito fino, com veios de carbonato, porfiroblastos de magnetita e veios de clorita mais grossa			
QOC-42C	cloritito com pseudomorfos	cloritito com magnetita mm e pseudomorfos prismáticos longos (2 cm)			
QOC-42D	veio de carbonato com py	cloritito fino, com algumas cloritas grossas, magnetita, carbonato e veios de carbonato com py			
QOC-43	sulfato	sulfato branco		sulfato de Mg	
QOC-48	metakomatiíto brechado	pedaços da metabrecha (serpentiníto com pedaços amendoados)			
QOC-51A	turmalinito com feldspato	turmalina (30%) e mineral branco, possível caulim. Dentro da turmalina ocorre inclusões do branco	Turmalina (40-45%): grossa, zonada com borda mais escura sem inclusões, passando para parte com inclusões médias e no centro muitas inclusões finas e algumas médias, as inclusões são de feldspato (albita-oligoclásio), pode ocorrer junto clorita e titanita. Feldspato-albita (55-60%): são médios, possuem geminação polissintética, zonados, e parece haver antipertita. Como acessórios ocorrem clinozoisita e zircão.		
QOC-51B	cloritito e muscovitito	cloritito em contato com xisto de mica branca. O contato é abrupto e retilíneo, e na parte da clorita, ela fica mais fina. Na parte com a mica branca há clorita e turmalinas agregadas e radiadas. A turmalina é média-grossa.	X(3)	muscovita	
QOC-52	metatufo	metatufo verde claro, homogêneo e com magnetita			
QOC-53	metakomatiíto maciço	maciça verde escura com veios de serpentina e carbonato			
QOC-55	metakomatiíto maciço	maciça com capa de alteração, possui veios de serpentina e parece ter microspinifex			

QOC-56	metakomatiito maciço	maciça verde escura, com partes alteradas amarela claro			
QOC-57A	pillow	pedaços da metabrecha (serpentinito com pedaços amendoados)			
QOC-57C	clasto de metatufo	metatufo verde claro homogêneo			
QOC-59A	cloritito com capa de turmalina	cloritito com capa de alteração e porfiroblastos grossos de turmalina			
QOC-59B	turmalinito com caulim	turmalinito com minerais brancos (tipo caulim)	Agregado de turmalina média, com muitas inclusões de clinozoista e epidoto. A turmalina possui tons verdes e tons marrons na borda. Há partes com mineral de alteração, parece ser de feldpsato com geminação polissintética.		
QOC-60A	turmalinito fino	turmalinito muito fino	Turmalinito com granulação fina, composto por turmalina toda agregada, sem formas definidas e sem inclusões.		
QOC-60B	cloritito com turmalina radiada	cloritito com porfiroblastos de turmalina grossa			
QOC-60C	turmalinito grosso	turmalinito grosso e radiado			
QOC-61	metakomatiito maciço com spinifex	maciça verde grama, com partes intersticiais verde escuras			
QOC-64	spinifex	microspinifex			
QOC-65	talco xisto	xisto bem foliado com clorita e talco			
QOC-67	quartzito sacaroidal	metachert desagregado			
QOC-71	metakomatiito maciço	maciça, verde água e com partes alteradas			
QOC-78	metakomatiito maciço	maciça verde, granulação média e com veios de serpentina	Maciça com pseudomorfos de olivina serpentinizados e parcialmente carbonatados, entre os pseudomorfos ocorre serpentina muito fina e carbonato. Há muitos veios de serpentina e carbonato na rocha.		(11/962)
QOC-80A	piroclástica com mais metatufo	metatufo verde claro envolvendo pedaços verde escuros zonados com borda verde mais escura e fina. E no contato o metatufo fica mais claro.	Parte verde clara (amostra): metatufo muito fino composto por anfibólio, e algumas partes com mineral fino fibro-radiado (será esferulito ou apenas spinifex?). Parte verde escura (amostra): serpentina muito fina com concentrações de anfibólio um pouco mais grosso, este se concentra nos contatos com a parte verde. Há parte verde clara com matriz muito fina de anfibólio, textura incipiente de spinifex, e formas arredondadas compostas por serpentina muito fina.		

QOC-80B	piroclástica mais comum	piroclástica mais comum, lápis mm a cm, zonados, verde escuro na borda e verde claro no meio, formando estruturas concêntricas, entre os lápis há metatufos verde claro			
QOC-80C	piroclástica mais foliada	metatufos estranhos, lápis estão estirados e dobrados, possuem cor verde escura com bolinhas verde claras.	Matriz de metatufos com talco (ou anf?), lápis são compostas por serpentina com anfíbólio fino fibro-radiado e pseudomorfos (prismáticos) com anfíbólio muito fino, pode ocorrer também spinifex.		
QOC-92	metakomatiito maciço	maciça verde água com carbonato disseminada			
QOC-102	flog-chl xisto	xisto crenulado com clorita e flogopita			
QOC-107A	spinifex granulações	spinifex cm, com microspinifex também e partes alteradas brancas			
QOC-107B	spinifex granulações	spinifex de 50 cm, com talco e clorita			
QOC-107C	spinifex granulações	spinifex com placas paralelas dm			
REV-QOC-42	stockwork	brecha com pedaços maciços, zonados (finos na borda e mais grosso no meio), envoltos por veios de carbonato e talco	Partes maciças: composta por pseudomorfos finos de olivina serpentinizada, e serpentina mais fina entre os pseudomorfos, conforme vai indo pro contato com os "veios" a serpentina fica muito fina (vítrea). Os "veios" são compostos por cummingtonita fina-média, nas bordas das partes maciças pode ocorrer anfíbólio na parte muito fina. Dentro da parte de cummingtonita ocorrem "xenólitos" da parte maciça, com granulação muito fina. Logo, essa rocha (partes maciças) estavam num estado subsólido, quando foi fraturada e entrou o líquido, que agora é cummingtonita, este ainda reagiu e interagiu com as partes subsólidas, pois há pedaços de uma parte na outra.		
REV-QOC-78A	serpentinito rico	serpentinito verde escuro, com veios de carbonato	Estrutura orientada, granulação fina, composta por clorita, talco e cummingtonita. As camadas anastomosadas formando sigmoides compostos pela clorita e as camadas compostas por cummingtonita e talco. Há muitos opacos e veios de carbonato mais grosso.		
REV-QOC-78B	spinifex	spinifex mm a cm, alterado, com clorita, talco, carbonato e talvez anfíbólio	Cristais de spinifex (amostra): compostos por flogopita e alguns cristais disseminados de cummingtonita e um pouco de carbonato. Parte entre os cristais de spinifex: compostas por carbonato e cummingtonita, aparentemente o anfíbólio está sendo consumido para formar carbonato. A flogopita está consumindo a serpentina (ou chl?).		

ANEXO 7

Fotos macroscópicas

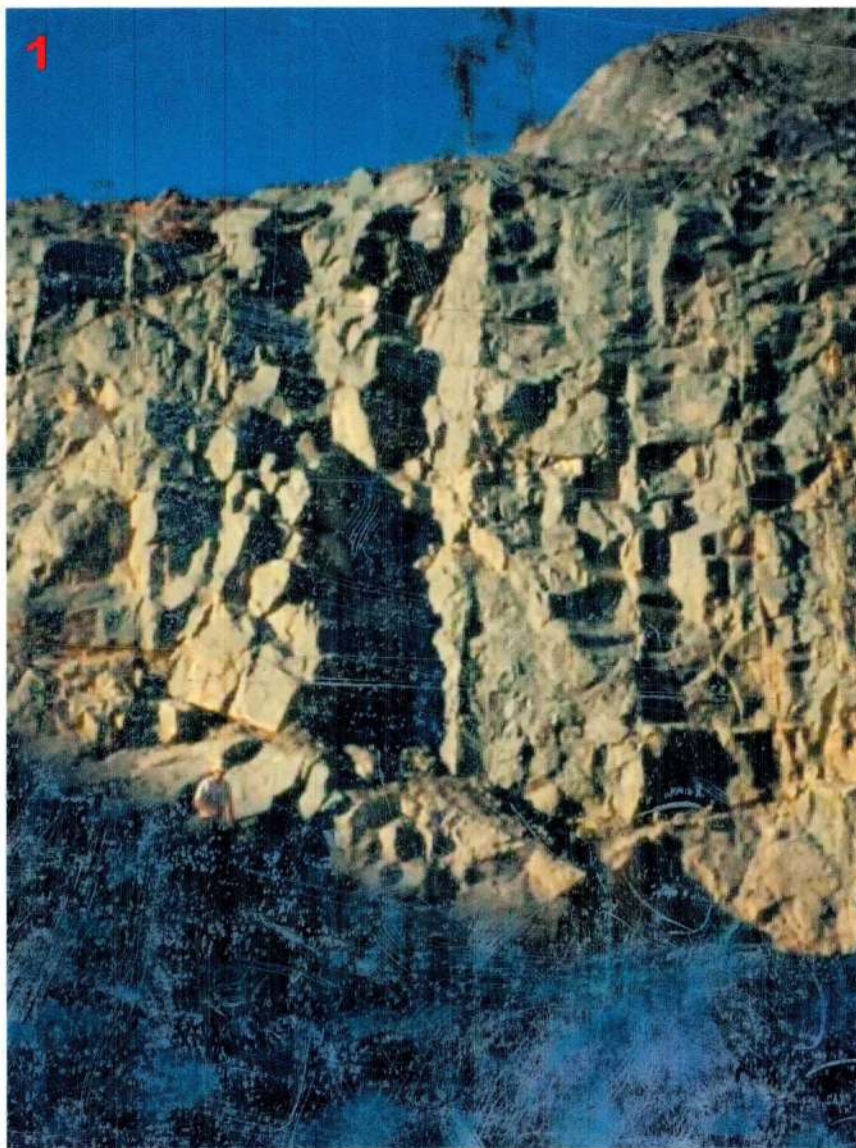


Foto 1, 2 e 3: Disjunções colunares horizontais na Pedreira Francisco III, com poliedros bem definidos de 40-50 cm.



Foto 4: Metakomatiito maciço cor verde água (Amostra BV-153); **Foto 5:** Metakomatiito maciço cor verde escura (Amostra 23-2-83); **Foto 6:** Metakomatiito maciço com carbonato (Amostra AC-24-2); **Foto 7:** Metakomatiito maciço com veios de serpentina (Pedreira Abelhas).



Foto 8: Metakomatiito intemperizado com macrospinifex (Pedreira Micon); Foto 9: Metakomatiito com *spinifex* em várias direções (Amostra AR-105); Foto 10: Metakomatiito com *spinifex* em várias direções (Amostra 18H-4-83); Foto 11: Metakomatiito com *spinifex* em arranjo de espinha de peixe (Pedreira Micon).



Foto 12: Metakomatiito com *spinifex* orientado e carbonato mm entre as placas (Amostra PM-04); Foto 13: Metakomatiito com *microspinifex* (Amostra AC-22-3); Foto 14: Metakomatiito com *spinifex* entre as placas de *macrospinifex* (Amostra F-1183-R); Foto 15: Metakomatiito com *spinifex* em agulha (Pedreira Micon).



Foto 16: Metalápili-tufo homogêneo com lápis de 1 a 3 mm (Pedreira Micon); Foto 17: Metalápili-tufo homogêneo com lápis de 0,5 a 3 cm (Amostra QO-01B); Foto 18 e 19: Metalápili-tufo heterogêneo com lápis de mm até 6 cm (Amostra QO-01A e QO-01B).



Foto 20 e 21: Metatufu com fraturamento conchoidal (Amostra QO-2B e QO-1C); **Foto 22:** Metatufu com bandamento e *box works* de magnetita de até 2 mm (Amostra 57-2-83); **Foto 23:** Metatufu com camada de esferulito (Amostra QOC-13A).



Foto 24: Afloramento de metakomatiito brechado com núcleos maciços amendoados, envoltos por rocha foliada (Pedreira Francisco III); **Foto 25:** Metakomatiito brechado com clastos de *spinifex* (Pedreira Francisco II); **Foto 26:** Metakomatiito brechado com clastos de metatufo (Pedreira Francisco IV).

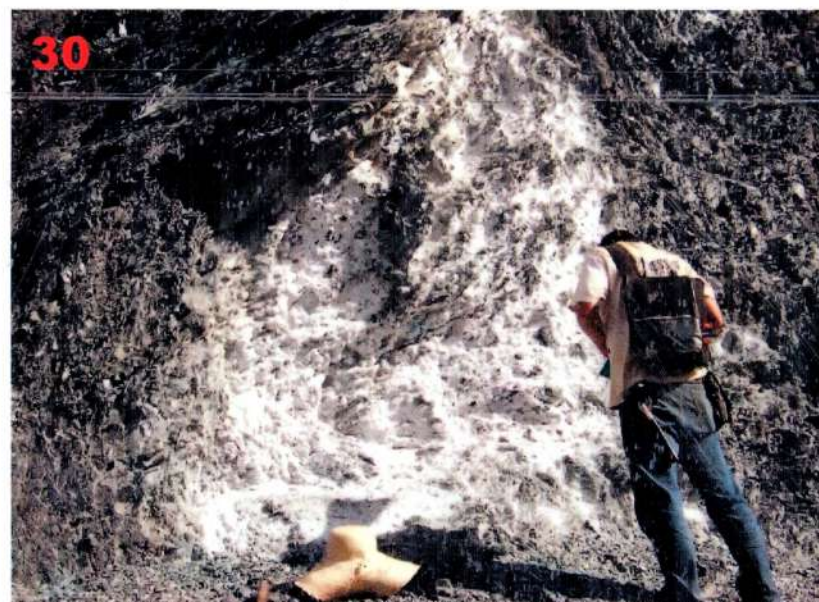


Foto 27: Metakornatiito brechado com clasto de *pillow* lava (Pedreira Francisco III); **Foto 28:** Brecha com núcleos maciços envolvidos por carbonato e serpentina (Amostra 18-4-83); **Foto 29:** Metakornatiito brechado com pirita (Pedreira Francisco II); **Foto 30:** Afloramento com cobertura de sulfato branco (Pedreira Francisco II).



Foto 31: *Pillow* lava com núcleo cinza, borda cinza escura (mais fina) e inter*pillow* cinza claro (Pedreira Joaspe); **Foto 32:** *Pillow* lava (Pedreira Joaspe); **Foto 33:** *Pillow* com textura *spinifex* (Pedreira Jospe).



Foto 34: *Pillow* lava com cor verde escura no centro e *interpillow* tufáceo com cor verde clara (Pedreira Francisco III); **Foto 35:** *Interpillow* com hialoclastito (Pedreira Francisco III); **Foto 36:** Parte com *pillow brecha* (Pedreira Francisco III).



Foto 37: Amostra de *pillow brecha* com granocrescência do centro para as bordas dos pedaços de *pillow*, notar que os pedaços se encaixam, entre os pedaços ocorre material verde escuro muito fino com pedaços centimétricos de cor verde clara (Amostra PF-01); **Foto 38:** Amostra de *pillow brecha* com pedaços centimétricos separados por material verde escuro muito fino (Amostra PF-02); **Foto 39:** Amostra de *pillow brecha* com pedaços da *pillow* em verde escuro e *interpillow* verde claro (Amostra PF-03).



Foto 40: Corpo de *black wall* com *pillow lava* (Pedreira Francisco III); **Foto 41:** Corpo de cloritito no meio do metakomatiito brechado (Pedreira Francisco II); **Foto 42:** Corpo zonado de *black wall*, com cloritito, turmalina flogopita xistó e flogopitito (Pedreira Joaspe); **Foto 43:** Corpo de flogopitito no meio do metakomatiito maciço (Pedreira Joaspe).



Foto 44: Cloritito com granocrescência da clorita do centro para a borda (Pedreira Micom); **Foto 45:** Detalhe do zoneamento do corpo da foto 52, na parte de baixo cloritito fino, passando para cloritito mais grosso e depois flogopita xisto com turmalinas grossas (Pedreira Joaspe); **F.to 46 e 47:** Detalhe da *pillow* lava do corpo da foto 50 com fraturas radiais e pedunculos bem marcados (Pedreira Francisco III).

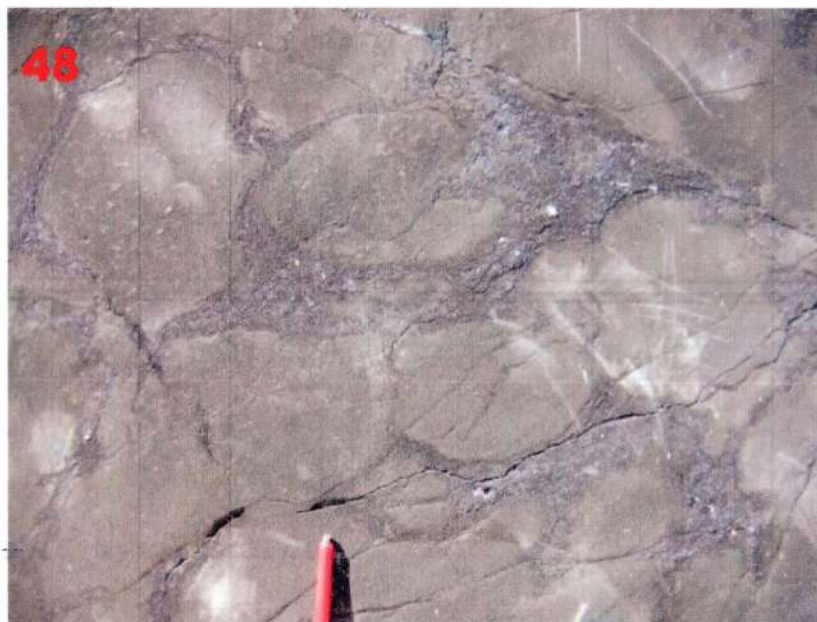


Foto 48: *Pillow* lava do corpo da foto 50 com partes mais ricas em clorita e partes mais ricas em flogopita (Pedreira Francisco III); **Foto 49:** Cloritito fino com porfiroblastos de magnetita idioblástica (Pedreira Francisco III); **Foto 50:** Cloritito fino com porfiroblasto de magnetita idioblástica (Estrada para a Micom); **Foto 61:** Cloritito com camadas mais ricas em turmalina (Amostra PG-01).



Foto 52: Turmalinito grosso, com matriz de clorita (Ponto QOC-60); **Foto 53:** Turmalinas médias em meio a cloritito (Pedreira Francisco II); **Foto 54:** Turmalinas médias com feldspato branco no meio (Amostra QOC-51A); **Foto 55:** Flogopilito com feldspato e flogopita alterada para vermiculita (Amostra QD-24A).



Foto 56: Flogopitito com carbonato disseminado e em veios (Amostra QOC-41C); **Foto 57:** Flogopitito com turmalina do corpo de *black wall* da foto 52 (Pedreira Joaspe); **Foto 58:** Metakomatilito foliado (Amostra BV-81); **Foto 59:** Metakomatilito foliado com porfiroblastos de magnetita (Amostra AR-22).



Foto 60: Metakomatiito foliado com porfiroblastos de anfíbólio fibro-radiado (Amostra AR-138A1); **Foto 61:** Metakomatiito foliado com anfíbólio fibro-radiado e porfiroblasto de magnetita (Pedreira Tanque Preto); **Foto 62:** Metakomatiito foliado com porfiroblasto de pirita limonitizada (Amostra BV-49A); **Foto 63:** Metakomatiito foliado com pirita (Amostra 19A-04-83).

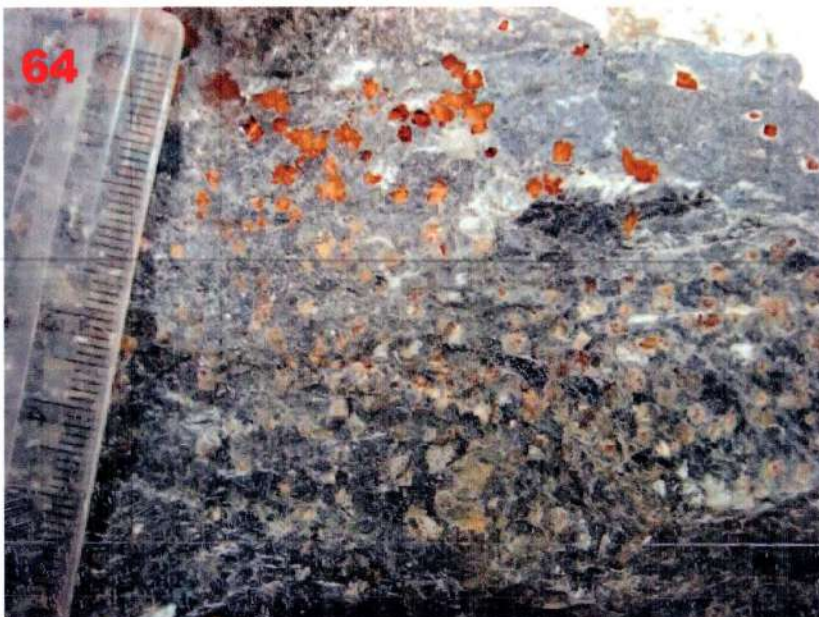


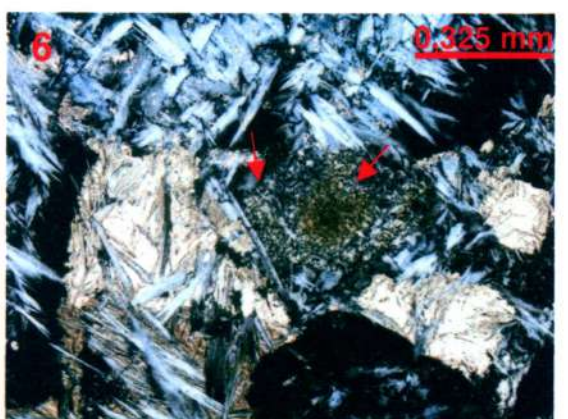
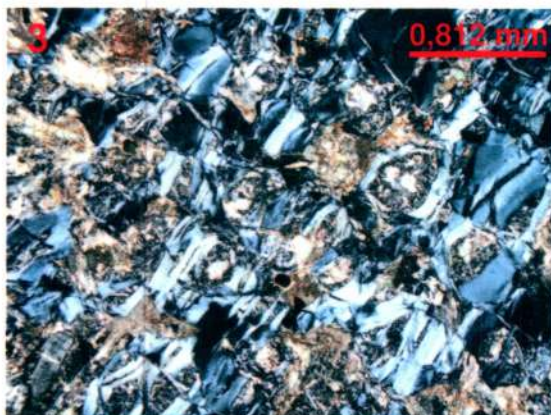
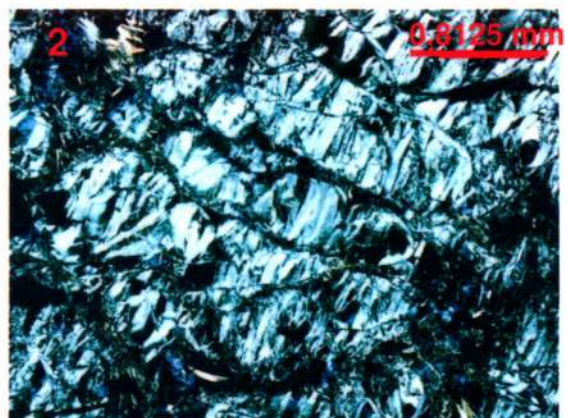
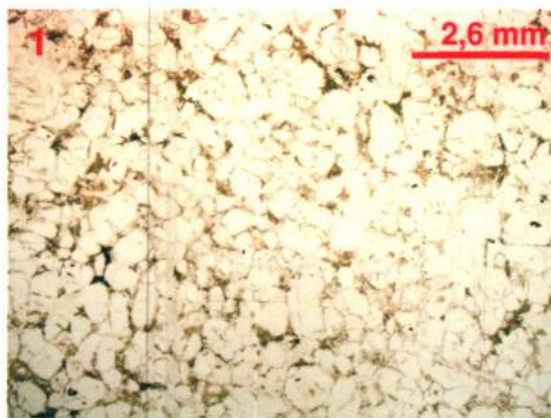
Foto 64: Metakomatito foliado com porfiroblasto de carbonato (Amostra BV-02A); **Foto 65:** Metakomatito foliado com porfiroblasto de turmalina (Amostra 22C-2-86); **Foto 66:** Clorita-talco xisto com *box work* de carbonato (Amostra 21A-2-83); **Foto 67:** Clorita-talco xisto com anfibólio verde (Pedreira Francisco III).



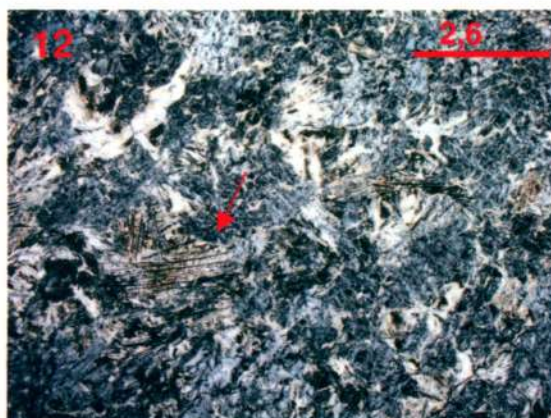
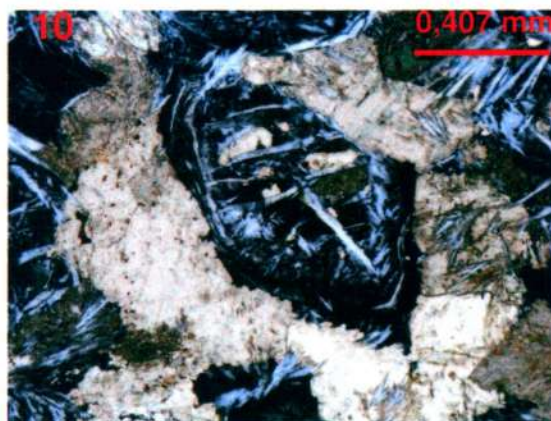
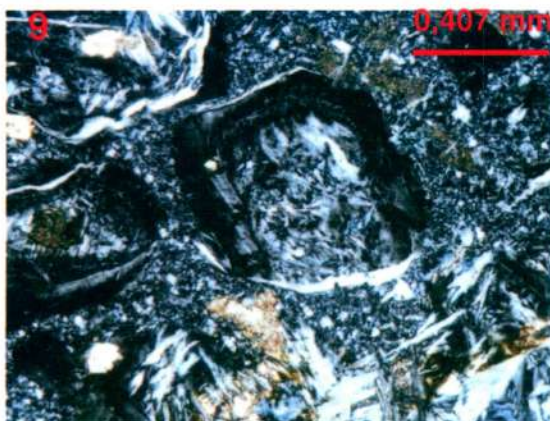
Foto 68: Veio com carbonato e serpentina fibrosa (Amostra AR-134); **Foto 69:** Veio de carbonato idiomórfico (Amostra BV-13); **Foto 70:** Veio com serpentina grossa e sulfetos (Amostra SB-04); **Foto 71:** Veio com quartzo e turmalina muito fina disposta em "caracóis" (Pedreira Micon).

ANEXO 8

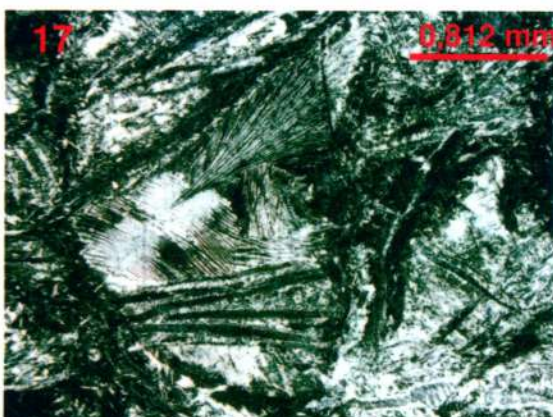
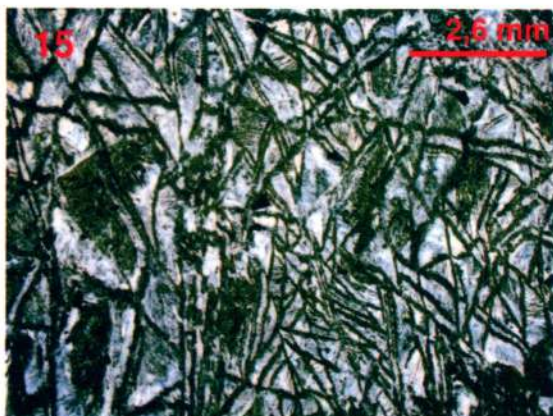
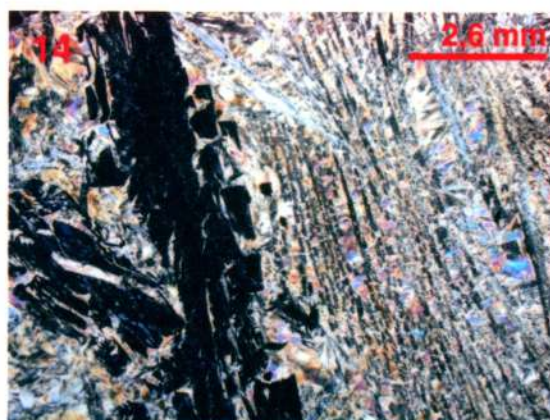
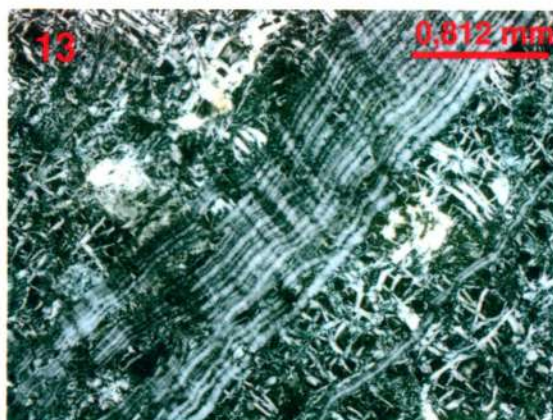
Microfotografias



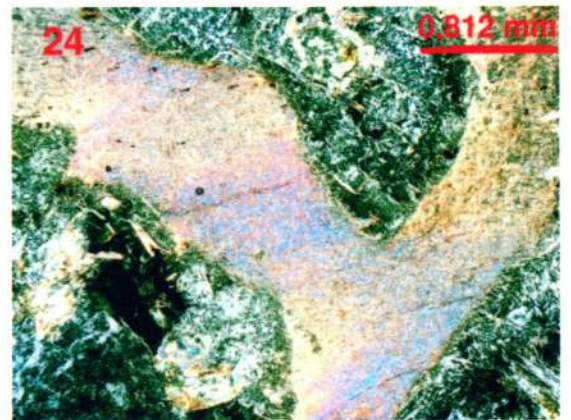
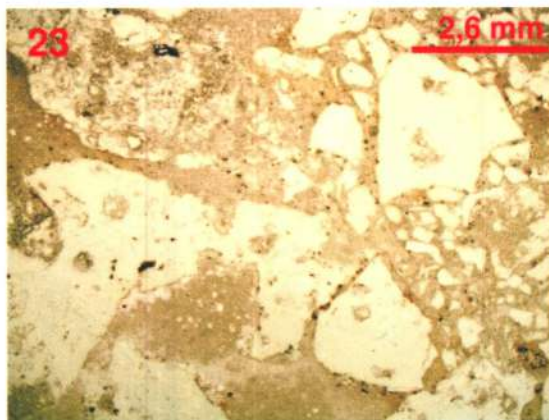
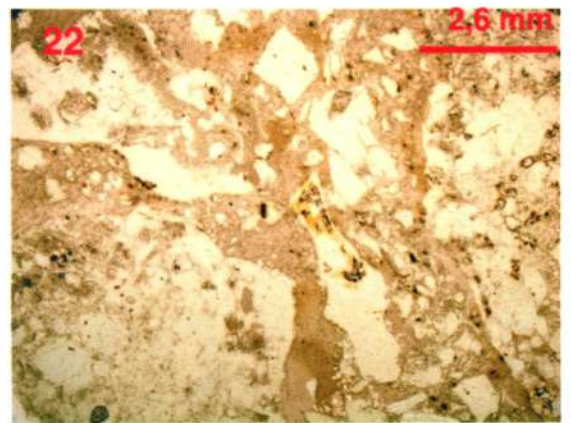
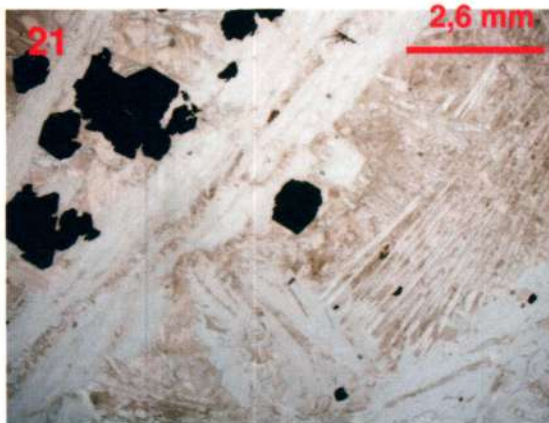
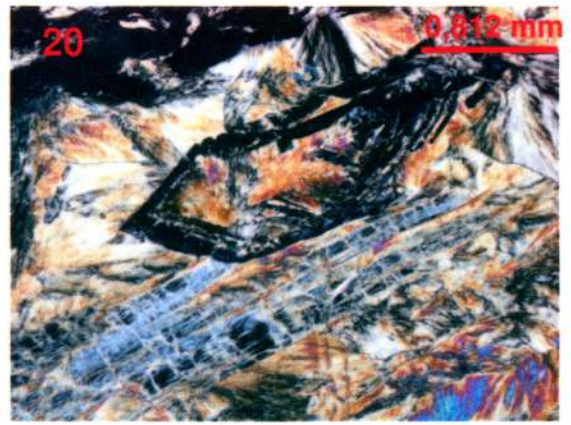
Fotomicrografia 1: Pseudomorfos de olivina (90%) definindo textura cumulática (Lâmina QOC-15A, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 2:** Pseudomorfos de olivina serpentinizados (Lâmina QO-99C, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 3:** Pseudomorfos de olivina serpentinizados com carbonato, talco e cummingtonita entre os pseudomorfos (Lâmina QOC-03, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 4:** Pseudomorfos de olivina serpentinizados e parcialmente talcificados (Lâmina QOC-27, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 5:** Vidro intercumulus amarronzado aprisionado no pseudomorfo de olivina (Lâmina QOC-07C, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 6:** Vidro intercumulus aprisionado no pseudomorfo de olivina (Lâmina QOC-07C, nicóis cruzados).



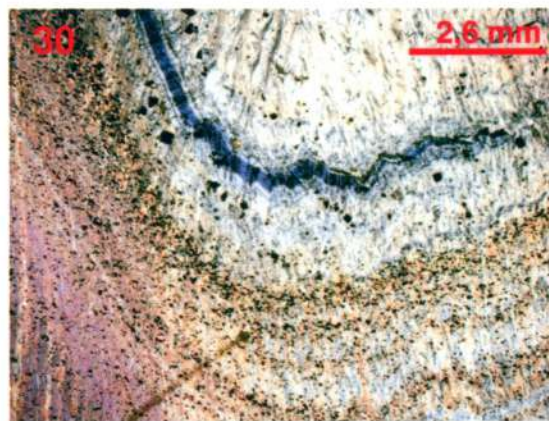
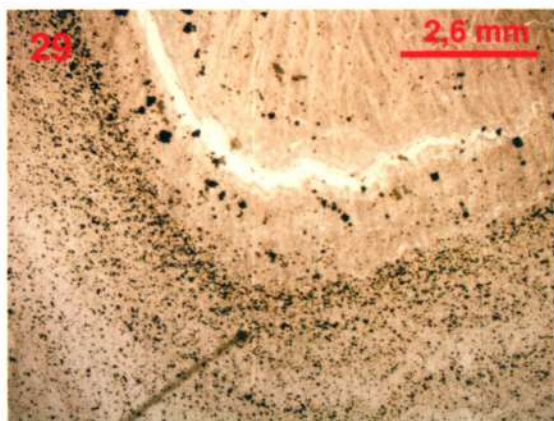
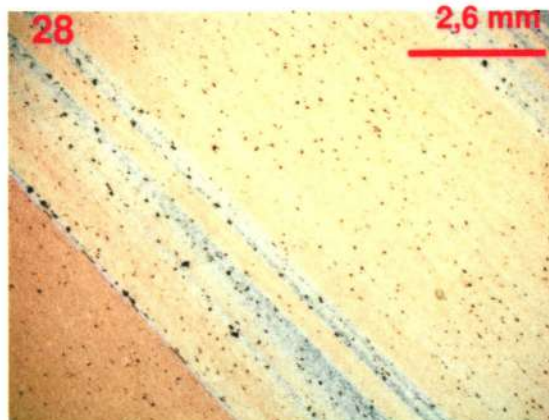
Fotomicrografia 7: Vidro intercúmulus aprisionado no pseudomorfo de olivina (Lâmina QOC-15A, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 8:** Vidro intercúmulus aprisionado no pseudomorfo de olivina (Lâmina QOC-15A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 9:** Pseudomorfos de olivina serpentinizados, com serpentina muito fina em volta (Lâmina QD-37A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 10:** Carbonato em volta de pseudomorfo de olivina serpentinizado (Lâmina QD-37A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 11:** Serpentina muito fina e carbonato entre os pseudomorfos de olivina serpentinizados (Lâmina QOC-07C, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 12:** Textura *spinifex* entre os pseudomorfos de olivina serpentinizados (Lâmina QD-21, nicóis cruzados).



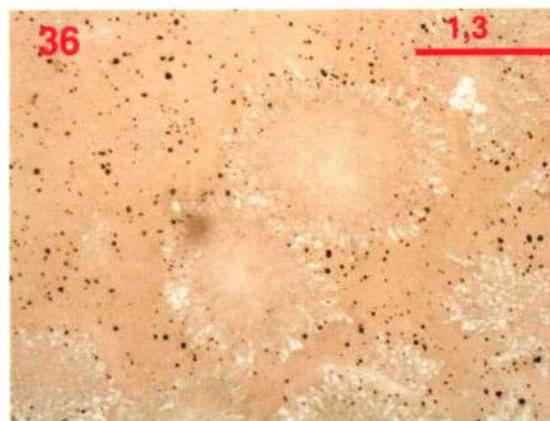
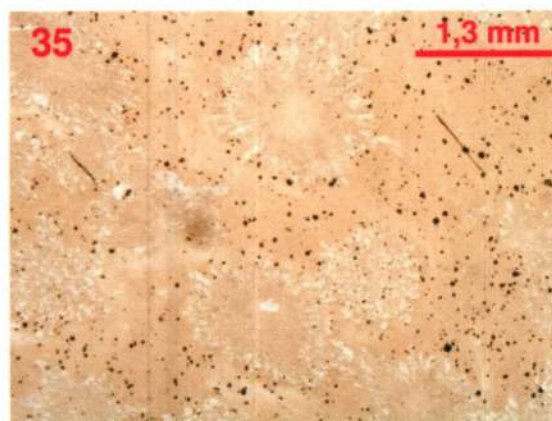
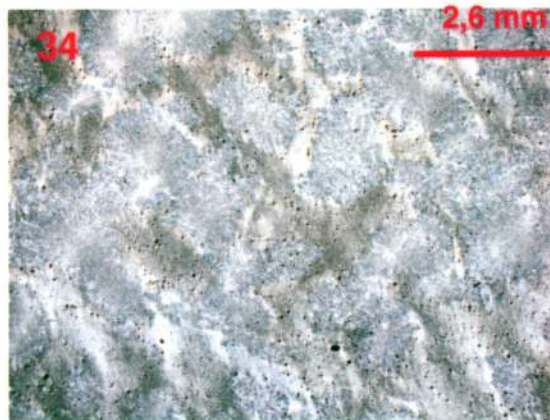
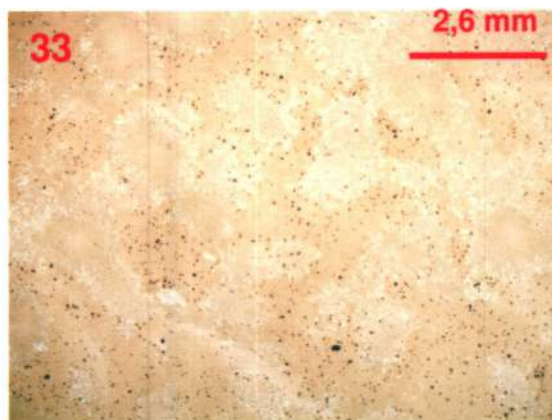
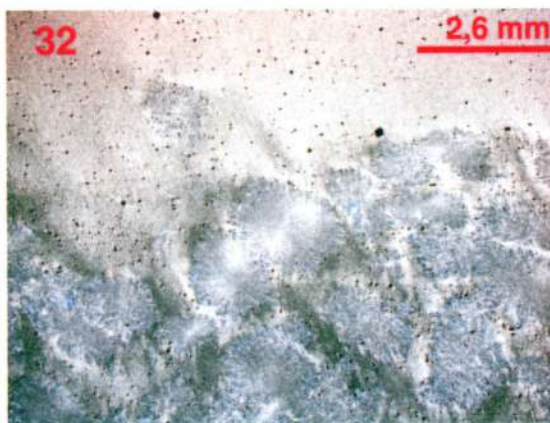
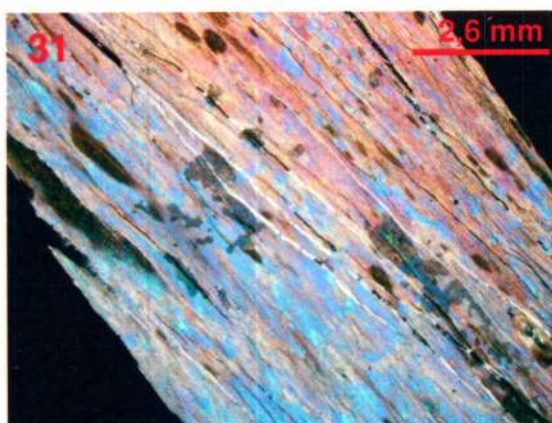
Fotomicrografia 13: Veio de serpentina no metakomatiito maciço (Lâmina QD-50C3, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 14:** Textura *spinifex* definida por cristais esqueléticos mais grossos compostos por clorita e entre eles cristais menores serpentinizados, entre os cristais esqueléticos menores ocorre talco (Lâmina QOC-04, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 15:** Textura *spinifex* definida por cristais esqueléticos de mesma granulação cloritizados e entre eles intercrescimento fino de serpentina e cummingtonita (Lâmina QOC-37D1, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 16:** Textura *spinifex*, com arranjo tipo casa de cartas (Lâmina QO-02B2, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 17:** Textura *spinifex* com arranjo tipo espinha de peixe (Lâmina Pillow G, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 18:** Textura *spinifex* com arranjo tipo árvore de natal (Lâmina QO-02B2, nicóis cruzados).



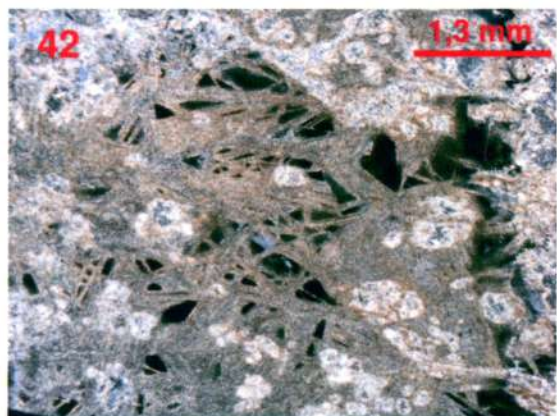
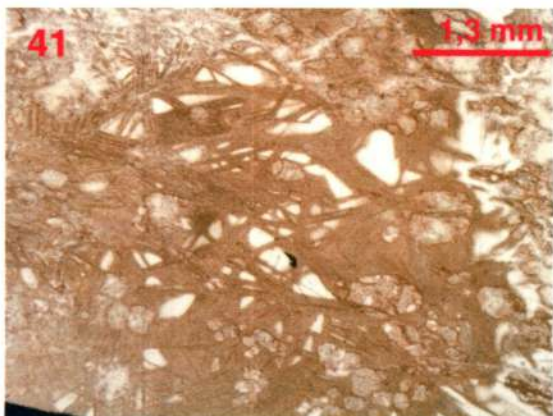
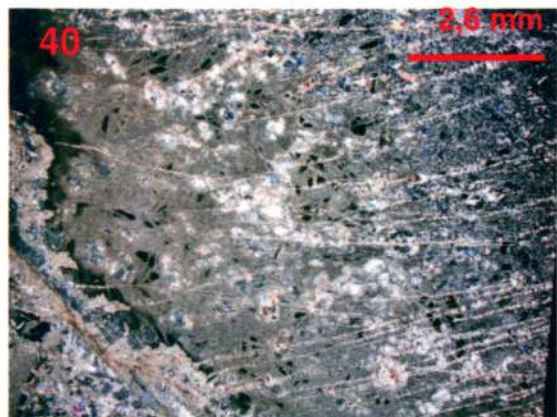
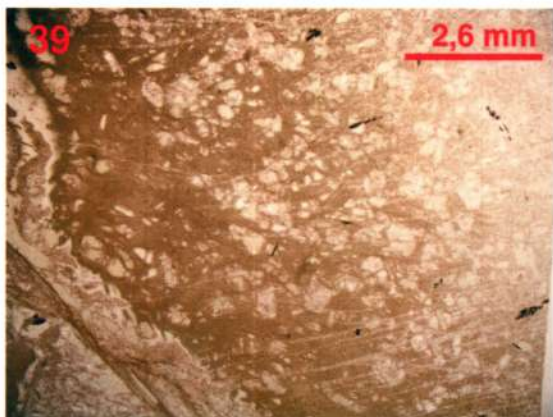
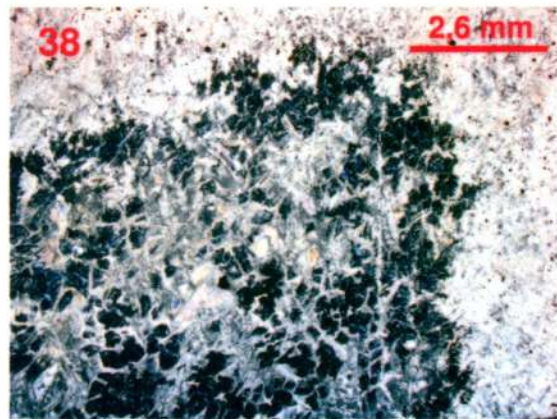
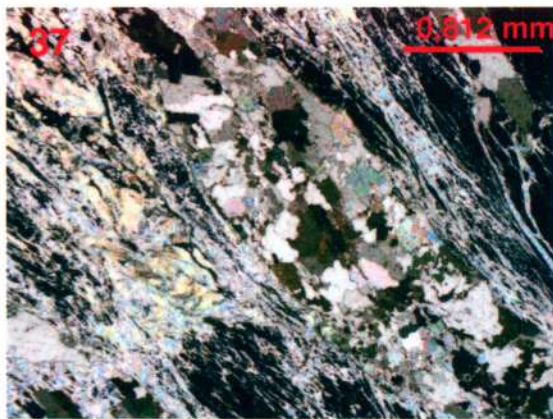
Fotomicrografia 19: Textura *spinifex* definida por cristais esqueléticos grossos cloritizados e entre eles carbonato idiomórfico (Lâmina Q.O.1 (II), nicóis cruzados); **Fotomicrografia 20:** Cristal oco de olivina serpentinizada com cumingtonita no meio (Lâmina QOC-04, nicóis cruzados), **Fotomicrografia 21:** Textura *spinifex* com opacos (Lâmina QOC-04, nicóis paralelos); **Fotomicrografias 22 e 23:** Metalápili-tufo com matriz fina de cor marrom e clastos de formas variadas (Lâminas QO-01A(2) e QO-01B(4), nicóis paralelos); **Fotomicrografia 24:** Metalápili-tufo com matriz de talco muito fina marcada pela alta birrefringência (Lâmina QO-01A3, nicóis cruzados).



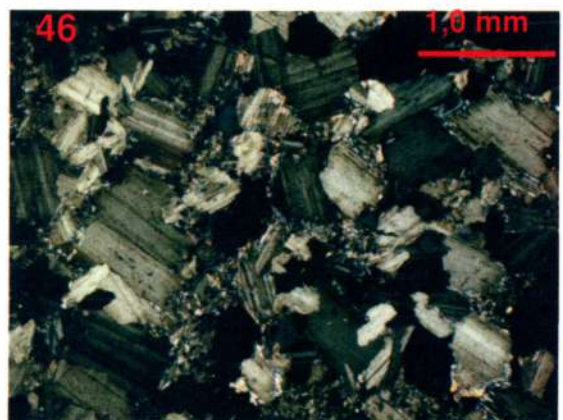
Fotomicrografia 25: Metalápii-tufo com lápii composto por pseudomorfos de olivina serpentinizada e cummingtonita fibro-radiada, em volta há tufo composto por talco (Lâmina QO-01B(1), nicóis cruzados); **Fotomicrografias 26 e 27:** Shards serpentinizados marcados pela textura concêntrica e forma em cúspide (Lâmina QO-01A(2), nicóis cruzados); **Fotomicrografia 28:** Metatufo bandado, bandas de cummingtonita e bandas de serpentina (Lâmina QOC-11A, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 29:** Metatufo bandado com crenulações e dobras, notar o bandamento de opacos (Lâmina QD-61B, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 30:** Metatufo bandado com crenulações e dobras, bandas com talco, bandas com clorita e bandas de opacos (Lâmina QD-61B, nicóis cruzados).



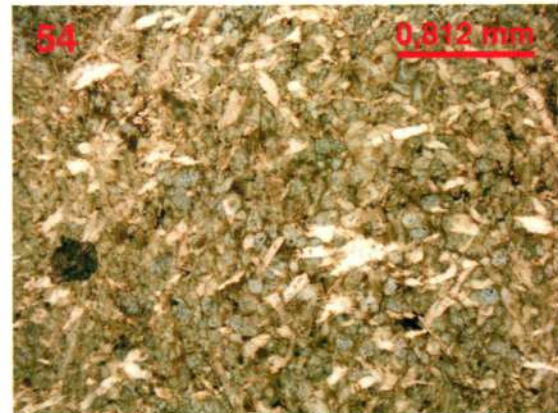
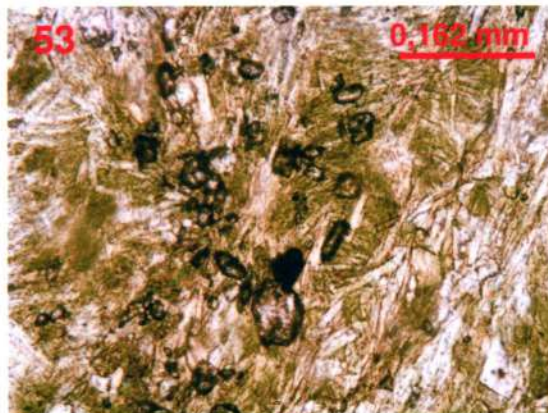
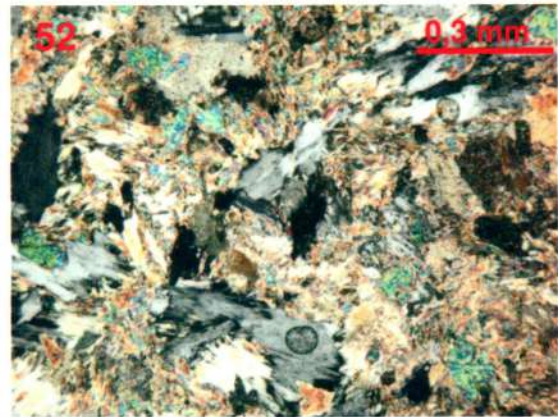
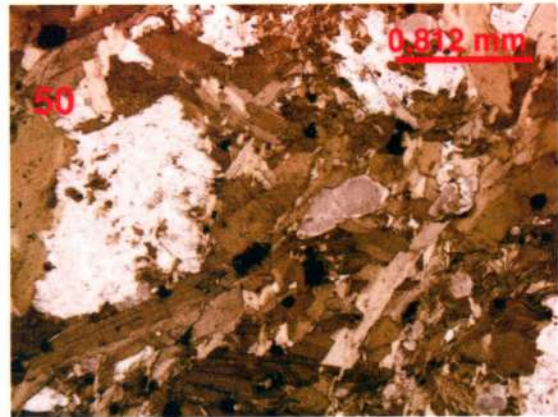
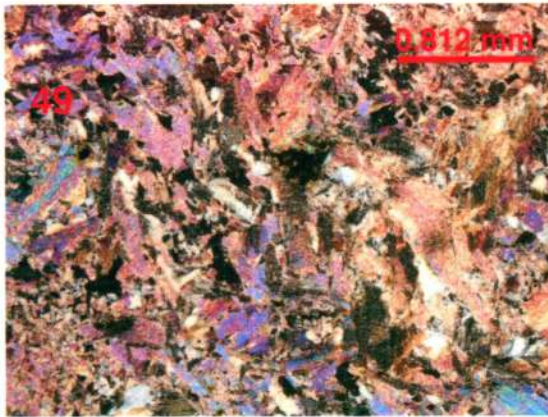
Fotomicrografia 31: Metatufo composto por talco (Lâmina QOC-37A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 32:** Contato entre metatufo e camada com esferulitos (Lâmina QOC-13A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 33:** Camada com esferulitos fibro-radiados (Lâmina QOC-13A, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 34:** Camada com esferulitos com cristais esqueléticos de serpentina fibro-radiados (Lâmina QOC-13A, nicóis cruzados); **Fotomicrografias 35 e 36:** Esferulitos, notar que não ocorrem opacos dentro deles (Lâmina QOC-13A, nicóis paralelos).



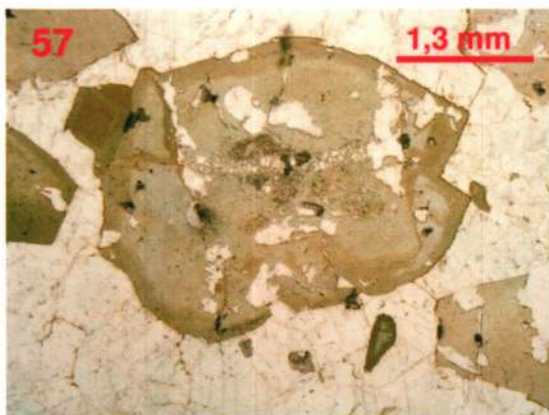
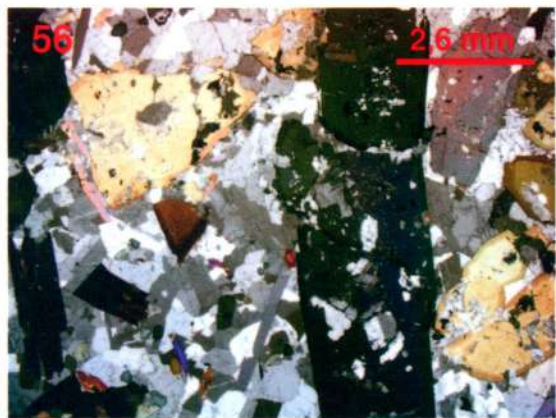
Fotomicrografia 37: Camada foliada do metakomatiito brechado composta por talco, carbonato e clorita (Lâmina QD-53, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 38:** *Pillow* com pseudomorfos de olivina serpentinizados e entre eles ocorre matriz muito fina com talco e cummingtonita (Lâmina QOC-37D2, nicóis cruzados); **Fotomicrografias 39 e 40:** Borda de *pillow* com granulação fina, textura spinifex e cristais mais grossos de cummingtonita (Lâmina QOC-05A1, nicóis paralelos e cruzados); **Fotomicrografias 41 e 42:** Material vítreo com birrefringência muito baixa entre os cristais esqueléticos de *spinifex* (Lâmina QOC-05A1, nicóis paralelos e cruzados).



Fotomicrografia 43: Contato entre interpillow tufáceo composto de talco e borda de pillow com textura *spinifex* (Lâmina QOC-37D2, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 44:** Interpillow com granulometria muito fina (Lâmina Pillow E, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 45:** Cristais esqueléticos que lembram esferulitos no interpillow (Lâmina QOC-80A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 46:** Clorito com clorita geminada (Lâmina QD-07A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 47:** Clorito com 2 gerações de clorita, uma mais grossa e sem orientação e outra mais fina e orientada (QD-45C, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 48:** Clorito com apatita zonada (QD-32B, nicóis paralelos).



Fotomicrografia 49: Flogopitito com flogopita >80% (Lâmina QD-57, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 50:** Flogopitito com plagioclásio e apatita zonada (Lâmina QD-36D, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 51:** Flogopitito com porfiroblastos disseminados e veio de carbonato (Lâmina QOC-41C, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 52:** Flogopitito com cummingtonita (Lâmina REV-QD-33B(C), nicóis cruzados); **Fotomicrografia 53:** Zircão no flogopitito (Lâmina QD-33B, nicóis paralelos); **Fotomicrografia 54:** Turmalinito muito fino (Lâmina QOC-60A, nicóis paralelos).

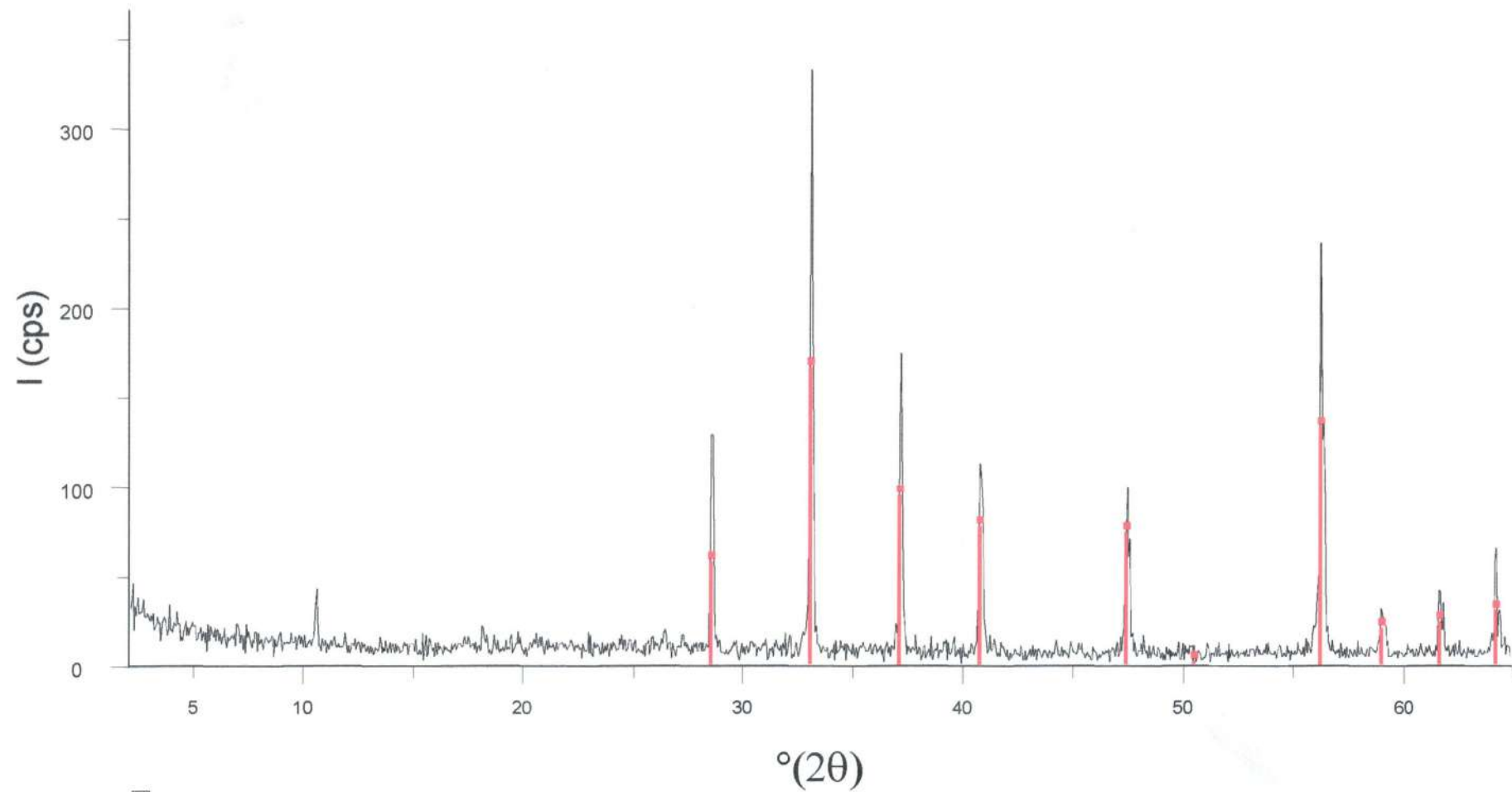


Fotomicrografia 55: Turmalinito com flogopita (Lâmina QD-54A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 56:** Turmalinito com plagioclásio (Lâmina QOC-51A, nicóis cruzados); **Fotomicrografia 57:** Turmalina zonada, com borda mais escura e centro com inclusões finas (Lâmina QOC-51A, nicóis paralelos).

ANEXO 9

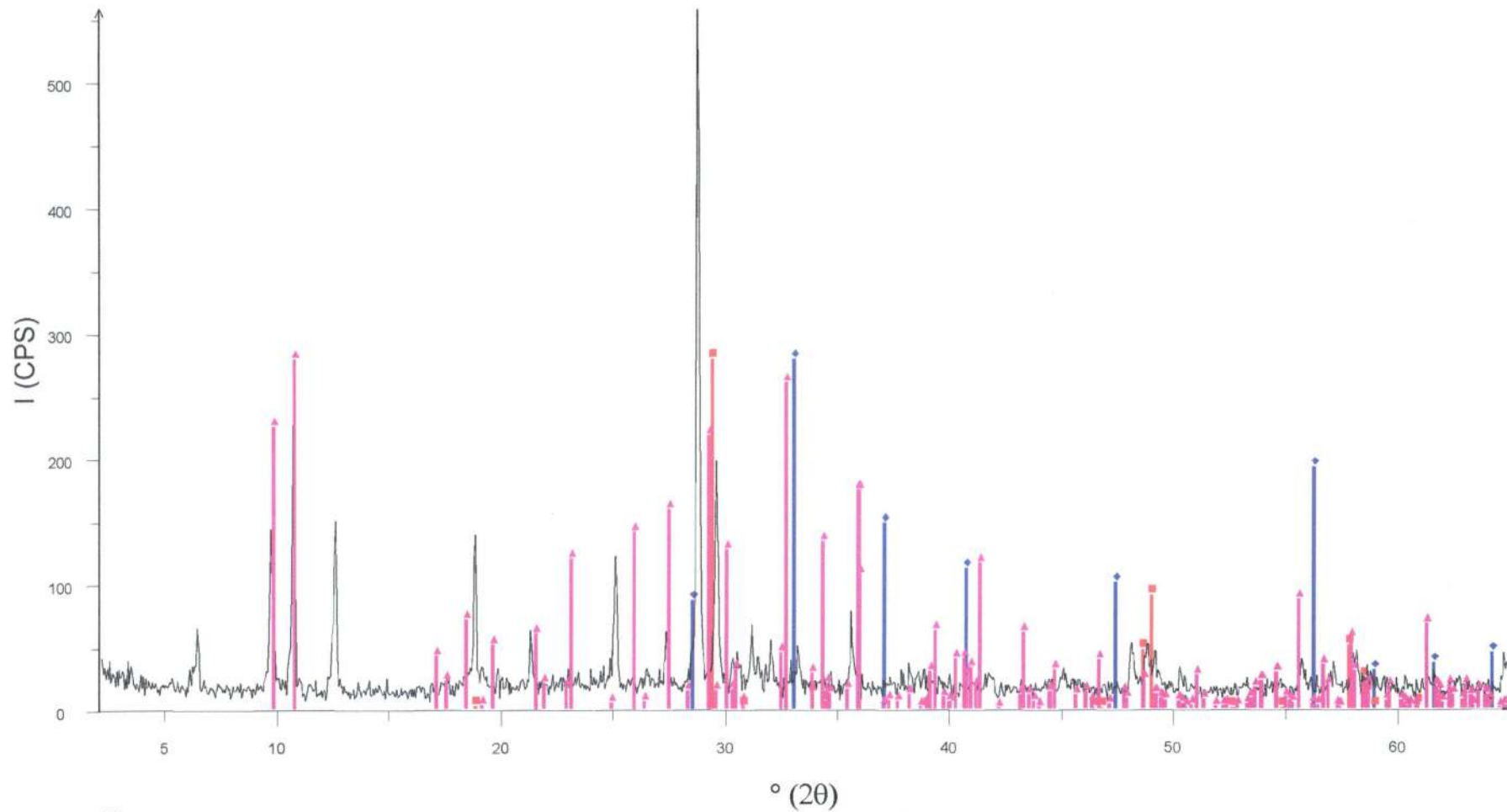
Difratogramas

DRX 1 – Amostra QOC-40



c:\data\schorsch\camila\qoc_40.RAW - File: qoc_40.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.050 ° - Step time: 1. s
01-073-8127 (I) - Pyrite, syn - FeS1.96

DRX 2 – Amostra QOC-36A



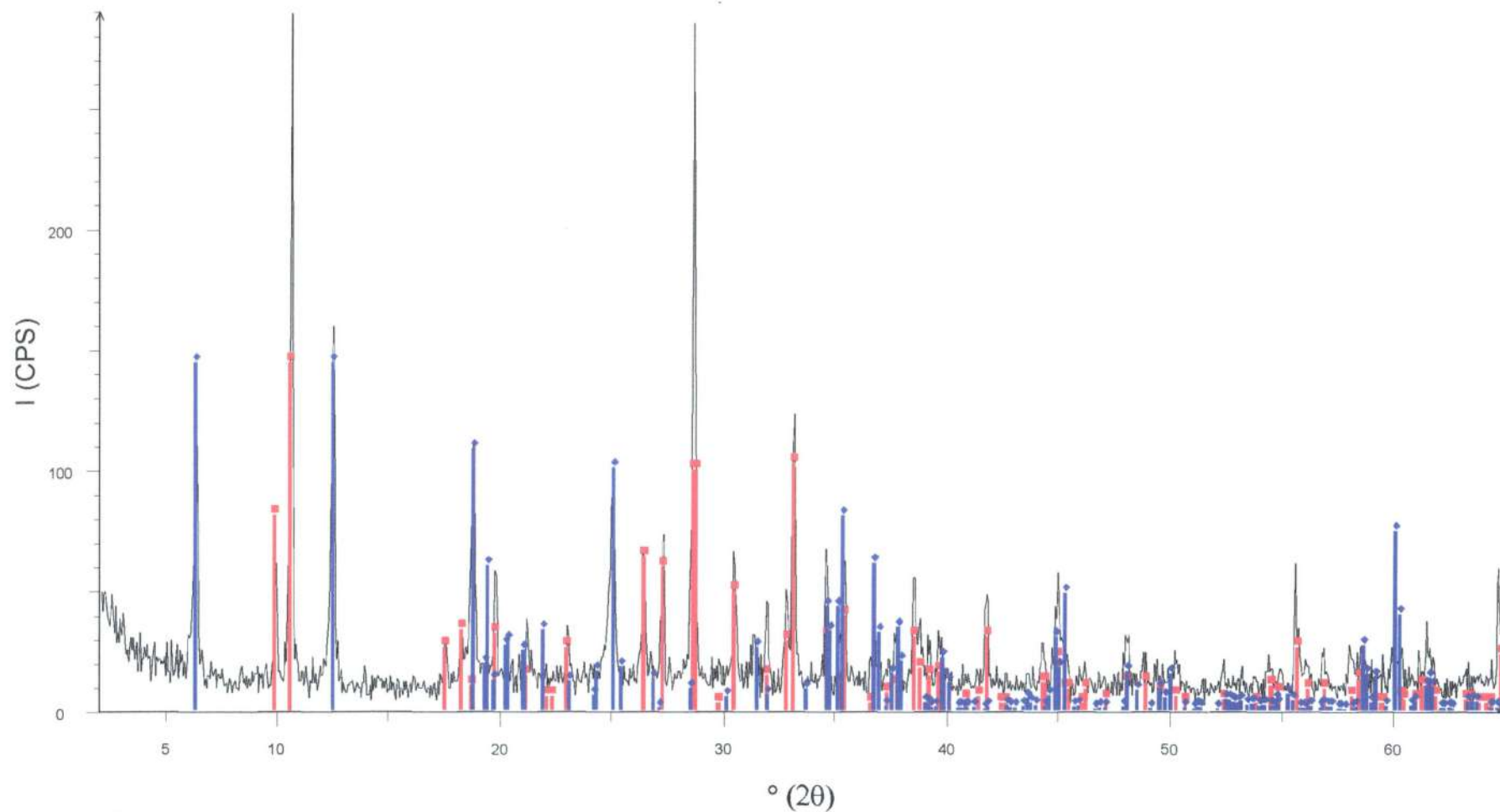
c:\data\schorsch\camila\42.RAW - File: 42.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.050 ° - Step time: 1. s

00-042-1340 (*) - Pyrite - FeS₂

01-075-6866 (*) - Chalcopyrite - CuFeS₂

01-086-0654 (*) - Cummingtonite - (Fe_{2.59}Mg_{4.41})(Si₈O₂₂)(OH)₂

DRX 3 – Amostra QOC-11A

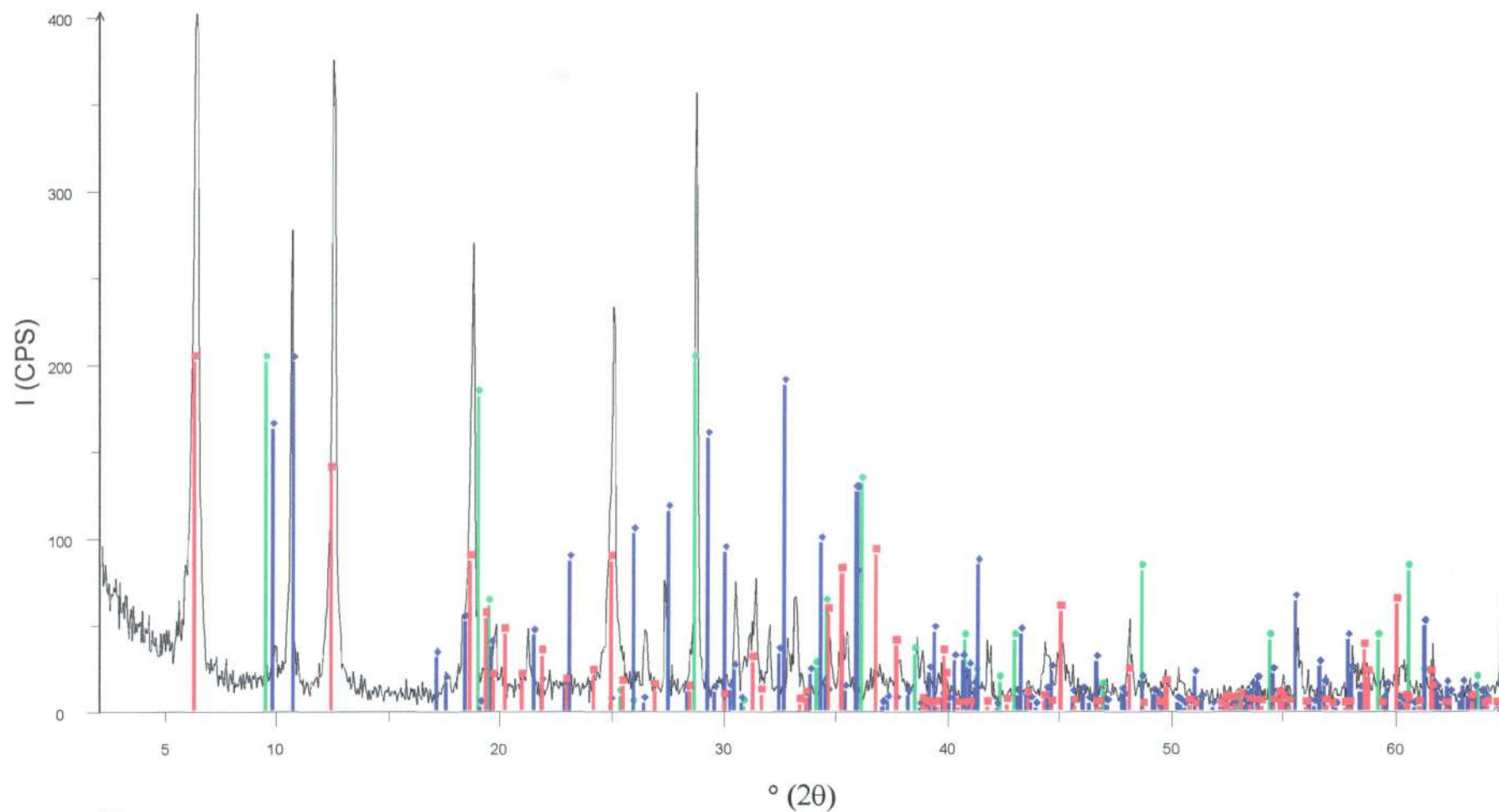


c:\data\schorcher\camila\11a.RAW - File: 11a.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.050 ° - Step time: 1. s

00-044-1402 (I) - Tremolite - $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

01-087-2496 (*) - Clinocllore (Ilb-4) - $\text{Mg}_4.882\text{Fe}_{0.22}\text{Al}_{1.881}\text{Si}_{2.96}\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

DRX 4 – Amostra QOC-06



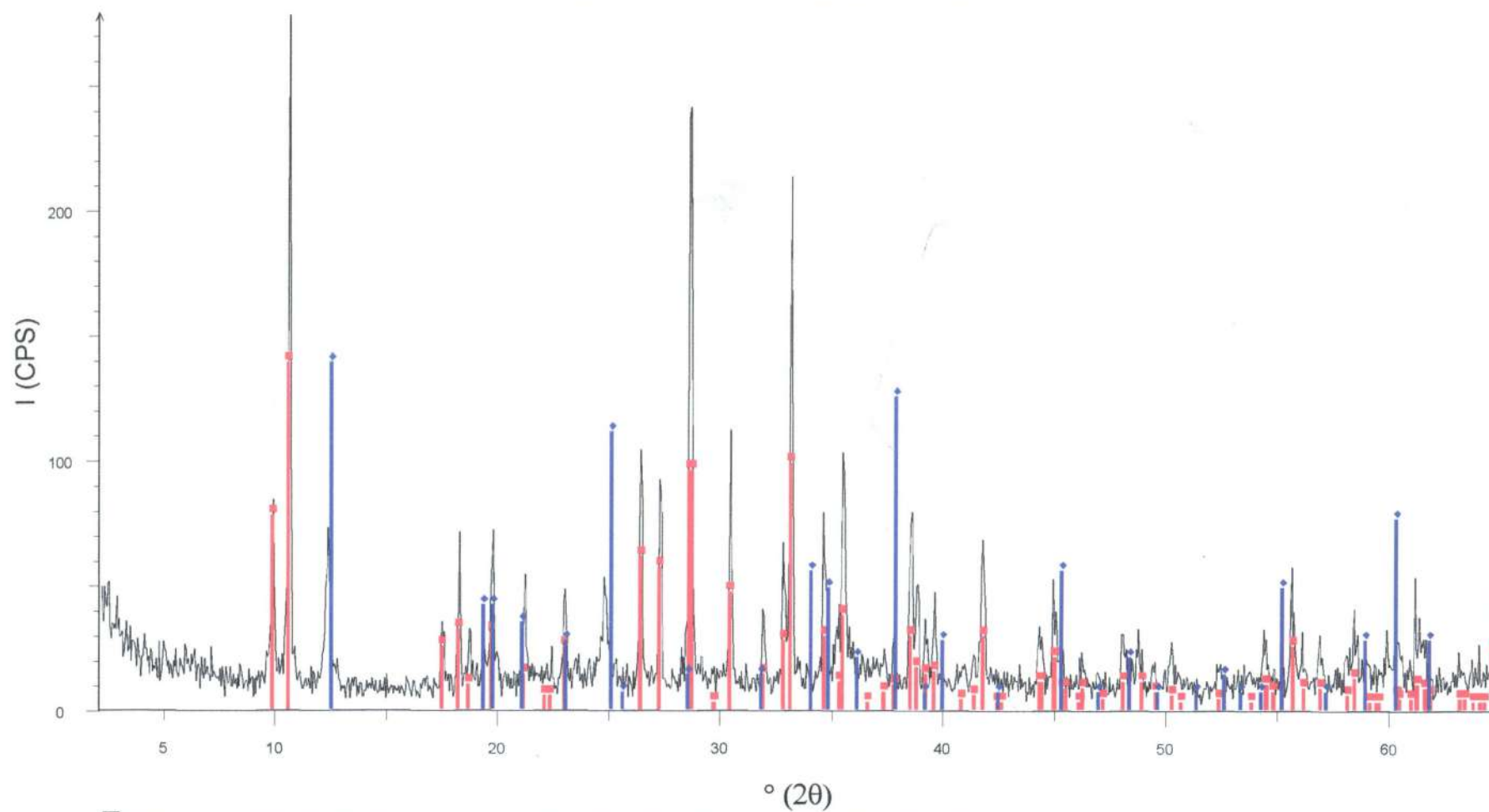
c:\data\schorcher\camila\06.RAW - File: 06.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 $^{\circ}$ - End: 65.000 $^{\circ}$ - Step: 0.050 $^{\circ}$ - Step time: 1. s

01-083-1365 (*) - Clinocllore-Ilb-4 - $\text{Mg}_{9.8}\text{Al}_{1.6}\text{Fe}_{0.6}(\text{Si}_{6.32}\text{Al}_{1.68}\text{O}_{20.24})(\text{OH})_{15.72}$

00-013-0558 (I) - Talc-2M - $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

01-086-0654 (*) - Cummingtonite - $(\text{Fe}_{2.59}\text{Mg}_{4.41})(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

DRX 5 – Amostra QOC-13A

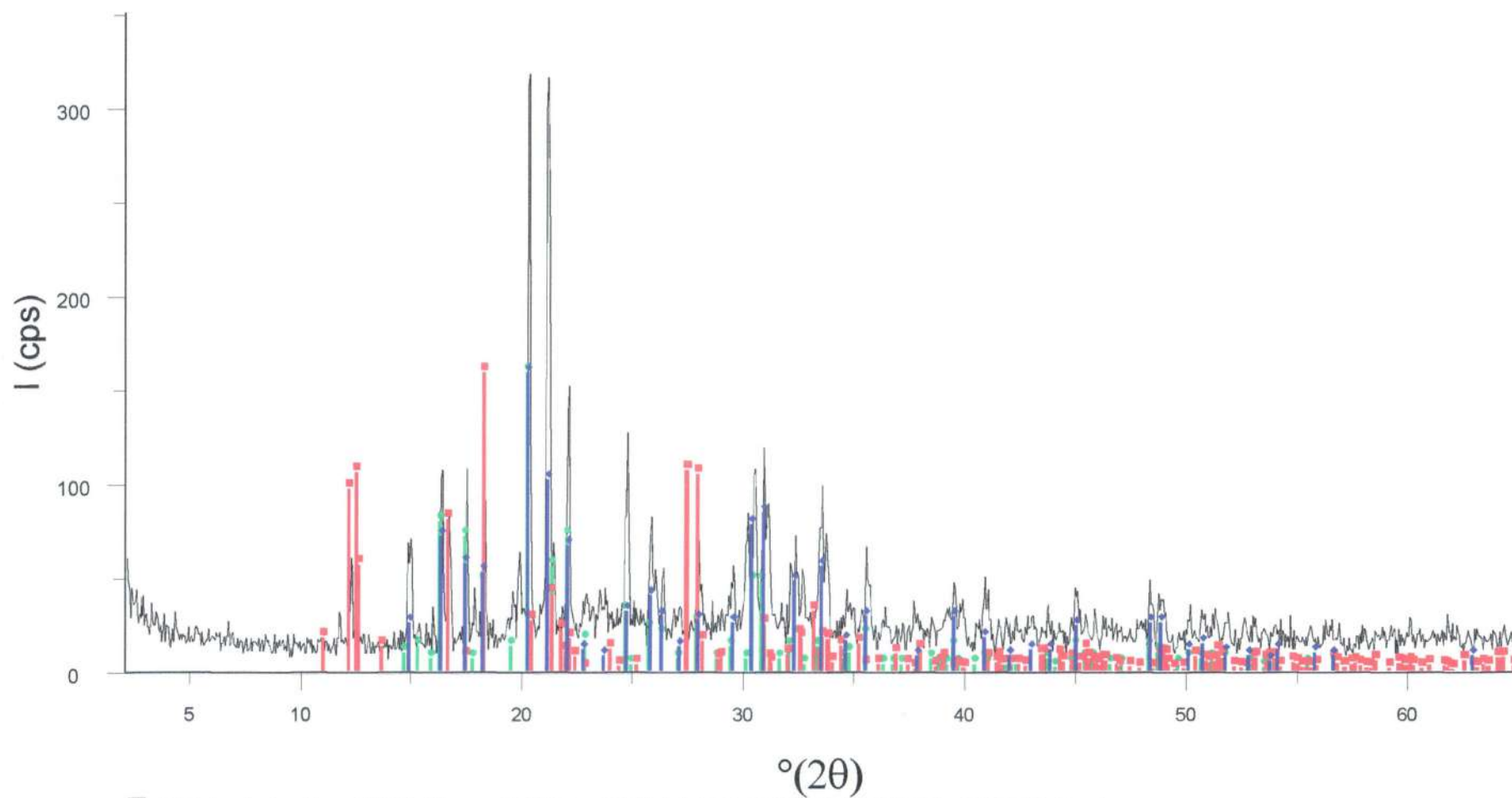


c:\data\schorscher\camila\13a.RAW - File: 13a.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.050 ° - Step time: 1. s

00-044-1402 (I) - Tremolite - $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

00-031-0782 (D) - Lizardite-1M - $(\text{Mg}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

DRX 6 – Amostra QOC-43



\\c:\data\schorsch\camila\ qoc_43.RAW - File: qoc_43.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.050 ° - Step time: 1. s

00-041-1360 (N) - Wattevilleite - Na2Ca(SO4)2.4H2O

00-024-0719 (*) - Hexahydrite, syn - MgSO4.6H2O

01-073-6747 (N) - Phillipsite - Mg2.44K0.52(Al6.3Si9.7O32)(H2O)16

ANEXO 10

Resultado das análises geoquímicas

	Qoc-03	Qoc-04	Qoc-06	Qoc-07C	Qoc-11A		Qoc-15A	Qoc-37A	Qoc-37E	Qoc-78		JB 1a			LD
	11/954	11/955	11/956	11/957	11/958a	11/958b	11/959	11/960	11/961	11/962		Oblida	comendada		
SiO2	41,76	39,92	45,26	37,94	48,81	48,81	38,87	54,55	38,55	37,49		52,63	52,16		0,03
TiO2	0,132	0,209	0,170	0,036	0,481	0,481	0,055	0,033	0,180	0,100		1,298	1,3		0,003
Al2O3	4,63	7,85	6,05	1,37	3,88	3,84	2,37	1,30	9,64	3,51		14,48	14,51		0,02
Fe2O3	8,56	10,68	8,15	5,88	7,93	7,91	6,33	4,11	10,07	7,23		9,05	9,1		0,01
MnO	0,115	0,126	0,135	0,092	0,172	0,170	0,088	0,095	0,137	0,122		0,145	0,15		0,002
MgO	32,20	27,44	25,87	38,56	24,17	24,07	36,52	24,12	27,51	34,76		7,76	7,75		0,01
CaO	1,59	4,18	5,93	0,07	8,71	8,68	1,59	11,61	3,95	2,24		9,31	9,23		0,01
Na2O	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		2,81	2,74		0,02
K2O	0,03	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		1,38	1,42		0,01
P2O5	0,013	0,012	0,010	< 0,003	0,023	0,024	< 0,003	< 0,003	0,013	0,005		0,253	0,26		0,003
Loi	10,58	8,38	7,17	15,48	4,90	4,95	13,58	3,51	8,59	13,80		1,1	1,1		0,01
Total	99,61	98,80	98,76	99,43	99,08	98,94	99,40	99,33	98,64	99,26		100,22	99,72		
Ba	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37	< 37		490	497		37
Ce	< 35	54	< 35	< 35	35	37	36	< 35	58	39		78	66,1		35
Co	102	95	94	84	74	77	88	48	97	86		39	39,5		6
Cr	3147	3692	3158	2343	1525	1537	2107	453	3414	2749		405	415		13
Cu	< 5	10	110	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		55	55,5		5
Ga	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9		18	18		9
La	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28	< 28		42	38,1		28
Nb	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9		27	27		9
Nd	< 14	18	< 14	< 14	< 14	16	< 14	< 14	< 14	< 14		34	25,5		14
Ni	1843	1099	1521	2121	945	944	1994	470	938	1833		143	140		5
Pb	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4		12	7,2		4
Rb	3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3		38	41		3
Sc	20	29	24	< 14	22	23	< 14	14	27	15		28	27,9		14
Sr	9	5	8	< 2	15	15	45	8	3	31		450	443		2
Th	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7		< 7	8,8		7
U	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	4	< 3	< 3		< 3	1,6		3
V	99	149	105	30	97	77	44	25	172	66		190	220		9
Y	5	6	4	1	8	8	2	3	4	3		23	24		2
Zn	49	50	53	30	48	50	31	24	58	50		82	82		2
Zr	12	16	14	10	31	32	9	11	14	11		143	146		2
Cl	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50		134	170		50
F	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500		< 500	385		500
S	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550		< 550	9		550

JB1a - valores padrões; LD - Limite de detecção; Loi - perda ao fogo