

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Mapeamento Litoestrutural e Evolução Precambriana da
Serra do Caraça-MG.**

Manuel Silveira Corrêa

Orientador: Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2007/24)

SÃO PAULO
2007

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – USP
DISCIPLINA 044-500: TRABALHO DE FORMATURA - 2007

**Mapeamento Litoestrutural e Evolução Precambriana da
Serra do Caraça-MG.**

TF N° 07/24



Aluno: Manuel Silveira Corrêa N° USP 3467448

Manuel C.
Orientador: Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher

Dr. Hans J. Schorscher

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024371

SÃO PAULO 2007

Índice

Resumo.....	1
Abstract.....	1
1. Introdução.....	3
2. Metas e Objetivos.....	5
3. Trabalhos Prévios: Levantamento bibliográfico.....	6
3.1.Arqueano.....	6
3.2. Paleoproterozóico.....	7
3.2.1. Supergrupo Minas.....	8
3.2.2. Supergrupo Espinhaço.....	14
3.3.Evolução Tectônica.....	18
4. Material e Métodos.....	20
4.1.Base Cartográfica.....	20
4.2. Trabalhos de Campo.....	21
4.3. Trabalhos Laboratoriais.....	21
5. Desenvolvimento do Trabalho.....	22
6. Resultados Obtidos.....	23
6.1. Geologia da área de Mapeamento.....	23
6.1.1. Localização, vias de acesso e fisiografia.....	23
6.2.Estratigrafia da região central da Serra do Caraça.....	25
6.2.1. Supergrupo rio das Velhas.....	26
6.2.1.1. Grupo Maquiné.....	26
6.2.2. Supergrupo Espinhaço.....	26
6.2.2.1. Unidade de Cianita Quartzitos.....	28
6.2.2.2. Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.....	29
6.2.3. Metabasitos.....	31
6.3. Petrografia Metamórfica.....	32
6.3.1. Grupo Maquiné.....	32
6.3.2. Unidade de Cianita Quartzitos.....	32
6.3.3. Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.....	33
6.3.4. Metabasitos.....	34
6.4. Geologia Estrutural.....	35
6.5. Espectro de Minerais Pesados.....	38
6.6. Estudos geoquímicos Inicias via FRX.....	40
7. Conclusão.....	42
8. Agradecimentos.....	44
9. Referências Bibliográficas.....	45
10. Fotografias.....	48
11. Fotomicrografias.....	53
12. Perfis.....	60
13. Anexos.....	62

Ao mestre Evandro Herculano,

Resumo

Mapeamento geológico 1:25000 das unidades quartzíticas da Serra do Caraça e a evolução precambriana foram os objetivos desta monografia; estudos de campo, mineralógicos, petrográficos e geoquímicos iniciais embasaram-na. Duas unidades litoestratigráficas foram separadas: na base os Cianita Quartzitos(UCQ) e no topo com contatos sedimentares tectonizados, os Sericita Quartzitos Feldspáticos(USQF). A UCQ ocorre em duas faixas e tem contato basal com o embasamento arqueano do Grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas: a leste da Serra do Caraça, em posição invertida por falha inversa de alto ângulo, e a oeste da serra em posição normal, por discordância angular e erosiva, tectonizada. Esses quartzitos apresentam quartzo e cianita predominantes, teores baixos de sericita/muscovita e cloritóides subordinados, sendo isentos de feldspatos; como minerais pesados destacam-se zircões, rutilo e pirita detrítica. Caracterizam como áreas-fonte principais terrenos graníticos com faixas supracrustais máficas (*greenstone belts*) subordinadas, afetadas por forte intemperismo químico, típico no arqueano. Os quartzitos USQF distribuem-se no altiplano do Santuário do Caraça; são bastante homogêneos, com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de centimétricas até 1,5 m e compostos por quartzo, feldspatos, sericita/muscovita principalmente. Apontam áreas-fonte semelhantes à UCQ, porém, sob intemperismo de clima temperado a frio. Estudos geoquímicos iniciais confirmam maiores concentrações de elementos imóveis no ciclo supergênico, como Al, Ti e parcialmente Fe na UCQ e maiores teores de álcalis nos USQF e indicam, ainda, para ambas as unidades ambiente deposicional de margem continental passiva. UCQ e USQF são cortadas por metadiabásios, e consideradas, respectivamente, equivalentes laterais de fácies das duas formações basais, São João da Chapada e Sopa Brumadinho do Supergrupo Espinhaço, paleoproterozóico. O principal metamorfismo regional afetou com a mesma intensidade, em fácies xisto verde superior as rochas do Grupo Maquiné, os quartzitos da Serra do Caraça e as intrusivas metabásicas.

Abstract

1:25000 geological mapping of the quartzitic units and the precambrian evolution of the Serra do Caraça were the aims of this monograph, developed with field geological and mineralogical, petrographical and geochemical studies. Two lithostratigraphic units were

separated: at the basis Kyanite Quartzites (KQU) and at the top Feldspatic Sericite Quartzites (FSQU) separated by sedimentary tectonized contacts. The KQU occurs in two N-S trending belts and has basal contacts with the archean Maquiné Group, Rio das Velhas Supergroup: at the E of the Serra do Caraça in inverted position by a high angle thrust fault, and at the W of the Serra do Caraça by a tectonized angular and erosive discordance in normal position. KQU quartzites present quartz, kyanite and minor sericite/muscovite and chloritoid and is barren of feldspars; zircons, rutile and detrital pyrite are the most frequent heavy minerals. They characterize a source area of granitic rocks, with minor mafic supracrustal greenstone belt remnants affected by predominant chemical warm-climate weathering, as more typical in the Archean. FSQU quartzites occur throughout the Caraça Sanctuary highlands; they are homogeneous, show horizontal and centimetric to 1.5 meter sized cross bedding. These quartzites have the same source areas as KQU, however weathered under a moderate to cold climate. Initial geochemical studies confirmed higher concentrations of Al, Ti and partially Fe (immobile in the supergene cycle) in the KQU and higher alkali contents in the FSQU. For both quartzitic units a depositional environment of a passive continental margin is indicated. KQU and FSQU are cut by intrusive subvulcanic metabasic rocks, and are here considerate, respectively, as the lateral facies equivalents of the classical basal São João da Chapada and Sopa Brumadinho formations of the paleoproterozoic Espinhaço Supergroup. The main regional metamorphic event had affected with the same intensity in upper greenschist facies all the rocks of the study area: Maquiné Group of the archean basement, Serra do Caraça KQU and FSQU quartzites and the subvulcanic metabasic rocks.

1. Introdução

A Serra do Caraça, na parte leste do Quadrilátero Ferrífero (Figuras 1 e 2), é uma espetacular feição fisiográfica cujo ponto culminante atinge 2070 metros, resultado da resistência à erosão dos quartzitos precambrianos que a constituem. Por isso, e pela presença de depósitos minerais, essa região sempre despertou o interesse dos geólogos. Desde os tempos coloniais o ouro extraído e, mais recentemente, os minérios de ferro têm sido fontes de grande riqueza. Esses bens influenciaram também a pesquisa geológica concentrada, principalmente nas últimas décadas, nas unidades portadoras de ouro e ferro, dos supergrupos Rio das Velhas e Minas, respectivamente, Arqueano e Paleoproterozóico.

O desenvolvimento de um novo e atualizado mapeamento geológico da Serra do Caraça – o último foi realizado por Maxwell (1972) – é fundamental para o melhor conhecimento litoestratigráfico, sedimentológico e tectono-metamórfico das unidades quartzíticas que a compõem. E, também, para a melhor compreensão das relações com as demais unidades metassedimentares proterozóicas e do embasamento Arqueano adjacentes, locais e regionais do Quadrilátero Ferrífero e das continuações setentrionais da Serra do Espinhaço, face às controvérsias existentes na literatura e aos resultados mais recentes de datações de zircões detríticos (Noce, 1995; Machado et al., 1996).

Assim, essa pesquisa de TF visou contribuir com estudos litoestratigráficos, sedimentológicos e tectono-metamórficos de campo e laboratoriais, principalmente mineralógicos, petrográficos e geoquímicos iniciais, ao mapeamento geológico em escala 1:25.000 e a evolução precambriana da parte norte da Serra do Caraça. Abordou, também, inevitavelmente, questões fundamentais da evolução do Quadrilátero Ferrífero e complementou a formação do aluno na área interdisciplinar da geologia precambriana de terrenos policíclicos.

Entre os resultados principais destacam-se o novo mapa geológico (1: 25.000) e os detalhamentos litoestratigráficos e tectono-metamórficos da região estudada da Serra do Caraça, com ênfase nas possíveis relações das unidades quartzíticas do corpo da serra com unidades basais formais do Supergrupo Espinhaço. Com base nesses resultados e nos estudos da bibliografia regional, foram ainda analisadas as relações das unidades quartzíticas da Serra do Caraça com as unidades arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas e paleoproterozóicas do Supergrupo Minas do quadro geológico local e regional.

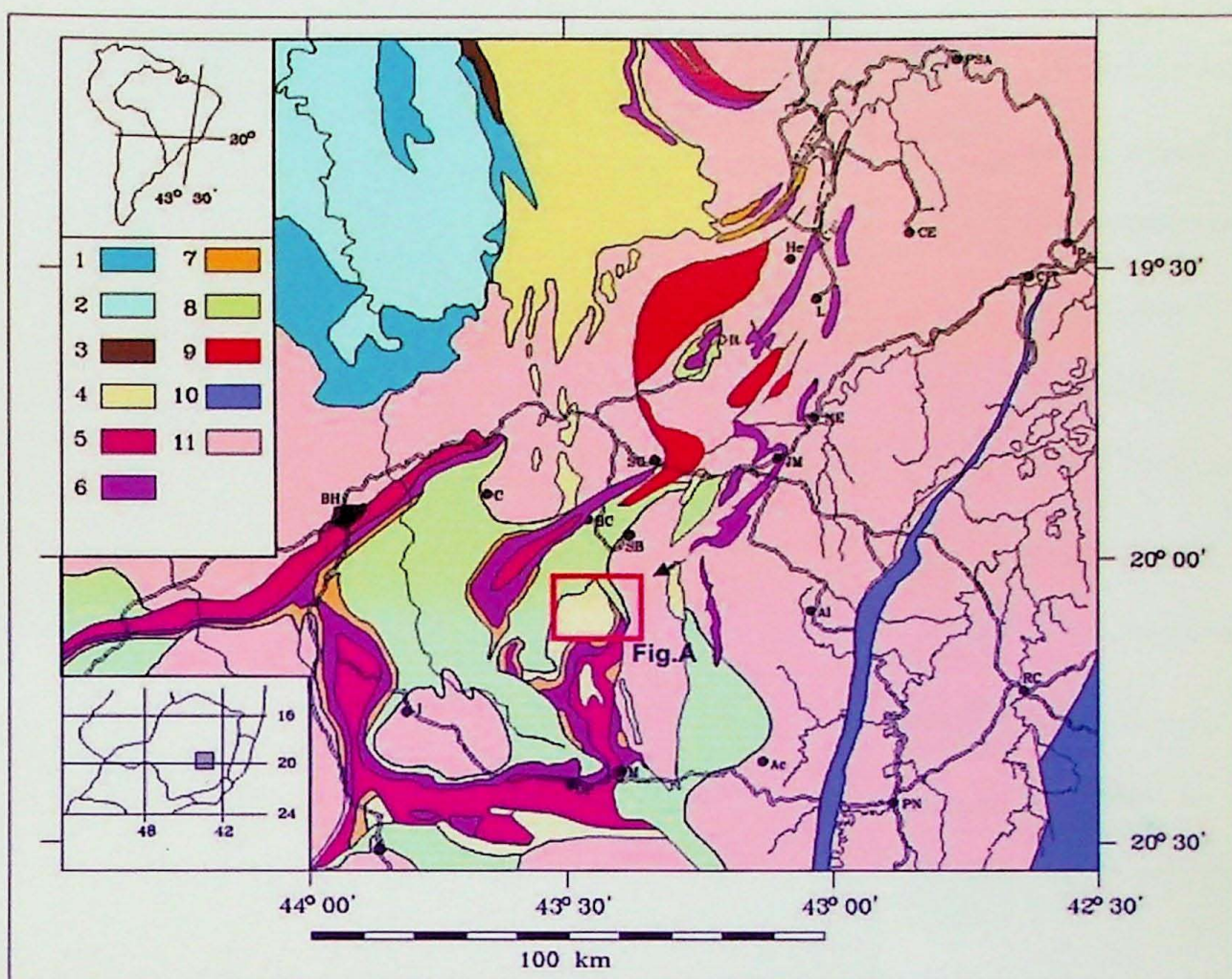
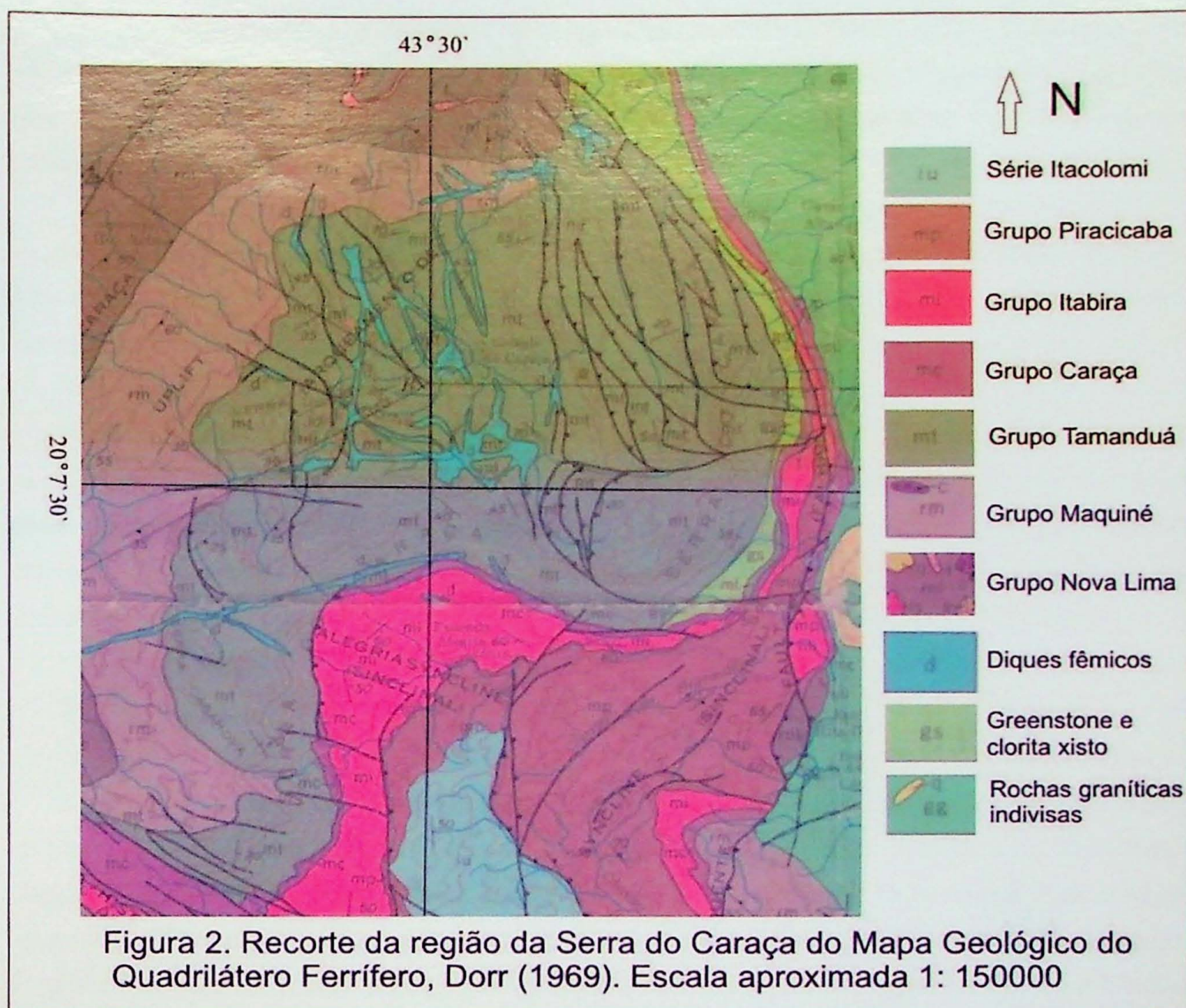


Figura 1 - Localização da área de estudo (Fig. A) na parte leste do Quadrilátero Ferrífero (mapa de esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero segundo Schorscher, 1992).

Legenda.

- (1 - 3) - SGr. São Francisco, meso- a neoproterozóico: (1) Gr. Bambuí, rochas carbonáticas; (2) Grupo Bambuí, rochas clásticas; (3) Gr. Macaúbas.
 (4) - SGr. Espinhaço, paleoproterozóico a mesoproterozóico inferior: quartzitos, metaconglomerados e quartzo-mica xistos;
 (5 - 7) - SGr. Minas, paleoproterozóico: (5) Gr. Piracicaba indiviso; (6) Gr. Itabira indiviso (itabiritos predominantes), (7) Gr. Caraça indiviso.
 (8) - *Greenstone belt*/SGr. Rio das Velhas, arqueano, indiviso.
 (9) - Metagranitóides Borrachudos.
 (10) - Milonitos de gnaisses e de quartzitos e filonitos.
 (11) - Gnaisses graníticos, migmatitos e metagranitóides indiferenciados (arqueanos e proterozóicos) do complexo regional de rochas TTG (*lato sensu* graníticas).

Cidades e vilas: Ac-Acaiaca; Al-Alvinópolis; BC-Barão de Cocais; BH-Belo Horizonte; C-Caeté; CE-Cocais das Estrelas; CF-Coronel Fabriciano; Co-Congonhas; He-Hematita; I-Itabirito; Ip-Itatinga; It-Itabira; JM-João Monlevade; L-Liberdade; M-Mariana; NE-Nova Era; OP-Ouro Preto; PN-Ponte Nova; PSA-Ponte de Santo Antônio; RC-Rio Casca; SB-Santa Bárbara; SG-São Gonçalo do Rio Abaixo.



2. Metas e Objetivos

Os objetivos acadêmicos e científicos almejados centrais desta monografia, de contribuir à formação do aluno com um trabalho geológico interdisciplinar caracterizando e reconstruindo a evolução precambriana policíclica de uma parte da borda leste do Quadrilátero Ferrífero, dependeram da conclusão de diferentes metas individuais desenvolvidas em etapas específicas:

I) Levantamentos de campo com amostragens e estudos petrográficos complementares, para a confecção do novo mapa geológico de revisão em escala 1: 10.000, para apresentação final em escala 1: 25.000, da área norte da Serra do Caraça bem como das respectivas seções geológicas, mapa e tabela de afloramentos.

II) Levantamentos detalhados (em escalas métricas) de perfis litoestratigráficos selecionados, de dados de paleocorrente e análise de fácies para contribuir à sedimentologia dos quartzitos da Serra do Caraça, seus protólitos, áreas-fonte e de suas eventuais relações com a evolução da bacia deposicional do Supergrupo Espinhaço.

III) Caracterização detalhada das relações tectono-metamórficas dos conjuntos litoestratigráficos individuais, incluindo a evolução polimetamórfica de cada qual e a determinação de possíveis hiatos metamórficos.

IV) Mapeamento e integração das relações litoestratigráficas e estruturais com os demais novos dados geológicos, petrográficos, mineralógicos, sedimentológicos e geoquímicos iniciais, além dos dados já existentes na bibliografia, para melhor caracterizar as relações dos quartzitos da Serra do Caraça no contexto regional e evolutivo dos supergrupos Rio das Velhas, Minas e Espinhaço, assim como da estruturação tectônica da borda leste do Quadrilátero Ferrífero.

3. Trabalhos Prévios: levantamento bibliográfico

Localizado na zona de transição entre a área estável do Cráton do São Francisco a oeste e a Faixa Móvel Ribeira a leste, encontra-se a província mineral, denominada Quadrilátero Ferrífero, situado na parte sudeste do Cráton do São Francisco. Com registro da evolução crustal iniciada no Arqueano, até meados do Proterozóico (sem mencionar intrusões basálticas e depósitos mais recentes), esta região apresenta enorme importância para a geologia histórica e econômica, com uma enorme variabilidade litológica e de bens minerais.

3.1. Arqueano

Almeida (1976) e Schorscher (1976) caracterizam o embasamento Arqueano da região do Quadrilátero Ferrífero como sendo constituído por domos TTG e seqüências metavulcanossedimentares do *Greenstone Belt* Rio das Velhas.

Ao longo de toda a porção leste-sudeste do Cráton do São Francisco, e também nas Faixas Móveis do Cinturão Atlântico (Araçuaí e Ribeira), afloram gnaisses, metagranitóides e migmatitos de composição tonalítica, trondhjemitica e granodiorítica. Estes terrenos foram retrabalhados em eventos tectono-metamórficos policíclicos, com acentuada participação de um evento progressivo de oeste para leste.

Os terrenos TTG abrangem as rochas mais antigas da região; datações em rochas graníticas apontam para idades superiores a 3,4 Ga (Carneiro, 1992). Tais rochas serviram de

área-fonte para a fase final do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, em especial o Grupo Maquiné (Supergrupo Rio das Velhas). Constituíram-se desta forma como as primeiras áreas estáveis em áreas continentais emersas, do Arqueano.

As rochas do *Greenstone Belt* Rio das Velhas distribuem-se ao longo de toda a borda leste do Quadrilátero Ferrífero, e apresentam graus metamórficos bastante variados, envolvendo retrabalhamentos em fácies xisto verde, anfibolito e granulito, resultado da superimposição de eventos arqueanos e proterozóicos (Schorscher, 1992). A subdivisão litoestratigráfica proposta no trabalho supra citado bem como os ambientes deposicionais das unidades vulcânico-sedimentares do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, foram agrupadas no Supergrupo Rio das Velhas, e seguidas na presente monografia.

Os metagranitóides Borrachudos, definidos como corpos de Granitos Borrachudos (Dorr & Barbosa, 1963), são petrograficamente alcalifeldspato granitos com fluorita, com incipiente foliação metamórfica marcada em corpos maciços, e forte lineação de agregados máficos preferencialmente orientados E-W. Foram reconsiderados como sendo formados por processos tectono-metamórficos e metassomáticos, do final da orogênese do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, Arqueana, e representam as primeiras ocorrências de granitóides potássicos na crosta sílica arqueana da região (Schorscher, 1992).

Através dos métodos Rb-Sr e K-Ar foram feitas datações em rochas de terrenos TTG e do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, mostrando idades variáveis do Neoarqueano até Brasilianas (Hertz, 1970; Teixeira, 1982; Noce, 1995). As interpretações de Hertz (1970) apontam para eventos principais das orogenias Rio das Velhas (neoarqueana), Minas (paleoproterozóica superior) e Brasiliana (neoproterozóica a eopaleozóica), outras idades foram interpretadas como reequilíbrios isotópicos sem significado geotectônico.

Idades superiores a 3,4 Ga foram encontradas em zircões detríticos de metassedimentos (quartzitos do Supergrupo Minas e do Supergrupo Espinhaço) e em rochas graníticas de terrenos TTG, por Carneiro (1992) e Machado *et al* (1989 a, 1993, 1996 a, b).

Thorpe *et al* (1984) sugere 3,0 Ga com base em idades modelo Pb-Pb em galenas, para mineralizações auríferas do distrito de Nova Lima. Em uma compilação das datações recentes, Abreu (2004) corrobora a tese de uma idade mínima neoarqueana para rochas e mineralizações de ouro no *Greenstone Belt* Rio das Velhas.

3.2. Paleoproterozóico

O barão W. L. Von Eschwege (no século 19), H. Gorceix e O. A. Derby (no início do século 20) foram os pioneiros dos estudos das seqüências proterozóicas em Minas Gerais. O primeiro denominou a Serra do Espinhaço e desenvolveu muitas observações sobre a geologia do ouro

e do diamante na região entre Ouro Preto e Diamantina. Já o segundo foi o fundador da Escola de Minas de Ouro Preto e, na região do Quadrilátero Ferrífero, realizou inúmeros trabalhos sobre a estratigrafia da sucessão que seria, por Derby (1906), formalmente denominada de Série Minas.

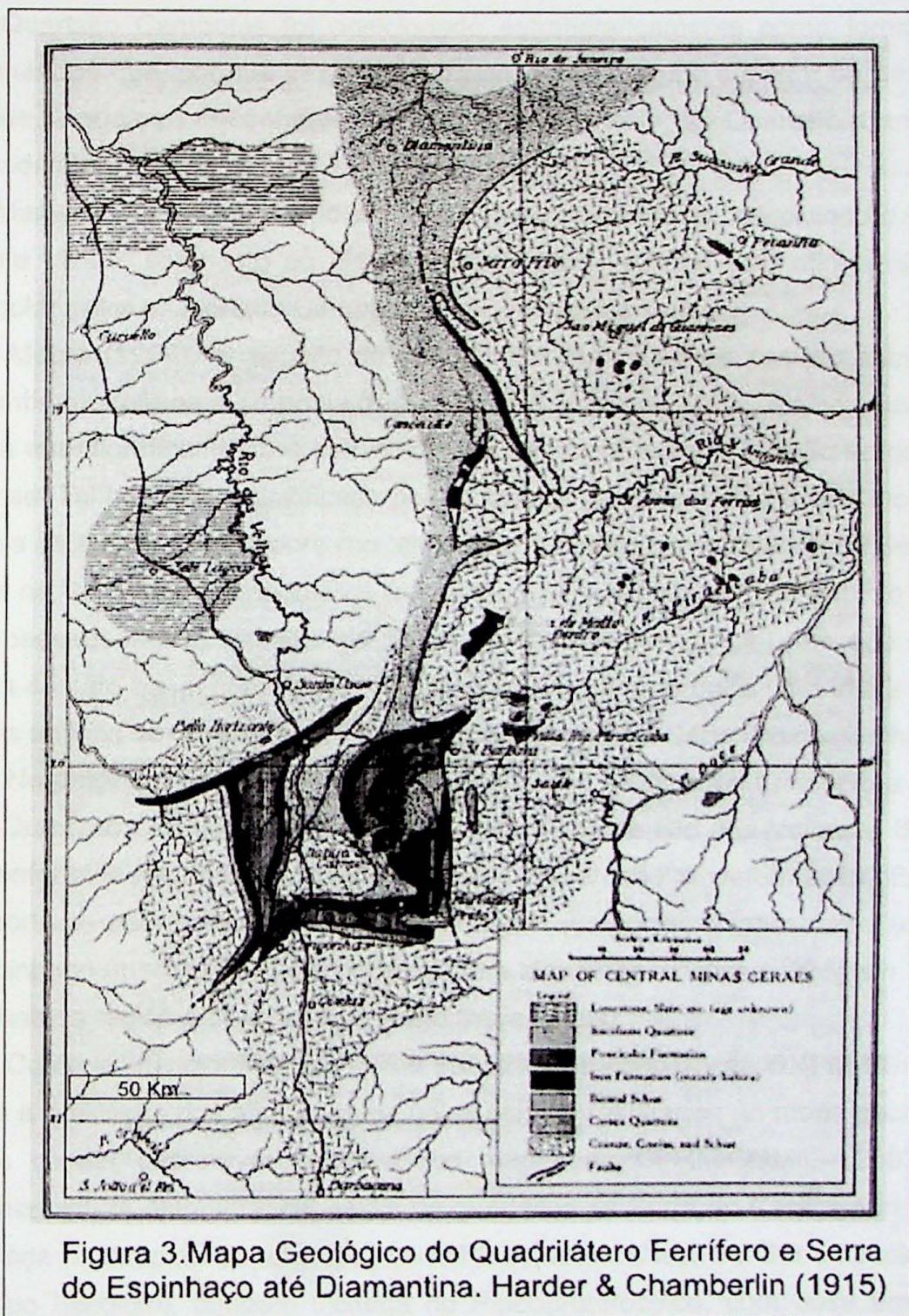
3.2.1. Supergrupo Minas

Derby (1906), em seus estudos, abrangeu toda a Serra do Espinhaço, desde o norte da Bahia até a região de Ouro Preto, e propôs idades com base em relações estratigráficas e metamórficas, arqueana e proterozóicas para as rochas da base da Serra do Espinhaço, e pré-devonianas para as unidades superiores. A primeira subdivisão das rochas constituintes desta serra, também elaborada por Derby (1906), contemplou 3 grupos, da base para o topo: i) gnaisses e xistos micáceos, ii) xistos, quartzitos, formações ferríferas e calcários das regiões auríferas, iii) quartzitos e arenitos das regiões diamantíferas. A essas unidades estariam associados granitos e rochas eruptivas.

As rochas do segundo grupo, cisalhadas e apresentando a formação de minerais micáceos (biotita, sericita, hematita micácea, clorita, talco etc.), Derby (1906) denominou Série Minas. Essa série em geral apresentar-se-ia muito decomposta e, excetuando-se os quartzitos e quartzitos ferruginosos, de difícil distinção dos diferentes membros. A ela foi proposta idade pré-cambriana. Os arenitos e quartzitos principais de toda a Serra do Espinhaço da região de Ouro Preto até o norte da Bahia, Derby (1906) compreendeu e definiu como a Seqüência Superior do Espinhaço que repousaria separada por inconformidade sobre a Série Minas, caracterizada por conglomerados basais com os típicos seixos de formações ferríferas e itabiríticas da Série Minas.

Harder & Chamberlin (1915) elaboraram o primeiro mapa geológico da região central de Minas Gerais (Figura 3), que mostra as principais feições do Quadrilátero Ferrífero, bem como a própria Serra do Caraça e a distribuição dos quartzitos desta serra por toda a Serra do Espinhaço. Esses autores consideraram a Série Minas de Derby (1906) de idade provável *Algonkiana* (Paleoproterozóico), relacionada às unidades análogas da região do Lago Superior do Canadá, sobreposta ao complexo do embasamento de idade provável arqueana. Ainda subdividiram a Série Minas em 5 formações, da base para o topo: *Caraça Quartzite*, *Batatal Schist*, *Itabira Iron Formation*, *Piracicaba Formation* e *Itacolomi Quartzite*. A Formação Quartzito Caraça, com local-tipo na serra homônima, englobaria todos os quartzitos da Serra do Espinhaço e os quartzitos da Serra de Ouro Branco a Sul do Quadrilátero Ferrífero. Já os quartzitos das serras da borda Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, inclusive do Pico do Itacolomi, da região de Mariana e Ouro Preto, onde reconheceram os conglomerados com seixos de

itabiritos descritos por Derby (1906), separaram na Formação Quartzito Itacolomí, considerando-os como unidade estratigráfica do topo da Série Minas. Assim, os quartzitos da Serra do Espinhaço foram subdivididos por Harder & Chamberlin (1915), na região central de Minas Gerais em duas formações distintas, ambas da Série Minas: o Quartzito Caraça, na base, e o Quartzito Itacolomí no topo desta série.



Já Barbosa (1968), ressalta a Série Itacolomí, sobre a Série Minas, separadas por discordância, e considera o “Quartzito do Caraça” como parte da Série Itacolomí, estando este colocado tectonicamente por “*overthrust* em meio a Série Minas”.

Simmons & Maxwell (1961) incluíram e redefiniram os quartzitos maciços das Serras Cambotas, Tamanduá e Caraça como Quartzito Cambotas (com perfil-tipo na serra homônima). O Quartzito Cambotas foi posicionado estratigraficamente como formação basal no Grupo Tamanduá que, por sua vez, consideraram como o grupo superior da Série Rio das Velhas (de idade arqueana) reconhecendo, ainda, a extensão do Quartzito Cambotas para além do Quadrilátero Ferrífero, para Norte na Serra do Cipó. Dorr (1969) revisou a opinião de Simmons & Maxwell (1961) mantendo o Grupo Tamanduá, porém reincluindo-o como grupo basal da Série Minas, sotoposto ao Grupo Caraça, uma vez que este afirma não haver discordância angular entre o Quartzito Cambotas e a Série Minas superior.

Moore (1969), a respeito da distribuição espacial e da posição estratigráfica do Quartzito Cambotas, retoma a proposta de Simmons & Maxwell (1961), e ainda advoga que esta unidade está estratigraficamente e estruturalmente descontínua em relação ao quartzito basal da Série Minas. Tal hipótese é justificada pelo contraste de espessuras e pela inconformidade estrutural entre as duas séries. Moore (op. cit.) ainda questiona a correlação da Série Itacolomí, uma vez que na Serra das Cambotas os quartzitos são sobrepostos pelo Itabirito Cauê da Série Minas. Embasando-se no trabalho de Simmons & Maxwell (op. cit.), em que o Quartzito Cambotas faria contato basal com rochas do Grupo Nova Lima, propõe uma idade semelhante às rochas mais antigas do Quadrilátero Ferrífero, pertencentes à Série Rio das Velhas.

No próprio relatório de Maxwell (1972) ele já se mostrava propício a aceitar a classificação do Quartzito Cambotas numa série distinta da Série Rio das Velhas e da Minas, marcada por inconformidades, representando períodos de erosão e deformação. Este fato apresenta-se importante para uma possível argumentação que correlacionasse esta unidade ao Supergrupo Espinhaço (mesmo que esta nomenclatura ainda não existisse, Pflug em 1968 havia definido as rochas da região de Diamantina como Série Minas).

Como já mencionado acima, os trabalhos de cooperação DNPM-USGS (Dorr, 1969, figura 2) e a descrição dos afloramentos neles contida resultaram no mapa geológico cujo traçado até hoje consta das novas edições dos mapas da CPRM/COMIG (2003). Há mudanças na nomenclatura estratigráfica, assim os quartzitos da Serra do Caraça são definidos como Grupo Caraça na base do Supergrupo Minas Paleoproterozóico, e a Série Itacolomí é redefinida como Grupo Itacolomí, também incluída no Paleoproterozóico, com base em datações de zircões detríticos, Arqueanos a Paleoproterozóicos, (Machado *et al.* 1996). Já no mapa do convênio DNPM-USGS, o Grupo Tamanduá, Quartzito Cambotas, representa toda área de afloramento da Serra do Caraça e os únicos detalhamentos que constam no seio da serra são algumas

falhas (cartografadas por foto aérea) e os diques de diabásio inferidos de acompanharem praticamente todas as drenagens e falhas.

A correlação da Série Itacolomí com os quartzitos da Serra do Caraça também se apresenta como uma questão importante, dada a semelhança faciológica e litológica dos quartzitos e metaconglomerados de ambas as unidades. Há autores (Harder & Chamberlin, 1915 e Dorr, 1969) que defendem a Série Itacolomí sobre a série Minas separadas por inconformidade. Há outros como propõe Guimarães (1931 apud Dorr, 1969), que correlacionam as duas unidades predominantemente quartzíticas.

Existem trabalhos recentes de autores como Schorscher, J.H.D e Almeida Abreu, P.A, que englobam as Serras das Cambotas, do Caraça e do Pinho como partes basais da Serra do Espinhaço (formações São João da Chapada, Sopa Brumadinho e Galho do Miguel). Esta afirmação é corroborada pela enorme semelhança litológica, em especial: a) os níveis de quartzitos ferruginosos que passam à formações ferríferas, em situ, concordantes com o acamamento da sucessão clástica b) metaconglomerados com seixos de formações ferríferas e metachert c) estratificações cruzadas de grande porte diagnósticas de ambientes de retrabalhamento eólico. Gorceix (1906 apud Schorscher, 1992) descreve diamantes nos rios que drenam a Serra das Cambotas, e Rossi (2006) mapeou ocorrências da Formação Sopa Brumadinho na Quadricula Antônio Perreira.

Recentemente foi definida a Seqüência Serra da Boa Vista, que historicamente já foi atribuída à Série Itacolomí (Moraes e Barbosa, 1939) ao Grupo Caraça (Dorr, 1969) e ao Grupo Maquiné (Barbosa, 1969; Dorr, 1969; Maxwell, 1972). Esta unidade tem como característica metalogenética a abundância de mineralizações de ouro, além de associações de litofácies quartzíticas próprias, do Paleoproterozóico (Luchesi & Schorscher, 1989; Luchesi, 1991; Schorscher, 1992).

Para a subdivisão estratigráfica do Supergrupo Minas adotou-se compilação apresentada na tabela 1 (Schorscher, 1992).

Na região do Espinhaço Meridional (adjacências de Diamantina) merecem destaque os sucessivos trabalhos realizados por Pflug (1965, 1968). Segue-se no presente trabalho a coluna estratigráfica (tabela 2, Schorscher 1992) e litologias principais descritas por Pflug (1965; 1968) para o Supergrupo Espinhaço (denominação posterior aos trabalhos de Pflug), o qual chamou de Série Minas, por correlacioná-las às descrições de Dorr no Quadrilátero Ferrífero. A correlação dos itabiritos da região de Itabira, aos da região de Morro do Pilar até Conceição do Mato Dentro, mesmo que estes estejam a 40 km de distância, foi um dos fatores preponderantes na correlação estabelecida por Pflug. Em ambas as regiões a sedimentação inicia-se muito semelhante, com espessos pacotes de arenitos e conglomerados (hoje metamorfisados), depositados em discordância sobre o embasamento. Pflug (1965) ainda

propõe três distintas fácies da mais proximal para a mais distal: Diamantina, Itabira e Gunhães. Em trabalho posterior Schorscher (1992) mostrou que a Formação Sopa Brumadinho apresenta uma variação lateral com incremento de sedimentação química (formações ferríferas e cherts) de oeste para leste ao passo que a contribuição clástica diminui nesta direção, esta configuração corrobora a idéia de que a margem continental Paleoproterozóica teria direção norte sul, e as formações ferríferas depositaram-se nas partes mais distais da bacia.

Há ainda um aspecto importante a se ressaltar no trabalho de Dorr (1969), em que ele mostra-se apto a aceitar a correlação do Quartzito Cambotas com a "fácies diamantina" de Pflug, e o mesmo ainda resalta que Pflug não vê distinções entre estes quartzitos e o Grupo Caraça.

Tabela 1. Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais do Supergrupo Minas no Distrito Ferrífero de Itabira (Schorscher, 1975, Schorscher & Guimarães, 1976, Inda *et al.*, 1984; apud Schorscher, 1992).

Super Grupo	Grupo	Formação	Litologia	Ambiente Depositional	Espessura aprox. em metros
Minas	Parte superior da seqüência Minas incompleta devido à erosão.				
	Piracicaba	Cercadinho	Sericita xisto e quartzitos, frequentemente ferruginosos, <i>metachert</i> e itabiritos pobres	<i>shelf</i> em subsidência.	>300
	Itabira	Cauê	Itabiritos pobres a ricos, raramente carbonáticos, hematita rica, intercalações finas de filitos e metatufos (tufitos máficos). Níveis de retrabalhamento sinsedimentar	Antiformal no <i>shelf</i> .	~ 500 máx. a < 50 mín.
	Carajás	Indiviso	Muscovita - quartzo xisto, quartzitos finos e micáceos	<i>Shelf</i>	~ 50
	Seq. de Xistos Verdes	Indiviso	Clorita quartzo plagioclásio biotita muscovita carbonato anfibólio xistos; intercalações finas de quartzitos e turmalinitos; sulfetos disseminados. Topo da seq. grafitoso, base mais arenosa	<i>shelf</i> sujeito a intensa atividade vulânica.	< 500
	Seq. Paragneisses	Indiviso	Metagrauvacas, metarcóseos, paragneisses com intercalações de muscovita quartzo xistos, quartzitos micáceos, clorita e/ou biotita quartzo xistos, calcissilicáticas e <i>white schists</i>	Sedimentos fluviais a lacustrinos de <i>rift</i> ativo.	< 1500
Discordância angular e erosiva regional profunda					
Embasaento rqueano	Indiviso	Indiviso	Migmatitos, gnaisses metatéticos, granulitos, anfibolitos polimetamórficos e metagranitóides		

3.2.2. Supergrupo Espinhaço

O que Pflug, na região de Gouveia chamou de Série pré-Minas corresponderia a Série Minas de Derby (1906), uma vez que este denominou a seqüência superior de quartzitos sem nome para as rochas da Serra do Espinhaço sobre a Série Minas. Segundo Pflug (1965, 1968) ocorrem finas camadas de filitos monótonos com bancos de quartzitos micáceos, esta série foi correlacionada à Série Rio das Velhas. Resume-se agora a estratigrafia da Série Minas de Pflug da base para o topo.

Ocorre como formação basal a Formação São João da Chapada onde predominam quartzitos puros de granulação média a grossa, quase sempre com estratificação cruzada. Na parte basal há seixos isolados e bem arredondados (quartzitos e quartzo leitoso). O limite superior é marcado por espessas intercalações de filito. Na região de São João da Chapada foi determinada espessura de 185 metros, sem que se tenha encontrado o contato basal.

A Formação Sopa-Brumadinho, sobreposta, é a de maior importância econômica, dada a ocorrência de diamantes. Estes diamantes estão contidos em lentes conglomeráticas intraformacionais, com dimensões norte sul até quilométricas, e na direção leste oeste bem inferiores, até 300m. Estes conglomerados estão intercalados em seqüências quartzíticas imaturas, compostas por quartzitos diversos, sendo alguns ferruginosos e/ou micáceos metarcósios (portadores de feldspato alcalino detrítico), quartzo mica xistos, filitos e filitos hematíticos (Schorscher, 1992).

Dentre os conglomerados distinguem-se três tipos: monomítico, polimítico e oligomítico com contribuição predominante de seixos de quartzito, oriundos do próprio Supergrupo Espinhaço (indicando retrabalhamento) além de seixos de itabirito e minérios de ferro hematíticos e metacherts do tipo da Formação Cauê (Série Minas).

A formação estratigraficamente superior, Formação Galho do Miguel (conforme Pflug, 1968), é composta petrograficamente por quartzitos puros, com freqüentes estratificações cruzadas e composição granulométrica variada e presença constante de seixos. Em ambos os limites há intercalações de rochas mais argilosas, com alguns veios de quartzo. Filitos são raros e não excedem, em espessura, finas lâminas concordantes com o acamamento.

Para Schorscher (1992) a Formação Galho do Miguel apresenta espessura variando entre 300 e 500 metros cujo protólito era um arenito fino e bem selecionado. As estruturas sedimentares são plano paralelas (estruturas muito pouco espessas), com muscovita no plano de acamamento, e megaestratificações cruzadas. Além da ocorrência típica na Serra do Cipó, são descritas mais três nas Serras de Cambotas, Caraça e Pinho, coincidindo com a descrição de Maxwell para o Quartzito Cambotas. Desde os estudos pioneiros de Eschwege, W.,

passando por um sem número de geólogos, que a Serra do Espinhaço é descrita como sendo contínua desde a Chapada Diamantina (Bahia) seguindo rumo norte sul por mais de 2.000 quilômetros (subparalela à linha da costa leste brasileira) até o Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais).

São resumidas as visões distintas sobre os ambientes deposicionais que governaram a deposição dos níveis basais do Supergrupo Espinhaço.

Garcia & Uhlein (1987) fazem uma revisão sobre os sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço, onde há destaque para o trabalho de Pflug e colaboradores, desde os anos 60 até os 80. O contexto deposicional evocado para explicar as litologias dos metassedimentos do Supergrupo Espinhaço foi sempre marinho, desde raso a profundo e por vezes costeiro. As recorrências das lentes de conglomerado fizeram Pflug (1965) supor a ocorrência de várias oscilações da linha de costa. Já Garcia & Uhlein (op. cit.) propõe origem fluvial para a Formação (basal) São João da Chapada, com retrabalhamento por um corpo marinho que teria se instalado na bacia.

Almeida Abreu & Munhoz (1983) propõem sedimentação deltáica para a Formação Sopa Brumadinho, uma vez que esta é uma unidade que apresenta enorme variação lateral de fácies. Deve-se salientar que esta variação é fruto da paleotopografia da região, e o predomínio de corpos conglomeráticos interpretados como leques aluviais, na região de Gouveia, faz supor um alto topográfico, ao passo que em regiões mais a sul há progressivo aumento de fácies itabiríticas. No topo da formação são descritos depósitos de planícies de maré por Fogaça & Almeida Abreu (1982), tal variação de fácies, permitiu determinar um contexto de fácies continentais fluviais e marinho raso, o que corrobora a interpretação de sistema tipo "fan-delta".

Muitas são as interpretações para os ambientes deposicionais da Formação Galho do Miguel: Scholl & Fogaça (1979) propõe um ambiente marinho profundo afetado por ondas de tempestade, Dossin & Dardenne (1984) em estudo realizado na Serra do Cipó propõem ambiente praial com formação de dunas e propõe retrabalhamento pelo vento. Schorscher (1992) e Martins-Neto *et al.* (2001) interpretam o ambiente deposicional da Formação Galho do Miguel como eólico com influência marinha, visão esta aceita no presente trabalho.

Sperber (1975) em estudo realizado na região da Serra do Cipó descreve uma sucessão estratigráfica, sobreposta a embasamento migmatítico em contato erosivo não tectonizado. Essas rochas metassedimentares foram atribuídas ao Supergrupo Espinhaço sem serem correlacionadas às formações clássicas deste supergrupo. Esta sucessão é composta de quartzitos basais (com intercalações de camadas de metaconglomerados quartzosos com seixos de quartzo) sobrepostos por camadas intermediárias ricas em itabiritos e quartzitos itabiríticos, estes por sua vez são sobrepostos por camadas superiores quartzíticas com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de pequeno porte. Sobre discordância

Como aspecto importante para a compreensão da evolução tectônica das bacias paleoproterozóicas deve-se atentar para a ocorrência de rochas intrusivas em todas as bacias. A Seqüência Serra da Boa Vista e o Grupo Itacolomí, assim como o Supergrupo Espinhaço (até o nível estratigráfico da Formação Galho do Miguel), também são intrudidos por rochas metabásicas, de protólito basálticos a andesíticos tholeíticos continentais, subvulcânicos (Guimarães, M., 1992). No Supergrupo Minas ocorrem diques desta natureza em diferentes minas de ferro, como é o caso no distrito ferrífero de Itabira e Sinclinal da Moeda.

Tabela 2. Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais do Supergrupo Espinhaço das extremidades meridionais da Serra do Espinhaço na Serra do Cipó e no Quadrilátero Ferrífero (Schorscher, 1992).

Super Grupo	Grupo	Formação	Litologia
Espinhaço		As formações superiores do Supergrupo Espinhaço não foram encontradas nas extremidades meridionais da Serra do Espinhaço; faltam devido a não-deposição e/ou erosão.	
		do Galho Miguel	Ortoquartzitos puros com mega-estratificações cruzadas (altura até >10m e extensão até >100m), localmente com delgadas lâminas de sericita xistos nos planos de acamamento.
		Sopa Brumadinho	Quartzitos as vezes ferruginosos, grosseiros a finos, micáceos ou não, com níveis de filitos/xistos sericíticos intercalados e lentes de conglomerados localmente diamantíferos oligomíticos (fácies Altamira, com seixos de quartzo de veio e quartzito) e polimíticos (seixos de itabiritos pobres e ricos em ferro, quartzitos, <i>metachert</i> e muito raros seixos de rochas graníticas do embasamento).
		São João da Chapada	Quartzitos micáceos ou não, às vezes conglomeráticos ou com seixos esparsos na parte basal da sequência (seixos de quartzo de veio, quartzito, filitos/xistos) filitos e filitos hematíticos em níveis intercalados.
	Seqüência de Xistos Verdes	Indiviso	Clorita actinolita albita quartzo, quartzo clorita, quartzo clorita sericita e sericita quartzo xistos/filitos derivados de tufos, tufitos e vulcanitos (?) máficos a ácidos subordinadamente, xistos e filitos metapelíticos grafitosos e xistos metapelíticos com cloritóide.
Discordância angular e erosiva.			
Arqueano indiviso			Embasamento arqueano: terrenos TTG em domos e seqüência meta-vulcanossedimentar do <i>greenstone belt</i> Rio das Velhas.

3.3. Evolução Tectônica

O termo policíclico caracteriza bem a evolução destes terrenos, pois esta evolução inicia-se no Arqueano com a gênese dos terrenos TTG e do *Greenstone Belt* Rio das Velhas, e apresenta registro de duas orogenias mais marcantes, nomeadamente a Rio das Velhas (Neoarqueano) e a Minas/Espinhaço (Paleoproterozóico Superior). Reequilíbrios isotópicos foram gerados ao longo da orogenia Brasiliana (Neoproterozóico, Eopaleozóico).

A formação do *Greenstone Belt* Rio das Velhas marca o final da evolução arqueana, conformando a primeira área continental estável, com associação das seqüências supracrustais do *greenstone belt*, com os terrenos TTG, e o metagranitóides Borrachudo.

Em conformidade com os modelos internacionalmente aceitos para associações de crosta arqueana ocorre o soerguimento dos blocos (domos) TTG, ao passo que as seqüências vulcão-sedimentares metamorfisadas amoldam-se em quilhas, apertadas e profundas, com zonas de cisalhamento desenvolvidas nos contatos entre TTGs e *greenstone belts*. Fácies de metamorfismo xisto verde são evidenciadas tanto na seqüência supracrustal, como nos terrenos TTG.

Um magmatismo básico (diamantífero) ter-se-ia instalado nas ombreiras do rift intracontinental, que pôs fim à estabilidade da plataforma de crosta siálica arqueana, dando início à sedimentação do Supergrupo Espinhaço, segundo Schorscher (1992). Este cenário evoluiu para uma margem passiva, configurada por depósitos fluviais, costeiros e eólicos em partes proximais (Supergrupo Espinhaço), e depósitos com maior contribuição química nos níveis mais distais (Supergrupo Minas). Existem também seqüências de fácies transicionais como a da Serra da Boa Vista, além de depósitos marginais contemporâneos (gerados por isolamento geográfico) como descreve Sperber (1975) na Serra do Cipó. O fechamento da bacia, e a inversão de uma margem passiva para ativa é marcada pelo depósito da Formação Sabará (topo do Supergrupo Minas), seqüência vulcão-sedimentar distal. Configurou-se assim uma orogênese colisional do tipo alpino, com duplicação da crosta siálica, napismo e metamorfismo regional progressivo de oeste para leste.

Para os metassedimentos do Supergrupo Minas, isócronas de Pb-Pb em metacarbonatos com estromatólitos, da pedreira Cumbe (Formação Gandarela, Grupo Cauê) indicam idades em torno de 2,4 Ga (Babinski *et al.*, 1991), paleoproterozóicas.

A Formação Moeda com metaconglomerados auríferos piritosos e uraníferos e seixos de quartzo é um típico *quartz pebble conglomerates*, do tipo *Witwatersrand*, e os depósitos de formações ferríferas do tipo Lago Superior encontra na Formação Cauê um digno representante. Estas duas tipologias são interpretadas ao redor do mundo como litofácies

desenvolvidas no NeoArqueano transicional para o Paleoproterozóico, dada a condição ainda redutora do sistema atmosfera-hidrosfera.

O intervalo de 2,1 a 1,8 Ga (Hertz, 1970; Machado *et al*, 1996; Rettinger 1998) apontado em estudos geocronológicos corrobora a tese de que o Ciclo Minas/Espinhaço, é o principal evento orogênico da evolução tectônica do Proterozóico.

A interpretação das relações de campo no Quadrilátero Ferrífero gerou basicamente duas correntes de pensamento sobre o fechamento das bacias paleoproterozóicas. Dorr (1969) e outros fundamentam sua explicação em modelos autóctones, ao passo que Fleischer (1971, apud Schorscher 1992) e Schorscher (1992) propõem um modelo no qual o Supergrupo Minas, alóctone, foi transportado no sentido noroeste e oeste, sobre o embasamento Arqueano, e as unidades do Supergrupo Espinhaço, Grupo Itacolomí e Sequência da Serra da Boa Vista. A estruturação dessas últimas unidades, chamadas paraúctones, foi feita a partir de falhas inversas escalonadas (direção geral norte sul) com caimentos altos a médios para leste em fases anteriores ao napismo. Processos tardi-tectônicos teriam ainda, reativado estas falhas inversas e até empurrando localmente as unidades paraúctones contra e sobre as nappes.

Como efeito de elevação térmica regional, ocorreu o reequilíbrio isotópico, resultando em datações geocronológicas que apontam para o Ciclo Brasileiro. A este ciclo é atribuído o tectonismo que alocou as unidades do Supergrupo Espinhaço, sobre rochas mesoproterozóicas do Grupo Bambuí, na borda oeste da Serra do Cipó.

Rettinger (1998) conseguiu caracterizar diferentes estágios da evolução policíclica da região através de datações geocronológicas, com base em estudos realizados em granadas do embasamento arqueano (xistos e gnaisses metapelíticos), identificando:

A) Inclusões de monazita no núcleo de granadas, com idades entre 2,7 e 3,1 Ga, registrando a evolução dos protólitos arqueanos;

B) Inclusões de monazita de 1,8 a 2,2 Ga, nas bordas de granadas sin-tectônicas (Ciclo Minas/Espinhaço);

C) Monazitas livres na matriz de idades mais jovens até neoproterozóicas, indicando reequilíbrios parciais a totais no ciclo Brasileiro.

Em extenso trabalho de datações efetuadas em unidades metassedimentares dos supergrupos Minas e Espinhaço e Grupo Itacolomí, determinou-se em zircões detríticos de quartzitos, idades que variam de 3 Ga (Arqueano) a 2,15 Ga (Paleoproterozóico). Foram datadas populações de zircões neste intervalo de tempo em todas as unidades investigadas na Serra do Caraça, Pico do Itacolomí, Serra de Ouro Branco e Serra das Cambotas. As rochas analisadas foram atribuídas ao Supergrupo Minas (Grupo Caraça, Formação Moeda até o Grupo Piracicaba, Formação Sabará), Supergrupo Espinhaço (provavelmente formações basais, pois são as únicas que afloram nas regiões) e Grupo Itacolomí. Sobre estas idades

pode-se concluir que os zircões detríticos foram herdados de protólitos (os mais antigos) arqueanos, já as idades mais novas, em todos os casos em torno de 2,16 Ga, indicam reequilíbrio isotópico no paleoproterozóico superior pela orogênese do Ciclo Minas/Espinhaço.

Frente aos dados apresentados acima a proposta estratigráfica original de Pflug (1968) e também defendida por Schorscher (1980, 1992) ganha novo respaldo, interpretação esta que com base em relações litoestratigráficas, estruturais e sedimentológicas sugere que os supergrupos Minas e Espinhaço foram depositados em uma mesma bacia de margem continental paleoproterozóica, como equivalentes laterais de fácies.

Não ocorrem na região quaisquer depósitos mesoproterozóicos, neoproterozóicos ou fanerozóicos exceção feita a leques aluviais e coberturas lateríticas do cenozóico.

4. Materiais e métodos

A metodologia deste projeto foi planejada para que permitisse uma evolução contínua, seja nos conhecimentos adquiridos através da bibliografia, seja na obtenção de dados de campo ou laboratoriais. Esta evolução é baseada em estudos preliminares bibliográficos e de foto-interpretção, seguidos de levantamentos de campo, e sucessivos estudos laboratoriais.

A integração e análise de todos os dados constou da fase final deste projeto, e junto com a confrontação dos resultados próprios com os dados da bibliografia sustentou a redação da monografia, bem como a confecção dos mapas e perfis que irão embasar a defesa do Trabalho de Formatura.

4.1. *Base Cartográfica*

A área estudada neste trabalho abrange a parte sul de duas quadrículas topográficas 1:25 000 confeccionadas pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A (1954-56) a de Catas Altas (SF.23-E-11-1-NO) e de Conceição do Rio Acima (SF.23.E-1-2 NE). Foram utilizadas 2 ortofoto-mapas da CEMIG, as quais permitiram o georreferenciamento das quadrículas utilizando o Datum Córrego Alegre, além dos afloramentos levantados em campo com a utilização de aparelhos GPS.

Fotos Aéreas, Ortofoto-mapas e Imagens de Satélite

- I) Ortofoto-mapas (em escala 1:1 0000) em formato digital da CEMIG.
- II) Fotos aéreas da USAF Missão 96 coloridas normais.
- III) Fotos aéreas, preto e branco, (em escala 1:30 000) da CEMIG.

IV) Imagens de satélite do programa Landsat 7, ETM+ disponíveis na Internet.

V) Mapas de interpretação através de sensoriamento remoto, desenvolvidos por Santos (1986) e Barbosa (1988).

Mapas Geológicos de referência

I) Maxwell (1972): Quadricula 1: 25 000 Catas Altas

II) Moore (1969): Quadricula 1: 25 000 Conceição do Rio Acima

III) Dorr (1969): Quadrilátero Ferrífero 1: 150 000

IV) COMIG/CPRM (2003): Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais 1:1 000000

V) COMIG (2005): Geologia do Quadrilátero Ferrífero 1:50 000 (DVD-ROM)

4.2. Trabalhos de Campo

Em duas etapas de campo de aproximadamente 8 dias cada, nos meses de abril e maio, foram descritos 120 afloramentos e coletadas amostras de modo que possibilitassem a execução de análises laboratoriais (serão citadas posteriormente).

Sobre os métodos empregados nos levantamentos de campo merecem destaque:

A) descrição petrográfica das litologias aflorantes,

B) cartografia e interpretação das estruturas planares (acamamento sedimentar, foliação metamórfica e planos axiais de dobras quando presentes), e lineares (lineações de estiramento mineral e eixos de dobras),

C) Confeção de perfis ao longo dos caminhamentos;

D) Levantamento de duas colunas estratigráficas, análise de fácies e levantamento de dados de paleocorrente.

4.3. Trabalhos Laboratoriais

I) Descrição e caracterização petrográfica de amostras serradas, e registro fotográfico.

II) Descrição e caracterização petrográfica de 40 lâminas delgadas com microscópio de luz transmitida.

III) Estudos mineralógicos complementares da fração areia fina e areia muito fina para minerais pesados.

IV) Estudos geoquímicos iniciais de via FRX.

V) Interpretação dos dados sedimentológicos e estruturais.

VI) Elaboração do mapa geológico e de pontos no programa ARC GIS 9.2.

5. Desenvolvimento do Trabalho

A realização de estudos fotogeológicos, a análise petrográfica de amostras anteriormente coletadas da região, aliada a pesquisa bibliográfica, permitiram a determinação dos principais objetivos desta monografia. Tais trabalhos realizados entre os meses de agosto de 2006 e fevereiro de 2007, permitiram a confecção do relatório do Projeto Inicial deste trabalho de formatura.

As duas etapas de campo permitiram o levantamento de dados e a coleta de amostras suficiente para suprir os objetivos desta monografia. Pretendia-se realizar uma etapa a mais de campo o que não foi possível pela escassez de tempo. De posse de tais dados foi elaborado o mapa geológico, e o Relatório de Progresso.

Durante o mês de julho a realização da disciplina Geologia do Espinhaço, no Centro de Geologia Eschwege em Diamantina-MG, foi de extrema valia para o conhecimento de aspectos sedimentológicos e tectônicos das unidades clássicas da base do Supergrupo Espinhaço.

No mês de agosto as primeiras 20 lâminas delgadas ficaram prontas e permitiram a caracterização, através da petrografia microscópica, das unidades anteriormente definidas. No mesmo mês foi dado início à preparação de amostras para a separação de minerais pesados nas frações areia fina e muito fina, processo esse que se prolongou pelos meses de setembro e outubro. As descrições das últimas 20 lâminas delgadas também decorreu nos meses de setembro e outubro. A análise por FRX (fluorescência de raios x) de algumas litologias selecionadas permitiu estabelecer relações sobre a composição dos protólitos e as reações metamórficas. Concomitantemente a todos estes processos redigiu-se esta monografia.

Como aspecto complementar será feito um guia turístico para a administração do Parque Natural do Caraça com o objetivo de valorizar o patrimônio geológico e científico do parque. O envolvimento com o projeto permitirá a participação no Simpósio de Geologia do Sudeste, a realizar-se no início do mês de novembro.

6. Resultados obtidos

Resumem se agora os dados obtidos no decorrer deste projeto e que contemplaram todos as metas determinadas.

6.1. *Geologia da área de mapeamento 1: 25 000*

A geologia das quadículas de Catas Altas e Conceição do Rio Acima, foram inicialmente mapeadas em escala 1: 25.000, por Maxwell (1972) e Moore (1969) respectivamente, como parte integrante do Projeto de Cooperação USGS-DNPM. Estes mapas foram integradas no mapa de Quadrilátero Ferrífero 1: 150.000 de Dorr (1969).

Em relação às notas explicativas e mapas, existem discordâncias na definição estratigráfica deste trabalho para aquela adotada anteriormente. Propõe-se a correlação da Formação Quartzito Cambotas basal do Grupo Tamanduá com as unidades basais do Supergrupo Espinhaço (cf. Schorscher 1992).

6.1.1. Localização, vias de acesso e fisiografia

A área de mapeamento 1: 25.000 deste projeto é limitada pelas coordenadas UTM 23K 651000-663000 e 778000-7774000. Como principal via de acesso há uma estrada asfaltada que liga o Santuário do Caraça, a BR-262 (figura 4). O início desta estrada localiza-se no trecho entre Santa Bárbara e Barão de Cocais. A partir do Santuário há estradas antigas e trilhas que permitem o aceso a grande parte da área, porém o trânsito de veículos motorizados é proibido no local, o que de fato consumiu muito tempo, dificultando o refinamento do mapeamento. A porção oeste da área pode ser atingida através de uma estrada municipal que liga a estrada de acesso ao Santuário do Caraça à Conceição do Rio Acima. A partir de Conceição do Rio Acima existem estradas vicinais que servem a propriedades rurais e algumas carvoarias. Há uma parte da histórica Estrada Real que já possibilitava o acesso ao Caraça, hoje, porém, alguns trechos encontram-se cobertos pela vegetação.

As duas principais micro-bacias hidrográficas da área são as do Ribeirão Caraça e do Ribeirão Capivari. A área de captação da micro-bacia do Ribeirão Caraça abrange as porções leste, Centro Sul, Centro e Centro Norte, sendo que o ribeirão corre no sentido Norte, até encontrar as águas do Ribeirão do Engenho. A micro-bacia do Ribeirão Capivari recobre as porções oeste da área, correndo na direção noroeste até desaguar no Rio da Conceição.

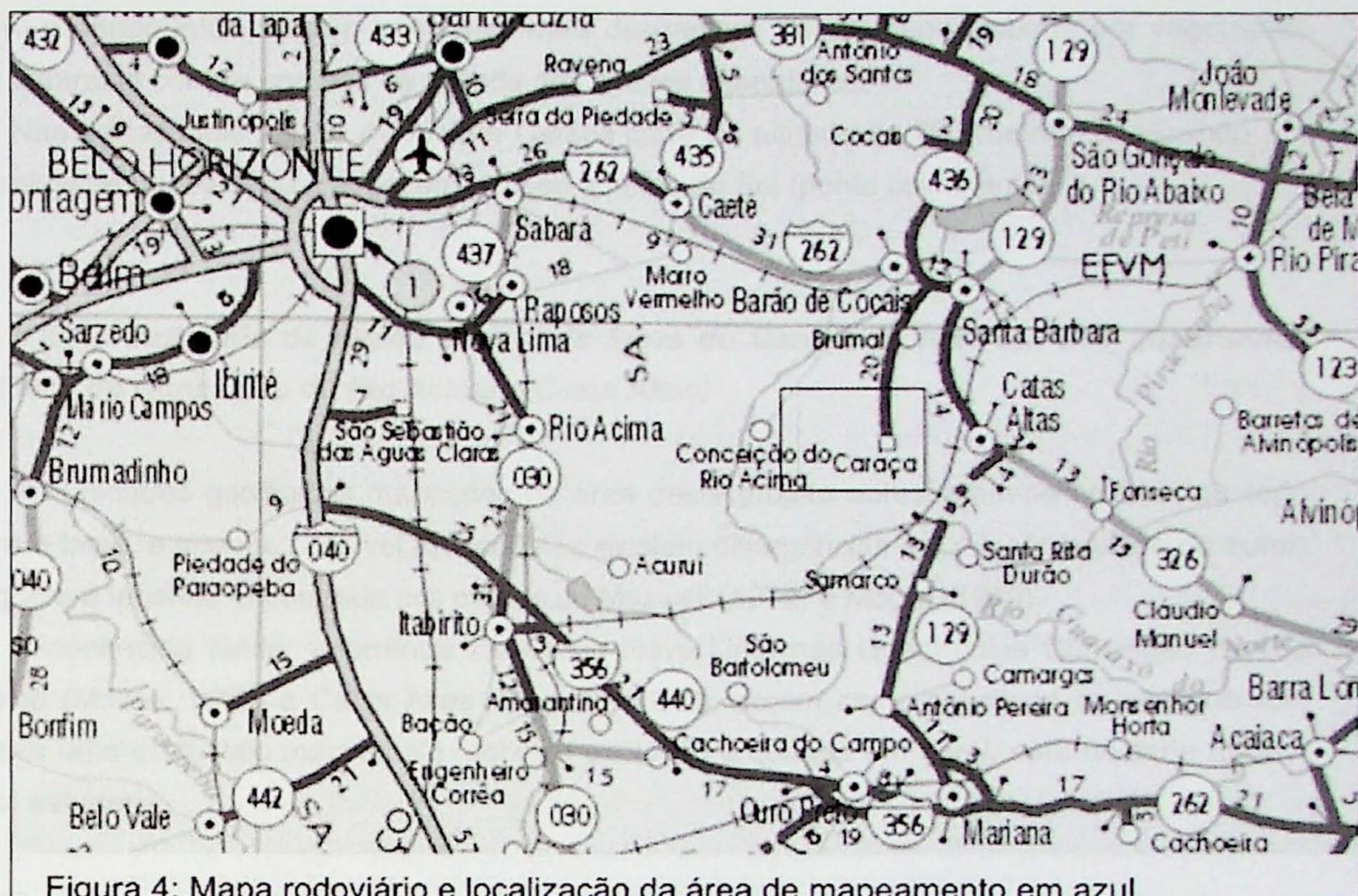


Figura 4: Mapa rodoviário e localização da área de mapeamento em azul

O relevo é dominado por serras quartzíticas, alongadas aproximadamente norte sul, tanto a leste como oeste do Santuário do Caraça. A leste destaca-se a serra que dá nome ao santuário, a Serra do Caraça, cujo pico culminante (na área) excede em pouco os 2100 metros. Esta serra é marcada por um intenso fraturamento norte sul, condicionado por falhas de empurrão, com movimentação dos blocos para oeste, e acamamento sub-horizontal, com foliação metamórfica subparalela. A borda leste apresenta um declive muito acentuado e marca o contato tectônico entre a seqüência quartzítica do Supergrupo Espinhaço, e as seqüências arqueanas cavalgantes (para W) da Série Rio das Velhas. Na borda W, com declive acentuado, ocorre o contato tectônico com a mesma seqüência do Supergrupo Espinhaço, porém menos deformada e com caimento sub-vertical, que gradualmente se acentua.

Na porção central ocorre um grande altiplano na cota média dos 1300 metros, onde está localizado o Santuário e corre o Ribeirão Caraça. A norte ocorre o contato tectônico do Supergrupo Espinhaço com rochas arqueanas do Grupo Maquiné, que condiciona a variação altimétrica do relevo, marcando o fim da elevação da Serra do Caraça.

Na porção oeste, ocorre outra serra quartzítica, chamada de Serra do Maquiné, que atinge os 1900 metros, onde um quartzito do Supergrupo Espinhaço está em contato com as rochas do Grupo Maquiné a oeste. Este contato condiciona fortemente o relevo marcando o fim da

serra e dando início a um relevo muito mais desgastado, amplamente coberto por vegetação, em contraste com os campos de altitude dos relevos quartzíticos.

Nas partes mais baixas o Ribeirão Caraça corre na altitude de 750 metros, totalizando um desnível de quase 1400 metros, em relação ao Pico do Sol (ponto culminante).

6.2. Estratigrafia da região central da Serra do Caraça (porção sul das quadrículas 1:25000 de Conceição do Rio Acima e Catas Altas)

As unidades geológicas mapeadas na área deste projeto apresentam-se listadas do topo para a base, e quando possível (quando não existem divergências em relação a visão do autor) seguem a legenda encontrada nos mapas de Maxwell (1972) e Moore (1969).

É conhecida ainda ocorrência do Grupo Nova Lima nas Quadrículas Conceição do Rio Acima (Moore, 1969) e Catas Altas (Maxwell, 1972), porém como o escopo do trabalho não previa uma discussão mais ampla sobre a evolução arqueana em geral, esta unidade não foi aqui estudada.

Depósitos superficiais Atuais

Aluvião

Pré-Cambriano:

Rochas Metaígneas

Metabasito

Supergrupo Espinhaço

Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos

Unidade de Cianita Quartzitos

Discordância

Supergrupo Rio das Velhas

Grupo Maquiné

Grupo Nova Lima

6.2.1. Supergrupo Rio das Velhas

6.2.1.1. **Grupo Maquiné**

Durante a execução deste mapeamento apenas 5 afloramentos foram descritos como pertencentes a este grupo, isso porque o objetivo deste trabalho não era caracterizar petrograficamente esta unidade já bastante bem caracterizada desde os trabalhos do Convênio USGS-DNPM. Encontra-se na preparação relatório petrográfico sobre o Grupo Maquiné (Veloso, relatório inédito). A totalidade dos afloramentos descritos é formada por quartzitos de granulação média (protólito mal selecionado) com matriz fina, ausência de caolin, presença marcante de sulfetos; sulfetos estes que conferem às partes alteradas deste litotipo uma coloração amarelo alaranjada.

Os contatos mapeados a norte, a oeste e a sudoeste da área mostram as mesmas relações tectônicas: as unidades do Supergrupo Espinhaço estão sobre o Grupo Maquiné em discordância tectônica. No contato a norte não se estabeleceu bem a natureza cinemática desta discordância e, dada a cinemática de movimentação dos blocos para oeste no contexto regional, é provável que haja uma componente de movimentação lateral destrógena neste contato.

6.2.2. Supergrupo Espinhaço

Duas unidades mapeadas em campo, discriminadas neste trabalho, representam subdivisões da Formação Quartzito Cambotas do Grupo Tamanduá, mapeado no Projeto de Cooperação USGS-DNPM. Já a correlação com as unidades do Supergrupo Espinhaço seguiu as definições de Pflug (1968), correlacionando os depósitos fluviais das formações Sopa Brumadinho e São João da Chapada com os quartzitos presentes na Serra do Caraça. Porém a aplicação de princípios de litoestratigrafia, e de continuidade lateral das unidades é bastante complicada para uma bacia sedimentar tão extensa (no alongamento norte sul), e com uma longa história de preenchimento, que resultam numa enorme variação faciológica. Portanto preferiu-se atribuir nomes petrográficos às unidades, mesmo que se considere a correlação com unidades basais do Supergrupo Espinhaço. Há enorme semelhança nas estruturas primárias preservadas na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos (Fotografias de 1 a 10) com as estruturas sedimentares das unidades basais do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina-MG. Os resultados obtidos no mapeamento da Serra do Caraça (figura 5) são condizentes com uma associação litológica típica de uma parte marginal da bacia, comoproposta por Sperber (1975, figura 6) para as rochas da região da Serra do Cipó.

4.3.2.1. Unidade de Quartzos Quartizos

Propõe-se a seguinte coluna estratigráfica para a região da Serra do Caraça, na base metaconglomerados do Grupo Maquiné, sobre discordância angular e erosiva tectonizada a Unidade de Cianita Quartzitos, com níveis nematoblásticos à cianita, sobre esta a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos com estratificações cruzadas de pequeno e médio porte e níveis conglomeráticos quartzosos.

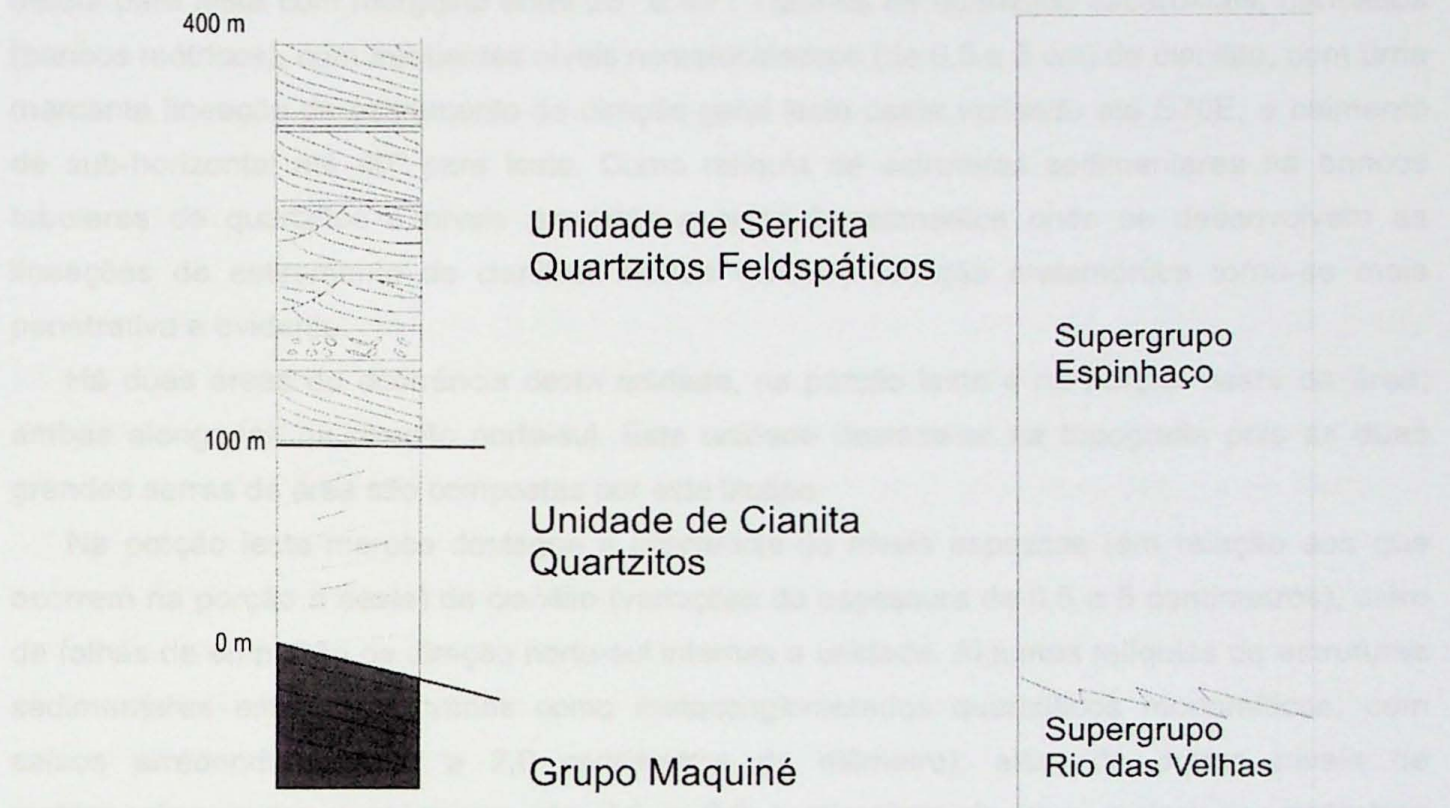
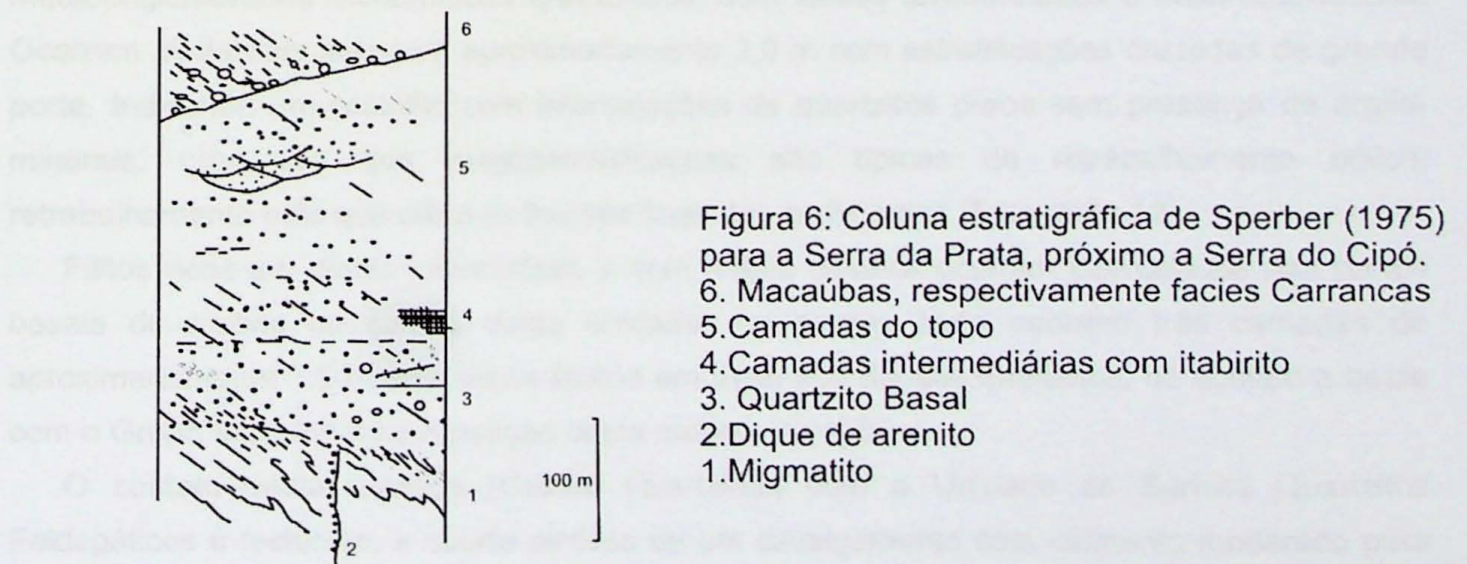


Figura 5: Coluna estratigráfica esquemática da região da Serra do Caraça, na base metaconglomerados do Grupo Maquiné, sobre discordância angular e erosiva tectonizada a Unidade de Cianita Quartzitos, com níveis nematoblásticos à cianita, sobre esta a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos com estratificações cruzadas de pequeno e médio porte e níveis conglomeráticos quartzosos.



6.2.2.1. Unidade de Cianita Quartzitos

Propõe-se a adoção deste nome para a unidade de quartzitos granoblásticos com níveis nematoblásticos a cianita com desenvolvimento de foliação milonítica com direção de mergulho média para leste com mergulho entre 25° e 40°. Trata-se de quartzitos sacaroidais, bancados (bancos métricos), com freqüentes níveis nematoblásticos (de 0,5 a 5 cm) de cianitito, com uma marcante lineação de estiramento de direção geral leste oeste variando até S70E, e caimento de sub-horizontal até 40° para leste. Como relíquia de estruturas sedimentares há bancos tabulares de quartzitos e níveis paralelos a estes bancamentos onde se desenvolvem as lineações de estiramento de cianitas. Nestes níveis a foliação metamórfica torna-se mais penetrativa e evidente.

Há duas áreas de ocorrência desta unidade, na porção leste e na porção oeste da área, ambas alongadas na direção norte-sul. Esta unidade destaca-se na topografia pois as duas grandes serras da área são compostas por este litotipo.

Na porção leste merece destaque a ocorrência de níveis espessos (em relação aos que ocorrem na porção a oeste) de cianitito (variações de espessura de 0,5 a 5 centímetros), além de falhas de empurrão de direção norte-sul internas a unidade. Algumas relíquias de estruturas sedimentares estão preservadas como metaconglomerados quartzíticos monomíticos, com seixos arredondados (1,0 a 2,0 centímetros de diâmetro), além de outros níveis de metaconglomerados com seixos (de 2,0 a 8,0 centímetros de eixo maior) de metachert envolvidos por cianitas verdes (Fotografia 11). Raramente estratificações cruzadas estão preservadas.

Na porção oeste os níveis de cianitito são mais discretos e raramente desenvolvem-se neles lineações de estiramento e cianitas porfiroblásticas. Ocorrem raros níveis de metaconglomerados monomíticos quartzíticos, com seixos arredondados e subarredondados. Ocorrem ainda dois *sets* com aproximadamente 2,0 m com estratificações cruzadas de grande porte. Indicando um protólito com intercalações de quartzitos puros sem presença de argilo-minerais, uma vez que megaestratificações são típicas de retrabalhamento eólico, retrabalhamento este que retira as frações finas dos sedimentos (Fotografia 12).

Filitos ricos em pirritas idiomórficas e com matriz clorítica ocorrem intercalados nas partes basais de ambos os corpos desta unidade. Na porção leste ocorrem três camadas de aproximadamente 1,5 metros deste litotipo em meio aos demais quartzitos, no contato a oeste com o Grupo Maquiné há a repetição desta mesma litologia.

O contato desta unidade (Cianita Quartzitos) com a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos é tectônico, e ocorre através de um cavalgamento com caimento moderado para leste, na base de uma camada filítica (acima descrita). Esta camada teria funcionado como um

nível preferencial para os deslocamentos da Unidade de Cianita Quartzitos sobre a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, com movimentação do bloco superior para oeste; como resultado desta movimentação ocorreu a verticalização e basculamento de toda a Unidade Sericita Quartzitos Feldspáticos que, próximo ao contato, apresenta polaridade normal com caimentos de até 80° para oeste, caimento que se atenua nesta direção.

O contato a oeste entre a Unidade de Cianita Quartzitos e o embasamento arqueano (Grupo Maquiné) representa uma discordância angular e erosiva tectonizada posteriormente.

6.2.2.2. Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos

A unidade essencialmente quartzítica apresenta variados teores de sericita e feldspatos (plagioclásio e microclínio); essas composições se plotadas no diagrama de classificação de arenitos (Folk, 1968) indicam protólitos com composições subarcosianas a *quartzwackes*. A área de ocorrência deste litotipo são as partes topograficamente mais baixas da Serra do Caraça nas imediações do Santuário. O alto topográfico a leste do Santuário representa uma unidade distinta (Cianita Quartzitos) cujo contato é tectônico e se dá através de uma falha de empurrão com movimentação do bloco superior para oeste. Na parte norte da Serra o contato é de natureza também tectônica com o Grupo Maquiné (Arqueano), mas faltaram dias de campo para precisar se de movimentação lateral ou de empurrão. Na parte oeste da área a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos esta sobreposta a Unidade de Cianita Quartzitos em discordância angular e erosiva com movimentação para oeste (Fotografia 1).

A Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos é composta de quartzitos de granulação média a grossa (com variações a granulação fina) nos quais pode-se perfeitamente reconstituir o tamanho e a forma dos grãos. É comum a todos os quartzitos serem constituídos por grãos recristalizados e bem arredondados de quartzo (2-4 mm) em uma matriz de grãos e grânulos de quartzo subarredondados a subangulares.

A característica mais marcante destes quartzitos são estratificações cruzadas acanaladas (Fotografia 2), em camadas decimétricas, em conjuntos tabulares de camadas (raramente excedendo 1,0 m), também ocorrem camadas tabulares de estratificações cruzadas tangenciais na base (Fotografias 3, 4 e 5). Nas porções de quartzitos mais finos há um aumento na quantidade de filossilicatos, notadamente, micas verdes e caolin. Piritas disseminadas são mais abundantes nestes níveis, porém há piritas, já em elevado estágio de oxidação, em todas as frações granulométricas.

Estratificações cruzadas permitem o controle da polaridade estratigráfica ao longo de toda a serra, uma vez que as relações de truncamento no topo dos *sets* e tangenciamento na base são bastante visíveis e comuns. Mesmo que no contato com a Unidade de Cianita Quartzitos ocorra

a verticalização dos estratos, não ocorre inversão estratigráfica na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Como estrutura indicadora de polaridade estratigráfica ainda foi identificada granodecrescência ascendente. Ao longo da Serra o caimento médio dos quartzitos varia em torno de 60 a 30 graus, com direção a de caimento variando de sul para sudoeste.

Do ponto de vista mineralógico merecem destaque alguns seixos (de 1,0 a 2,0 cm) de quartzitos escuros, muitos grãos de quartzo fumê, muitos nódulos de pirita oxidados, e a presença de micas verdes nos planos do acamamento. Na porção sul, tornam-se mais freqüentes intercalações filíticas, variando de centimétricas a métricas.

Nas partes mais a norte, onde há uma grande estruturação tectônica em dobra deitada, e as camadas estão com mergulhos bastante acentuados, na proximidade com o cavalgamento da base da Unidade de Cianita Quartzitos, ocorrem esparsos leitos que não ultrapassam os 10 cm, de metassiltitos alaranjados. Também ocorre um leito metaconglomerático com seixos angulosos de até 10 cm (eixo maior), formado por metacherts (Fotografia 6).

Na porção sul da área de mapeamento não ocorrem grandes variações nas direções dos planos de acamamento, com direção de mergulho variando de predominantemente sul a sudoeste. É neste contexto estrutural que afloram duas variações litológicas bastante significativas.

Na parte central ocorrem pacotes tabulares rítmicos decimétricos (de 5 cm a 40 cm) de filitos verdes extremamente piritosos, em meio a pacotes tabulares também decimétricos de quartzitos. Lateralmente esta fácies é representada por leitos (não excedendo 30 cm) de filitos em meio a camadas de estratificação plano-paralela em pacotes também centimétricos (de 15 a 30 centímetros) e tabulares. Há uma seção de aproximadamente 30 m representada no topo da porção sul da área de mapeamento, onde se vê inclusive seixo intraformacional de filito em meio ao quartzito (Fotografia 7).

Nas partes sudoeste, nas imediações do contato com o a Unidade de Cianita Quartzitos, ocorrem leitos decimétricos (10 cm a 15 cm) de metaconglomerados, monomíticos com seixos arredondados de 2,0 cm a 4,0 cm (Fotografia 8). Foram identificadas 4 ocorrências de fácies metaconglomeráticas em meio aos quartzitos com estratificações cruzadas preservadas.

A ausência de depósitos pelíticos em um ambiente de fácies fluvial, é esperada para depósitos fluviais precambrianos, uma vez que a ausência de vegetação nas planícies de inundação não permitiam a fixação da lama, que era levada para as porções mais distais da bacia. Como aspecto distintivo de depósitos fluviais precambrianos (Erikson *et al.* 1998) ocorre a fácies predominante na área de mapeamento; metarenitos com variada seleção granulométrica e estratificações cruzadas de pequeno a médio porte unidirecionais, porém ocorrem algumas camadas com sets de estratificações cruzadas com diferentes direções de paleocorrente (Fotografias 9 e 10). Com o ensaio palinspático de desbasculamento das

camadas chegou-se a uma dispersão de direções de transporte, que indicaram um transporte predominante para sudoeste. Para a execução deste ensaio recorreu-se a afloramentos onde pudessem ser feitas algumas medidas de direções de cruzadas e onde ainda houvesse uma superfície (ou nível filítico, ou superfície de sets tabulares) que pudesse ser considerada como horizontal no momento da deposição. Com o auxílio do programa Stereonett 2.46 efetuou-se o desbasculamento, chegando à rosácea de dispersão das direções. Foram utilizados dados de 5 afloramentos que não representam um espaço amostral contundente com a área de afloramento da unidade. Porém devido à semelhança entre os dados obtidos e as observações de campo que indicam estratificações cruzadas quase sempre unidirecionais, pode-se supor uma paleocorrente para sudoeste.

Seguindo a nomenclatura e abreviações propostas por Miall (1996) para fácies fluvial encontrou-se um conjunto de 6 fácies distintas na porção sudoeste da unidade. São elas: conglomerado suportado pela matriz (Gmg), conglomerado estratificado (Gt), areia fina a grossa com possíveis seixos e estratificação cruzada acanalada (St), areia fina a grossa com possíveis seixos e estratificação cruzada tabular (Sp), areia fina a grossa com possíveis seixos e estratificação cruzada de baixo ângulo (Sl); para os metassiltitos determinou-se uma única fácies, pois, o metamorfismo obliterou qualquer estrutura que nele estivesse preservada.

6.2.3. Metabasitos

Com raras ocorrências esta unidade não se mostrou tão freqüente como representado nos mapas de Moore (1969) e Maxwell (1972), resumindo-se a raros diques de dimensões métricas a decamétricas em geral bastante alterados, onde se pode observar apenas uma textura porfirítica e uma incipiente foliação metamórfica em geral norte-sul com caimento moderado para leste. No alto da Serra do Caraça (a leste da área, próximo ao pico culminante o Pico do Sol) ocorrem dois diques métricos (Fotografia 13) que são anteriores às falhas de empurrão norte-sul que compartimentam a Unidade de Cianita Quartzitos.

Já no Córrego do Capivari, a sul da área, ocorre um dique de aproximadamente 10 m de espessura, direção leste-oeste e intrusivo na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos; no capítulo seguinte serão apresentados dados de petrografia microscópica desta unidade.

6.3. Petrografia Microscópica

Conforme determinação das unidades estabelecida por relações de campo e semelhanças litológicas buscou-se a microscopia de luz transmitida para bem caracterizar as composições mineralógicas, possíveis paragêneses metamórficas bem como possíveis características herdadas dos protólitos. Esta ferramenta mostrou-se de enorme valia na caracterização das unidades e confirmou as distinções propostas com base em relações de campo.

Composicionalmente e texturalmente as rochas que formam os altos topográficos à leste e oeste do Santuário são muito semelhantes; com elevada recristalização de quartzo e formação de foliação metamórfica marcada por muscovita e posteriormente cianita. Foi possível agrupá-las em uma única unidade litoestratigráfica de mapeamento a Unidade de Cianita Quartzitos.

Já a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos que aflora nos arredores do Santuário - e em todas as partes mais baixas do interior da serra - apresenta estruturas sedimentares preservadas e foi caracterizada mineralogicamente como quartzito sericítico, com contribuição feldspática; sendo a recristalização de quartzo e a formação de sericita e muscovita na matriz os únicos indicadores de metamorfismo.

Apesar de pouco amostrada a clássica unidade do Grupo Maquiné (Supergrupo Rio das Velhas) mostrou características bastante distintivas como o elevado teor de pirita e a presença de quartzitos com cloritóide na matriz e ausência de feldspato.

Segue a caracterização de cada unidade bem como a documentação fotográfica das texturas importantes.

6.3.1. Grupo Maquiné

Esta unidade estudada em 5 seções delgadas abrange quartzitos de granulação média com elevados teores de pirita e matriz sericítica, cloritóide disseminado na matriz (Fotomicrografias de 1,2,3 e 4) e a ausência total de feldspato, que são os principais aspectos diagnósticos dessa unidade. Esta afirmação é embasada pela comparação com estudos petrográficos de afloramentos localizados na estrada que dá acesso ao Santuário do Caraça (Veloso, em preparação).

6.3.2. Unidade de Cianita Quartzitos

É composta por quartzitos extremamente recristalizados granoblásticos (Fotomicrografia 5) variando a nematoblásticos (Fotomicrografias 6 e 7) de acordo com maiores contribuições de cianita.

Nas 13 seções delgadas descritas ocorre a paragênese quartzo + muscovita + cianita + rutilo (Fotomicrografias 8), o que indica metamorfismo de fácies xisto verde superior.

O crescimento de cianita (em alguns casos porfiroblástica), em todas as lâminas, ocorre sobre a foliação marcada por micas, sendo a cianita posterior a formação destas.

Ocorrem também cianitas porfiroblásticas pós-tectônicas, oblíquas à foliação metamórfica e até em arranjo radiado. A associação de rutilo e cianita é estável apenas para elevadas pressões a baixas temperaturas e sob elevada pressão parcial de CO₂ na fase fluída.

Na lâmina MC-22 estão em equilíbrio cianita e cloritóide (sendo a cianita posterior, Fotomicrografias 9 e 10). Esta condição de estabilidade segundo o diagrama ou KFMASH só ocorre em condições térmicas inferiores a 500°C, ou seja, antes da formação de almandina, na zona da biotita e em condições de pressão algo mais elevadas que do tipo Barrow.

Dentre as lâminas desta unidade há 4 que contrastam com a litologia dominante. Não só pela variação granulométrica (pois se tratam de filitos em comparação com quartzitos), mas pela composição mineralógica. Com elevados teores de clorita na matriz, o quartzo está restrito a algumas camadas milimétricas, há pseudomorfos ripiformes cloritizados (Fotomicrografia 11) e cloritóides ripiformes e até radiados (Fotomicrografias 12 e 13).

Na lâmina MC-58 destacam-se texturas convolutas comparáveis a feições de devitrificação (Fotomicrografia 14 e 15), há cristais de quartzo de origem magmática com baías de dissolução /corrosão e ausência de desgaste causado por transporte (Fotomicrografia 16), além de rutilo disseminado pela amostra. Essa caracterização indica uma mudança drástica de área-fonte, predominantemente clástica nas demais litologias. Zircões apresentam-se idiomórficos e arredondados, pirita ocorre em cristais idiomórficos e limonitizados. A presença de bandas milimétricas de maior concentração de quartzo detrítico, associada a toda descrição petrográfica indica um protólito vulcanoclástico.

6.3.3. Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos

É composta por quartzitos com variadas contribuições feldspáticas e sericíticas. Das 21 seções delgadas produzidas:

A) 12 apresentam-se francamente quartzosas com contribuições sericíticas, jamais ultrapassando os 30% (estimativa à lâmina) com maior predomínio de textura granoblástica (Fotomicrografias 17 e 18).

B) 7 apresentam feldspato, com predomínio de plagioclásio sobre microclínio, variando entre 5% e 15% (estimativa à lâmina); nestes casos a gênese de matriz micácea está diretamente ligada ao consumo de feldspatos; microclínio e plagioclásio (Fotomicrografias de 19 a 24).

C) 2 são de filitos com matriz clorítica e aglomerados de pseudomorfos de minerais máficos e camadas com elevada concentração de zircões.

Neste conjunto ocorre variação na seleção granulométrica do protólito, uma vez que ocorrem quartzitos com cristais na fração grossa (às vezes com seixos) e embebidos por matriz fina (Fotomicrografias de 25 a 28), além de quartzitos grossos e quartzitos (com feldspato) finos e pequena contribuição sericítica (Fotomicrografias 17 e 18). A matriz que envolve os grãos maiores é composta essencialmente por sericita (com raras micas brancas) com cristais na fração fina e neoformados de quartzo, além de cristais já parcialmente alterados de feldspato (também na fração fina). Pirita limonitizada e zircão são minerais acessórios, este último em todas as amostras.

6.3.4. Metabasito

Foi descrita uma única lâmina desta unidade por serem escassos os afloramentos que se encontram em bom estado de preservação. Como assembléia mineral há destaque para plagioclásio (saussuritizado) de granulação grossa, anfibólio actinolítico (gerado pelo consumo de clinopiroxênios do protólito), leucóxênio e também apatita e zircão como acessórios (Fotomicrografia 29 e 30).

6.4. Geologia Estrutural

De importância para a conformação estrutural da área são os contatos da Unidade de Cianita Quartzitos em relação às unidades sotopostas: a oeste o Grupo Maquiné e a leste a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Em ambos os casos falhas de empurrão de magnitudes diferentes marcam esses contatos. A oeste o contato dos Cianita Quartzitos sobre o Grupo Maquiné é em posição estratigráfica normal com caimento de baixo ângulo para leste. Representando uma discordância angular e erosiva regional tectonizada, que separa o Supergrupo Rio das Velhas, isto é o embasamento arqueano, das coberturas quartzíticas da Serra do Caraça. A leste os Cianita Quartzitos encontram-se em posição invertida, empurrados sobre e verticalizando a Unidade de Sericita Quartzitos sendo, por sua vez, cavalgados de leste para oeste por quartzitos e metaconglomerados do Grupo Maquiné também em posição invertida.

O desenvolvimento de foliação metamórfica é mais marcante nos planos de acamamento mais micáceos onde se formam também alguns cianititos. A formação de cianita se dá preferencialmente orientada, marcando uma lineação de estiramento (Le) e também em porfiroblastos de orientação aleatória (em alguns casos formam aglomerados radiados), sendo assim, tardi-sin a pós-tectônica.

Na parte leste da área internamente ao pacote da Unidade de Cianita Quartzitos desenvolve-se a foliação metamórfica com orientação norte-sul com caimento para leste, nestes planos ocorre o crescimento de cianita com caimentos sub-horizontais até 40° para leste (Estereograma 1). Tais estruturas planares e lineares são condizentes com uma cinemática atuando de leste para oeste. A existência de lineações de crescimento metamórfico de cianita de S70E/20 nestes quartzitos indicam, ainda, uma componente dos esforços atuando com baixo ângulo de sudeste para noroeste durante a culminação P-T do metamorfismo regional dínamo-termal. Cavalgamentos para oeste foram gerados durante o evento metamórfico principal (Orogênese Pós-Minas/Espinhaço), associados a estes ocorrem dobras de arraste de amplitude métrica com vergência para oeste (Fotografia 13), que afetam o acamamento sedimentar (Estereograma 2).

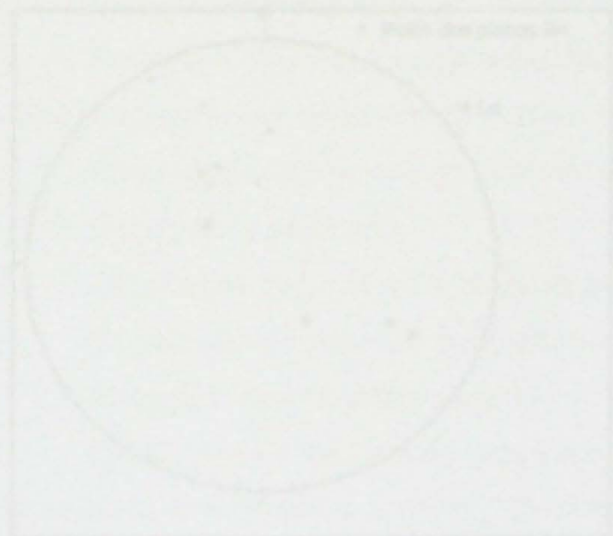
Os intensos fraturamentos tardios norte-sul ao longo da serra seguem e reativam, porém de forma rúptil e sem maiores deslocamentos, cavalgamentos pretéritos (rúptil-dúctil). A esses fraturamentos tardios associaram-se circulação hidrotermal e a pirofilitização retrometamórfica local da cianita, aqui atribuídas ao evento tectono-termal regional neoproterozóico superior Brasileiro.

Na porção oeste ocorrem lineação de estiramento de cianita *down dip* a foliação metamórfica principal, que via de regra é de baixo ângulo com caimento para sudoeste

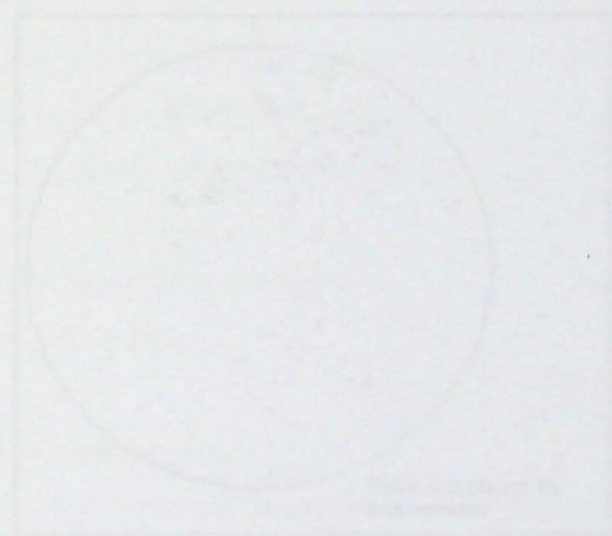
(Estereograma 3). Ocorre também crenulação em leitos quartzosos com eixo de crenulação (Lb) N10E/10 (Fotografia 14), condizente com movimentação para oeste e noroeste.

Desde os trabalhos do convênio USGS-DNPM já é sabido que as unidades arqueanas a leste da Serra do Caraça cavalgam para oeste os quartzitos da serra. Em perfil geológico realizado no Córrego do Tanque Preto (a leste da serra, Schorscher e Rossi comunicação verbal) as unidades arqueanas e do supergrupo Minas apresentam-se sobrepostas tectonicamente aos quartzitos do Supergrupo Espinhaço.

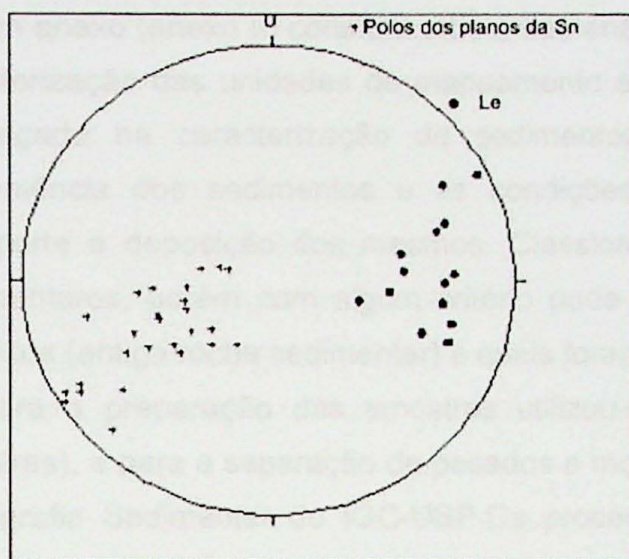
Nos domínios da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, como cristalização metamórfica, ocorre apenas o consumo de argilas para a formação de micas e a recristalização de grãos de quartzo, que tendem a fazê-lo seguindo as estruturas primárias sem que haja a formação de alguma estrutura planar que transponha as estruturas primárias. Nas porções de metarenitos mais finos em meio a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos há a formação de uma incipiente foliação metamórfica com direção de mergulho para leste e caimento baixo. Sobre a estruturação dos planos de acamamento pode-se dizer que apresentam direção de mergulho variando entre sudoeste e sudeste, com caimento moderado, apenas na parte norte e no contato com a Unidade de Cianita Quartzitos (a leste) ocorre a verticalização das camadas, assim como uma grande dobra de amplitude kilométrica deitada com eixo sub-vertical. (Estereograma 4).



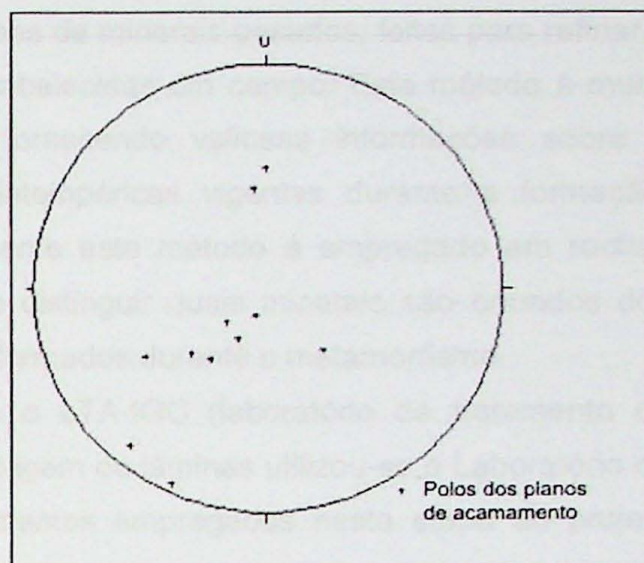
Estereograma 3. Projeção estereográfica da orientação de crenulação em leitos quartzosos (Lb) N10E/10, condizente com movimentação para oeste e noroeste, a oeste da Serra do Caraça.



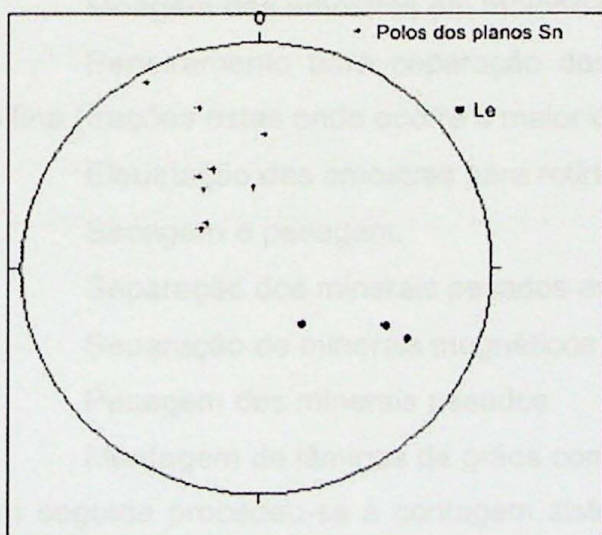
Estereograma 4. Projeção estereográfica da orientação de mergulho variando entre sudoeste e sudeste, com caimento moderado, apenas na parte norte e no contato com a Unidade de Cianita Quartzitos (a leste).



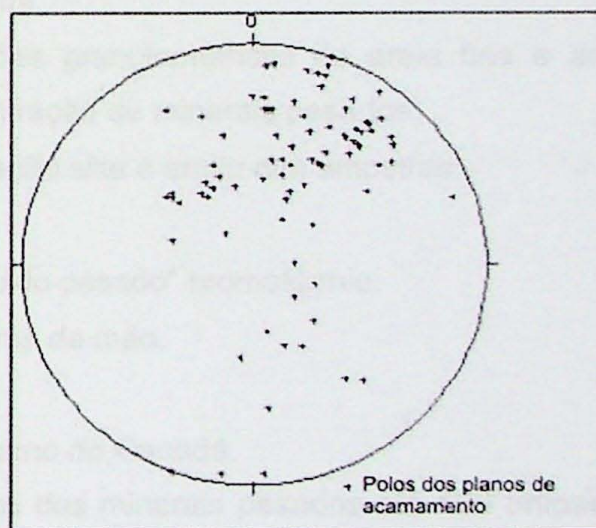
Estereograma 1. Polos dos planos da foliação metamórfica principal (Sn, 26 medidas) e Lineação de estiramento de cianitas (Le, 14 medidas) na Unidade de Cianita Quartzitos a leste da área de mapeamento



Estereograma 2. Polos dos planos de acamamento sedimentar da Unidade de Cianita Quartzitos a leste da área de mapeamento.



Estereograma 3. Polos dos planos da foliação metamórfica (Sn, 10 medidas) e Lineação de estiramento de cianita (Le, 3 medidas), a oeste da área de mapeamento.



Estereograma 4. Polos dos planos de acamamento sedimentar (S0, 86 medidas) na Unidade de Sericita Quartzitos.

6.5. Espectro de Minerais Pesados

Em anexo (anexo II) consta a tabela das análises de minerais pesados, feitas para refinar a caracterização das unidades de mapeamento estabelecidas em campo. Este método é muito empregado na caracterização de sedimentos fornecendo valiosas informações sobre a proveniência dos sedimentos e as condições intempéricas vigentes durante a formação, transporte e deposição dos mesmos. Classicamente este método é empregado em rochas sedimentares, porém com algum critério pode-se distinguir quais minerais são oriundos dos protólitos (antiga rocha sedimentar) e quais foram formados durante o metamorfismo.

Para a preparação das amostras utilizou-se o LTA-IGC (laboratório de tratamento de amostras), e para a separação de pesados e montagem de lâminas utilizou-se o Laboratório de Petrografia Sedimentar do IGC-USP. Os procedimentos empregados nesta etapa do projeto foram os seguintes:

- Escolha de amostras que caracterizassem as três unidades metassedimentares principais: Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, Unidade de Cianita Quartzitos e Grupo Maquiné.
- Desagregação das amostras em britador seguida de quarteamento e separação de duas alíquotas, seguida de peneiramento para obtenção da fração granulométrica inferior à areia fina.
- Moagem das amostras em moinho de ágata.
- Peneiramento para separação das frações granulométricas de areia fina e areia muito fina (frações estas onde ocorre a maior concentração de minerais pesados).
- Eleutriação das amostras para retirar a fração silte e argila das amostras.
- Secagem e pesagem.
- Separação dos minerais pesados em "líquido pesado" bromofórmio.
- Separação de minerais magnéticos com imã de mão.
- Pesagem dos minerais pesados.
- Montagem de lâminas de grãos com Bálsamo do Canadá.

Em seguida procedeu-se a contagem sistemática dos minerais pesados até 100 unidades (inclusive a relação entre opacos e translúcidos). Foi dada mais importância aos minerais mais comuns em rochas sedimentares e que proporcionassem um elevado grau de confiança quanto a sua determinação.

A Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos foi a que apresentou um espectro de minerais pesados mais próxima ao encontrado em rochas sedimentares, tendo elevados teores de zircão, e teores subordinados de rutilo e turmalina; apatita e epídoto (Fotomicrografias 31 e 32)

também foram identificados em todas essas amostras. O elevado índice ZTR (zircão turmalina e rutilo) refere-se aos minerais ultra-estáveis e indica uma elevada maturidade dos sedimentos. Sobre os zircões merece atenção especial a variedade de formas encontradas, com destaque para diferentes áreas fontes uma vez que ocorrem zircões perfeitamente idiomórficos, alguns pouco arredondados e outros muito arredondados (Fotomicrografias 33 e 34). A identificação dos minerais cloritóide (Fotomicrografia 35) e cianita foi de crucial importância para a compreensão do metamorfismo uma vez que está assembléia mineral não fora identificada macro ou microscopicamente (lâminas delgadas), e a forma dos grãos seguramente indica uma origem metamórfica (ausência de grãos detríticos arredondados). Ou seja as mesmas condições metamórficas foram impostas as diferentes unidades quartzíticas da Serra do Caraça.

Cianitas perfeitamente idioblásticas pertencentes a Unidade de Cianita Quartzitos estão documentadas (Fotomicrografia 36), assim como grãos detríticos de fuchsite da Unidade de sericita Quartzitos Feldspáticos (Fotomicrografia 31).

A contagem de grãos na Unidade Cianita Quartzito mostrou amplo predomínio do mineral cianita como já era esperado; a presença de cloritóide também se mostrou bastante comum. Já os demais minerais corriqueiros na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos (em especial zircão, rutilo, turmalina, apatita e epidoto) ocorreram em numero muito mais reduzido.

As amostras do Grupo Maquiné foram as que apresentaram o mais alto teor de cloritóide, e foram as únicas que forneceram populações de minerais pesados caracterizadas pelo predomínio de zircões arredondados, sem que tenha sido identificado um único zircão idiomórfico. Também, apresentaram-se ricas em rutilo e pirita.

De posse deste resultados pode-se concluir que este método mostrou-se de muita valia na caracterização das unidades de mapeamento.

6.6. Estudos Geoquímicos Iniciais via FRX

Depois de efetuada as descrições petrográficas e definidas as unidades de mapeamento selecionou-se duas amostras de cada unidade do Supergrupo Espinhaço para a análise de elementos maiores via fluorescência de raio-x, no Laboratório de Fluorescência de Raio-X do DNG-IG/USP. Estas análises tiveram como propósito caracterizar a composição química dos quartzitos, com a finalidade de melhor compreender a relação das rochas metamórficas com os seus respectivos protólitos, além de permitir estudos e representações comparativas em diferentes diagramas de petrogênese sedimentar. Em todos os casos foram selecionadas amostras macro e microscopicamente homogêneas: Dois Cianita Quartzitos com proporções variáveis de quartzo, cianita e micas e dois Sericita Quartzitos feldspáticos que não possuísem grãos detríticos de feldspato para caracterizar principalmente a composição das frações finas. Os resultados analíticos encontram-se na tabela 3 (anexo 4).

Análises brutas das porcentagens de massa dos diferentes óxidos apresentaram os seguintes resultados:

- As amostras da Unidade de Cianita Quartzitos apresentam maior concentração de elementos imóveis no ciclo supergênico (Al, Ti e Fe), o que indica que estas rochas foram afetadas por um forte intemperismo químico.
- O alto teor de K_2O na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, já esperado devido a preservação de feldspatos detríticos, pressupõe condições intempéricas controladas por um clima temperado a frio.

Para a melhor visualização destas relações ver gráficos da razão óxido de sílica (presente em mais de 90 % em todas as amostras) pelos demais óxidos (Anexo 4).

Segundo Rollinson (1993) análises químicas de elementos maiores podem fornecer importantes relações quanto a proveniência e ao ambiente tectônico de deposição das rochas sedimentares. Utilizou-se desta forma dois diagramas discriminatórios, o primeiro (Diagrama 1, anexo 4) foi criado por Bhatia (1983, apud Rollinson 1993) no qual ele caracterizou 69 amostras de arenitos paleozóicos e comparou-os com sedimentos que atualmente são encontrados em quatro ambientes tectônicos: margem passiva, margem continental ativa, arco de ilha oceânico e arco de ilha continental. Esse diagrama é baseado em duas funções discriminatórias, e envolve cálculos com as porcentagens em massa dos óxidos, os resultados para as 4 amostras analisadas indicaram sedimentos de margem passiva.

O segundo diagrama (Diagrama 2, anexo 4) foi desenvolvido por Roser e Korsch (1986, apud Rollinson 1993) e também se baseia em duas funções discriminatórias (envolvendo as porcentagens de massa dos óxidos) cujo resultado é um diagrama dividido em 4 campos: proveniência sedimentar quartzosa, proveniência ígnea máfica, proveniência intermediária

ígneia e proveniência ígneia félsica. As proporções de óxidos plotadas neste diagrama indicaram a proveniência sedimentar quartzosa.

A comparação entre os valores de Al_2O_3 e K_2O para as quatro amostras evidencia que a formação de cianita esteve controlada por variações químicas dos protólitos, ou seja, somente nas rochas onde houve excesso de alumina em relação ao potássio pode-se formar cianita. Nas rochas da Unidade Sericita Quartzitos Feldspáticos com mais elevados teores de K_2O não houve excesso de alumina para a formação de aluminossilicatos. Isto posto pode-se concluir que a presença de cianita não representa condições metamórficas de mais alto grau. O que as análises geoquímicas iniciais caracterizam são contrastes composicionais entre as duas unidades do Supergrupo Espinhaço, tendo sido o protólito da Unidade Cianita Quartzitos composto por argilo-minerais deficientes em potássio como caulinita, ou pirofilita ou esmectitas.

- A Unidade Sericita Quartzitos Feldspáticos é uma unidade ígnea intrusiva que representa a intrusão da Chapada São Bartolomeu em a parte basal da Formação Grupo do Algodão.
- Evolução geológica da região da Serra do Camoá para a formação da Unidade Sericita Quartzitos Feldspáticos e a evolução das sedimentos relacionados à Unidade do Sericita Quartzitos e a evolução da margem continental com influência tectônica.
- Na base da Unidade de Cianita Quartzitos ocorrem níveis félsicos com composição vulcanoclástica.
- O contato da Unidade de Cianita Quartzitos com o embasamento argiloaluminoso do Grupo Algodão representa uma discordância angular e estratigráfica regional localizada.
- A Unidade de Cianita Quartzitos possui caráter metamórfico, indicando as condições tectônicas, dentro do sistema de convergência que indicam movimento relativo para norte e nordeste. A deformação está associada à Subdução Pré-Algarve/Algarve, e que precede o avanço e o recuo tectônicas da Unidade de Cianita Quartzitos sobre a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.
- A correlação estratigráfica da Unidade de Cianita Quartzitos com a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos indica uma relação de continuidade entre as duas unidades, com a Unidade de Cianita Quartzitos representando a parte superior, em condições de pressão e temperatura mais elevadas que as da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.
- A presença de cianita e clorita em correlações de minerais presentes na Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, não identificados em amostras de mármore e sapão de gesso, confirma as condições metamórficas para todas as unidades da Serra do Camoá.
- Entre a deposição das duas unidades metamórficas, há uma interrupção na sequência nas condições metamórficas. Os quartzitos félsicos da Unidade de Cianita Quartzitos representam a parte superior da sequência da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, indicando um período

7. Conclusão

O mapeamento geológico (Anexo 5) os demais estudos de campo, laboratoriais e bibliográficos permitiram as seguintes conclusões:

- A Formação Quartzito Cambotas do Grupo Tamanduá mapeada por Moore (1969) e Maxwell (1972), foi subdividida em duas unidades por contrastantes estruturas sedimentares e/ou metamórficas, composições petrográficas, espectros de minerais pesados e composições químicas, sendo, da base para o topo a Unidade de Cianita Quartzitos e a Unidade de Sericita Quartzitos.
- Estas unidades são correlacionadas como equivalentes laterais de fácies das unidades basais do Supergrupo Espinhaço no intervalo estratigráfico das formações clássicas São João da Chapada, Sopa Brumadinho até a parte basal da Formação Galho do Miguel.
- Estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte, estratificações cruzadas tabulares de médio porte e a imaturidade dos sedimentos indicam para a Unidade de Sericita Quartzitos um ambiente de margem continental com influência fluvial.
- Na base da Unidade de Cianita Quartzitos ocorrem níveis filíticos com contribuição vulcanoclástica.
- O contato da Unidade de Cianita Quartzitos com o embasamento arqueano do Grupo Maquiné representa uma discordância angular e erosiva regional tectonizada.
- A Unidade de Cianita Quartzitos possui foliação metamórfica, lineações de estiramento mineral, dobras de arraste e cavalgamentos que indicam movimentação para oeste e noroeste. Movimentação esta atribuída a Orogênese Pós-Minas/Espinhaço, e que provocou o cavalgamento e inversão estratigráfica da Unidade de Cianita Quartzitos sobre a Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.
- A paragênese quartzo+cianita+cloritóide+clorita+rutilo indica metamorfismo de fácies xisto verde superior, em condições de pressão algo mais elevadas que do tipo barrowiano.
- A presença de cloritóide e cianita em concentrados de minerais pesados da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, não identificados em amostras de mão e seções delgadas, confirmou as mesmas condições metamórficas para todos os quartzitos da Serra do Caraça.
- Entre a deposição das três unidades metassedimentares estudadas houve variações nas condições intempéricas. Os quartzitos livres de feldspato, com baixos teores de cianita e elevado teor de pirita detríticas do Grupo Maquiné pressupõem um forte

intemperismo químico que gerou um protólito com baixos teores de argila (em sua maioria consumida na formação de cloritóides, restando pouca alumina para a formação de cianita); já a Unidade de Cianita Quartzitos foi depositada em condições intempéricas de acentuado intemperismo químico, controlado por um clima quente e úmido, que gerou protólitos com mais elevado teor de argilas o que possibilitou a formação de grandes quantidades de cianita; uma mudança nas condições intempéricas ainda maior ocorreu na passagem para o período de deposição da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, a preservação de grãos detríticos de feldspato só foi possível graças às condições de intemperismo controladas por um clima frio a temperado.

- A Unidade de Cianita Quartzitos possui foliação metamórfica, lineações de estiramento mineral, dobras (do acamamento) e falhas de empurrão que indicam movimentação para oeste. O contato desta Unidade com a Unidade de Sericita Quartzitos e com o Grupo Maquiné se dá através de falhas de empurrão com a mesma movimentação.
- Na base da Unidade de Cianita Quartzitos ocorrem níveis filíticos cujo protólito apresentava contribuição vulcânica.
- A separação de minerais pesados além de fornecer dados sobre a proveniência dos sedimentos foi muito importante para a caracterização do metamorfismo, pois cianita e cloritóide foram encontrados em rochas, nas quais nem em lâmina haviam sido identificados. Mesmo que, nestes casos, não se possa falar em paragênese (pois não é obrigatório que estes minerais estejam em contato), essa paragênese foi determinada em rochas da Unidade de Cianita Quartzitos.
- As diferentes composições dos protólitos indicam que as duas unidades tectonoestratigráficas atribuídas ao Supergrupo Espinhaço foram expostas a condições intempéricas distintas, e mesmo que o contato entre elas seja tectônico pode-se afirmar que necessariamente houve um hiato temporal entre a deposição das duas unidades.

8. Agradecimentos

Início esta árdua tarefa com o sentimento de que o sol que nasce após uma jornada de trabalho é mais belo que os outros...

E primeiramente como não poderia deixar de ser agradeço ao mestre que me ensinou a maior lição desta minha graduação: Geologia de campo é uma ciência exata. Por essa, por todas as outras e pelo enriquecimento diário obrigado Schorscher...acredito que valeu...

Família, primeiramente aos avuelos, Bombinha isso aqui é culpa sua, Carlito sua luz continua a iluminar-nos sempre, Voinha e Vó To o que seria de nós sem vocês...nada...Marquinho, se você não tivesse encontrado Aiuru e me mostrado a beleza das pedras seria bem provável que eu tivesse escolhido uma profissão entediante. Dona Claudia, paciência, compreensão e o eterno desejo da elevação intelectual e espiritual, devo isso a você, sem falar na vida perfeita que tem me proporcionado. Moca sem palavras, um figurão que entrou na minha vida há pouco mais de 13 anos e desde então eu aprendi que a inteligência deve ser aguçada a cada segundo, sem falar no humor, espero que ainda não tenha se arrependido...não serei adeogado, mas honrarei o legado

Emilinha sem você não haveria luz...volta logo...

Sem os ENEGEís (que não acabam nunca) assim como a paixão pela *pachamama*, com certeza seria um quase geoligui menor...valeu Lua, Carol, Segundo, Juá, Thanany, Diegão, Joaninha, Léo, Garga, Zé, Junia, Passarinho, Harry...e ai vai...

À todos aqueles professores que cumprem o dever de ensinar com prazer e estar sempre a postos quando solicitados em especial Giannini, M.C, Ninguém (o paraninfo), Roma, Coutinho, Frutinha, Ivo. Aos indispensáveis Zélão, Maurão e Herriques...

À toda a irmandade de 2001, Bibão, Coisa, Billy, Peré, Pavão, Purucs, Alceu, Banhero, Vivi, Lolas...aos coisa ruim da geo que abriram caminho para momentos gloriosos Meláfiro, Hermicula (zircão), Samarium, Basei, Chuk, Cofre, Sabú, Bussa, Tops, Jacu, Chá e por ai vai...

À malta portuguesa, o vida boa que se vivem nas terras d'alem mar; Salva, Franjini, Meireles, Pedro, Icaro, Freio, Realeza, Flavinha, Hanna,Cami....e ao mestre Brandonne...viva o Varisco.

Aos irmãos das escolas onde apruntei, vocês foram cruciais e me fizeram ver que o mundo pode ser bom, principalmente se você for geólogo.

Ao tricolor que hoje será Penta, ao mar que é português, a Rita, a Bio, o Cepe (piscina) a Lina, ao nosso time que esse ano levanta o areião...e à todos os momentos vividos com poesia ou suor, sinceramente eu agradeço por cada segundo...ao Caiero que um dia me falou " Não é bastante abrir a janela para ver o rio e a montanha, não é bastante não ser cego para ver a árvore e a flor" vocês que o digam Harder e Chamberlin. A toda a AOS em especial o Rãs Gabriel, esse é dos bons...

Tomas, João, Maria e Marina esse trabalho também é de vocês....

Em especial à todo o pessoal do Caraça, com certeza um cantinho abençoado neste mundo. Padre Sebastião muitíssimo obrigado por todo apoio...

9. Referências Bibliográficas

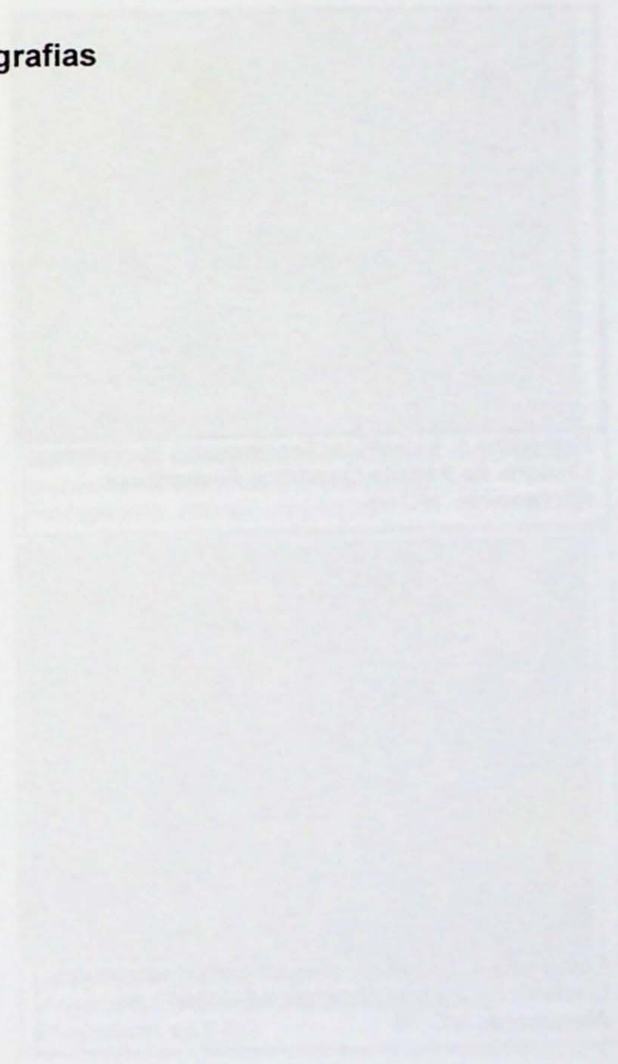
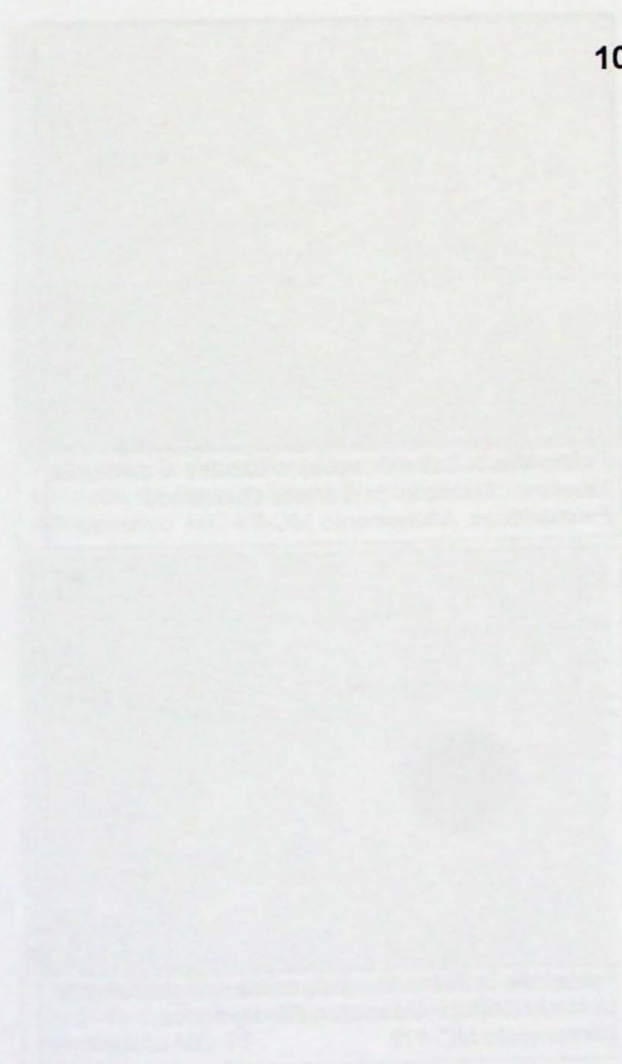
- ALMEIDA, F.F.M., 1976. Estruturas do Pré-Cambriano Inferior Brasileiro. *In*: SBG, Cong. Bras. Geol., 29, Resumos, 201-202.
- ALMEIDA ABREU, P.A.; MUNHOZ, D.T.V, 1983: A reconstituição paleogeográfica e o estudo dos minerais pesados como indicativos de áreas fontes primárias dos diamantes da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. *In*: Anais do II Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte. SBG. P. 219-234.
- ALMEIDA ABREU, P.A.; FOGAÇA, A.C.C; KNAUER, L.G; HARTMANN, M.B; PFLUG, R, 1987: Revisão da estratigrafia e sedimentologia da Formação Sopa-Brumadinho. *In*: Anais do simpósio sobre sistemas deposicionais no pré-cambriano, Ouro Preto, SBG, Núcleo Minas Gerais boletim 6 p. 169-183.
- BABINSKI, M., CHEMALE Jr., F.E., VAN SCHMUS, W.R. 1991. Geocronologia Pb/Pb em rochas carbonáticas do Supergrupo Minas, Quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *In*: Cong. Bras. Geol., 3, Anais, vol. 2, 628-630.
- BARBOSA, A.L.M. 1968. Contribuições Recentes à Geologia do Quadrilátero Ferrífero. *In*: SBG-Núcleo MG, Conferência, UFOP, Escola de Minas, Depto. Geol. 3ª reimpressão, Ouro Preto, 1983.
- BARBOSA, O. 1982. *Estudo do relacionamento genético das feições geológicas na região do espinhaço Meridional e adjacências (MG)*. Tese de Doutorado, Instituto de geociências, Universidade de São Paulo.
- CARNEIRO, M., 1992. *O complexo metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): Litoestratigrafia e evolução de um segmento da crosta continental do Arqueano*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 233p.
- COMIG/CPRM 2003. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, 1: 10.000, Belo Horizonte.
- DORR, J.V.N., GAIR, J.E., POMERENE, J.B. e RYNEARSON, G.A. 1957. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. DNPM Div. Fom. Prod. Min. Av.81,31p., Rio de Janeiro.
- DORR, J.V.N. 1969: Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais, Brazil _ Geological Survey Professional Paper 641-A.
- DOSSIN, I.A. & DARDENNE, M.A., 1984: Geologia da borda ocidental da serra do Cipó, Minas Gerais (região do Inhame). *In*: Anais do XXXIII Congresso brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, 1984 vol. 7 p. 3104-3117.
- DERBY, O. A., 1906: The Serra do Espinhaço - Jour. Geology, v. 14, no. 5, p.341-401.
- DOSSIN, I.A.; GARCIA, A.J.V.; UHLEIN, A.; DOSSIN, T.M., 1987: Fácies eólica na Formação Galho do Miguel, Supergrupo Espinhaço (MG) . *In*: Anais do simpósio sobre sistemas deposicionais no pré-cambriano, Ouro Preto, (SBG).
- ERIKSSON, P.G., CONDIE, K.C., TIRSGAARD, H., MUELLER, W.U., ALTERMANN, W., MIAL, A.D., ASPLER, L.B., CATUNEANU, O., CHIARENZELLI, J.R. 1998: Precambrian clastic sedimentation systems. *In*: Sedimentary Geology 120. 5-53p.
- FOLK, R.V., 1968. Petrology of sedimentary rocks: Austin Texas, Hemphill's Book Store, 170p.
- GARCIA, A.J.G; UHLEIN, A., 1987: Sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina (MG) - Anais do simpósio sobre sistemas deposicionais no pré-cambriano, Ouro Preto . SBG. Núcleo Minas Gerais bol. 6 p.113-135
- HARDER, E.C.; CHAMBERLIN, R. T., 1915: The Geology of Central Minas Gerais, Brazil - Jour. Geology, v. 23, no. 4, p. 341-378, no. 5, p.385-424.
- HERTZ, N. 1978. *Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*.
- LUCHESI, I, 1991. *Evolução Petrogenética e metalogenética da Serra da Boa Vista, Quadrilátero ferrífero-MG*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 134p.

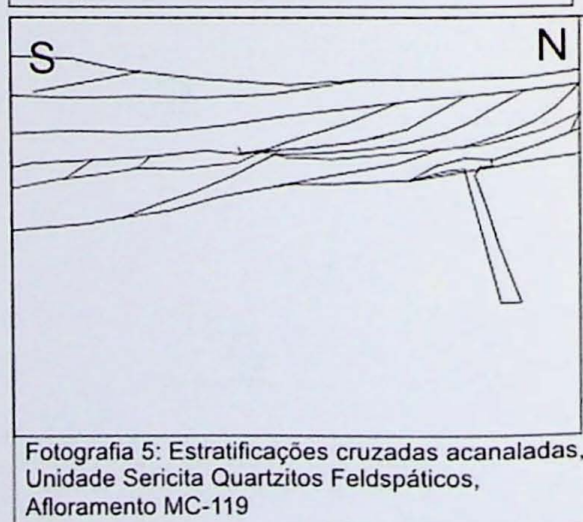
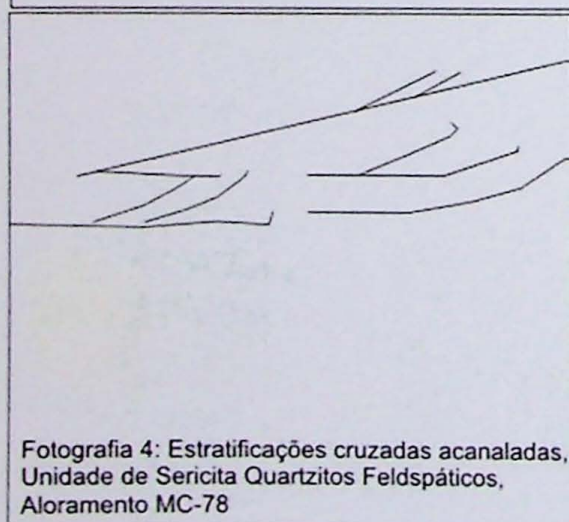
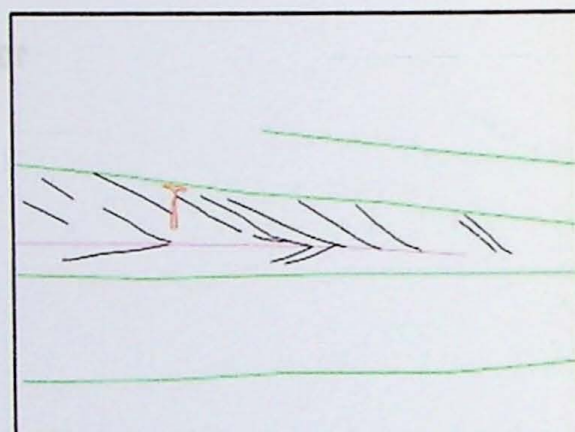
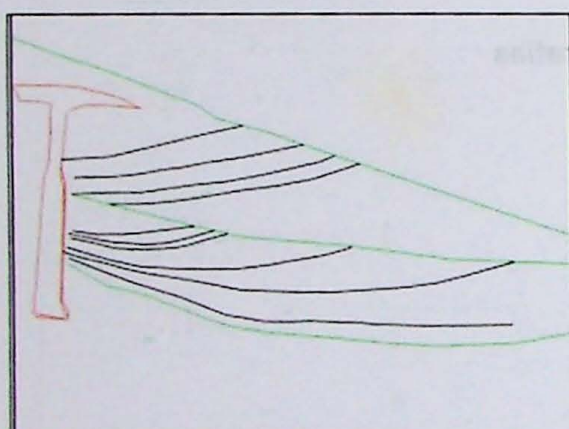
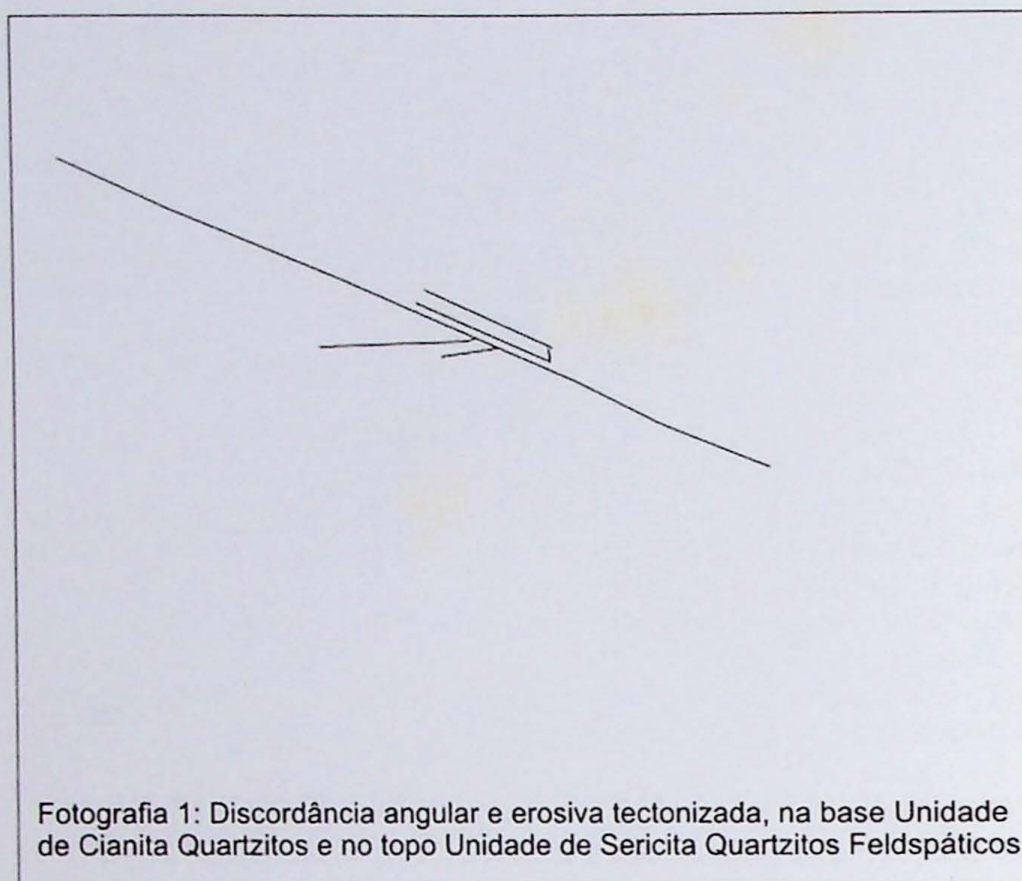
- LUCHESI, I & SCHORSCHER, H.,D., 1989. Evolução petrogenética e metalogenética da Serra da Boa Vista, Quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. 1º Relatório Científico, FAPESP, Proc. N(88/0806-1,99p.Washington, USGS, Prof. Pap. 641-C, 81p.
- MACHADO, N., 1989., NOCE C.M.,BELO DE OLIVEIRA, O.A, LADEIRA, E.A. 1989. Evolução geológica do quadrilátero ferrífero no arqueano e proterozóico inferior, com base em geocronologia U-Pb. In: SBG, Simp. Geol. Minas Gerais, 5,/ Simp. Geol. Brasília,1, Anais,10,1-5
- MACHADO, N., SCHRANK, A., NOCE, C.M., GAUTHIER, G. 1996a. Idades de zircões detríticos de seqüências arqueanas e paleo-proterozóicas do Quadrilátero Ferrífero: Implicações para a evolução do Greenstone Belt Rio das Velhas e da Bacia de foreland do Supergrupo Minas. In: SBG, Congresso brasileiro de geologia, 39, Anais, 6,110-114.
- MACHADO, N., SCHRANK, A., NOCE, C.M., GAUTHIER, G. 1996b. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: Implications for Greenstone Belt setting and evolution of a Transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, sotheast Brazil. Earth Plan. Sci. Lett., 141: 259-276.
- MARTINS-NETO, M.A., PEDROSA-SOARES, A.C., LIMA S.A.A., 2001. Tectono-sedimentary evolution of sedimentary basins from Late Paleoproterozoic to Late Neoproterozoic in the São Francisco craton and Araçuaí fold belt, eastern Brazil. *In: Sedimentary Geology* 141-142, p. 343-370. Elsevier
- MAXWELL, C.H., 1972: Geology and Ore Deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brazil - Geological Survey Professional Paper 341-J.
- MIALL,A.D., 1996 . The geology of fluvial deposits: Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Springer.
- MORAES, L.J., e BARBOSA, O., 1939: Ouro no Centro de Minas Gerais. – DNPM. Dir. Fom. Prod. Miner. Bol. 38, 185p., Rio de Janeiro.
- MOORE, S.L., 1969: Geology and Ore Deposits of the Antônio Santos, Gongo Sôco and Conceição do Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil – Geological Professional Paper 341-I.
- NOCE, M., 1995. *Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*, Tese de Doutorado Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- PFLUG, R., 1965: A Geologia da Parte Meridional da Serra do Espinhaço e Zonas Adjacentes, Minas Gerais - DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim 226, p. 1 - 62.
- 1968: Observações sôbre a Estratigrafia da Série Minas na Região de Diamantina, Minas Gerais – DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos, 142, 20S., 5 abb., Rio de Janeiro.
- RETTINGER, R. 1998. *Thermometamorphic characterization of the transition zone between the Archean São francisco Craton and Proterozoic mobile belt, Minas Gerais, Brazil*. Tese de Doutorado, Universidade Postdam, 116p.
- SANTOS, A. R. 1986. *Estudos sobre tectônica de fraturamento na região do Quadrilátero Ferrífero e em partes do complexo migmatito-granulítico de Minas Gerais com base em sensoriamento remoto*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- SCHOLL, W. ,1980: Estratigrafia, sedimentologia e paleogeografia na região de Diamantina (Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil) - Munster. Forsch. Geol. Palaont. 51 p.223-240.
- SCHOLL, W.U. e Fogaça, AC.C. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina. 1ºSimp. Geol. Minas Gerais, SBG, núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, p.55-73,
- SCHOLL, W.U & TURINSKY, F.,1980:O espectro de minerais pesados nas seqüências quartzíticas pré-cambrianas na parte sul da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil-Muster. Forsch. Geol. Palaont. 51 p.257-278.

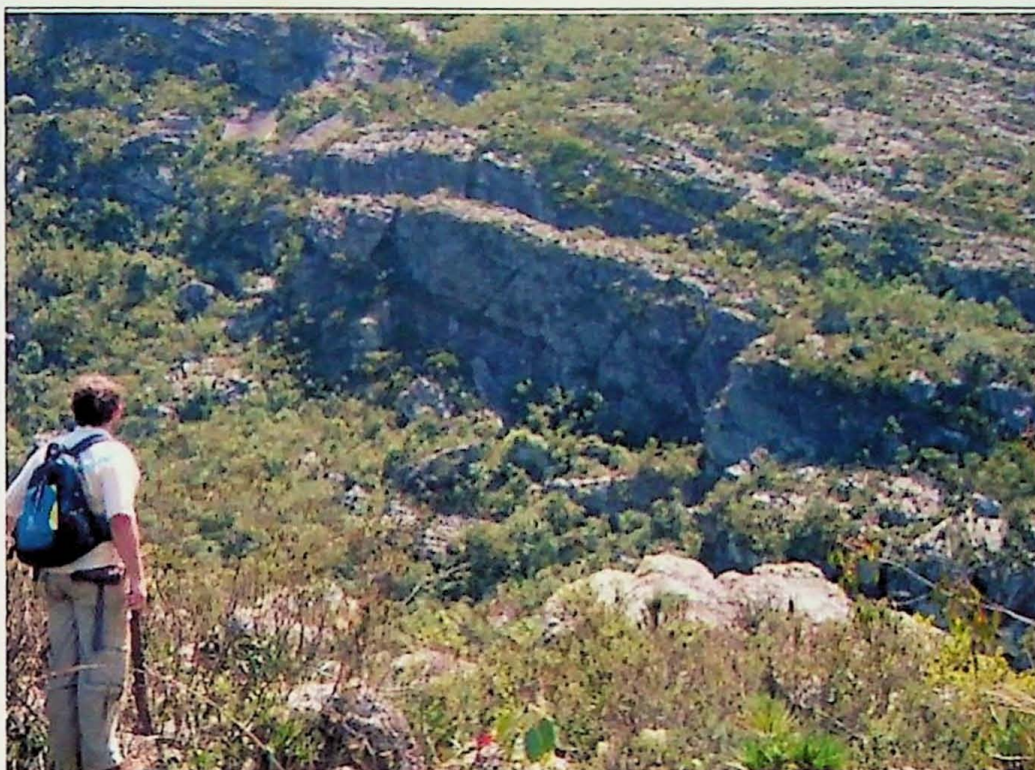
- SCHORSCHER, H.D., 1992 . *Arcabouço Petrológico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais, Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e Domínios granito-gnaissicos adjacentes*. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 394p
- SCHORSCHER, H.D., 1979a. Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero. *Anais Acad. Bras. Ciênc.* 51:767-768
- SCHORSCHER, H.D., 1979b. Evolução arqueana e proterozóica do Quadrilátero Ferrífero e de partes meridionais da Serra do Espinhaço. *In: Simpósio sobre Geologia do Craton São Francisco e suas Faixas Marginais*, 1, *Resumos*.
- SCHORSCHER, H.D., 1980. Geotectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *In: Inter. Geol. Cong.*, 26, Abstracts, Vol.2,p.613.
- SIMMONS, G.C.; MAXWELL C.H., 1961: Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas – DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim 211, p.1-31.
- SPERBER, M., 1975. *Geologie des Präkambriums am Süd-West-Rand des Serra do Cipó (Serra do Espinhaço, MG., Brasilien)* Tese de Doutorado, Instituto de Geociências Univ. Freiburg im Breisgau, Alemanha.
- TEIXEIRA, W., 1982. Geochronology of southern part of São Francisco Craton- *Rev.Bras.Geoc.*, 12: 268-277.
- THORPE, R.I., CUMMING, G.L., KRSTIC, D. 1984. Lead isotope evidence regarding age of gold deposits in the Nova Lima district, Minas gerais, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 14: 147-152
- WINKLER, H.,1977. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer Verlag.



10. Fotografias







Fotografia 1: Discordância angular e erosiva tectonizada, na base Unidade de Cianita Quartzitos e no topo Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos



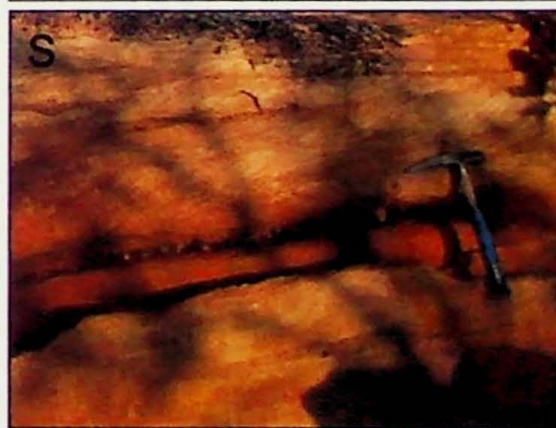
Fotografia 2: Estratificações cruzadas acanaladas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos Afloramento MC-65



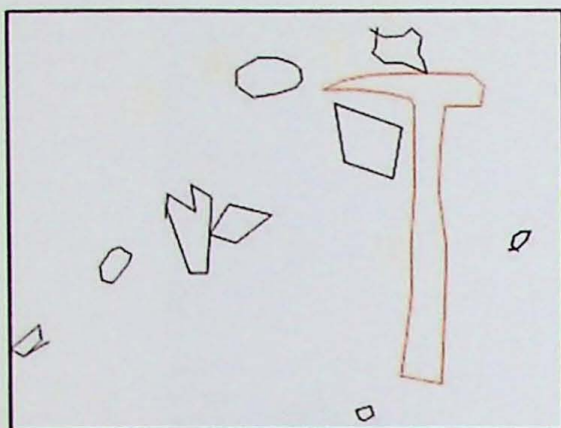
Fotografia 3: Estratificações cruzadas e camadas tabulares. Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Afloramento MC-71



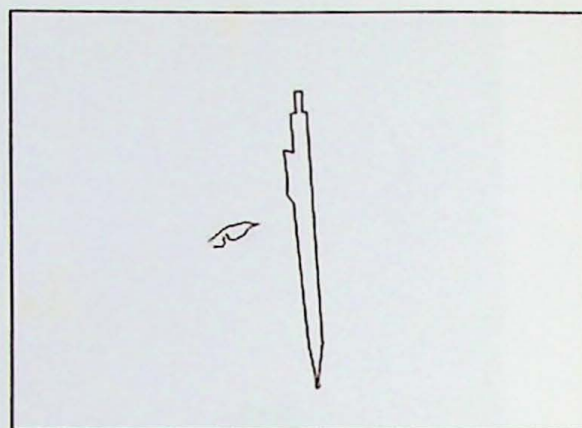
Fotografia 4: Estratificações cruzadas acanaladas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, Afloramento MC-78



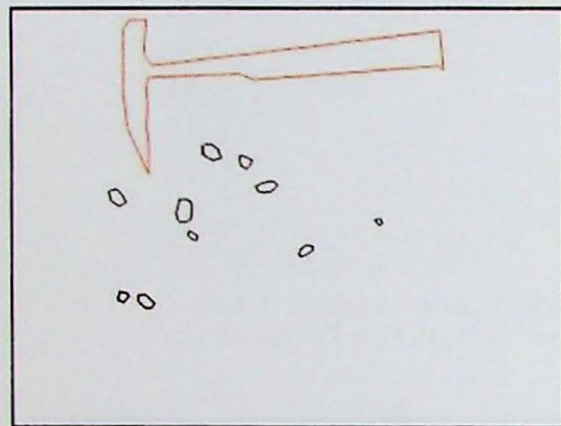
Fotografia 5: Estratificações cruzadas acanaladas, Unidade Sericita Quartzitos Feldspáticos, Afloramento MC-119



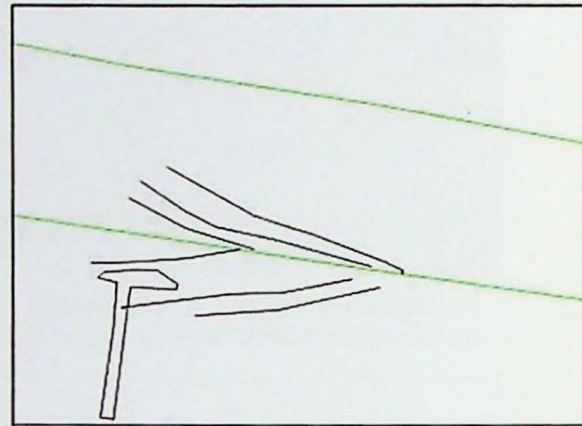
Fotografia 6: Seixos de metachert angulosos, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-104



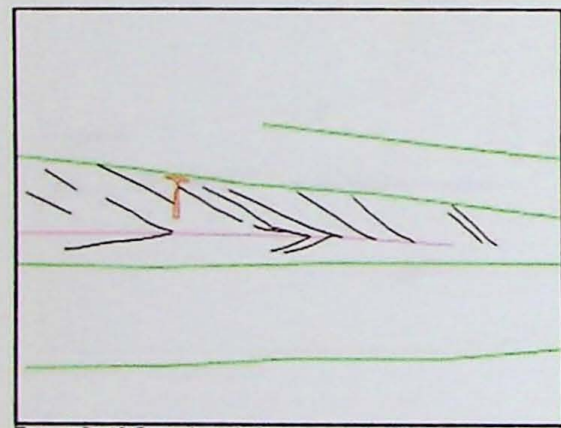
Fotografia 7: Intraclasto de filito (cinza) em meio a quartzito, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-63



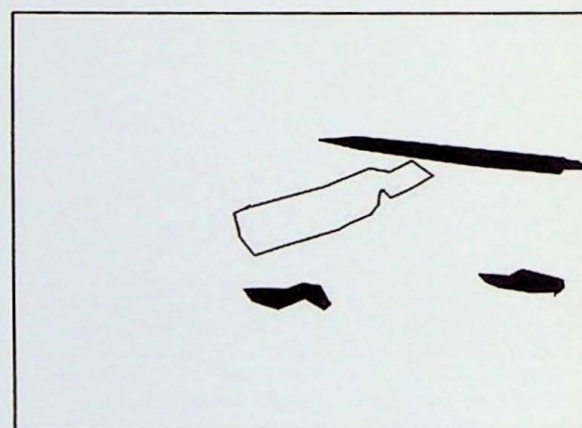
Fotografia 8: Seixos de quartzo arredondados a subangulosos, Unidade de Sericita Quartzitos, afloramento MC-20



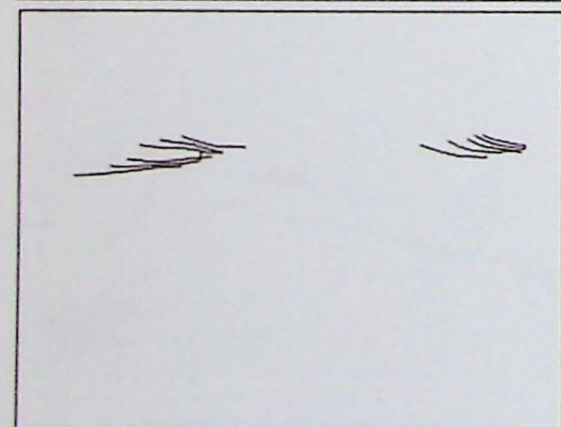
Fotografia 9: Camadas tabulares com estratificações cruzadas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos afloramento MC-71



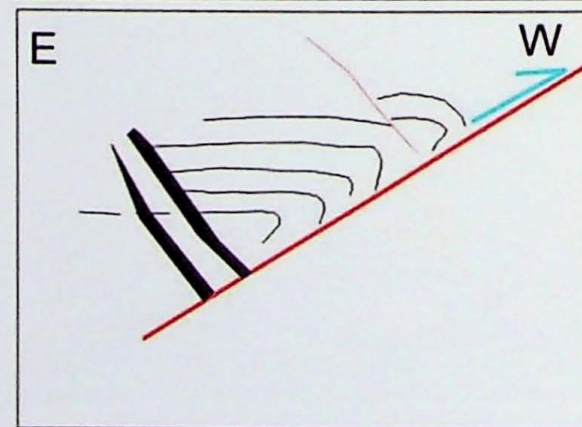
Fotografia 10: Camadas tabulares com estratificações cruzadas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos afloramento MC-71, visada geral



Fotografia 11: Seixos de metachert deformado envoltos por cianita esverdeada, Unidade de Cianita Quartzitos, afloramento MC-56



Fotografia 12: Megaestratificações cruzadas intercaladas a Unidade de Cianita Quartzitos, Afloramento MC-92



Fotografia 13: Dobras de arraste e cavalgamento truncando diques, Unidade de Cianita Quartzitos.



Fotografia 6: Seixos de metachert angulosos, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-104



Fotografia 7: Intraclasto de filito (cinza) em meio a quartzito, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-63



Fotografia 8: Seixos de quartzo arredondados a subangulosos, Unidade de Sericita Quartzitos, afloramento MC-20



Fotografia 9: Camadas tabulares com estratificações cruzadas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-71



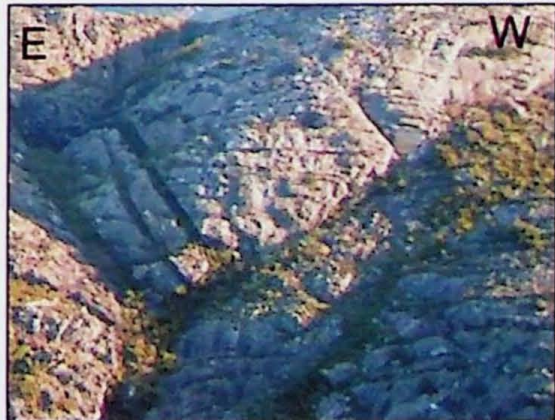
Fotografia 10: Camadas tabulares com estratificações cruzadas, Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos, afloramento MC-71, visada geral



Fotografia 11: Seixos de metachert deformado, envoltos por cianita esverdeada, Unidade de Cianita Quartzitos, afloramento MC-56



Fotografia 12: Megaestratificações cruzadas intercaladas a Unidade de Cianita Quartzitos, Afloramento MC-92



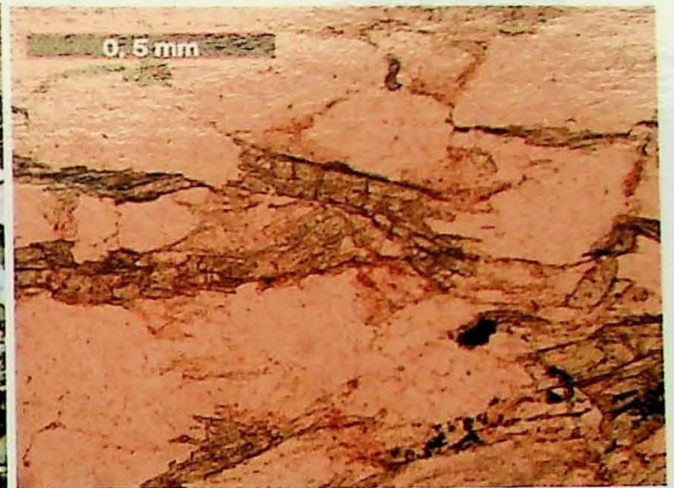
Fotografia 13: Dobras de arraste e cavalgamento truncando diques, Unidade de Cianita Quartzitos.

11. Fotomicrografias

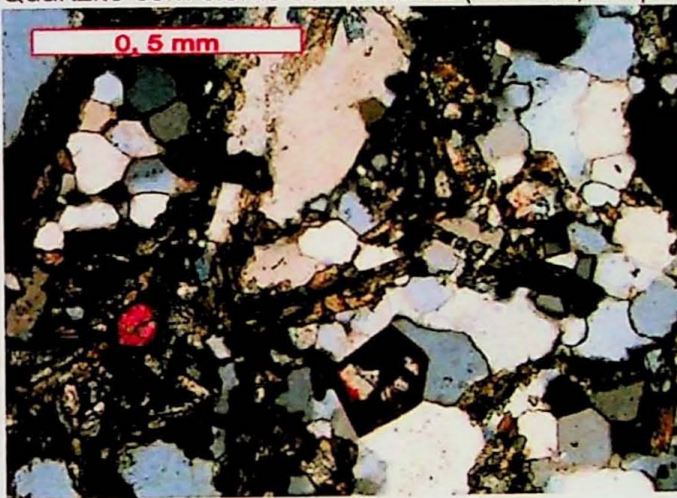
Fotomicrografias



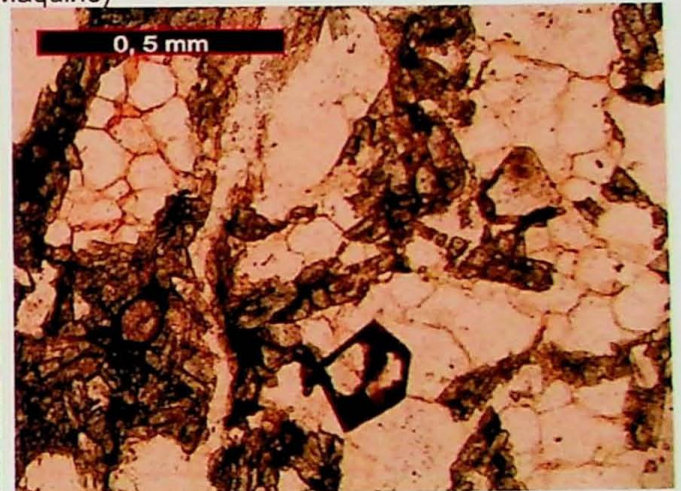
1. Polarizadores (pol.) X
Quartzito com cloritóide na matriz (MC-102, Grupo Maquiné)



2. Pol. //



3. Pol. X
Quartzito com cloritóide na matriz, zircão e rutilo (MC- 101, Grupo Maquiné)



4. Pol. //

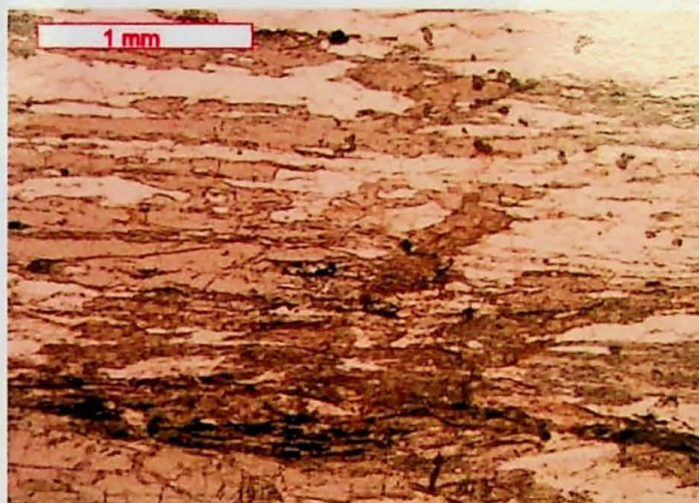


6.. Pol. X. Unidade de Cianita Quartzitos
Cianita quartzito nematoblástico (MC-56)

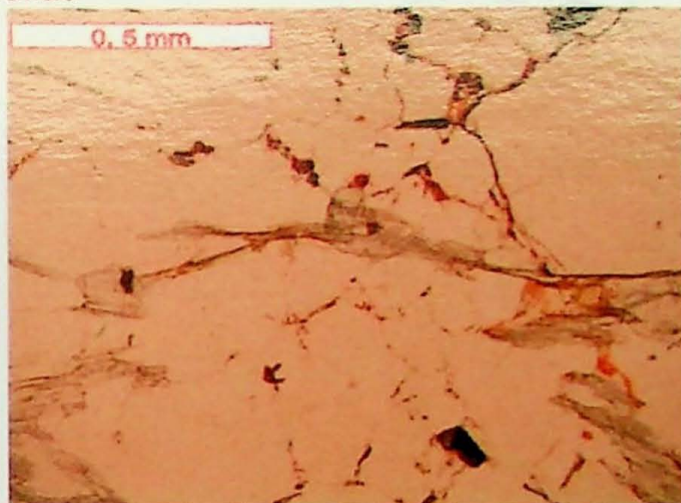


5. Pol. X. Unidade de Cianita Quartzitos (MC-43)
Quartzito granoblástico com contatos poligonais

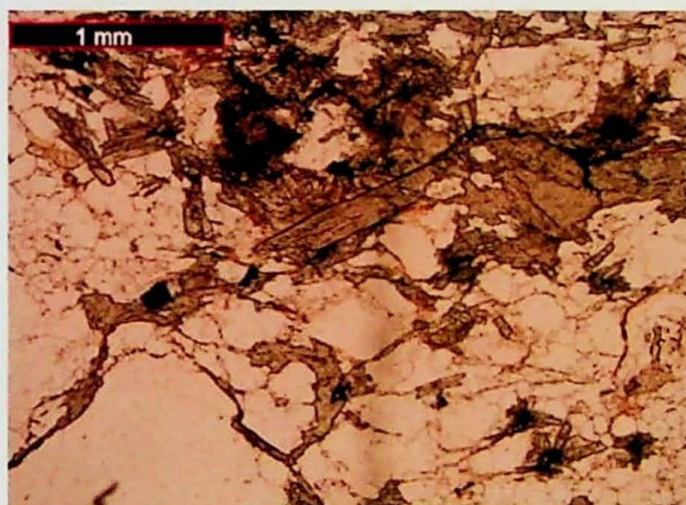
Fotomicrografias



7. Pol. // (MC-56) Unidade de Cianita Quartzitos
Cianita quartzito nematoblástico



8. Pol. // (MC-36) Unidade de Cianita Quartzitos
Cianita quartzito com rutilo)



9. Pol. // (MC-22) Unidade de Cianita Quartzitos
Quartzito com cianita e cloritóide



10. Pol. X (MC-22) Unidade de Cianita Quartzitos
Quartzito com cianita e cloritóide.

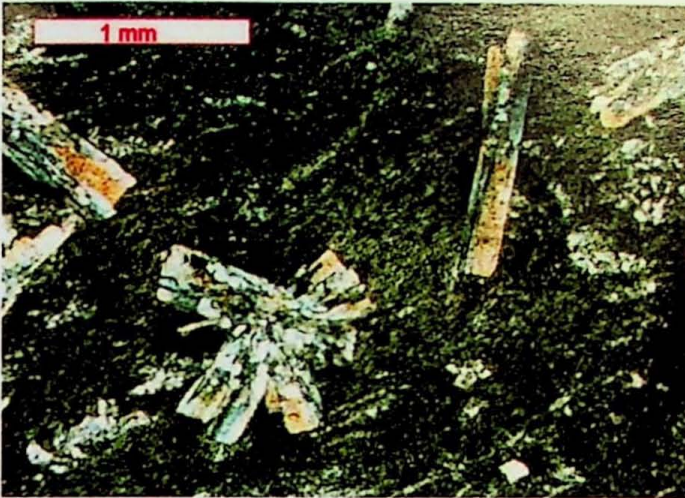


11. Pol. // (MC-58) Unidade de Cianita Quartzitos
Pseudomorfos ripiformes, matriz clorítica e rutilo

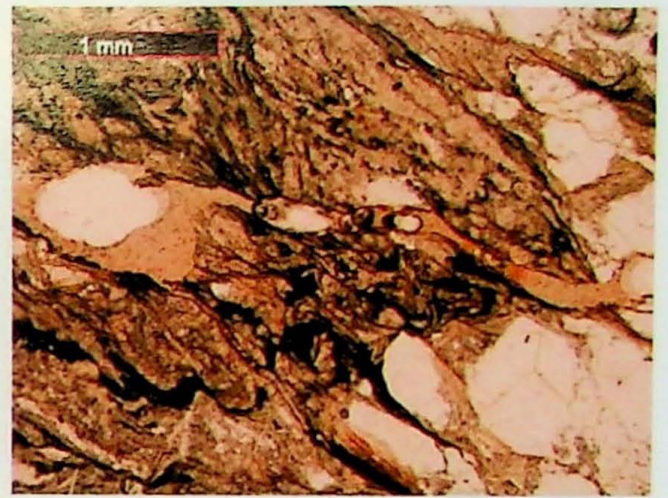


12. Pol. // (MC-100b) Unidade de Cianita
Quartzitos. Cloritóides e matriz clorítica

Fotomicrografias



13. Pol. X. (MC-100b) Unidade de Cianita Quartzitos. Filito clorítico com cloritóide



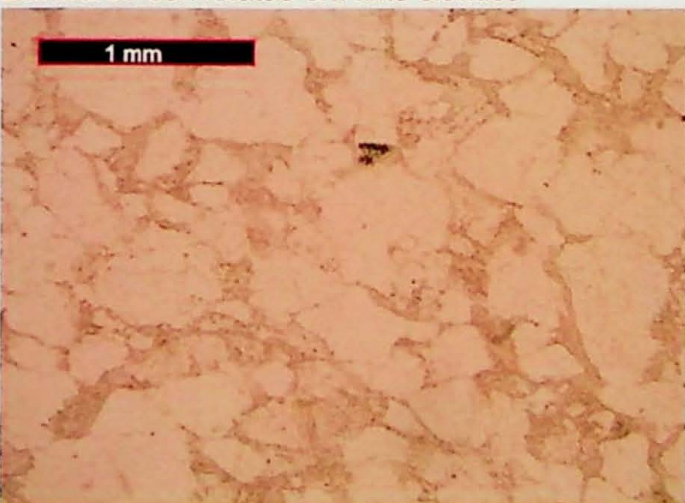
14. . Pol. //. (MC-58) Unidade de Cianita Quartzitos. Estruturas convolutas em filito clorítico



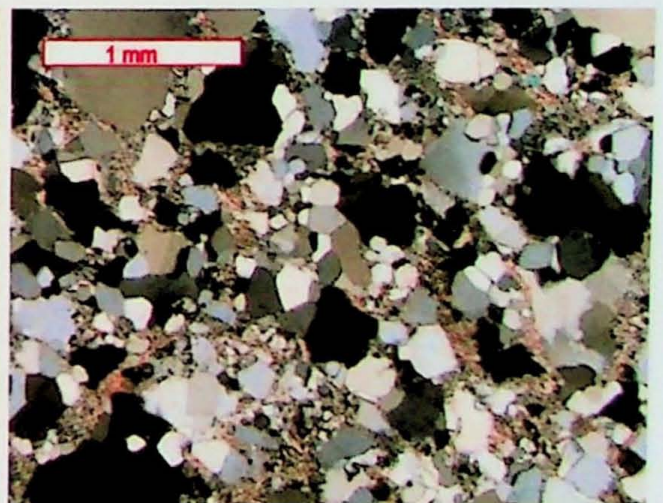
15. Pol.X (MC-58) Unidade de Cianita Quartzitos. Estruturas convolutas em filito clorítico



16. Pol. //. (MC-100b) Unidade de Cianita Quartzitos. Quartzo com baías de corrosão

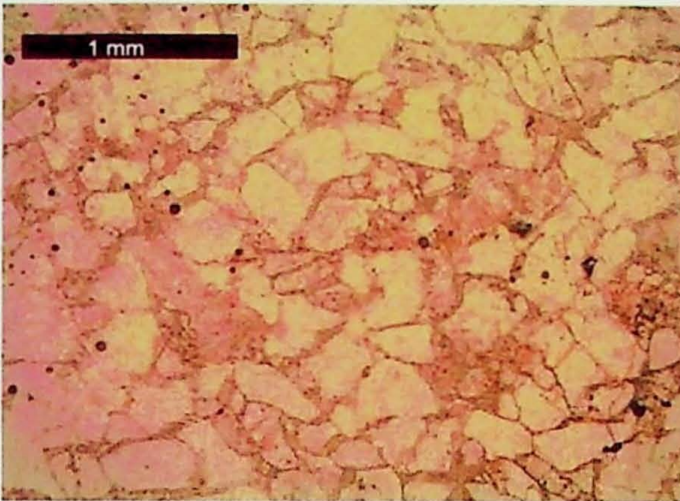


17. Pol. // (MC-17a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Quartzito com sericita

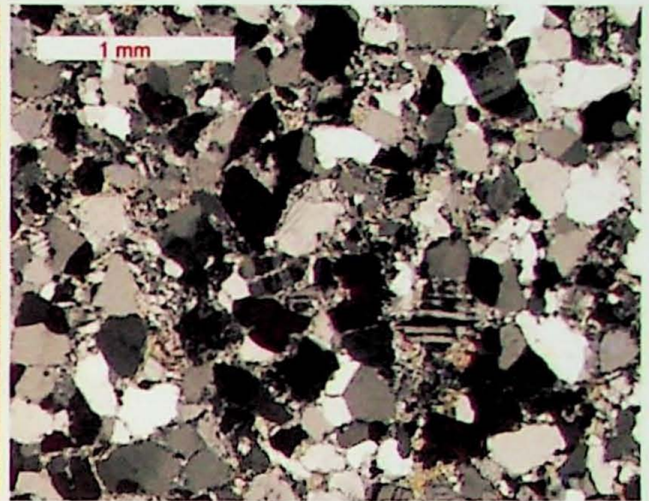


18. Pol.X (MC-17a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Quartzito com sericita

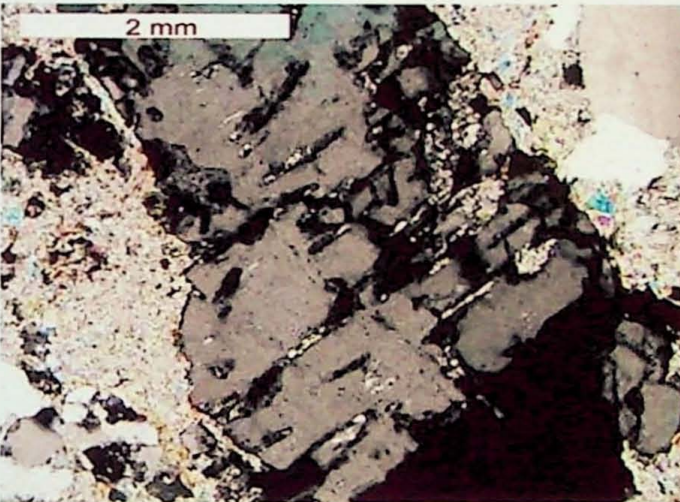
Fotomicrografias



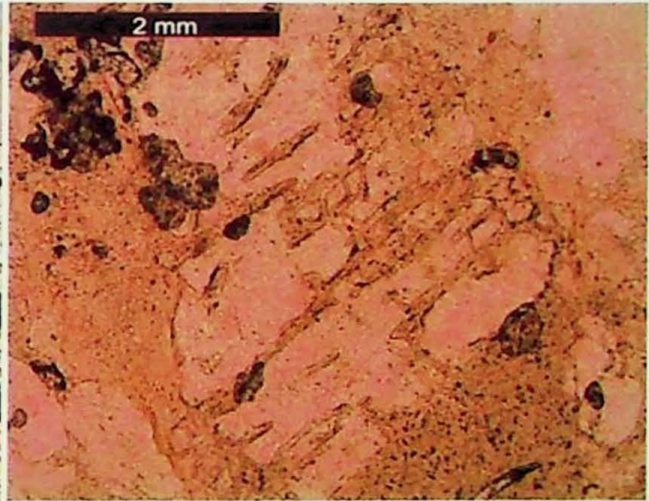
19. Pol. // (MC-66a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Metasubarcosiano com sericita



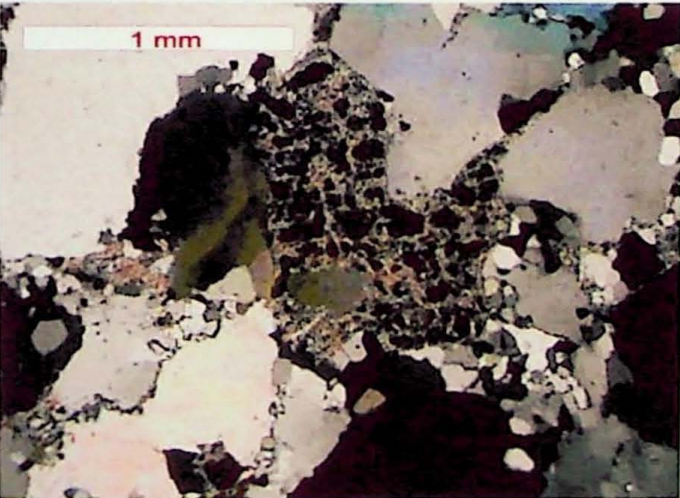
20. Pol. X (MC-66a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Metasubarcosiano com sericita



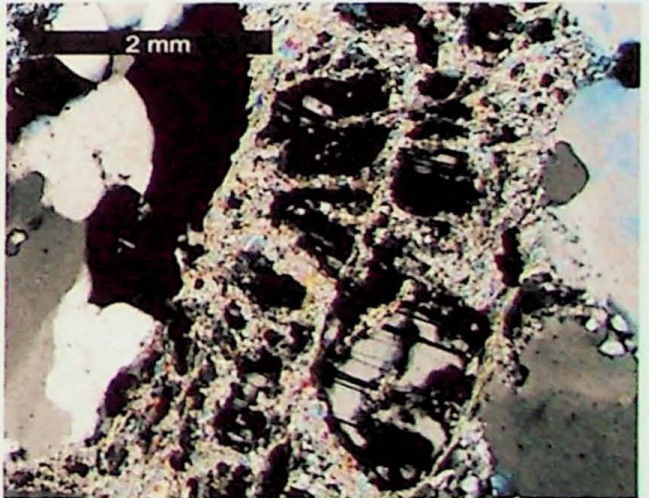
21. Pol. X. (MC-12a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Início da alteração de feldspato



22. Pol.// (MC-12a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Início da alteração de feldspato

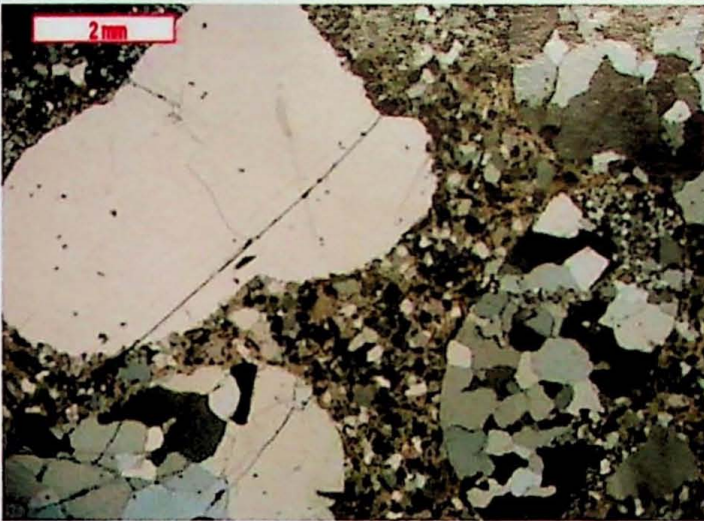


23. Pol.X. (MC-71) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Restos de feldspato e partes alteradas

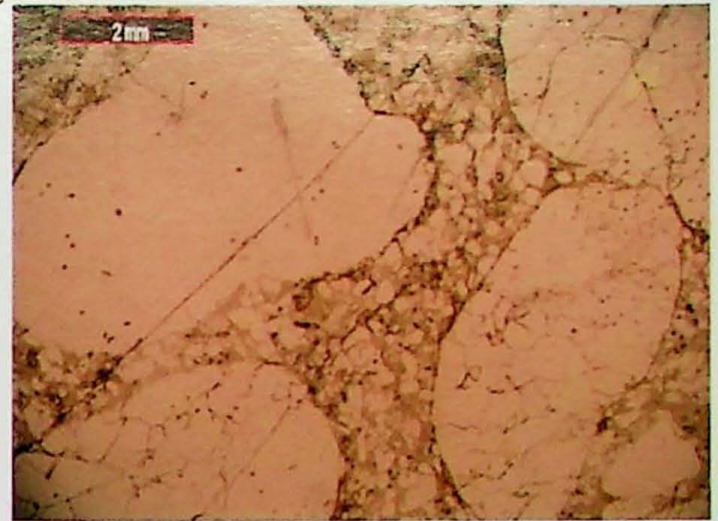


24. Pol. //. (MC-71) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Restos de feldspato e partes já alteradas

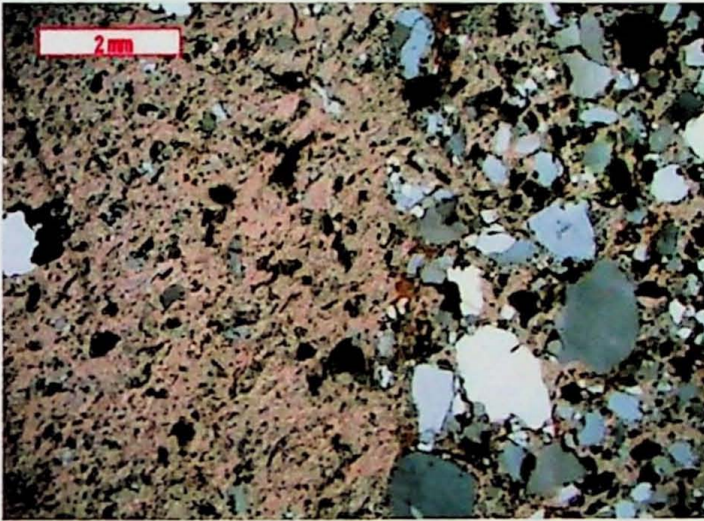
Fotomicrografias



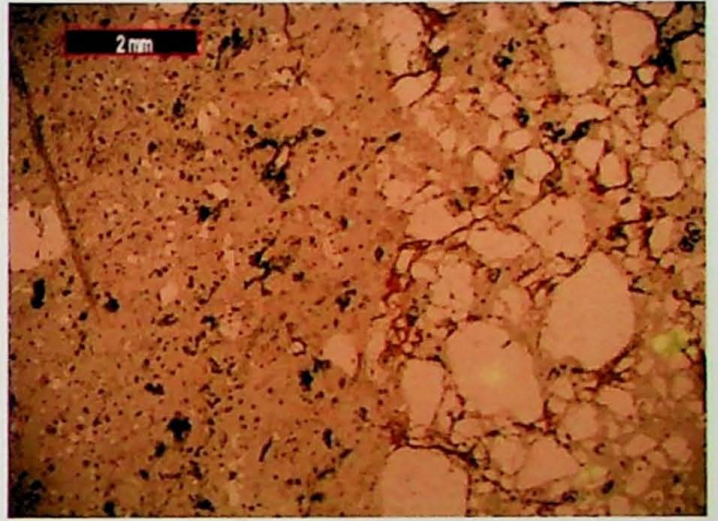
25. Pol. X (MC-29a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Quartzito com seixos e matriz fina



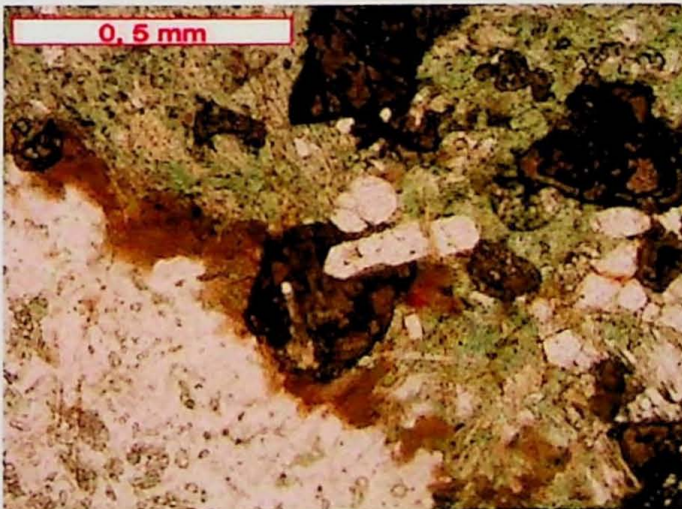
26. Pol. // (MC-29a) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspático. Quartzito com seixos e matriz fina



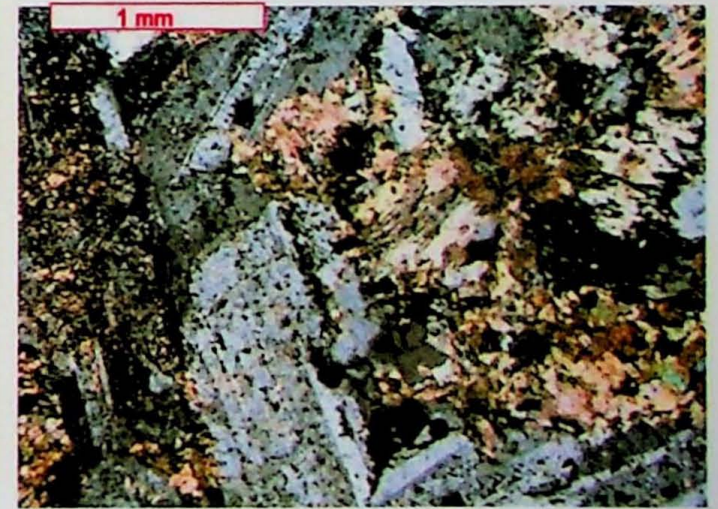
27. Pol. X (MC-11) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Filito sericítico a quartzito com matriz sericítica



28. Pol. // (MC-11) Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos. Filito sericítico a quartzito com matriz sericítica



29. Pol. // (MC-72)
Apatita, leucoxênio, plagioclásio e anfibólio (actinilítico) em metadiabásio



30. Pol. X (MC-72)
Aspecto de plagioclásio saussuritizado em metadiabásio

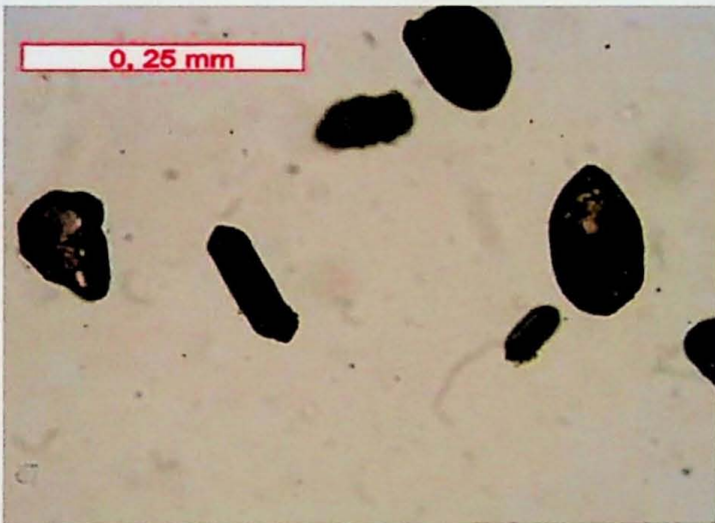
Fotomicrografias



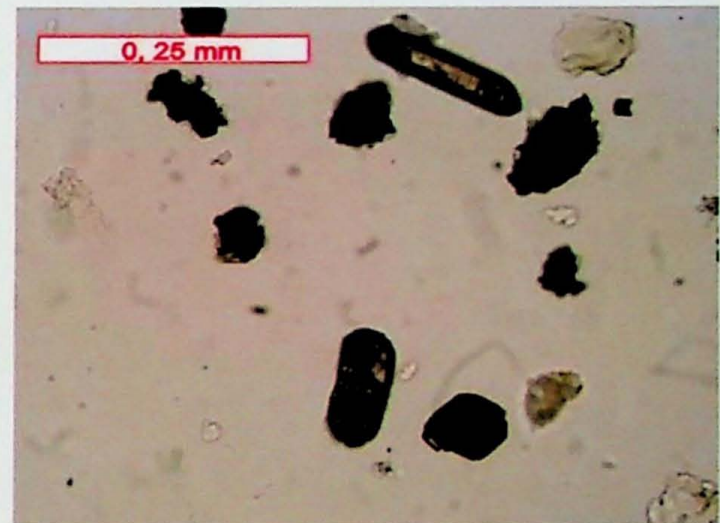
31. Epidoto prismático (MC-63 b, fração areia fina)
Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos



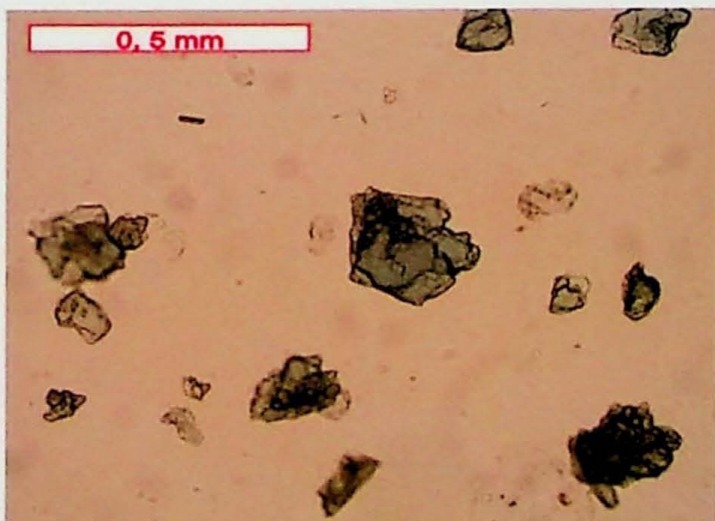
32.. Grão detrítico arredondado de fuchsit e acima
epidoto (MC-63b, fração areia fina) Unidade de
Sericita Quartzitos Feldspáticos



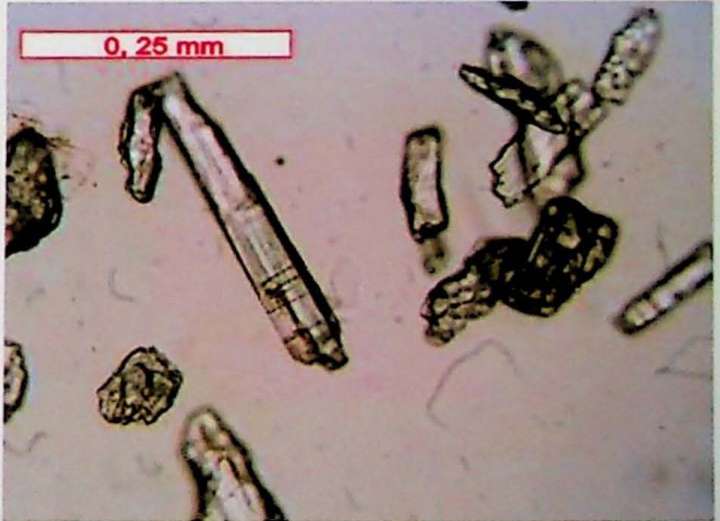
33. Grãos de zircões idiomórficos, muito e pouco arredondados(MC-63b,
fração areia muito fina). Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos



34. Grãos de zircões idiomórficos, muito e pouco arredondados(MC-112,
fração areia muito fina). Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos



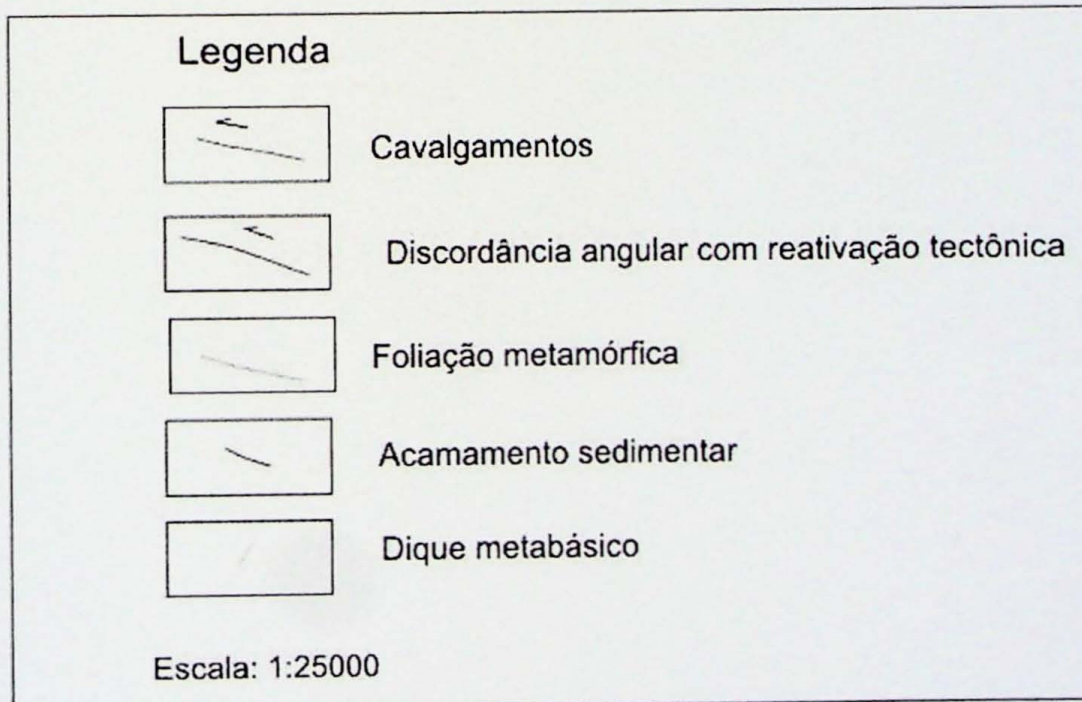
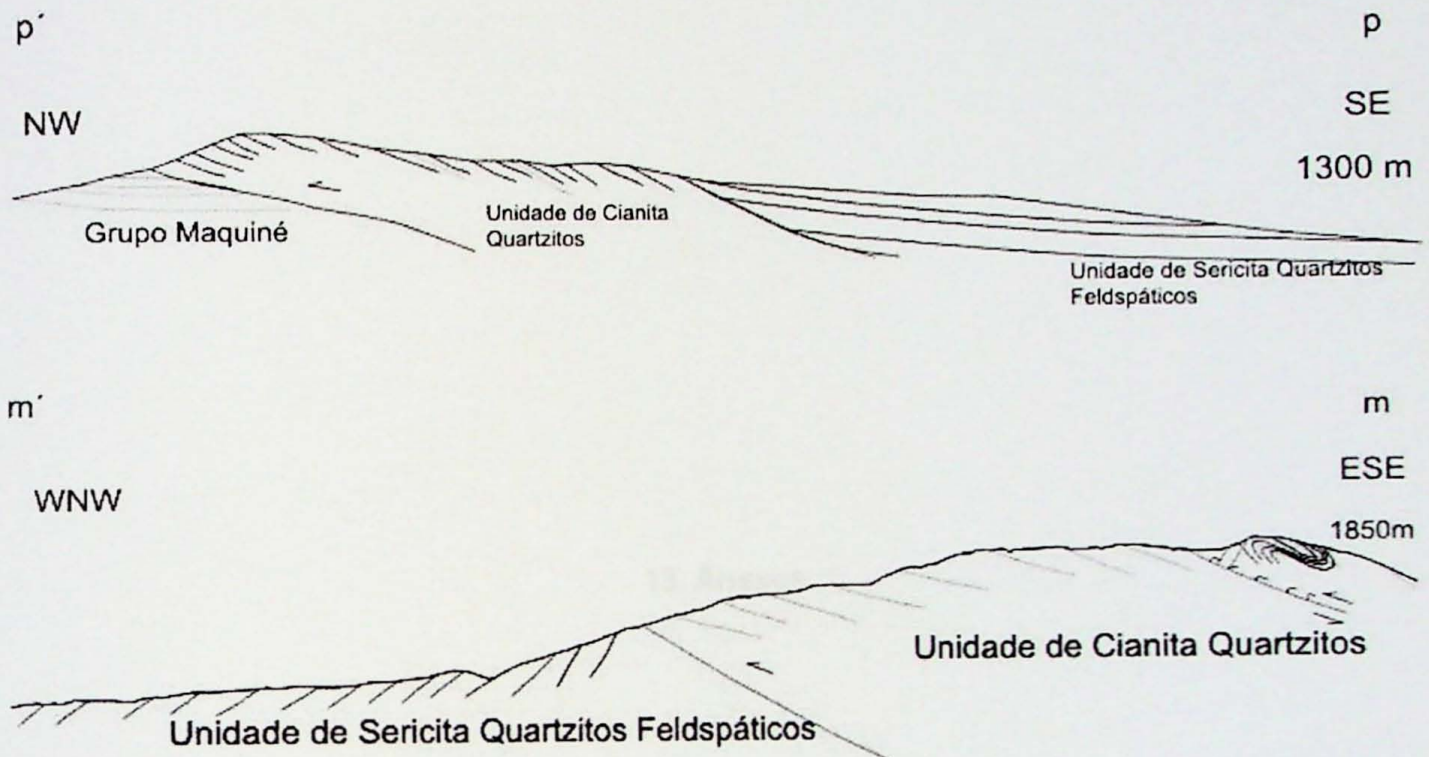
35. Grãos de cloritóide (MC-104, fração areia fina)
Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos



36. Cristais idiomórficos de cianita (MC-97, fração
areia fina) Unidade de Sericita Quartzitos
Feldspáticos

12. Perfis

Anexo 5. Perfis Localização dos perfis no mapa de pontos



13. Anexos

Anexo 1

Anexo 1

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC003	657904	7777088	Quartzito (meta arenito com matriz média e grânulos de ~5mm), com sets de estratificação cruzada de pequeno porte (decimétrica). Há presença de feldspato	Sericita Quartzitos Feldspáticos			215	85				
MC004	657735	7777195	Quartzito (meta arenito com matriz de granulação média e grânulos) com sets de estratificação cruzada acanalada a tabular (até 40 cm), com níveis siltosos esparsos (~3cm). Direção de transporte unidirecional	Sericita Quartzitos Feldspáticos			220	75				
MC005	657635	7777272	fragmento de mineral castanho escuro, em meio areia e aparência de concreção	Sericita Quartzitos Feldspáticos								
MC006	657469	7777554	Quartzito (meta arenito com matriz de granulação média e grânulos de quartzo poucos retrabalhados) com sets de estratificação cruzada acanalada (até 20 cm).	Sericita Quartzitos Feldspáticos			200	90				
MC007	657489	7777678	Quartzito (meta arenito de granulação média) com sets de estratificação cruzada acanalada a tabular.	Sericita Quartzitos Feldspáticos			226	72				
MC008	657470	7777750	Quartzito (meta arenito de granulação média) com sets de estratificação cruzada (10 a 40 cm) intercalados a camadas de ~5cm de espessura de siltito laranja claro	Sericita Quartzitos Feldspáticos			232	65				
MC009	657490	7778000	Solo argiloso vermelho, rocha alterada roxa e porfírica	Meta-básica								
MC010	657091	7778921	Primeiro fragmento de quartzito em solo até então argiloso com fragmentos de metabásica	Sericita Quartzitos Feldspáticos								
MC011	657405	7779263	Meta conglomerado de grânulos, com matriz areia fina, com sets de estratificação cruzada acanalada (até 30 cm) intercalado a níveis de meta siltito cinza.	Sericita Quartzitos Feldspáticos			318	60				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
			Quartzito (meta arenito de granulação fina a siltsosa) com sets de estratificação cruzada acanalada intercalado a níveis de meta conglomerado com matriz siltsosa e seixos de (1,0-1,5 cm) de quartzo e feldspato	Sericita Quartzitos								
MC012	657526	7779340	Quartzito (meta arenito com matriz de areia fina, com grãos de areia média e grânulos, com intercalações de meta conglomerado com seixos de 1,0 a 1,5 cm de feldspato e quartzo)	Feldspáticos			340	32				
			Quartzito (meta arenito com matriz de areia fina, com grãos de areia média e grânulos, com intercalações de meta conglomerado com seixos de 1,0 a 1,5 cm de feldspato e quartzo)	Sericita Quartzitos								
MC013	657448	7779516	estratificac~ao cruzada acanalada (15,0 a 40cm)	Feldspáticos			322	55				
			Bloco rolado de Quartzito (meta arenito de granulação média com alguns clastos de areia grossa de quartzo hialina) estrutura sedimentar incipiente, nódulos de sulfeto vermelho, há caulinita na matriz	Sericita Quartzitos								
MC014	657902	7779950	Quartzito (meta arenito de granulação fina com grânulos de quartzo hialina e seixos (1,0 a 1,5 cm) de feldspato caulinizado), ocorre uma camada (2 cm) de matriz siltsosa verde e areia média fina	Feldspáticos								
MC015	657922	7779969	Quartzito róseo (meta arenito fino com grânulos de quartzo hialino e fumê, e seixos de filito (1,5 cm)); ocorrem níveis filíticos paralelos a S0, sets decimétricos de estratificação cruzada acanalada	Sericita Quartzitos	58	44	354	55				
			Quartzito verde claro recristalizado (níveis de meta arenito fino e níveis de meta arenito médio a grosso) com grânulos de feldspato.	Feldspáticos			184	79				
MC016	658121	7780072	Quartzito verde claro recristalizado (níveis de meta arenito fino e níveis de meta arenito médio a grosso) com grânulos de feldspato.	Sericita Quartzitos								
MC017	658016	7780082	Quartzito milonítico médio com caulinita e nível castanho micáceo, seixo de chert fino transposto	Feldspáticos			180	90				
			Quartzito milonítico médio com caulinita e nível castanho micáceo, seixo de chert fino transposto	Sericita Quartzitos								
MC018	657971	7780081	pela foliação sem deformação	Feldspáticos			8	85				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC019	654862	7774825	Quartzito médio a grosso, com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			146	32				
MC020	654150	7775761	Quartzito médio a grosso, com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			133	39				
MC021	654091	7775758	Quartzito médio a grosso, com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			148	30				
MC022	653815	7775949	Quartzito (meta arenito de granulação média com grânulos de quartzo hialino com micas; bancos decimétricos com sets de cruzadas acanaladas)	Cianita Quartzitos			140	40				
MC023	654686	7775201	Quartzito (meta arenito com granulação média e matriz fina) com grânulos de quartzo hialina anguloso e mineral verde claro, as vezes com brilho vítreo, as vezes, branco esverdeado e tabular, sub-paralelo a S0, porções alaranjadas.	Sericita Quartzitos Feldspáticos			152	35				
MC024	655973	7775244	Bloco de quartzo (meta arenito com nível de granulação grossa com grânulos de quartzo hialino e nível de granulação fina) com presença de nódulos de algum sulfeto (mancha laranja ao redor) e um mineral escuro possível turmalina.	Sericita Quartzitos								
MC025	656178	7775182	Quartzito médio com cruzadas acanaladas e raros níveis centimétricos de meta-silito.	Sericita Quartzitos Feldspáticos							200	50
MC026	657857	7776920	Quartzito (meta arenito de granulação areia média, com areia fina intersticial, graós de areia grossa a grânulos de quartzo hialina, sets tabulares de estratificação cruzada acanalada (15 cm) e presença de turmalina (?))	Sericita Quartzitos Feldspáticos			7	35				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC027	657072	7777233	Quartzito médio com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos			200	75				
MC028	656991	7777537	Quartzito (meta arenito com granulação média e interstícios de granulação fina) com sets decimétricos (10 a 30 cm) de estratificação cruzada acanalada e festões.	Feldspáticos			195	80				
MC030	656481	7778248	Quartzito (meta arenito com granulação média, com 40 % da matriz de granulação fina alaranjada, com grânulos de quartzo hialino) com estratificação cruzada acanalada em sets decimétricos (até 30 cm), há festões.	Sericita Quartzitos			198	47				
MC030	656481	7778248	Quartzito médio a fino	Feldspáticos			206	27				
MC031	656330	7778317	Saprólito de rocha meta-básica foliada porfírica, com possível direção de fluxo 46/84	Sericita Quartzitos	93	36						
MC032	656328	7778340	Quartzito (meta arenito de granulação fina a média) com sets de estratificação cruzada acanalada	Feldspáticos			348	25				
MC033	655539	7779744	Quartzito fino (a médio) com níveis filíticos (0,5 a 1,0 cm), sets tabulares de estratificações cruzadas acanaladas ou sigmoidais (10 a 40 cm), superfície de intemperismo marrom amarelo/esverdeado, para N caminha-se para o flanco invertido	Grupo Maquiné			50	40				
MC034	655562	7779684	Quartzito fino (a médio) com níveis filíticos (0,5 a 1,0 cm)	Grupo Maquiné								

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC035	655632	7779527	Quartzito (meta arenito de granulação fina sobreposto estratigráficamente por nível de meta arenito gde granulação grossa e nível de meta cilitite verde (~1,5 cm), onde mediu-se Sn, Li e Le. Níveis de ms quartzito fino (~10 a 15 cm)	Sericita Quartzitos	55	6	357	84	108	37		
MC036	662494	7775166	lepidogranoblástico intercalados com níveis de ms ky quartzito porfiroblástico (ky) nematoblástico	Cianita Quartzitos	86	40						
MC037	662510	7775186	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico	Cianita Quartzitos	58	80						
MC039	662668	7775464	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico, com níveis (3,0 a 5,0 cm) de ms ky quartzito nematoblástico	Cianita Quartzitos	60	78						
MC043	662277	7775409	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico, com níveis (subordinados) de ms ky quartzito nematoblástico, a Sn é oblíqua a este bandamento (Sn-1, possivelmente a S0)	Cianita Quartzitos	70	30	174	37	110	35		
MC044	662262	7775442	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico	Cianita Quartzitos	78	65			78	45		
MC045	662357	7775217	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico, com níveis (subordinados) de ms ky quartzito nematoblástico.	Cianita Quartzitos	60	48			73	30		
MC047	662331	7775667	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico, com níveis (5,0 a 15,0 cm) de ms ky quartzito nematoblástico, Sn oblíqua a este bandamento (S0? Ou Sn-1*)	Cianita Quartzitos	84	45	25	85				
MC048	662297	7775723			12	30	308*	19*	85	12		
MC050	662245	7775799	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico	Cianita Quartzitos	76	30			98	30		
MC051	662289	7775621	plano do "cianitito	Cianita Quartzitos								
MC054	661351	7775768		Cianita Quartzitos	100	24	28	20				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC054	661351	7775768		Cianita Quartzitos								
			Meta conglomerado (nível de 10 cm em meio a quartzito puro), recristalização de seixos de chert (até 5,0 cm), e matriz nematoblástica só de ky, sigmoides de deformação indicando topo para W	Cianita Quartzitos								
MC055	661268	7775755	Quartzito puro, bancado fino, granoblástico, com níveis (5,0 a 15,0 cm) de ms ky quartzito nematoblástico, há crenulação e presença de micas	Cianita Quartzitos	68	50			96	50		
MC056	660873	7775986	(menor grau de metamorfismo)	Cianita Quartzitos								
MC057	660747	7776093	Ms quartzito fino, com aspecto de brecha de sedimentação química de sílica	Cianita Quartzitos								
			Meta arenito, com intercalação de siltito verde com "pinta", aparência de pouca recristalização metamórfica	Cianita Quartzitos			37	32				
MC058	660503	7776012	Quartzito (meta arenito fino, com intercalações de níveis de meta arenito grosso com matriz fina, e algumas lentes centimétricas de meta siltito. 30 metros de espessura.	Sericita Quartzitos								
MC060	657757	7776860	Quartzito fino branco puro, com grãos de quartzito hialina médios e grossos, sets decimétricos de cruzadas acanaladas, pacotes tabulares e níveis (2,0 a 5,0 cm) de meta-siltito.	Feldspáticos			206	30				
MC064	658117	7777186	quartzitos médios com caulinita	Sericita Quartzitos			220	68				
MC064	658117	7777186		Feldspáticos			220	55				
MC065	657829	7776597	quartzitos médios com caulinita	Sericita Quartzitos			200	80				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC066	658323	7776120	Quartzito médio com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			212	35				
MC067	658319	7775677	Quartzito fino laranja muito alterado, pacotes de 20 cm de sets de cruzadas acanaladas, há cruzadas sigmoidais	Sericita Quartzitos Feldspáticos			218	70				
MC068	657648	7775136	Quartzito médio com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			190	40				
MC069	654577	7774753	Quartzito médio com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			162	60				
MC069	654577	7774753	Quartzito médio com cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos Feldspáticos			152	68				
MC070	654171	7774491	Quartzito puro recristalizado grosso, sets tabulares com cruzadas de baixo ângulo, tangenciando na base puro	Sericita Quartzitos Feldspáticos			168	30			172	55
MC071	653960	7774213	grosso, sets tabulares de 10 a 60 cm com cruzadas de alto ângulo (40° no topo) ,	Sericita Quartzitos Feldspáticos			142	15			192	45
MC071	653960	7774213	Rocha meta-básica, com quartzo, plagioclásio, anfíbolo e biotita, granulação média, metamorfisada, coloração roxa, com níveis	Meta-básica							200	40
MC072	653597	7774000		Sericita Quartzitos								
MC077	653779	7774032	Quartzito médio com grânulos, presença de caulim, mineral preto prismático	Feldspáticos								
MC078	657898	7776944	Quartzito médio com grânulos, presença de caulim, mineral preto prismático	Sericita Quartzitos Feldspáticos			214	60				
MC078	657898	7776944	Quartzito médio com grânulos, presença de caulim, mineral preto prismático	Sericita Quartzitos Feldspáticos			210	70				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	granulação	grossa_puro	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC080	657636	7777223	sets de quartzo fino com grânulos, pacotes tabulares de 10 a 20 cm, com cruzadas			Sericita Quartzitos Feldspáticos Meta-básica			216	65				
MC081			Corpo tabular de argila vermelha escura no leito do rio direção da borda do possível dique 90/80			Sericita Quartzitos								
MC082	657289	7777731	Entrada do sumidouro			Feldspáticos								
MC084	657129	7777771	Quartzito granulação grossa com sets tabulares decimétricos (10 a 40 cm), com cruzadas de baixo ângulo			Sericita Quartzitos Feldspáticos			208	60				
MC085			Quartzito granulação grossa com sets tabulares decimétricos (10 a 40 cm), com cruzadas de baixo ângulo			Sericita Quartzitos Feldspáticos			288	23				
MC090	655513	7776199	Quartzito fino, branco, com níveis finos de mica verde, sets de cruzadas tabulares, ou tangenciando na base			Sericita Quartzitos Feldspáticos			180	65			162	50
MC090	655513	7776199	Quartzito fino, branco, com níveis finos de mica verde, sets de cruzadas tabulares, ou tangenciando na base			Sericita Quartzitos Feldspáticos			190	50			160	60
MC090	655513	7776199	Quartzito fino, branco, com níveis finos de mica verde, sets de cruzadas tabulares, ou tangenciando na base			Sericita Quartzitos Feldspáticos							166	50
MC092	654428	7777328				Cianita Quartzitos			150	30				
MC094	653851	7777370	Quartzito fino sets métricos (2m) com estratificações cruzadas tangenciando a base			Cianita Quartzitos			182	50			178	50
MC095	653775	7777587	Quartzito fino sets métricos (2m) com estratificações cruzadas tangenciando a base			Cianita Quartzitos			160	65				
MC096	653726	7777541	Quartzitos em bancos sub-métricos com níveis paralelos ao bancamento com concentração de ky			Cianita Quartzitos			176	30				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirGruz_rumo	DirGruz_dip
MC097	653437	7777400	Quartzitos em bancos sub-métricos com níveis paralelos ao bancamento com concentração de ky	Cianita Quartzitos			126	25				
MC098	653298	7777546	Quartzitos em bancos com níveis paralelos ao bancamento com concentração de ky, presença de caulín	Cianita Quartzitos			126	25				
MC099	653280	7777548	Banco de 1m de espessura, rocha vermelho-roxo, muito fina, com foliação muito fina, e uma clivagem sub-vertical oblíqua, há box works milimétricos	Cianita Quartzitos	146	35			116	30		
MC100	653244	7777543	Filito cinza esverdeado com box-works e quartzo, com clivagem penetrativa (276/50), 5 metros abaixo, aflora quartzo fino, com caulín, sericita e sulfetos, com estratificação cruzada	Sericita Quartzitos Feldspáticos			132	35				
MC101	653150	7777511	Quartzito fino, muito sulfeto, ausência de caulín, S0 não esta bem marcada, bancos métricos	Grupo Maquiné	150	16						
MC102	652932	7777578	Quartzito fino, muito sulfeto, ausência de caulín, S0 não esta bem marcada, bancos métricos	Grupo Maquiné	150	35						
MC104	659133	7777389	Quartzito fino com porções de granulação média, há níveis com micas verdes e sulfetos, há níveis com o molde de seixos arredondados e angulosos (até 7,0cm) que foram removidos, aspecto de metaconglomerado com seixos de chert	Sericita Quartzitos Feldspáticos				217	70			
MC105	659719	7777617	Quartzito fino , puro recristalizado, com níveis de concentração de ky paralelos a S0 ou Sn	Cianita Quartzitos	50	70						
MC106	659747	7777738	Quartzito fino , puro recristalizado, com níveis de concentração de ky paralelos a S0 ou Sn				40	80				
MC107	659831	7777838	Ky Quartzito fino, com níveis de concentração de ky paralelos a S0, e níveis oblíquos (recristalização no plano das cruzadas)	Cianita Quartzitos			60	50				
MC109	659394	7777395	Quartzito tabular grosso	Cianita Quartzitos								

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC110	659330	7777391	Quartzito tabular grosso	Cianita Quartzitos								
MC111	659191	7777384	Lente de 1,0 X 2,0 metros de talco xisto cheio de box-works minúsculos, em meio a zona cheia de veios de quartzito ^{quartzito} róseo, grãos hialina, e níveis milimétricos de micas verdes, pacotes tabulares métricos de sets (de até 40 cm) de cruzadas acanaladas	Sericita Quartzitos	16	90						
MC112	658729	7776252		Feldspáticos							200	85
				Sericita Quartzitos								
MC113	658851	7776150	Quartzito, branco a róseo, fino com sets tabulares (15 a 30 cm) de cruzadas de baixo ângulo tangenciando na base	Feldspáticos			218	60				
				Sericita Quartzitos								
MC114	658916	7775935	Quartzito, branco a róseo, fino com sets tabulares (15 a 40 cm) de cruzadas de baixo ângulo tangenciando na base	Feldspáticos			212	45				
				Sericita Quartzitos								
MC115	658934	7775978	Quartzito, branco a róseo, fino com sets de cruzadas acanaladas da 10 a 15 cm em pacotes tabulares sub-métricos	Feldspáticos			221	60				
				Sericita Quartzitos								
MC116	659211	7775566	Quartzito fino com lâminas (nas estatificações cruzadas) de micas esverdeadas, manchas circulares laranjas ao redor de sulfetos oxidados, ocorrem sets de cruzadas tabulares (máximo 10 cm) e camadas (2,0 a 5,0cm) de meta-siltito.	Feldspáticos			236	50				
				Sericita Quartzitos								
MC117	659235	7775151	Quartzito fino com pacotes tabulares (10 a 30 cm) de sets de cruzadas acanaladas	Feldspáticos			228	70				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Descrição	Unidade	Sn_rumo	Sn_dip	S0_rumo	S0_dip	Le_rumo	Le_dip	DirCruz_rumo	DirCruz_dip
MC118	659501	7776015	Quartzito fino com pacotes tabulares (10 a 30 cm) de sets de cruzadas acanaladas, níveis conglomeráticos (seixos de 2,0 cm) na base dos sets e granodrecrescência ascendente	Sericita Quartzitos Feldspáticos			230	60				
MC119	659570	7776071	Quartzito fino, com grânulos de quartzo hialina e fumê com pacotes tabulares (10 a 30 cm) de sets de cruzadas acanaladas, níveis conglomeráticos (seixos de 2,0 cm) na base dos sets e granodrecrescência ascendente, ocorrem cruzadas acanaladas de alto ângulo.	Sericita Quartzitos Feldspáticos								
MC120	658015	7776955	Quartzito fino, cinza, mal selecionado, alteração de sulfetos, sets tabulares com estratificações cruzadas.	Sericita Quartzitos Feldspáticos			198	60				

Anexo 2

Anexo II. Contagem de Minerais Pesados

A m o s t r a	% o p a c o s	Z i r c ã o	R u t i l o	A p a t i t a	E p i d o t o	C i a n i t a	o r i t ó i d e	u r m a l i n a	B i o t i t a	C l o r i t a	*	T i p o l o g i
MC-25m	55	72		19	8	1						arredondados e idiomórficos
MC-25M a.m.f.	34	36		5	4	55						zircão idiomórficos e arredondados
MC-63a a.f.	20	78		14	3					5		arredondados e idiomórfico)
MC-63a a.m.f.	41	74	1	15	6		5					idiomórficos, arredondados sub-arredondados
MC-63b a.f.		22	2		38	10	2	3				arredondados e idiomórficos (fucsita detrítica)
MC-63b a.m.f.	45	65	5		15		5				10	idiomórfico, sub-arredondados arredondados
MC-71 a.f.	7	31		16	10	14	30	5			5	arredondado e sub-arredondado
MC-71 a.m.f.	15	47	3	7		17	20	2		1	4	
MC-80 a.f.	10	34		21	5	5				5		idiomórficos a arredondados
MC-80 a.m.f.	15	60	1	6						18		arredondados, sub-arredondados idiomórficos
MC-97 a.f.	5	3	7			90						arredondado a sub-arredondado
MC-97 a.m.f.	3	20	5	2		71						predomínio de arredondados,
MC-100a a.m.f.	40	34	8	9	10	6					34	idiomórfico, sub-arredondado e arredondado
MC-100a a.f.	64	20	9	10	10	35			1	10	5	muito alterados e arredondados
MC-100b a.m.f.	25	1	10	20			69					arredondados
MC-100b a.m.f.			2	18		10	70					
MC-101 a.f.	15	4			3	18	69					
MC-101 a.m.f.	5		3	24		25	48					arredondados
MC-102 a.f.	6	5	5	10	3	9	70					muito alterados e arredondados
MC-102 a.m.f.	3		11	7		20	62					arredondados
MC-104 a.f.		10	3	5	10	17	52		3		5	arredondados a sub-angulosos
MC-104 a.m.f.	7	2	4		1	15	78					arredondados e sub-arredondados
MC-105a a.f.	10		29							71		
MC-105a a.m.f.	20		40							60		
MC-112 a.f.	45	25	1	4	5		55	3	1	6		arredondados, sub-arredondados, idiomórficos
MC-112 a.m.f.	10	34		20		20	25	1				idiomórfico a arredondados
MC-116 a.f.	35	54	7	70	10					4	5	arredondados e idiomórficos
MC-116 a.m.f.	30	72		22	6							idiomórficos arredondados

Cianita Quartzitos Sericita Quartzitos Feldspáticos Maquiné

* material criptocristalino semi-opaco titanífero

Ponto	Unidade	Descrição Sucinta	Mineralogia (%)
MC011	Sericita Quartzito	Porção de quartzito com grãos grossos, mal selecionados e pouco arredondados, c. grânulos (arcabouço 90%, matriz 10%). Predomina na lâmina filito sericitico com grãos de quartzo fino (raros médios) angulosos e sub-arredondados, c. grânulos (arcabouço 30% matriz 70%)	Qtz(45), Sericita (50), Ms(1), opacos(2), pirita(2)
MC012a	Sericita Quartzito	Quartzito grosso (grânulos em média) com matriz sericitica com quartzo fino e grãos de feldspatos (alguns arredondados, outros angulosos (de 0,1mm a 1,0mm) e muito alterados, em especial nos planos de clivagem); grãos do arcabouço pouco arredondados (variando de 0,1 mm a	Qtz (60, matriz 25 arcabouço 45) plag.(5) microcl.(1) sericita (20) Ms
MC012	Sericita Quartzito	Quartzito com grãos de qtz, mal selecionados sub-arredondados a sub-angulosos, esfericidade variável, com extinção ondulante, sutura de grãos (recristalizados), contato de grãos é recristalizado, matriz sericitica grãos de feldspato arredondados, quartzo angulosos e com bordas corroidas	Qtz (75) Sericita (20), feldspato (5), zircão
MC017a	Sericita Quartzito	Quartzito mal selecionado (grãos de até 1,5mm e média entre 0,25mm a 0,5mm) com grãos maiores recristalizados, em especial nas bordas, grãos embebidos em matriz sericitica, com crescimento de Ms na Sn.	Qtz (85) Sericita (12) Ms (3)
MC017b	Sericita Quartzito	Quartzito com grãos maiores que 0,25 mm angulosos e pouco arredondados embebidos em matriz sericitica, grãos estirados na Sn paralelos as Ms., gradação para quartzito mal selecionado grosso c/ grânulos, matriz sericitica, grãos recristalizados.	Qtz () Sericita () Ms () Zircão () Pirita (), opacos ()
MC017c	Sericita Quartzito	Quartzito granoblástico com matriz sericitica com raros cristais de Ms. Grãos de quartzo variando entre 0,1mm a 2,5 mm, sutura entre grãos, inclusões de sericita e Ms nos grãos de qtz, e intercrescimento de qtz e sericita em substituição de grãos reliquias (feldspato)	Qtz (85) sericita (13) Ms (2) zircão, opacos
MC022	Cianita Quartzito	Quartzito granoblástico com contatos entre grãos polygonizados, cristais de 0,1mm até 2 mm, níveis de até 2 mm de Kys, orientados juntamente com Ms na Sn, ocorrem Kys porfiroblasticas e obliquas pos-Sn, fragmentos qtz-sericiticos (foto), quartzito com inclusões maficas cloritizadas,	Qtz (85) Ky(10) Ms(5) rutilo, opacos
MC023	Sericita Quartzito	Quartzito granoblástico mal selecionado, predominio de grãos finos com grãos médios a grossos. Grãos com extinção ondulante, outros recristalizados, matriz envolvendo todos os grãos, estes apresentam bordas corroidas, a matriz está localmente oxidada. Buracos com formas euédricas e bordas	Qtz(70) Sericita (15) plagioclásio (5), pirita, zircão, ms, apatita (?)
MC25ba	Sericita Quartzito	Quartzito mal selecionado com contribuição feldspática (plagioclásio comum, microclínio raro), matriz sericitica fina. Ocorrem bandas de até 3 mm de granulação fina. Muitos grãos de quartzo policristalinos, e sericita e quartzo finos cristalizados nas bordas dos grãos maiores de quartzo.	Qtz, feldspato, sericita e zircão.
MC25t	Sericita Quartzito	Quartzito fino com contribuição feldspática (50% qtz, 15 % felds) grãos angulosos e estirados, embebidos em matriz sericitica (35%). Passagem gradual para quartzito grosso com seixos, envoltos por matriz de quartzo fino, sericita e feldspato (plagioclásio e microclínio), há pseudomorfos destes	Quartzito, sericita, feldspato, opacos, pirita e zircão

MC028	Sericita Quartzito	Quartzito com grãos de qtz de até 2 mm com predomínio de granulometria 1 mm, há recristalização de qtz (0,05 mm) nas bordas. A matriz sericitica (que envolve todos os grãos) os grãos de qtz neoformados, e as muscovitas estão orientadas na Sn. Zircão e rutilo	Qtz (60) Sericita (30), mica-verde (9), zircão, opacos quadrados, rutilo
MC029	Sericita Quartzito	Quartzito muito fino, grãos envolvidos por matriz sericitica (razão arcabouço matriz 2:1), com grandes aglomerados de quartzo (seixos), grãos de relevo alto (feldspato alterado?) e pirita	Qtz (85) sericita (10) Ms (2) pirita, zircão
MC029a	Sericita Quartzito	Quartzito fino grãos arredondados a sub-angulosos, embebidos em matriz sericitica com pirita (?) arredondada a sub-arredondada, há Ms. Ocorre nível de seixos recristalizados (policristalinos principalmente nas bordas).	Qtz () sericita () Ms () Pirita e zircão
MC029b	Sericita Quartzito	Quartzito fino, grãos arredondados a sub-angulosos, embebidos por matriz com zonas bastante oxidadas. Há seixos recristalizados repletos de pirita e opacos. Inclusões de carbonatos em seixos de meta-chert.	Qtz (75) Sericita (8) Ms (2) pirita (3) zircão (2)
MC036	Cianita Quartzito	Quartzito fino (na média 0,25 mm com poucos de 0,5 mm) granoblástico, ripas isoladas de Ms na Sn, Ky forma lâminas contínuas e as vezes descontínuas, também na Sn e fora dela. Substituição de feixe de Ms por Ky (foto). Zircão e opacos (retangulares e limonitizados) euédricos. Há interstícios	Qtz (80) Ms (8) Ky (10) opacos, zircão, rutilo
MC043	Cianita Quartzito	Quartzito granoblástico fino, com interstícios preenchidos por Ms e Ky na Sn, buracos com bordas euédricas ou arredondadas e limonitizadas.	Qtz (85) KY (9) Ms (6), pirita
MC054	Cianita Quartzito	Quartzito granoblastico com bimodalidade dos grãos (em média 0,25 mm e 1 mm). Seixo de meta chert totalmente recristaliado em cristais sub-milimétricos, com inclusões de Ms. (inclusões de qtz no qtz), Ky e Ms orientadas na Sn, ha Ky pos-Sn.	Qtz (79) Ms (10) Ky (10) opacos
MC056	Cianita Quartzito	Quartzito milonitizado com Ms nos interstícios, e bandas de Ms Ky quartzito xisto nematoblastico, com finos grãos de qtz com estiramento dos três minerais em paragenese na Sn, essas ripas inibem a recristalização poligonal do quartzo.	Qtz () Ky () Ms () pirita zircão
MC058	Cianita Quartzito	vulcanica devitrificada, matriz de clorita magnesiana (foto), com rara Ms, pseudomorfos ripiformes cloritizados (foto) (alguns com qtz fino tb), grãos grossos de qtz (retrabalhamento do material vulcânico), estruturas convolutas (Foto), muito rutilo (foto) (grãos finos a grossos),	clorita magnesiana, qtz, pseudomorfos cloritizados e cloritizados com
MC059	Sericita Quartzito	Quartzito mal-selecionado grãos de 0,1 mm a 1,5 mm, em geral granoblastico, as vezes grãos boiando na matriz. Qtz com extinção ondulante, sutura de grãos, Ms sericita e quartzo sub-milimetrico estirados (matriz) na Sn. Buracos euédricos.	Qtz () sericita Ms (mineral verde tabular proximo a etiqueta), pirita, opacos

MC063a	Sericita Quartzito	Filito, com sericita envolvendo grãos (0,1 mm a 1,5 mm) angulosos e com baixa esfericidade de quartzo, alongados. Ha concentrações de buracos as vezes arredondados as vezes euédricos, com aureolas oclares de sericita muito fina. zircões predominantemente arredondados. aglomerados de minerais máficos, pseudomorfos de minerais Fe Magnesianos.	Sericita (70) Qtz (10) pirita (15) Ms (5) opacos zircão
MC063b	Sericita Quartzito	Quartzito grosso com matriz lepidoblastica de qtz e Ms, ao redor de grãos maiores ha sombra de pressão. Na matriz ha porções francamente granoblasticas, as bordas dos grãos que estão em contato estão recrystalizadas	Qtz(76) Sericita (20) zircão, pirita, rutilo?
MC066	Sericita Quartzito	Quartzito quase "arcosiano", fino com predominio de plagioclásio (com poucos cristais de microclínio), nos interstícios dos grãos ocorre sericita. Destingui-se dois tipos de zircão (arredondado e prismático). Há um mineral acicular (na altura do C da etiqueta no centro.)	Qtz (75) Feldspato(15) sericita(10) e zircão
MC069	Sericita Quartzito	Sericita quartzito com granulação fina com grânulos, granoblástico, com grãos embebidos pela matriz, ocorrem zircões prismáticos, e um aglomerado a "NE" de minerais que parecem zircão e com luz convergente ficam esverdeados.	Qtz, sericita e zircão.
MC071	Sericita Quartzito	Quartzito com contribuição de quartzo em 75% (50% granulação grossa e 25% fina, policristalina), 5 % de plagioclásio, com grãos bem alterados a até já pseudomorfizados a sericita que perfaz 20 %. Há recrystalização nos contatos de grãos de quartzo.	Quartzo, sericita, plagioclásio e zircão
MC72a	Meta-básica	Meta-básica, com fenocristais de plagioclásio (saussuritizado) repletos de inclusões ripiformes de anfibólio e apatita. Grandes cristais de anfibólio verde. Mineral marrom com pontos rosa e amarelo (quase sem birrefringência), leucoxênio	Plagioclásio, anfibólio (apatita?piroxênio ?rutilo?)
MC076	Gr. Maquiné	Quartzito com cristais esirados (formatos sigmoidais e oclares) com sericita envolvendo-os em uma foliação anastamosada (com mica-fish). Cloritóide na matriz e muitas piritas.	Qtz, sericita, cloritóide e pirita
MC088	Sericita Quartzito	Quartzito feldspático grosso com matriz sericitica. Grãos de quartzo policristalinos. Na matriz sericitica ainda há quartzo fino e feldspatos, alguns já bastante substituídos por sericita. Fotos dessa matriz e da substituição de microclínio por sericita (na altura do primeiro 8)	quartzo, feldspato, sericita, zircão e opacos
MC92b	Cianita Quartzito	Quartzito (mais de 90%) grãos grosseiros e a maioria policristalino, nos interstícios Ms e Ky em padrão anastamosado. Rutilo e pirita. No canto "NW" proximo a uma pirita, mineral arredondado cinza c/ birrefringência alta.	quartzo, ms ky, pirita e rutilo
MC92c	Cianita Quartzito	Sericita quartzito com Ky, quartzo com grãos grossos (30% do total de 85% de quartzo), matriz fina recrystalizada com sericita e raras Ms, pirita, no centro há um mineral que parece rutilo, há zircão arredondado. Na borda "NW" há aglomerado de sericita, um pseudo morfo.	quartzo, sericita, Ky. Ms, zircão e pirita, rutilo???

M100a	Gr. Maquiné	Quartzito granoblástico grosso, com alguns grãos e bordas de grãos policristalinas e matriz sericitica com alguma muscovita.	Qtz (85) sericita (14), zircão e Ms.
M100b	Cianita Quartzito	Filito bastante alterado, com matriz a clorita e pseudomorfos tabulares (provavelmete reliquias de cloritóide). Piratas disseminadas e em fraturas e em inclusões em qtz. Há rutilo fino disseminado na borda "SW". Zircão.	clorita, quartzo, rutilo, pirita.
MC101	Gr. Maquiné	Quartzito mal selecionado com grânulos e seixos; matriz fina com cloritóide, há rutilo, mineral octagonal (proximo ao cento na altura do 1 do cem) com birrefringência alta e variada?	Quartzito, cloritóide, rutilo
MC102	Gr. Maquiné	Quartzito granoblástico médio com interstícios com Ky e cloritóide e rutilo	Quartzito, cloritóide, rutilo
MC105	Cianita	clorita filito, com esparsas lâminas de quartzo fino, rutilo como constituite da rocha (mais de 10%), pirita limonitizada.	clorita, quartzo ,
	Quartzito???	Mineral ripiforme na pare "Centro-este" é cloritóide	rutilo e pirita
MC107	Cianita Quartzito	Ms Ky Quartzito, com bandas quartzosas poligonizadas, ms em foliação anastomosada. Bandas de até 1 mm de ky. Há Ky tardia. Rutilo	ms, ky, quartzo e rutilo
MC108	Cianita Quartzito	Filito a clorita, com quartzo fino e pouco cloritóide. Fratura com maior concentração de piratas euédricas e cloritóides. Piratas limonitizadas	clorita, cloritoide, qtz e pirita
MC111	Cianita Quartzito	Filito sericitico, com lâminas de quartzo com extinção ondulante e paralela a Sn (já crenulada), porfiroblastos de rutilo?, há buracos com bordas limonitizadas (possíveis piratas)	sericita, quartzo e rutilo
MC112	Sericita Quartzito	Quartzito grosso com grânulos, no contato entre grãos a sericita (10%) e fragmentos de feldspato (5%, com predomínio de plagioclásio sobre microclínio), em contato com quartzito fino, envolto por matriz sericitica (30%) com grãos angulosos e sub-arredondados de qtz. Feldspato perfaz uns 15 % da lâmina, ocorre um nível de concentração de opacos no contato entre as duas	Qtz, sericita (e Ms), feldspato, zircão e opacos
MC116	Sericita Quartzito	Meta quartzito mal selecionado com grãos grossos e matriz fina com qtz, feldspato, sericita e ms, vê-se feldspato (4 % microclínio e 6 % plagioclásio) alterando para sericita.	qtz (58) felds(10%) sericita(30%) e zircão

Gráfico 4. PIB em milhões percentagem da massa de crédito



Gráfico 4. PIB em milhões percentagem da massa de crédito. Unidade de Crédito Crédito e PIB em milhões de Contas Anuais. Fonte: Banco de Portugal.

Anexo 4.



Gráfico 5. PIB em milhões percentagem da massa de crédito. Unidade de Crédito Crédito e PIB em milhões de Contas Anuais. Fonte: Banco de Portugal.

Anexo 4. Razões entre porcentagens de massa de óxidos

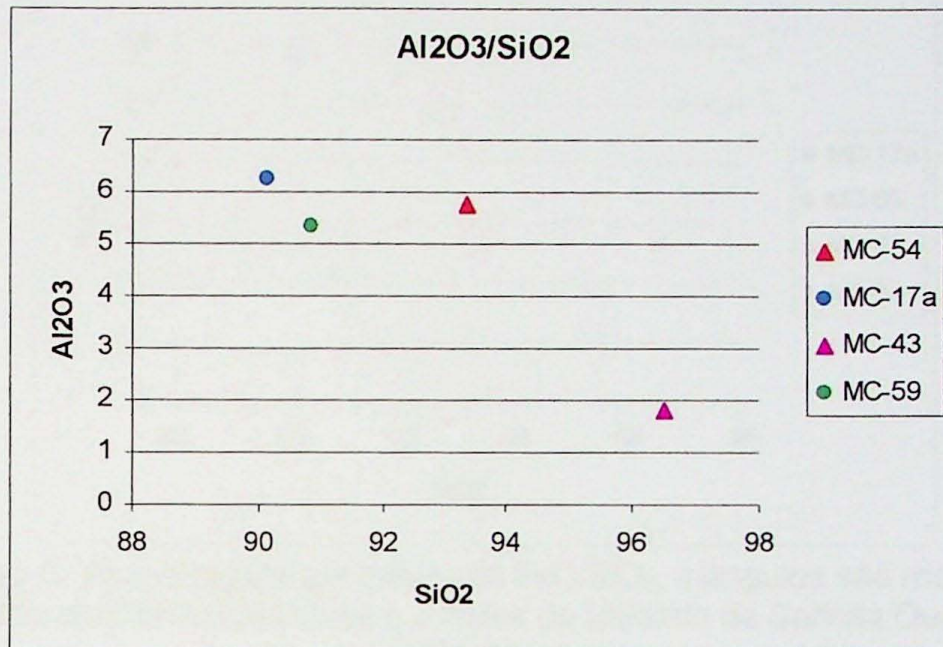


Gráfico A. Porcentagens em massa de Al₂O₃/SiO₂, triângulos são rochas da Unidade de Cianita Quartzitos e círculos da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos

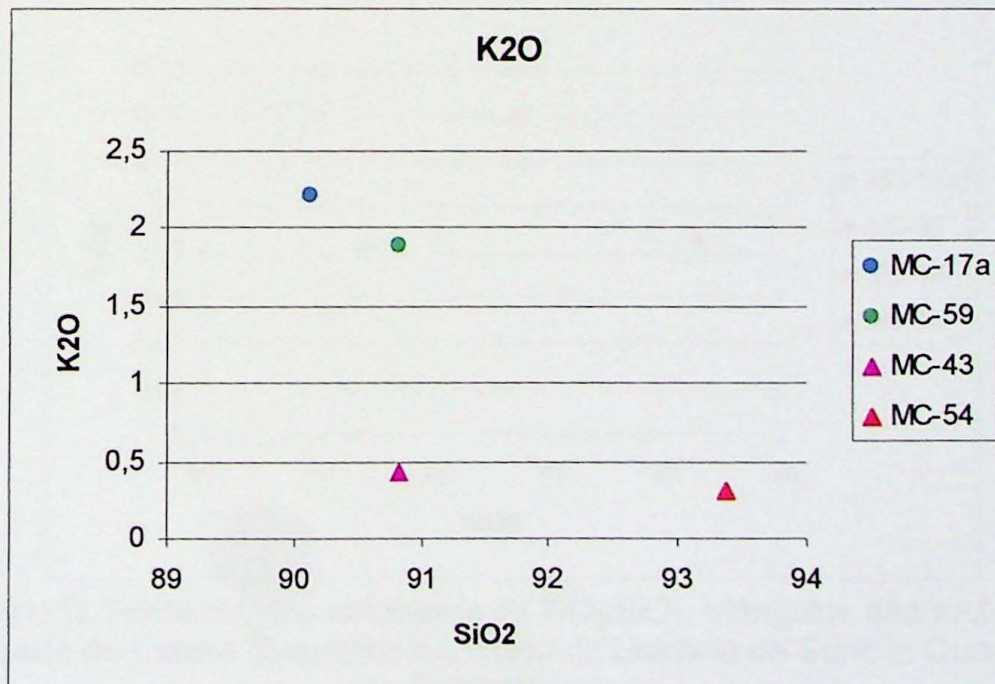


Gráfico B. Porcentagens em massa de K₂O/SiO₂, triângulos são rochas da Unidade de Cianita Quartzitos e círculos da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.

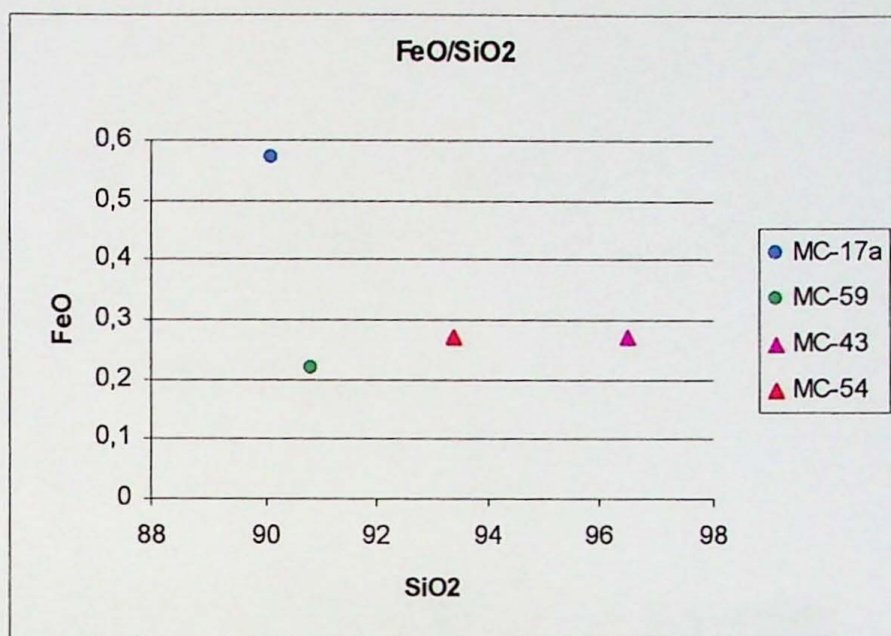


Gráfico C. Porcentagens em massa de FeO/SiO_2 , triângulos são rochas da Unidade de Cianita Quartzitos e círculos da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.

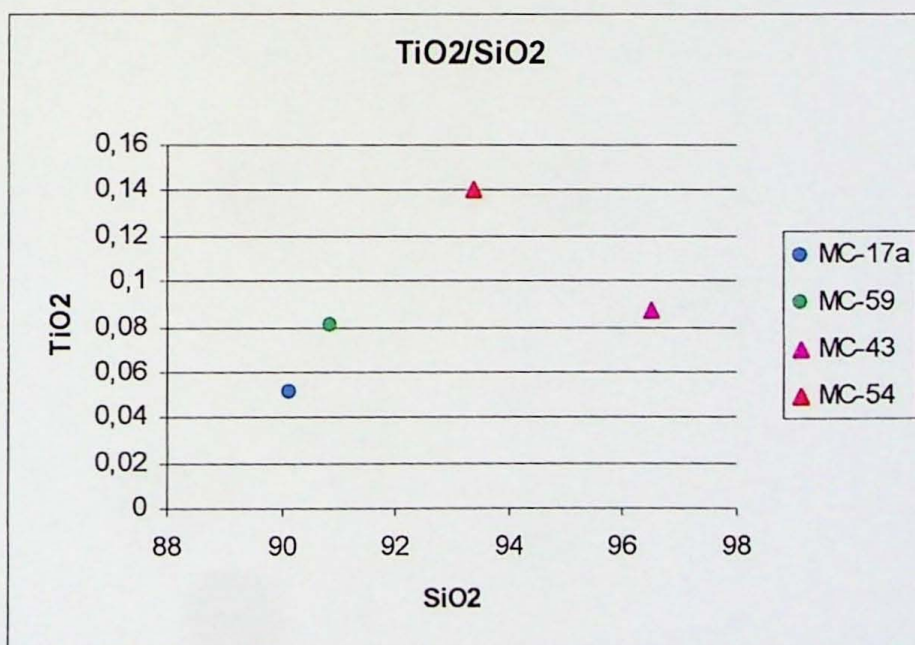


Gráfico D. Porcentagens em massa de $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$, triângulos são rochas da Unidade de Cianita Quartzitos e círculos da Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos.

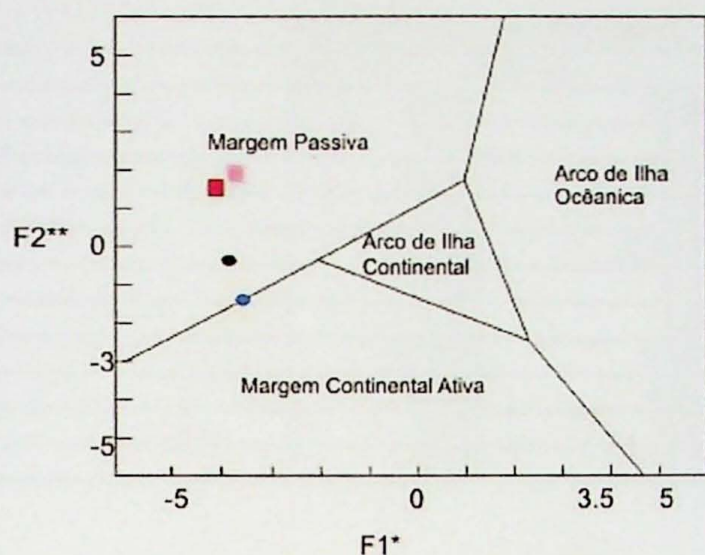


Diagrama 1. Diagrama de funções discriminantes de contextos tectônicos para arenitos (after Bhatia 1983, apud Rollinson 1993).
 $F1^* = -0,0447SiO_2 - 0,972TiO_2 + 0,008Al_2O_3 - 0,267Fe_2O_3 + 0,208FeO - 3,082MnO + 0,140MgO + 0,195CaO + 0,719Na_2O - 0,032K_2O + 7,510P_2O_5 + 0,303$
 $F2^{**} = -0,0421SiO_2 + 1,988TiO_2 - 0,526Al_2O_3 - 0,551Fe_2O_3 - 1,6108FeO + 2,720MnO + 0,881MgO - 0,907CaO - 0,177Na_2O - 1,840K_2O + 7,244P_2O_5 + 43,57$

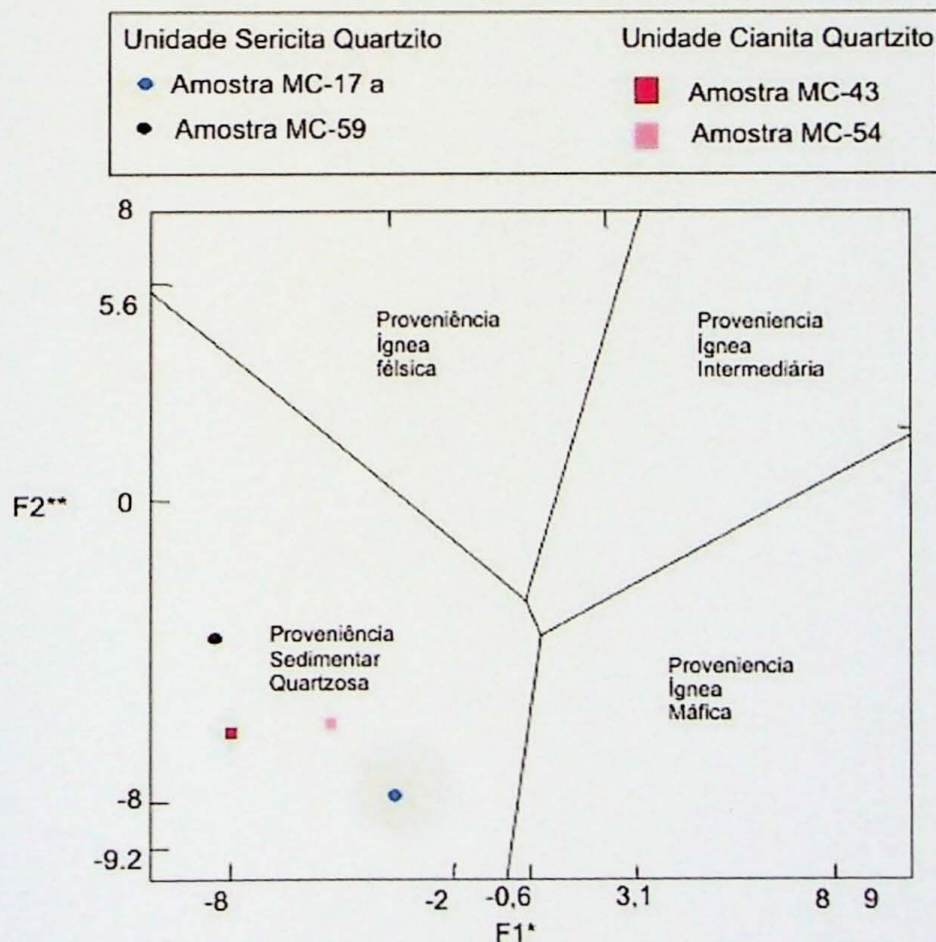


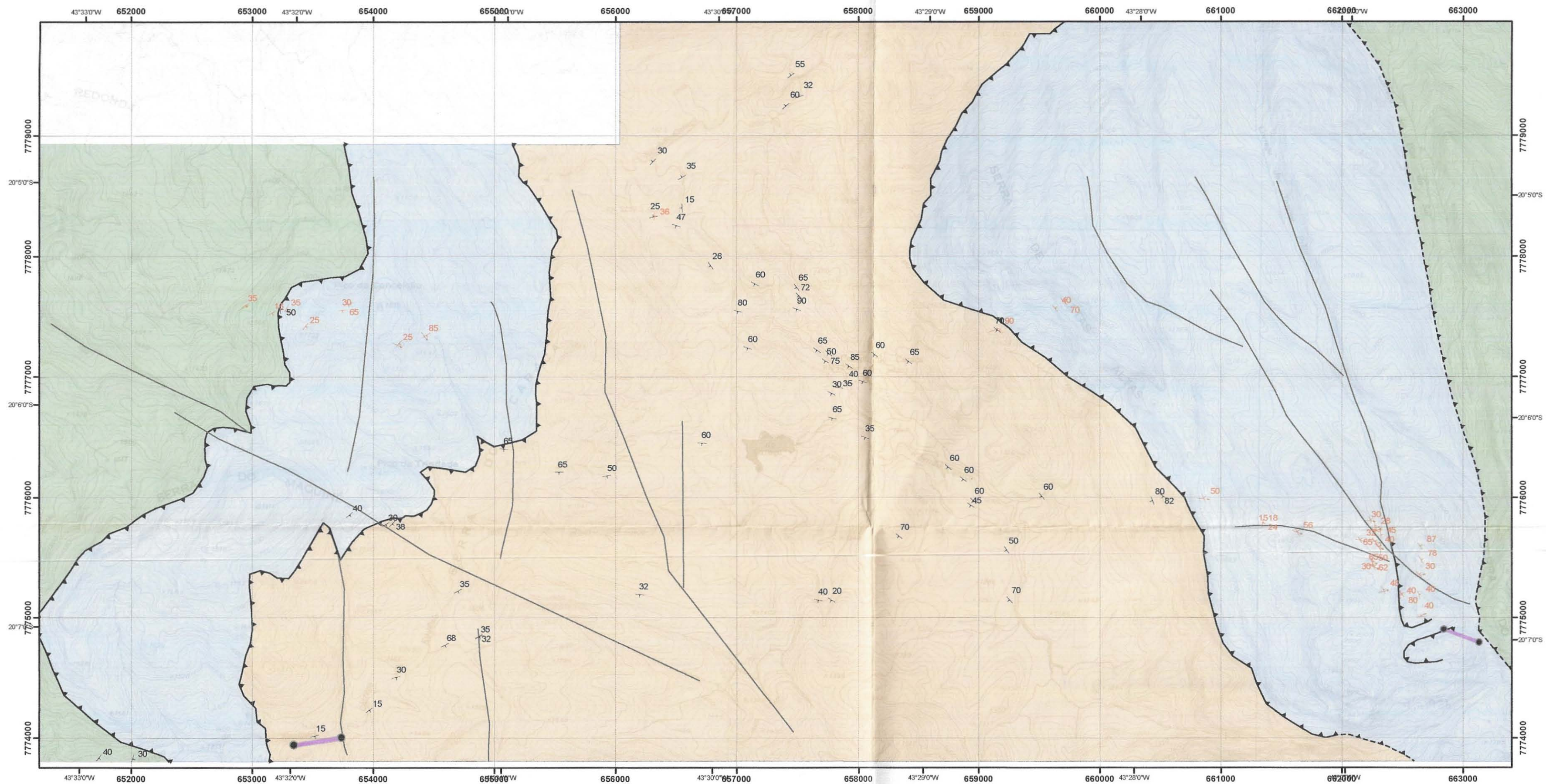
Diagrama 2. Diagrama de funções discriminantes de proveniências para arenitos (after Roser and Korsch, 1988 apud Rollinson 1993)
 $F1^* = -1,773TiO_2 + 0,607Al_2O_3 + 0,76Fe_2O_3 - 1,5MgO + 0,616CaO + 0,509Na_2O - 1,224K_2O - 9,09$
 $F2^{**} = 0,445TiO_2 + 0,07Al_2O_3 - 0,25Fe_2O_3 - 1,142MgO + 0,438CaO + 1,475Na_2O + 1,426K_2O - 6,861$

Anexo 4. Análise de elementos maiores via FRX
porcentagens de massa

óxido	Sericita Quartzitos feldspáticos		Cianita Quartzitos	
	MC-17a	MC-59	MC-43	MC-54
SiO ₂	90,11	90,82	96,5	93,37
Al ₂ O ₃	6,23	5,35	1,79	5,77
MnO	0,006	0,003	0,0002	0,002
MgO	0,24	0,23	0,1	0,09
CaO	0,0001	0,0001	0,001	0,001
Na ₂ O	0,03	0,01	0,02	0,04
K ₂ O	2,21	1,89	0,42	0,3
TiO ₂	0,051	0,081	0,087	0,14
P ₂ O ₅	0,002	0,003	0,001	0,01
Fe ₂ O ₃	0,57	0,22	0,27	0,27
Loi	0,14	0,18	0,001	0,001







Anexo 5.

Mapa geológico da região central da Serra do Caraça







Legenda

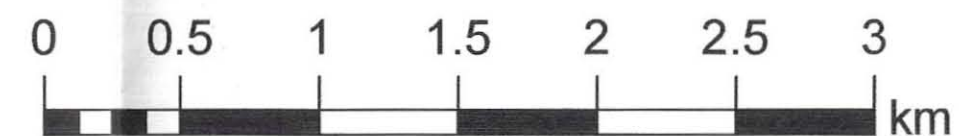
Simbolos

-  Acamamento
-  Foliação metamórfica
-  Lineação de estiramento
-  Lineamentos fotointerpretados
-  Falhas de empurrão e inversas
-  Falhas de empurrão inferidas

Unidades Litoestratigráficas

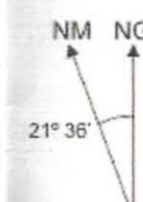
Paleoproterozóico

-  Dique metabásico
 Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos
 Unidade de Cianita Quartzitos
Arqueano
 Grupo Maquiné



1:25000

Base Topográfica: Serviços Aerofotográficos Cruzeiro do Sul S/A 1954-1956.
Georreferenciamento: Pontos levantados em campo com GPS
e Ortofotomapas 1: 10.000 (CEMIG) Datum: Corrego Alegre



A declinação magnética cresce 9' anualmente

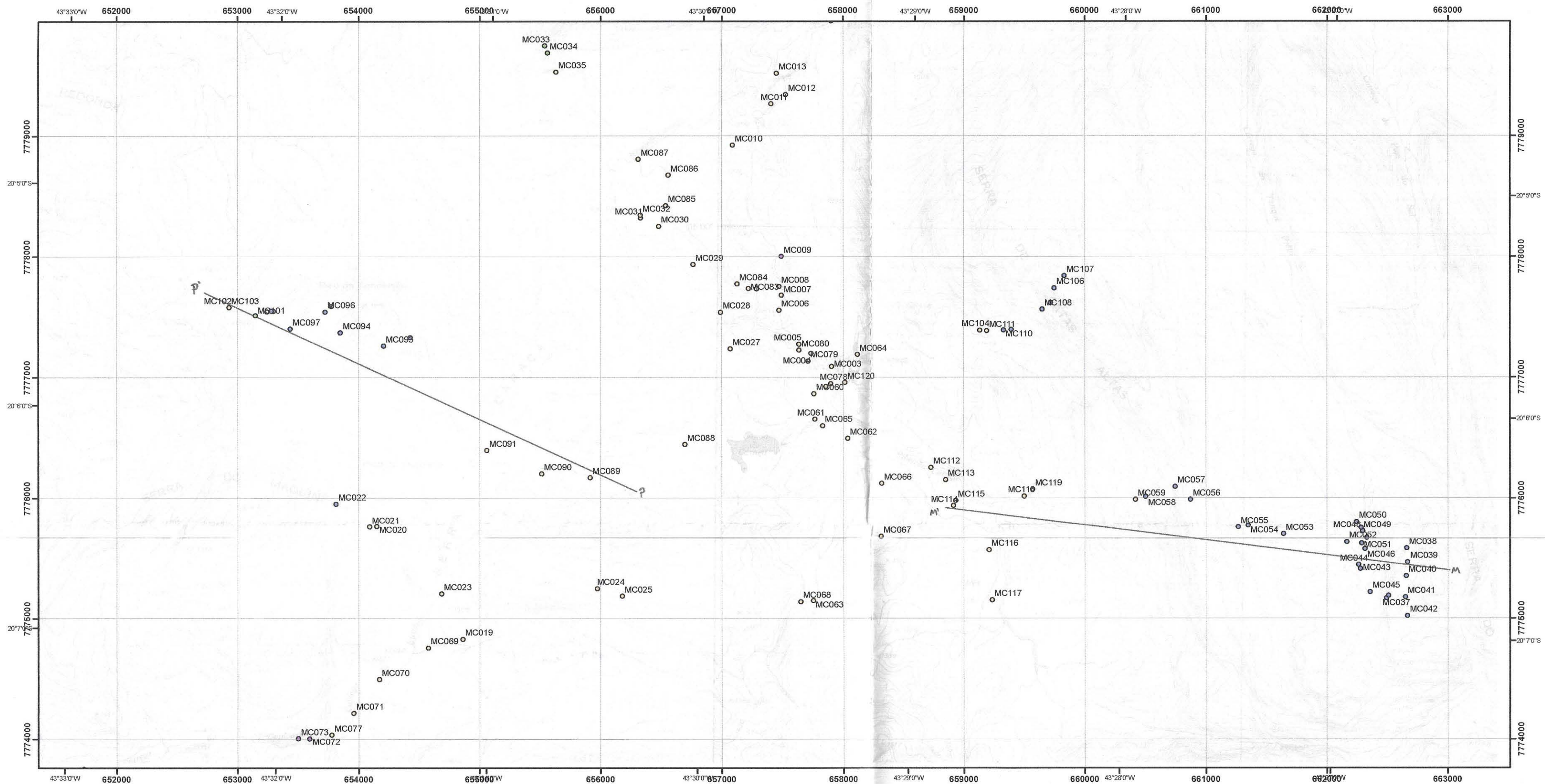
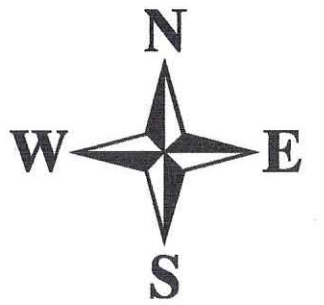


Situação da área no Estado de Minas Gerais

Geologia por Manuel Silveira Corrêa
Orientação: J.H.D. Schorscher

Mapa geológico da região central da Serra do Caraça

21043
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
- BIBLIOTECA -
TF^C 824^M3.n

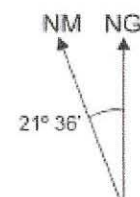


Legenda

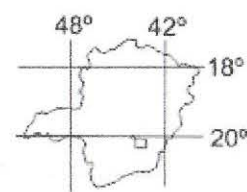
— Traço dos Perfis

Afloramentos e Unidades Litoestratigráficas

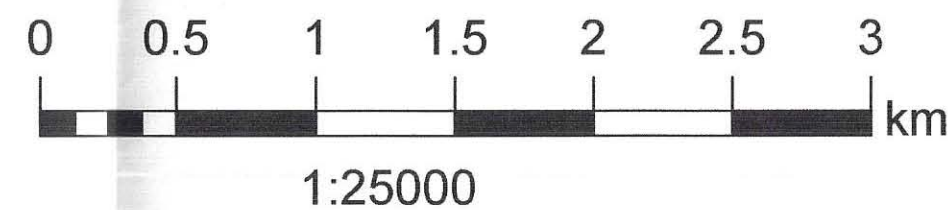
- Dique Metabásico
- Unidade de Sericita Quartzitos Feldspáticos
- Unidade de Cianita Quartzitos
- Grupo Maquiné



A declinação magnética
cresce 9' anualmente



Situação da área no
Estado de Minas Gerais



Geologia por Manuel Silveira Corrêa
Orientação: J.H.D. Schorscher

Base Topográfica: Serviços Aerofotográficos Cruzeiro do Sul S/A 1954-1956.
Georreferenciamento: Pontos levantados em campo com GPS
e Ortofotomapas 1: 10.000 (CEMIG) Datum: Corrego Alegre