

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**GRUPO MAQUINÉ, NA REGIÃO DA SERRA DO CARAÇA,  
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG**

Ana Flávia Velloso Etter

Orientador: Prof. Dr. Johann H. D. Schorscher

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF- 2003/06)

São Paulo  
2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**GRUPO MAQUINÉ, NA REGIÃO DA SERRA DO CARAÇA,  
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900014507

Ana Flávia Velloso Etter

Orientador: Prof. Dr. Johann H. D. Schorscher

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF- 2003/06)

São Paulo  
2003



TF  
E85  
AFV.g



Serra do Caraça

Aluna: \_\_\_\_\_  
Ana Flavia Velloso Etter

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher



Aos meus amores:  
Karl Manuel e  
Victor Dominik



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai Carlos Augusto pelo exemplo que me deu durante toda a vida.

Ao Professor Johann Hans Daniel Schorscher muito obrigada pelo apoio, dedicação, ensinamentos desprendidos e a amizade durante toda a duração do meu curso, especialmente nessa etapa.

Ao Santuário do Caraça, em especial a coordenadora ambiental Consuelo Paganini, pelo apoio nas etapas de campo.

A Mineração São Bento, em especial ao nosso colega 99 (nove nove), pelo apoio nas etapas de campo.

A CEMIG, pela doação das ortofotocartas da região da Serra do Caraça.

Agradeço a todos os meus professores que de uma maneira ou outra me auxiliaram durante o percorrer desse curso, especialmente ao Professor Ciro Teixeira Correia que me orientou em trabalhos prévios e que além de um excelente companheiro de trabalho, é um grande amigo.

A todos os meus colegas antigos e recentes (como são muitos não vou citar nomes) muito obrigada pelos momentos que passamos juntos.

A Angela e Sabrina pela amizade que desenvolvemos durante esses anos e que fora o diploma é o que eu levo de mais importante comigo, muito obrigada por tudo.

Aos meus companheiros de campo (TF), conhecidos como os Sete Anões (Schorscher, Gustavo, Gabriel, Reginaldo, Sérgio, Leandro e Carlos Henrique) muito obrigada e até a próxima.

A todos que me ajudaram direta ou indiretamente neste trabalho: Liliane, Renato, Penelope, Marcela, Ricardo, etc.

A minha mãe Rosydee, aos meus irmãos: Antônio Carlos, Maria Francisca, João Augusto e Maria Rita e as minhas vós: Alayde e Lourdes.

A meu filho Victor peço desculpas pela minha ausência, necessárias e por vezes desnecessárias, durante todos esses quatro anos e lhe agradeço por me fazer muito feliz.

Ao Manuel eu agradeço por tudo que já passamos juntos, pelo amor e carinho e pela paciência durante esses anos.



## ÍNDICE GERAL

Resumo.....	4
Abstract.....	5
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....</b>	<b>6</b>
<b>3. METAS E OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. MÉTODOS E MATERIAIS.....</b>	<b>7</b>
4.1. Estudos bibliográficos.....	8
4.2. Levantamentos geológicos de campo.....	8
4.3. Fotointerpretação e mapa geológico.....	9
4.4. Análise de fácies e associação de fácies.....	9
4.5. Análise de paleocorrentes.....	10
4.6. Análises petrográficas macro- e microscópicas.....	10
4.7. Análise de proveniência.....	10
4.8. Análises Geoquímicas.....	11
<b>5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....</b>	<b>11</b>
<b>6. RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>12</b>
6.1. Levantamentos Bibliográficos.....	12
6.2. Geologia regional.....	18
6.3. Geologia da área de pesquisa.....	18
6.3.1. Perfil da Estrada do Colégio do Caraça (CC).....	19
6.3.2. Perfil do Córrego do Engenho (CE).....	21
6.3.3. Perfil do Ribeirão Caraça (RC).....	21
6.3.4. Perfil do Córrego do Tanque Preto (CTP).....	23
6.3.5. Descrição do mapa geológico.....	25
6.4. Análise de fácies.....	28
6.4.1. Descrição da fácies (Cm).....	31
6.4.2. Descrição da fácies (Am).....	31
6.4.3. Descrição da fácies (Aa).....	33
6.4.4. Descrição da fácies (Ac).....	33
6.4.5. Descrição da fácies (Pl).....	33
6.5. Associação de fácies.....	35
6.5.1. Associação de fácies inferior (Cm - Am).....	35
6.5.2. Associação de fácies superior (Aa - Ac - Pl).....	36
6.6. Análise de paleocorrentes.....	36
6.7. Análise de proveniência.....	37
6.7.1. Análise de proveniência macroscópica.....	37
6.7.2. Análise de proveniência microscópica.....	38
6.8. Análise petrográfica macro e microscópica.....	40
6.8.1. Análise petrográfica da fácies Cm.....	40
6.8.2. Análise petrográfica da fácies Am.....	41
6.8.3. Análise petrográfica da fácies Aa.....	41
6.8.4. Metamorfismo.....	42
6.9. Resultados Geoquímicos.....	42
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>



## Resumo

O Grupo Maquiné, unidade superior metassedimentar-clástica, de tipo molassa, do *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas, ocorre no sinclinal Vargem do Lima, na parte central e na região da Serra do Caraça, no E do Quadrilátero Ferrífero, apresentando variações lito-estratigráficas, faciológicas e estruturais regionais. A ocorrência da Serra do Caraça, menos estudada, está no cerne desta pesquisa que, além de uma contribuição à geologia regional, objetiva reconstituições paleoambientais. Para tanto, foram realizados mapeamento 1:10.000, levantamentos detalhados de 4 seções geológicas e colunas estratigráficas assim como estudos petrográficos.

As seções levantadas foram: estrada do Colégio do Caraça, Córrego do Engenho, Ribeirão Caraça e Córrego do Tanque Preto, nas vertentes N e NW da serra, apresentam inversão estrutural passando, para o topo estratigráfico, à posição normal, contatos basais com o Grupo Nova Lima gradacionais, localmente tectônicos, e contatos de topo com o Supergrupo Espinhaço tectônicos, intrudidos por diques metabásicos.

Com o estudo desenvolvido foi possível caracterizar a sedimentação arqueana do Grupo Maquiné em leques aluviais fluviais com duas associações de fácies: uma proximal, incluindo *debris flows*, basal até o topo dos metaconglomerados e quartzitos esverdeados, com contribuição essencial de rochas dos grupos Nova Lima e Quebra Osso, mais suscetível a variações locais e outra distal a deltáica, de rios entrelaçados, dos ortoquartzitos claros superiores mais homogêneos, derivados de terrenos granito-gnáissicos TTG. As características mineralógico-petrográficas apontam ainda para forte intemperismo químico das áreas-fonte sob clima quente-húmido, com atmosfera redutora e pH neutro a alcalino.



## Abstract

The Maquiné Group has been defined as the metasedimentary upper sequence of the Rio das Velhas archaean greenstonebelt. Rocks of the Maquiné Group have been mapped along the syncline Vargem do Lima and along the north, northwest slopes of the Serra do Caraça. In both regions there are litological, stratigraphic and structural differences. The Maquiné Group in the Serra do Caraça is at the core of this study, with the objective of contributing to the local and regional geology of the Quadrilátero Ferrífero and the paleoenvironment reconstruction. The study itself included mapping, detailed surveys of 4 geological profiles and stratigraphic columns, as well as petrographic analyses.

The geological profiles are: (i) Colégio do Caraça road, (ii) Córrego do Engenho, (iii) Ribeirão Caraça and (iv) Córrego do Tanque Preto, which all show structural inversion, changing to the normal position at the top of the sequences. Generally, the base contact with the Nova Lima Group is gradational and locally tectonic, while at the top the contact with the Supergroup Espinhaço is tectonic.

With this paper it was possible to characterize the archaean sedimentation of the Maquiné Group as an alluvial fan deposit consisting predominantly of two facies associations: one proximal represented by gravity flow deposits and the other distal represented by traction currents deposit. Petrographic and mineralogic studies point to a strong chemical weathering of the source area under a hot-humid climate and reducing atmosphere.



## 1. INTRODUÇÃO

O Gr. Maquiné é a unidade superior metassedimentar-clástica do *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas (GBRV) (Schorscher, 1976; 1979; 1992), está localizado na borda SE do Cráton do São Francisco, na região do Quadrilátero Ferrífero (figura 1). Foi mapeado e descrito inicialmente pela equipe USGS-DNPM conduzida por J.V.N. Dorr (Dorr et al., 1957; Dorr, 1969) como a Série Rio das Velhas. O Grupo Maquiné ocorre no sinclinal Vargem do Lima, na parte central e na região da Serra do Caraça, sendo sua área tipo, no E do Quadrilátero Ferrífero (fig. 1). Na área tipo foi subdividido em duas formações: Fm. Palmital (basal) J.E.O'Rourke (não publicado) e a Fm. Casa Forte (superior), Gair (1962). Na região do Colégio do Caraça, predomina a Fm. Casa Forte, constituída por ortoquartzitos e metaconglomerados intraformacionais. O Grupo Maquiné como um todo foi caracterizado por Dorr (1969) como produtos de erosão e depósitos de tipo *Molasse* do orógeno Rio das Velhas. A ocorrência do Grupo Maquiné na região da Serra do Caraça, continuou a menos estudada, e foi por essa razão escolhida como alvo desta pesquisa. A complementação do mapa geológico na escala 1:25.000, com base em levantamentos detalhados de 4 perfis geológicos, análises de fácies, mineralógicas e petrográficas do Gr. Maquiné na região da Serra do Caraça, visaram a obtenção de novos dados, que contribuíram tanto para os conhecimentos geológicos regionais e locais, quanto para a reconstituição das condições ambientais exógenas, e dos processos sedimentogênicos de intemperismo, erosão e deposição dessa unidade de topo de um *greenstone belt* Arqueano.

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de trabalho situa-se à cerca de 120 Km ESE da cidade de Belo Horizonte, na parte E do Quadrilátero Ferrífero e compreende ocorrências do Grupo Maquiné a N e NW da Serra do Caraça (fig. 1), aflorantes nas proximidades a N das cidades de Catas Altas e Santa Barbara. O mapa viário de acesso a partir da cidade de Belo Horizonte é mostrado na **figura 2**.





- Mosaico de imagens do satélite Landsat 7 ETM+ para a área de estudo. Composição RGB 7-42-8 (P/NV)



Imagem de Satélite (Landsat 7 - ETM) regional e local da Serra do Carapá e com a localização das seções levantadas.  
(Geoprocessamento efetuado por Carvalho, 2003)

Figura: 1

## Esboço geológico de partes da borda SE do Cráton do São Francisco: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e Terrenos Gnaissicos adjacentes a leste.

### Legenda:

- 1 a 3 - SGr. São Francisco (meso a neoproterozóico)
- 4 - SGr. Espinhaço (paleo a mesoproterozóico)
- 5 a 9 - SGr. Minas, incluindo o Grupo Itacolomi, (paleoproterozóico)
- 10 - Greenstone belt/SGr. Rio das Velhas (arqueano), Grupo Maquiné e Grupo Nova Lima indiviso
- 11 - Greenstone belt/SGr. Rio das Velhas (arqueano), Grupo Quebra-Osso indiviso
- 12 - Metagranitóides Borrachudos
- 13 - Milonitognais, migmatitos e quartzitos
- 14 - Gnaisses graníticos, migmatitos e metagranitóides (TTG arqueanos e proterozóicos) do Complexo Regional de Rochas *sensu lato* Graníticas (extraído de Schorsch, 1992)



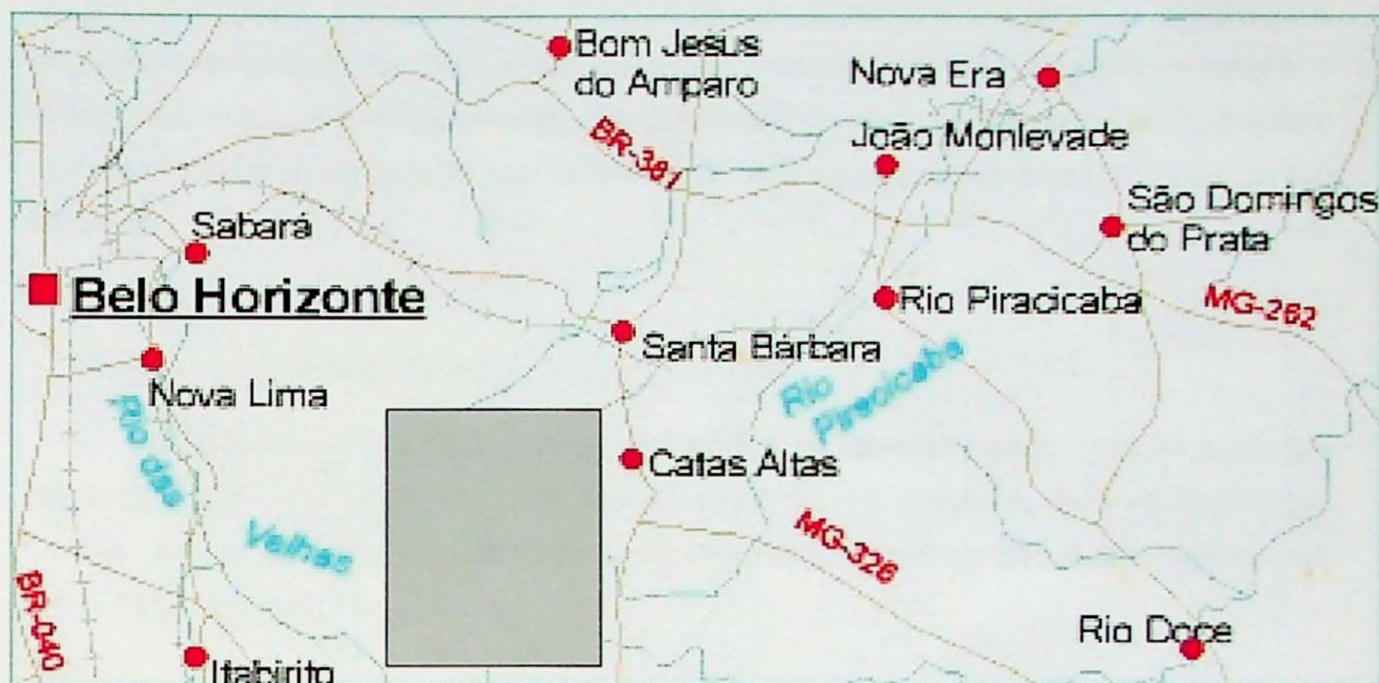


Figura 02: Localização da área e principais vias de acesso.

### 3. METAS E OBJETIVOS

O objetivo científico principal deste trabalho foi a reconstituição das condições ambientais exógenas, e dos processos sedimentogênicos de intemperismo, erosão e deposição das rochas metassedimentares clásticas do Grupo Maquiné arqueano, com base em sua caracterização litoestrutural, estratigráfica e sedimentológica detalhada. Os estudos tiveram ainda como meta complementar contribuir para a geologia regional do Quadrilátero Ferrífero tanto no mapeamento quanto na caracterização do Grupo Maquiné, na parte N e NW da Serra do Caraça.

### 4. MÉTODOS E MATERIAIS

Foram efetuados estudos bibliográficos regionais e temáticos, levantamentos regionais e detalhados de campo com mapeamento geológico e levantamento de perfis geológicos, cortando o Grupo Maquiné. Os trabalhos de campo incluíram ainda a



análise petrográfica macroscópica e a definição da fácies do Grupo Maquiné. Nos trabalhos de laboratório e de gabinete, os trabalhos de campo foram complementados com estudos fotogeológicos e análises estruturais para a integração do mapa geológico da área estudada, com análises mineralógico-petrográficas em lâminas delgadas e geoquímicas globais de elementos maiores e traço (via FRX e AAS), visando o reconhecimento dos paleoambientes deposicionais, dos processos sedimentogênicos e das características sedimentares assim como das paragêneses metamórficas do Gr. Maquiné.

#### **4.1. Estudos bibliográficos**

Os estudos bibliográficos foram enfocados na literatura pertinente da geologia regional e local do Supergrupo Rio das Velhas e Grupo Maquiné, na sedimentologia fundamental e de terrenos arqueanos, na mineralogia, petrografia e geoquímica de sedimentos arqueanos.

#### **4.2. Levantamentos geológicos de campo.**

Os levantamentos geológicos foram realizados na escala 1:10.000 em 3 etapas. Na primeira etapa ocorrida no início de janeiro de 2003, foram selecionados 2 perfis transversais à estruturação principal do Grupo Maquiné com afloramentos contínuos, com extensões, cada qual, em linha aérea de cerca de 600 metros e pelas vias de caminhamento, de cerca de 2 km. Sendo estes denominados:

- (i) o *Perfil da Estrada do Colégio do Caraça (CC)* localizado a NW da Serra do Caraça, e
- (ii) o *Perfil do Córrego do Tanque Preto (CTP)* localizado na região N dessa Serra.

A segunda etapa de campo foi realizada entre os dias 05/07 a 18/07 e a terceira entre os dias 01/08 a 18/08 de 2003. Nessas últimas etapas foram realizados mapeamento detalhado e amostragem de quatro secções geológicas, sendo duas delas acima citadas (CC) e (CTP) e adicionalmente:

- (iii) o *Perfil do Córrego do Engenho (CE)* localizado a NW da Serra do Caraça, e
- (iii) o *Perfil do Ribeirão Caraça (RC)* localizado entre o (CC) e o (CTP).



A localização dos perfis pode ser observada na **figura 1**.

Durante os trabalhos de campo, foram analisadas e medidas as principais estruturas sedimentares e da deformação tectônica e feitas análises mineralógico-petrográficas (de campo) dos metaconglomerados, considerando separadamente matrizes e seixos e incluindo contagens de seixos, assim como dos quartzitos microconglomeráticos e demais litotipos como quartzo filitos e xistos do Grupo Maquiné.

#### **4.3. Fotointerpretação e mapa geológico**

A fotointerpretação foi efetuada através de foto aéreas coloridas normais e infravermelhas em escala aproximada de 1:40.000 da região da Serra do Caraça, da Missão 96 da NASA (1969)

O mapa geológico da área estuda foi confeccionado a partir dos dados lito-estruturais e levantados em campo e complementados com a fotointerpretação.

#### **4.4. Análise de fácies e associação de fácies**

Com os dados levantados nas diversas etapas de campo, foram efetuadas colunas estratigráficas representativas do Grupo Maquiné em dois perfis de melhor exposição. Como se trata de depósitos de leque aluvial, a associação de fácies seguiu os critérios estabelecidos por *Miall (1977, 1978)*, que codifica as fácies sedimentares encontradas, possibilitando a reconstituição do ambiente deposicional.

Desta forma, as fácies descritas durante os trabalhos de campo, receberam códigos e foram consideradas como rochas sedimentares para facilitar a sua descrição e a interpretação dos processos responsáveis pela sua geração.

Por fim, as fácies foram agrupadas em associação de fácies, fazendo-se assim possível a reconstituição dos paleoambientes deposicionais.



#### 4.5. Análise de paleocorrentes

Os dados utilizados para a análise de paleocorrente são provenientes de um único afloramento onde estruturas sedimentares de tipo estratificações cruzadas acanaladas estão bem expostas. Por se tratar de uma região de forte tectonismo, as camadas encontram-se basculadas (posição inversa de alto ângulo), sendo assim necessária a utilização do programa **Paleocor** (Almeida, 2001) que desbascula as camadas e gera rosetas com direção e sentido médio do paleofluxo, sendo assim possível a caracterização do posicionamento da área fonte.

#### 4.6. Análises petrográficas macro- e microscópicas

Das 171 amostras coletadas foram selecionadas 54 para a confecção de secções delgadas (efetuadas pela Seção de Laminação do IGc-USP), sendo que para o estudo foi utilizado microscópios de luz polarizada.

A realização das análises petrográficas teve como objetivo o reconhecimento do grau metamórfico e, principalmente, análises de proveniência.

#### 4.7. Análise de proveniência

A análise de proveniência em sedimentos clásticos grossos Arqueanos é fornecida essencialmente por clastos presentes em conglomerados e por fragmentos de rochas em grauvacas. Embora seja mais fácil reconstituir a proveniência através dos clastos, tanto no campo como em secções delgadas, é difícil estudar a matriz fina. Uma vez que a porcentagem de matriz pode chegar a constituir 50% do volume da rocha, ela é de extrema importância na caracterização da área fonte (Condie, 1981). Sua análise é feita, após preparações seletivas, com estudos microscópicos mineralógicos-petrográficos e geoquímicos de elementos maiores e traço.

Neste trabalho foram analisados os clastos e as matrizes tanto macro quanto microscópicamente e foram feitas análises de elementos traço para as matrizes dos metaconglomerados. O tratamento das análises de elementos maiores e traço, não foi efetuado neste trabalho.



#### 4.8. Análises Geoquímicas

Durante as etapas de campo foram coletadas 171 amostras, entre as quais foram selecionadas 10 amostras para análise de elementos maiores e traço por Fluorescência de Raios-X (FRX) realizadas pelo laboratório de FRX do IGc-USP, e outras 83 para análise de Au, S, As, Pd, Pt, Ag, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Co, Bi, e Mn (via AAS), realizadas pelo laboratório químico da Mineração São Bento, após abertura química ácida e por fusão-copelação. Visando as características geoquímicas e metalogenéticas, da sedimentação arqueana, foram selecionadas para análises via FRX amostras representativas de matrizes de metaconglomerados basais e quartzitos de cor verde, matrizes de metaconglomerados das porções intermediárias (claros), quartzitos (claros), assim como alguns seixos de metaconglomerado. Para análise de Au (via AAS) as amostras foram selecionadas de forma a representar em detalhe os diversos perfis, incluindo também metassedimentos clásticos e BIF do Grupo Nova Lima.

Adicionalmente foi ainda medida a radiotividade de todas as 171 amostras coletadas, com cintilômetro portátil (tipo SAPHYMO SRATSPP-2. NF) visando à presença ou não de anomalias radioativas, no Grupo Maquiné.

#### 5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Embora o desenvolvimento do trabalho tenha seguido o cronograma inicial de atividades, houve certas mudanças, que estão abaixo relacionadas:

##### Cronograma de atividades inicial proposto

Atividade	Mês	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Projeto inicial										
Pesquisa bibliográfica										
Levantamento geológico de campo										
Preparação das amostras										
Estudos das coleções de amostras macro e microscópicas										
Confecção do relatório de progresso										
Integração dos resultados, confecção do relatório final e apresentação										



## Cronograma de atividades realizadas

Atividade	Mês	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Projeto inicial										
Pesquisa bibliográfica										
Levantamento geológico de campo										
Preparação das amostras										
Estudos das coleções de amostras macro e microscópicas										
Confecção do relatório de progresso										
Integração dos resultados, confecção do relatório final e apresentação										

Essas mudanças foram ocasionadas por diversos fatores que serão expostos à Comissão do Trabalho de Formatura.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos com essa pesquisa contribuíram para a caracterização do Grupo Maquiné na região da Serra do Caraça e a integração do Mapa Geológico na escala 1:10.000.

### 6.1 Levantamentos Bibliográficos

No Cráton do São Francisco os terrenos arqueanos são representados por associações de metagranitóides TTG (tonalito, trondhjemitó, granodioríticos) e *granite-greenstone belts*; as rochas sensu lato graníticas formando domos e os *greenstone belts* sinclinais de rochas supracrustais metavulcano-sedimentares amoldados a esses domos. Na evolução precambriana posterior, os terrenos de rochas arqueanas foram afetadas por importantes eventos tectono-metamórficos dos ciclos orogênicos paleoproterozóico – Minas/Espinhaço (ou Transamazônico), mesoproterozóico – Uruaçuano e neoproterozóico – Brasileiro, com intensidades e efeitos variáveis dependendo da região (Inda et al., 1984; Schorscher, 1992, entre outros).

O *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas (Schorscher, 1976; 1979; 1992) constitui-se numa parte da borda SE do Cráton do São Francisco em Minas Gerais, na região do Quadrilátero Ferrífero, e, em sua maior extensão, experimentou apenas retrabalhamentos tectono-metamórficos fracos a moderados pós-arqueanos,



principalmente dos ciclos Minas/Espinhaço (ou Transamazônico) e Brasileiro, respectivamente, paleo e neoproterozóicos. A evolução polimetamórfica começou com a orogenia Rio das Velhas, datada em cerca de 2,7 Ga inicialmente por Herz (1970). O metamorfismo regional principal, crescente de W para E foi causado pela orogenia do ciclo Minas/Espinhaço paleoproterozóico a qual a xistosidade regional principal está associada e produziu, na região E do Quadrilátero Ferrífero de interesse desta pesquisa, paragênese da fácies xisto verde média a superior. O mais recente evento do ciclo Brasileiro foi de tipo tectono-termal e causou a reativação dos domos TTG granito-gnaíssico-migmatíticos arqueanos com soerguimentos moderados, eventualmente fraco termometamorfismo e reajustes variáveis de todos os sistemas isotópicos usados em geocronologia.

O Grupo Maquiné, em foco desta pesquisa, representa a unidade metassedimentar-clástica de topo da seqüência litoestratigráfica desse *greenstone belt*. Ocorre em duas áreas principais, separadas entre si, entretanto próximas, no sinclinal Vargem do Lima a S de Belo Horizonte e na região da Serra do Caraça na parte E do Quadrilátero Ferrífero. O Grupo Maquiné é sobreposto, com discordância erosiva e localmente angular, ao Grupo Nova Lima metavulcano-sedimentar máfico, de posição estratigráfica intermediária do *greenstone belt*. Datações mais recentes de zircões detríticos do Grupo Maquiné indicaram idades variáveis na faixa de  $3261 \pm 2$  a  $2877 \pm 3$  Ma (Machado et al., 1996).

Sob aspectos da evolução dos conhecimentos geológicos, o Grupo Maquiné foi originalmente reconhecido, mapeado, definido e incluído na estratigrafia regional como unidade superior da Série Rio das Velhas, no âmbito dos trabalhos de mapeamento sistemático, em escala 1:25.000, do Quadrilátero Ferrífero pela equipe USGS-DNPM conduzida por J.V.N. Dorr (Dorr et al., 1957; Dorr, 1969). Na área tipo, no Sinclinal Vargem do Lima, o Grupo Maquiné foi subdividido em duas formações. A basal, denominada Fm. Palmital, sendo composta predominantemente de xistos e filitos incluindo corpos lenticulares de quartzitos com extensões de dezenas até mais de 1000 metros de espessuras métricas até decamétricas, além de um nível descontínuo de metaconglomerados basais subordinados, e a superior, Fm. Casa Forte, de metaconglomerados e quartzitos, atingindo cerca de 600 metros de espessura máxima. Na área de ocorrência do Grupo Maquiné na parte E do Quadrilátero Ferrífero, na região da Serra do Caraça, que é a área-alvo central desta pesquisa, a subdivisão



Super-Grupo	Grupo	Formação	Litologia	Ambiente deposicional	Espessura aproximada em metros
CINTURÃO DE ROCHAS VERDES ("GREENSTONE BELT") RIO DAS VELHAS	MAQUINÉ	CASA FORTE	Quartzitos maciços e xistosos sericíticos e cloríticos, com níveis intercalados de sericita e clorita-xisto e filitos. Quartzitos, em parte cloríticos com lentes de conglomerados intraformacionais mono e polimíticos (seixos de metachert, BIF-fácies carbonática, quartzo de veio, quartzito, xisto, filitos, metamáficas e (?) metaultramáficas) com pirita detríticas e estratificação cruzada de porte decimétrico.	Depósitos Tipo Molassa	> 600
		PALMITAL	Sericita-quartzo-xisto e filitos com micas verdes (cromíferas) às vezes grafitosos e subordinadamente com pirita e magnetita. Lentes de quartzitos e grauvacas.	LOCAL	~ 600 a ausente ~ 1400 máximo
	NOVA LIMA	INDIVISO	Filitos em grande parte cloríticos, clorita-xistos, sericita-xistos, metapelitos em geral, metagrauvacas máficas, metamáficas de origem vulcânica e sub-vulcânica, metaultramáficas, intercalações de formações ferríferas (BIF - tipo "Algoma") de fácies carbonática, sulfetada, oxidica e silicática, formações magnesíferas, "metachert", ferruginoso, xisto grafitoso, dolomitos, quartzitos. Raros conglomerados bimodais com seixos e blocos de formação ferrífera em matriz metapelítica. Estruturas de deformação gravitacionais ("slumping" e "sliding").	Predominam condições de águas profundas, depósitos tipo "flysh", sedimentos químicos e atividades vulcânica e pós vulcânica (hidrotermal-exalativa) subaquática.	> 4000
		INDIVISO	Ultramáficas (komatiitos peridotíticos) a máficas efusivas e com textura maciça metamórficas (Fácies xistos verdes médio a anfibolito inferior) com raras intercalações de formações ferríferas (BIF tipo "Algoma") e "metachert". Predominam derrames maciços com disjunção poliedral "guflandas" de " e "spinifex" e brechação nas partes basal e topo, e lavas brechadas. Ocorrem lavas almofadadas, "spinifex", e rochas ultramáficas piroclásticas e afaníticas	Vulcanismo ultramáfico a máfico subaquático.	> 600 máximo
	Quebra Osso				
CONTATO BASAL (?) TECTÔNICO COM AS LITOLOGIAS DO COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS.					

Figura 3: Coluna litoestratigráfica do greenstonebelt arqueano Rio das Velhas (segundo Schorscher, 1992).



litoestratigráfica nas duas formações, Palmital e Casa Forte, apesar da ocorrência dos respectivos litotipos, não foi possível e o Gr. Maquiné, nessa região, continuou mapeado em conjunto como unidade indivisa.

Da equipe USGS-DNPM as principais contribuições ao mapeamento 1:25.000 do Gr. Maquiné devem-se a Alves (quadrícula Caeté), Barbosa, A. (quadrículas São Bartolomeu, Antônio Pereira e Mariana), Gair (quadrículas Nova Lima e Rio Acima), Maxwell (quadrículas Capanema, Santa Rita, Durão e Catas Altas), Moore (quadrícula Conceição do Rio Acima) e O'Rourke (quadrículas Gandarela e Rio de Pedras) (Dorr, 1969). Dados petrográficos e detalhamentos e revisões litoestratigráficas e estruturais de quadriculas individuais foram elaborados por O'Rourke (várias comunicações escritas citadas por Dorr, 1969), Gair (1962), Moore (1969) e Maxwell (1972, e comunicações escritas citadas por Dorr, 1969). Dorr (1969), integrou os resultados dos trabalhos da equipe USGS-DNPM e, em sua síntese, interpretou a evolução da Série Rio das Velhas como de tipo eugeossinclinal, compreendendo o Gr. Nova Lima os depósitos vulcano-sedimentares e vulcânicos (principalmente máficos), químicos e subordinadamente clásticos finos, sinorogênicos de tipo *Flysch*; e o Grupo Maquiné, clástico e isento de vulcanismo, com quartzitos e metaconglomerados predominantes, os produtos de erosão de tipo *Molasse* do orógeno Rio das Velhas e áreas adjacentes graníticas. Nessa síntese inferiu ainda, com base principalmente na distribuição, tamanho e frequência dos seixos, a localização da área fonte dos metaconglomerados e demais metassedimentos do Gr. Maquiné numa região a W das áreas atuais de ocorrência, e refletiu também sobre os possíveis significados da diferença drástica sedimentológica do Gr. Maquiné em relação ao Gr. Nova Lima, pela sua riqueza em quartzo e os tipos de sedimentos quartzíticos e conglomeráticos, mencionando tipos piritosos e com cloritóide por vezes muito significante. Quanto a este último mineral – o cloritóide – apontou, ainda, para a sua importância como indicador de intemperismo profundo das rochas do Gr. Nova Lima nas áreas-fontes, antes de sua erosão e redeposição na fração fina do Gr. Maquiné.

Com o estabelecimento do conceito de terrenos TTG e granito – *greenstone belt* para as rochas arqueanas da região do Quadrilátero Ferrífero (Schorscher, 1976; 1978; 1979; 1992) e a decorrente possibilidade de análises comparativas e correlação global com outras ocorrências do mesmo gênero em estágios análogos de evolução crustal arqueana, as questões relacionadas aos ambientes deposicionais arqueanos e, em geral, das características evolutivas (fatores controladores e condições físico-químicas)



do ciclo exôgeno, ganharam internacionalmente novos impulsos e mais amplo significado científico fundamental e aplicado, abrangendo desde mudanças globais até determinados depósitos minerais (arqueanos e paleoproterozóicos) de tipo *paleoplacer* e de concentrações residuais intempéricas.

Do grupo Maquiné inexistem trabalhos mais recentes sobre essas questões além dos trabalhos iniciais do orientador (Schorscher, 1992; 1995).

Na região a ser estudada, Serra do Caraça (**figura 1**), o Grupo Maquiné está bem exposto e o seu contato com o Grupo Nova Lima é do tipo discordância erosiva regional e angular localmente tectonizado ou mesmo tectônico. Rochas xistosas, filíticas com quartzitos subordinados, como foram descritas da Fm. Palmital na região típica do Sinclinal Vargem do Lima, embora presentes, são pouco freqüentes e aparentemente de distribuição mais irregular, não permitindo seu mapeamento como um conjunto litoestratigráfico; conferindo assim ao Grupo Maquiné como um todo características gerais ortoquartzíticas com metaconglomerados intraformacionais na porção estratigráfica inferior, mais representativas da Fm. Casa Forte. Maxwell (1992, cf. Dorr, 1969) estimou nessa região uma espessura total do Gr. Maquiné indiferenciado de cerca de 1.400 metros.

Os conglomerados possuem matriz quartzítica até quartzo filítica xistosa e seus seixos são, predominantemente de formações ferríferas bandadas de tipo Algoma (*biñ*) de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto e *metachert* do Gr. Nova Lima, além de rochas do próprio Gr. Maquiné. Subordinadamente ocorrem ainda xistos máficos e possíveis anfíbolitos, também do Gr. Nova Lima. Rochas metaultramáficas do Gr. Quebra Osso e rochas granito-gnaissicas TTG e / ou fragmentos de metagranitoides Borrachudos não foram encontrados. Entretanto, ocorrem, ainda que muito raramente, metavulcânicas ácidas de tipo quartzo pórfiro.

As porções basais metaconglomeráticas do Gr. Maquiné atingem espessuras totais estimadas em 200-300 metros e possuem coloração esverdeada até mesmo verde forte, gradando para cores branco-amareladas claras em direção ao topo, apresentando intercalações e matrizes quartzo filíticas, xistosas e de quartzitos. A mudança de cor é devida a diminuição gradativa dos teores de clorita, cloritóides e muscovita da base para o topo da unidade e, em paralelo à diminuição dos componentes micáceos, ocorre também uma mudança gradativa estrutural de xistosa para quartzítica maciça das rochas Maquiné. Os metaconglomerados em corpos lenticulares de espessuras métricas são predominantemente do tipo matriz-suportados



e gradam para quartzitos com seixos esparsos e quartzitos microconglomeráticos, estes últimos formando níveis intercalados de espessuras métricas a decamétricas. Em direção ao topo diminuem a espessura e frequência das lentes conglomeráticas até o desaparecimento e os quartzitos microconglomeráticos se tornam litotipo único, sendo sempre bancados com espessuras decimétricas e raros os bancos mais espessos que atingem até um metro. Nos quartzitos bancados da porção superior do grupo Maquiné são típicas as estratificações cruzadas de porte decimétrico.

Quanto a mineralogia predomina o quartzo, que ocorre em grãos detríticos grossos ondulantes, por vezes, facoidais-estirrados, típicos de terrenos-fonte granito-gnaissicos, além de quartzo fino submilimétrico, em geral, de recristalização poligonal, eventualmente proveniente de xistos quartzosos finos, *bif* e *metacherts* do Gr. Nova Lima. Feldspatos não foram observados. Como minerais micaceos, produtos de metamorfismo regional da matriz fina, argilosa, dos protolitos arenosos e conglomeráticos do Gr. Maquiné ocorrem clorita, cloritóide e muscovita / sericita, sendo clorita e cloritóide tipicamente indicativos de áreas-fontes de rochas máficas e / ou seus produtos de intemperismo. Quanto ao cloritóide consta ainda, que é um mineral metamórfico muito raro ou mesmo ausente nas rochas dos grupos Nova Lima e Quebra Osso, sotopostos ao Gr. Maquiné do *greenstone belt* Rio das Velhas, diferentemente da clorita que é muito abundante. Tal fato explica-se pelas propriedades químicas necessárias à formação do cloritóide que exige razões elevadas de  $Fe^{2+}/Mg$ , ausência de Ca e álcalis, junto com elevadas concentrações de Al (por ex. Winkler, 1974). Tais composições incomuns em rochas ígneas ou sedimentos normais, entretanto, poderiam ser atingidas por intemperismo químico sob condições redutoras.

Entre os minerais detríticos mais raros (minerais detríticos pesados) merecem menção o carbonato – típico de *bif* de fácies carbonato do Gr. Nova Lima, zircão – típico de rochas ácidas, rutilo – típico de protolitos máficos abundantes no Gr. Nova Lima, pirita e outros sulfetos, que também ocorrem intercrescidos formando seixos de sulfetos poliminerálicos nos metaconglomerados, além de ouro detrítico – típicos de *bif* de fácies sulfeto mineralizados em ouro do Gr. Nova Lima. Por fim, foi ressaltada ainda, a ausência de uraninita e, em geral, de anomalias radioativas nos metaconglomerados e quartzitos do Gr. Maquiné, diferentemente dos metaconglomerados Moeda, paleoproterozóicos basais do Supergrupo Minas que ocorrem sobrepostos ao *greenstone belt* Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero (Schorscher, 1992; 1995). Dessas observações o orientador conclui, nos trabalhos citados, para a deposição



arqueana do Gr. Maquiné em ambiente fluvial a marinho raso de alta energia, sob condições de pH neutro a alcalino e Eh redutor, enquanto que as áreas-fonte foram expostas a intenso intemperismo químico num clima quente humido com atmosfera depauperada em oxigênio. A falta de uraninita e anomalias radioativas indicaria a deposição do Gr. Maquiné antes da intrusão de granitos mais evoluídos potássicos no contexto geológico regional dos domos TTG e do *greenstone belt* Rio das Velhas da região do Quadrilátero Ferrífero.

## 6.2. Geologia regional

Na área estudada as unidades presentes são essencialmente do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Espinhaço. Nesta região afloram predominantemente unidades do Grupo Nova Lima, Grupo Maquiné e do Supergrupo Espinhaço.

O Grupo Quebra Osso aflora como lascas tectônicas, intercalado com o Grupo Maquiné e Nova Lima. O Supergrupo Rio das Velhas situa-se em posição estrutural invertida e o contato entre as suas unidades é predominantemente tectônico. As unidades encontradas são muito parecidas com as unidades encontradas por todo Quadrilátero Ferrífero.

O presente trabalho embora tenha contribuições significativas para a geologia local. Dentro do contexto regional tem pouco a acrescentar a estratigrafia aceita atualmente.

## 6.3. Geologia da área de pesquisa

O detalhamento dos 4 perfis geológicos, descritos no item abaixo, juntamente com a integração do Mapa Geológico da região NW da Serra do Caraça descrito no item 6.3.5., possibilitou o reconhecimento e a caracterização das unidades metassedimentares-clásticas do Grupo Maquine, aflorantes área de pesquisa, sendo estas rochas constituídas predominantemente por metaconglomerados polimíticos, quartzitos maciços e sericita quartzitos (ver prancha 1).



Destes perfis geológicos, somente 2 apresentam uma exposição mais contínua dos litotipos estudados, que constituem os perfis da estrada do Colégio do Caraça e Córrego do Tanque Preto.

Desta forma, os resultados obtidos durante este trabalho de formatura encontram-se detalhados e descritos a partir dos 4 perfis, dos quais puderam ser levantadas 3 secções colunares detalhadas e representativas do Grupo Maquiné aflorante na região.

Cabe ressaltar que a integração do Mapa Geológico, interpretação de fácies sedimentar, análise de proveniência e análise petrográficas foram realizadas a partir dos dados obtidos em todos afloramentos descritos, bem como nos perfis geológicos levantados considerando que estes apresentam correlações estratigráficas entre si.

#### **6.3.1. Perfil da Estrada do Colégio do Caraça (CC)**

O perfil CC, ilustrado na **figura 3**, teve início a partir da portaria de entrada do Santuário do Caraça onde foram percorridos aproximadamente 4,5 Km (em linha reta) até o final da ocorrência do Grupo Maquiné (GM), em contato tectônico com o Supergrupo Espinhaço (SgE).

Aflora inicialmente o Grupo Nova Lima (GNL), em posição estrutural invertida, constituindo-se essencialmente de sericita-quartzo xistos variavelmente grafitosos e com lentes métricas de Formações Ferríferas (BIF) onde predomina fácies óxido com magnetita. Conforme subimos na estratigrafia, o Grupo Nova Lima apresenta-se mais quartzoso e intercala-se com bancos submétricos de quartzitos piritosos e lentes de metaconglomerado polimíticos com seixos de: metachert, BIF (de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto), xistos pelíticos, máficos e ultramáficos e quartzo de veio em matriz quartzítica xistosa verde com cloritóide, clorita e muscovita, além de pirita e outros sulfetos detriticos, característicos do GM.

O GNL está em contato tectônico (falha inversa) com o GM, também em posição invertida em seu início passando para a posição normal no final do perfil. O GM inicia-se com bancos contínuos de metaconglomerados (conforme acima citados) intercalados com níveis métricos de quartzitos esverdeados com cloritóide, clorita e muscovita. Conforme subimos na estratigrafia desaparecem gradativamente os metaconglomerados e predominam cada vez mais os quartzitos (ortoquartzitos), de







coloração branca-amarelada, médios a grossos, por vezes com grânulos, apresentando estratificação cruzada unidirecionais, tabular e acanalada, em camadas de espessura centimétricas a decimétricas, localmente com estratificação convoluta.

No término da exposição do **GM**, aflora rocha metabásica alterada em contato discordante (intrusivo) tanto com o **GM** quanto com o **SgE**.

### 6.3.2. Perfil do Córrego do Engenho (CE)

O perfil **CE**, representado na **figura 4**, inicia-se logo após a portaria de entrada do Santuário Caraça, na estrada de terra que liga até a Fazenda do Engenho (**figura 1**). Foram percorridos aproximadamente 1.8 Km no leito do Córrego do Engenho. Neste perfil aflora predominantemente o **GNL** que apresenta inversão estrutural, constituindo-se predominantemente de quartzo-sericita xisto, variavelmente grafitosos, com lentes de espessuras decimétricas de quartzitos piritosos e lentes métricas de metaconglomerado polimíticos com seixos de: metachert, BIF (de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto), xistos pelíticos, máficos e ultramáficos e quartzo de veio em matriz quartzítica xistosa verde com cloritóide, clorita e muscovita, pirita e outros sulfetos detriticos. Para o topo, predominam xistos grafitosos (basais) do **GNL** em contato com BIF de fácies óxido e sulfeto.

Não foi possível chegar no contato do **GNL** com o **GM** devido as dificuldades de caminamento no perfil.

### 6.3.3. Perfil do Ribeirão Caraça (RC)

O perfil **RC**, ilustrado na **figura 5**, foi percorrido em duas etapas e por vias distintas. A primeira iniciou-se na ponte sobre o Ribeirão Caraça seguindo o seu leito até a Cascatona (SW-NE), com aproximadamente 2.8 Km. Nesta parte inial do perfil (**figura 5-A**) aflora predominantemente o **SgE**, composto por quartzitos esbranquiçados com estratificações cruzadas de médio porte. Próximo a Cascatona, localizada a (NE) do perfil, aflora rocha metabásica alterada em contato intrusivo com o **GM**, composto por quartzito fino à médio com sulfetos e seixos dispersos de metachert.



SW

# PERFIL CÓRREGO DO ENGENHO

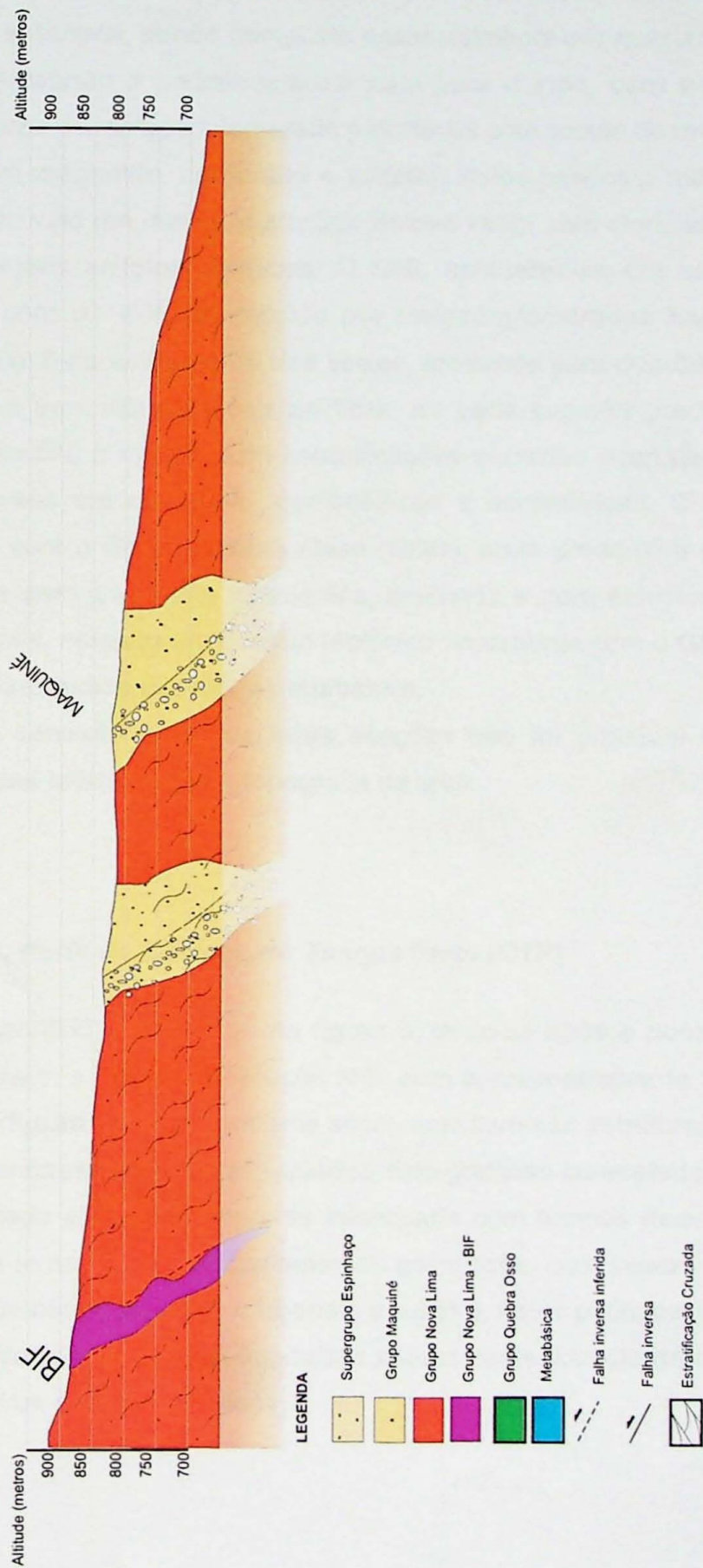


Figura 4



A segunda etapa iniciou-se de N para S, no leito do Ribeirão Caraça. Nesta segunda etapa foi realizado um perfil onde inicialmente aflora o GNL, também com inversão estrutural, sendo composto essencialmente por quartzo-sericita xisto médio à grosso passando a sericita-quartzo xisto para o topo, com pequenas intercalações decimétricas de metaconglomerado polimíticos com seixos de metachert, BIF (de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto), xistos pelíticos, máficos e ultramáficos e quartzo de veio em matriz quartzítica xistosa verde com cloritóide, clorita e muscovita, pirita e outros sulfetos detriticos. O GNL apresenta-se em contato tectônico (falha inversa) com o GM, constituído por metaconglomerados basais (conforme acima citado) com forte estiramento dos seixos, gradando para quartzitos fino a médios com grânulos e com intercalações pelíticas, na parte superior predominam quartzitos de granulação fina a média, com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte unidirecionais em camadas centimétricas a decimétricas. O GM está em contato tectônico com o Grupo Quebra Osso (GQO), onde predomina rocha metaultramáfica cloritizada com magnetita idiomórfica, brechada e com estruturas do tipo pillow lava decimétricas, estando em contato tectônico novamente com o GM. No topo, o quartzito é do GM é intrudido por rocha metabásica.

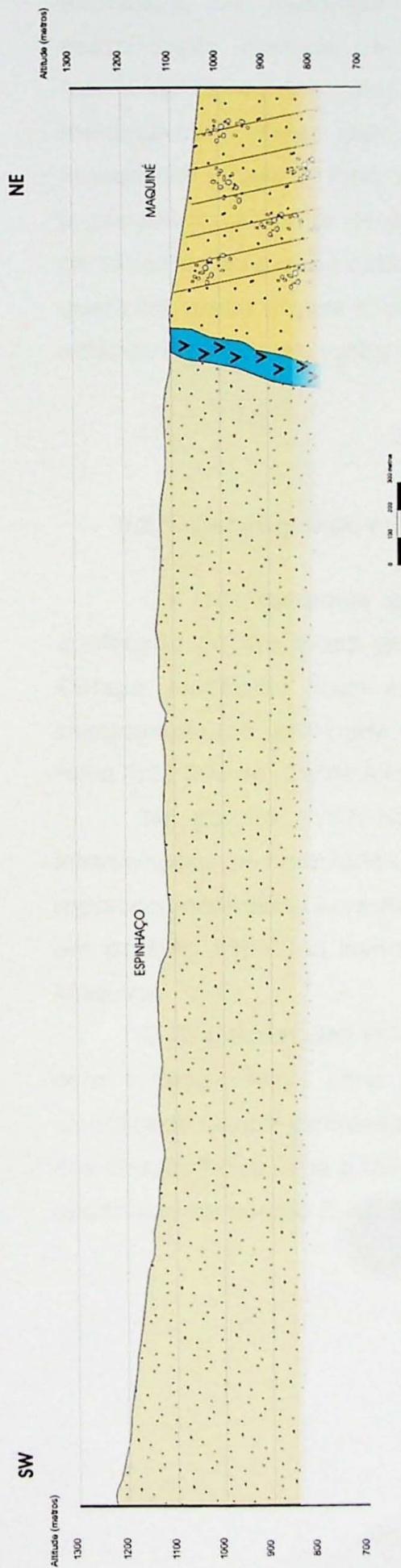
A conexão entre as duas secções não foi possível devido a dificuldades encontradas relacionadas à topografia da área.

#### 6.3.4. Perfil do Córrego do Tanque Preto (CTP)

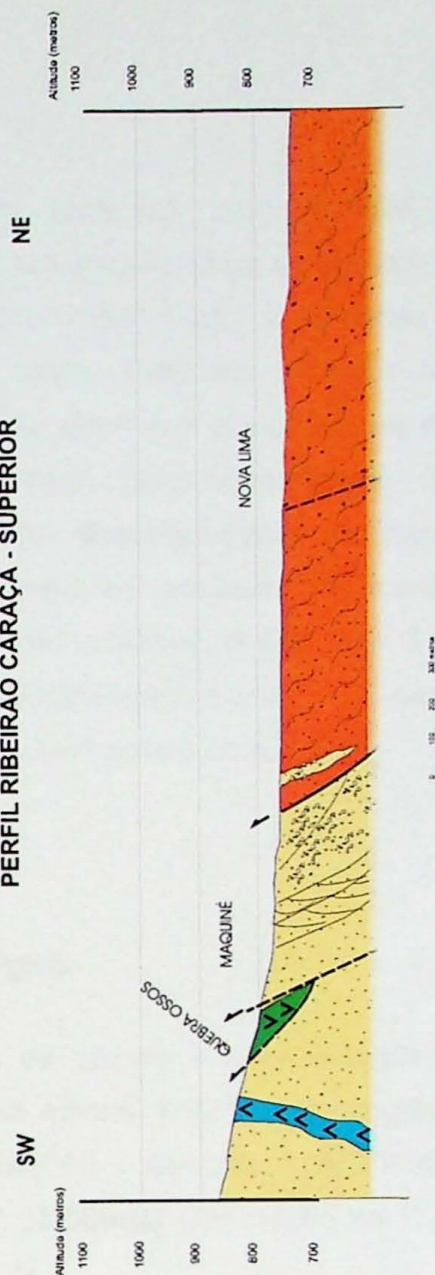
O perfil CTP, ilustrada na **figura 6**, inicia-se após a ponte sobre o Córrego do Tanque Preto, e apresenta direção N-S, com aproximadamente 3 Km de extensão em linha reta (**figura 1**). Primeiramente aflora, com inversão estrutural, o (GNL), constitui-se predominantemente de sericita-quartzo xisto grafitoso intercalado com BIF fácies óxido. Essa unidade ainda apresenta-se intercalada com bancos decimétricos de quartzitos piritosos e lentes de metaconglomerado polimíticos, com seixos de metachert, BIF (de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto), xistos pelíticos, máficos e ultramáficos e quartzo de veio, em matriz quartzítica xistosa verde com cloritóide, clorita e muscovita, pirita e outros sulfetos detriticos.



# PERFIL RIBEIRÃO CARAÇA - INFERIOR



# PERFIL RIBEIRÃO CARAÇA - SUPERIOR



## LEGENDA

- Supergrupo Espinhaço
- Grupo Maquiné
- Grupo Nova Lima
- Grupo Quebra Osso
- Metabásica
- Falha inversa inferida
- Falha inversa
- Estratificação Cruzada

Figura 5



Apresentando-se em contato tectônico com o GNL, o GM inicia-se diferentemente dos outros perfis, com um pacote basal de aproximadamente 30 m de espessura, de quartzitos branco-amarelado finos, localmente com grânulos, e estratificação cruzada de pequeno porte. Também ocorrem metaconglomerados (conforme acima descritos), onde estão além dos seixos acima descritos, seixos de metaquartzo-pórfiros subvulcânicos com aproximadamente 30% (volume) de fenocristais. Para o topo desaparecem gradativamente os metaconglomerados e predominam camadas de quartzitos branco-amarelados. No meio da sucessão das camadas de quartzitos estão, em contato tectônico, o GNL e o GQO. A sucessão de quartzitos grada (**figura 6**) para metaconglomerado conforme subimos na estratigrafia, estando intrudido por rocha metabásica, no contato com o SgE.

#### 6.3.5. Descrição do mapa geológico

Os levantamentos geológicos de campo e a fotointerpretação permitiram a confecção de um mapa geológico na escala 1:10.000 da região NW da Serra do Caraça, localizado entre as utms 662000 - 654000 E e 7784000 - 7778000 N, compreendendo uma parte da folha 1:25.000 de Conceição do Rio Acima e outra da folha 1:25.000 de Catas Altas (**figura 7**).

Na porção NW-N-NE aflora predominantemente o Grupo Nova Lima com intercalações de Formações Ferríferas Bandadas (BIF) e lentes de forma sigmóidal de metaconglomerados esverdeados do Grupo Maquiné. O Grupo Nova Lima encontra-se em posição estrutural invertida e em contato tectônico (falha inversa) com o Grupo Maquiné.

O Grupo Maquiné em toda a região mapeada, apresenta contato tectônico basal com o Grupo Nova Lima e contato superior com o Supergrupo Espinhaço (não identificado devido a intrusão de rocha metabásica). Esse grupo apresenta imbricações dos Grupos Nova Lima e Quebra Osso, além de intrusão de um corpo diorítico (pórfiro), observado na porção E-NE (**figura 7**).



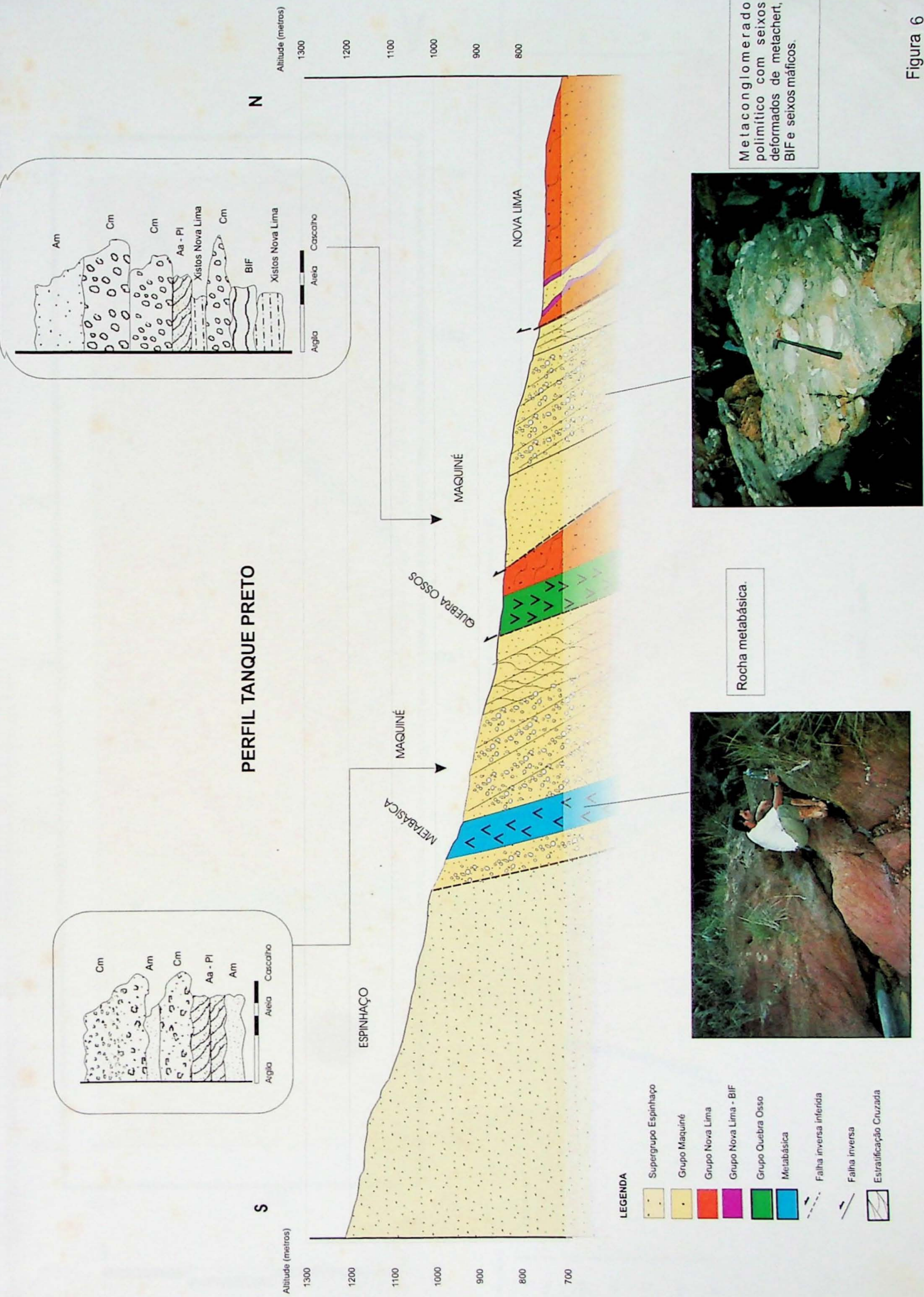


Figura 6



# Mapa Geológico - Serra do Caraça NW

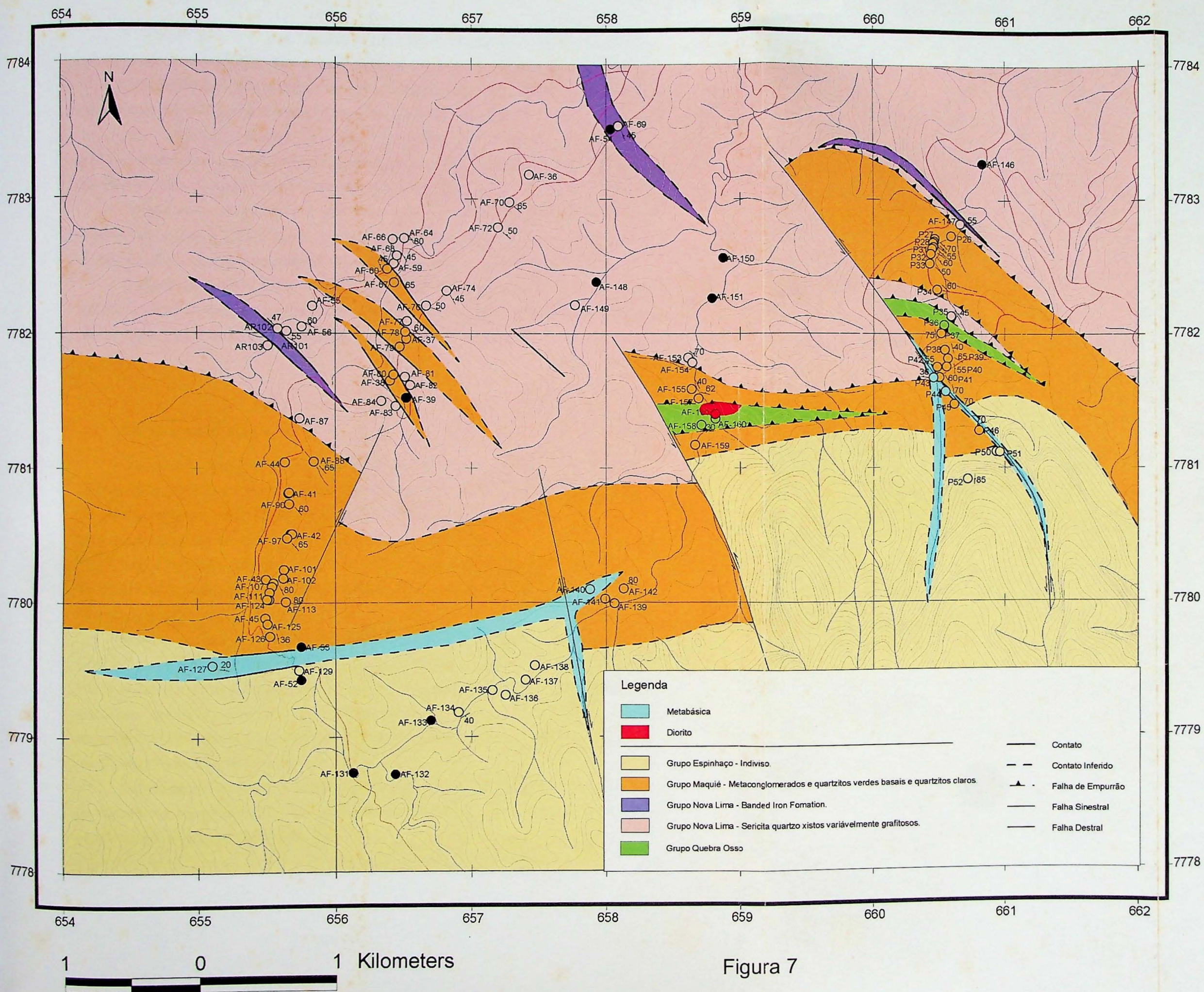
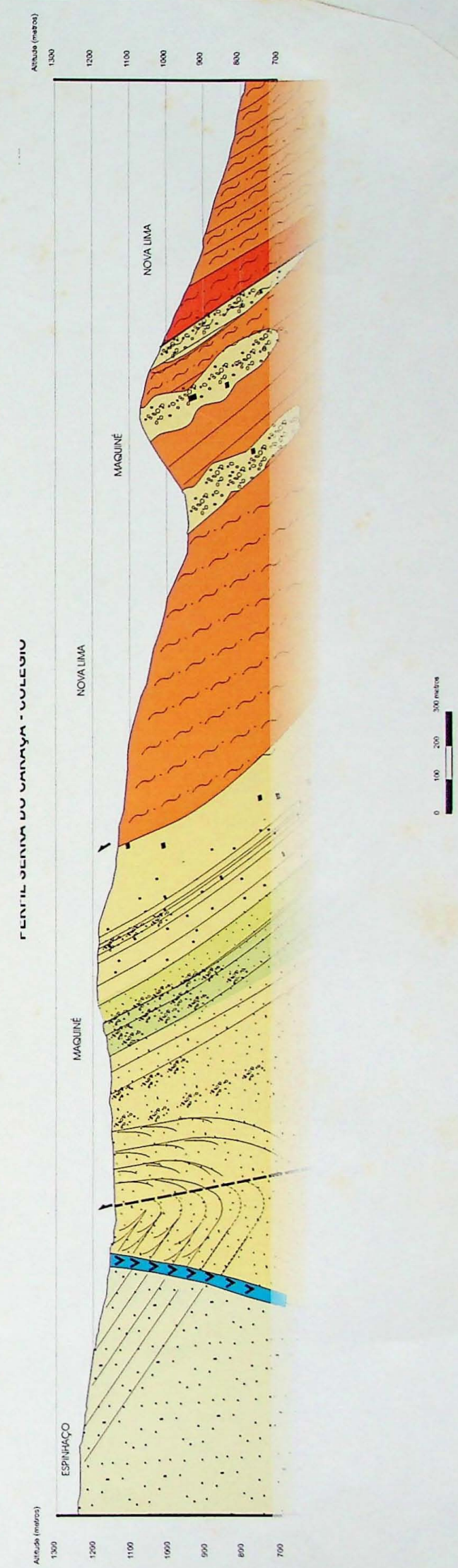


Figura 7





A foliação principal, dos Grupos Nova Lima e Maquiné, é aproximadamente paralela ao acamamento, com direção NW-SE e mergulho variando de 30° a 80°. O Supergrupo Espinhaço, diferentemente, apresenta foliação principal (na área mapeada), com direção NE-SW e com mergulho variando de 40° a 60° para SE.

As unidades mapeadas são cortadas por falhas truncorrentes predominantemente sinistrais e deslocamento maior que 500 metros. Na porção oeste ocorre uma falha dextral com rejeito menor que 200 metros.

Dobras isoclinais apertadas, com plano axial paralelo a foliação principal, foram observadas na subida do Colégio do Caraça onde aflora o Grupo Maquiné e foi possível observar estratificações cruzadas em camadas invertidas passando para normal.

O Mapa Geológico, realizado no presente trabalho de formatura, para a região NW da Serra do Caraça é bem mais detalhado do que o proposto por Maxwell (1972) e possui diferenças fundamentais no posicionamento das unidades.

#### **6.4. Análise de fácies**

Dentre as 4 secções geológicas estudadas, somente em duas foram efetuadas colunas estratigráficas representativas do Grupo Maquiné. Essas secções foram escolhidas devido à continuidade de grau preservação das unidades aflorante no perfil, bem como pelo grau de informação obtido nas etapas de campo.

Desta forma as secções escolhidas para a análise de fácies foram a do Colégio do Caraça (CC) e a Córrego do Tanque Preto (CTP), sendo que as fácies presentes, nas duas secções, são muito similares.

Para a análise de fácies dos depósitos aluviais e fluviais foi adotado a terminologia proposta por Miall (1997, 1978), que codifica as fácies encontradas com o intuito de facilitar a interpretação dos processos sedimentares envolvidos na gênese dos depósitos, sendo a primeira letra correspondente a granulação (maiúscula), e a segunda correspondente a estrutura observada (minúscula). Por exemplo: Aa - arenito médio, com estratificação cruzada acanala.

Foram descritas 5 fácies sedimentares distintas para o Grupo Maquiné na área de estudo. As mesmas estão resumidas na tabela abaixo, com a interpretação dos possíveis processos de sedimentação.



<b>Código</b>	<b>Fácies</b>	<b>Estrutura sedimentar</b>	<b>Interpretação</b>
<b>Cm</b>	Conglomerado maciço, sustentado pela matriz.	Conglomerado maciço, sustentado pela matriz, apresentando seixos com diâmetro variando de 2 cm a 15 cm, subangulosos a subarredondados. Ocorrem em camadas lenticulares, de espessuras variando de decimétricas a métricas. As camadas comumente apresentam ciclos granodecrescentes ascendentes, transicionando para fácies Am.	depositos gerado por fluxo gravitacional coesivo
<b>Am</b>	Arenito médio a grosso, maciço.	Arenito médio a grosso, maciço, apresentando seixos esparsos com diâmetro variando de subcentimétrico a centimétrico. Ocorrem em camadas de espessuras variando de decimétricas a métricas.	depositos gerado por fluxo gravitacional coesivo
<b>Aa</b>	Arenito fino a médio, com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte.	Camadas decimétricas lenticulares de arenito fino a médio, com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte. Apresenta seixos esparsos com aproximadamente 3 cm de diâmetro. Esta fácies apresenta intercalações da fácies PI.	gerados por fluxo de corrente trativa - regime de fluxo lento.
<b>Ac</b>	Arenito fino a médio, convolucionado.	Constitui-se de fácies Aa convolucionada.	gerados por fluidificação da camada possivelmente relacionado ao grande aporte sedimentar.
<b>PI</b>	Pelito laminado.	Camadas subcentimétricas a centimétricas de pelito levemente laminado. Intercala-se com a fácies Aa.	gerado por processos de decantação.



# Prancha 1



Foto 1: Rocha metabásica - afloramento no perfil CTP



Foto 5: Metarenito com estratificação cruzada. Perfil CC. Fácies Aa-PI



Foto 2: Metaconglomerado com seixos polimíticos - Perfil CTP. Fácies Cm.

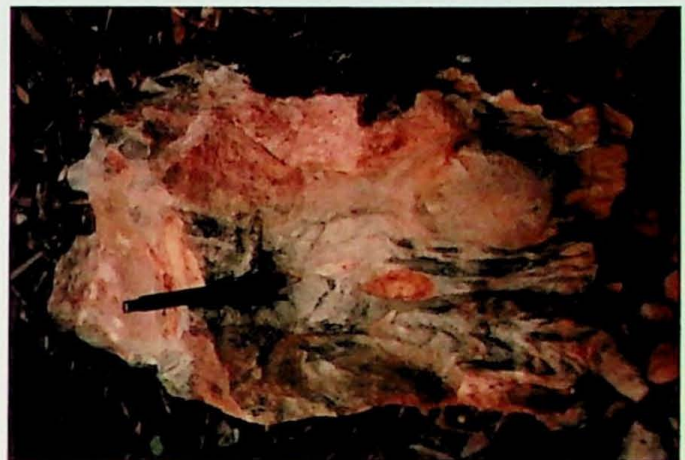


Foto 6: Metaconglomerado com estrutura dobrada. Perfil CC. Fácies Cm.



Foto 3: Metaconglomerado com seixos polimíticos - perfil CTP. Seixos de metachert, BIF e seixos máficos. Observa-se aqui os diferentes graus de deformação dos clastos. Fácies Cm.



Foto 7: Metaconglomerado com seixos máficos estirados. Perfil CC. Fácies Cm.



Foto 4: Estratificação cruzada acanalada convolucionada. Perfil CC. Fácies Aa-PI.



Foto 8: Metaconglomerado com seixos de metachert com diferente grau de deformação.



#### 6.4.1. Descrição da fácies (Cm)

Predominam camadas decimétrica a métricas, lenticulares de metaconglomerados matriz sustentados (**ver prancha 1 e 2**). A maior parte dos seixos é de metachert e adicionalmente, em quantidades variáveis, seixos de BIF (de fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfeto), xistos pelíticos, máficos e ultramáficos e quartzo de veio. A matriz é quartzítica xistosa verde com cloritóide, clorita, muscovita, pirita e outros sulfetos detriticos, no perfil (CTP) está presente, além dos seixos anteriormente descritos, seixo de vulcânica ácida. A granulação da matriz é varia de fina a grossa, dependendo da proporção de material pelítico versus clásticos. Os clastos variam de grânulos a calhau (de até 15 cm no eixo maior). O arcabouço apresenta diferenças quanto ao grau de deformação, mesmo sendo os seixos de metachert em geral mais resistentes à deformação que os seixos de BIF, ou os seixos máficos e pelíticos, encontram-se diferentemente deformados em uma mesma amostra. A fácies de metaconglomerado (Cm) grada tanto na horizontal quanto na vertical para quartzitos maciços (fácies Am).

Segundo as classificações de Miall (1977, 1978), essa fácies é interpretada como tendo sido gerada por processos de fluxo gravitacional coesivo (*debris flow*), considerando ter havido matriz (material pelítico) que, atualmente, encontra-se transformados em minerais metamórficos.

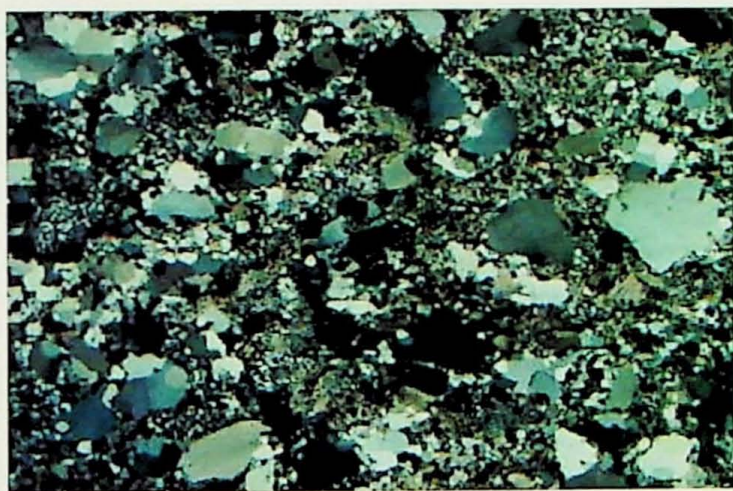
#### 6.4.2. Descrição da fácies (Am)

Composta essencialmente por arenitos maciços, onde predominam fragmentos de quartzo (>70%) com clorita, cloritóide e sericita, em proporções variáveis, bem como pirita (opacos), rutilo e zircão. A granulação varia de fina a grossa, predominando a granulação média-grossa. Apresenta seixos esparsos compostos predominantemente de chert de 1 a 3 cm. Mineralogicamente predominam fragmentos de quartzo policristalinos a monocristalinos, sendo a maior parte deles recristalizado embora ainda apresentam textura sedimentar reliquear. A porção intraclásto é constituída por clorita, cloritóide e sericita.

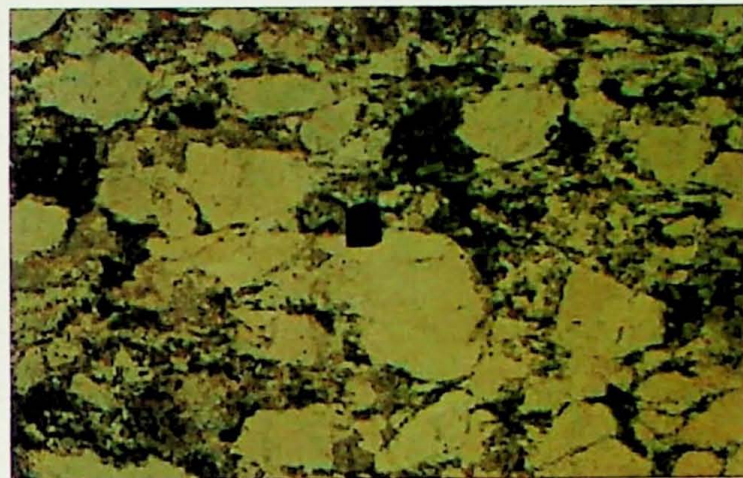




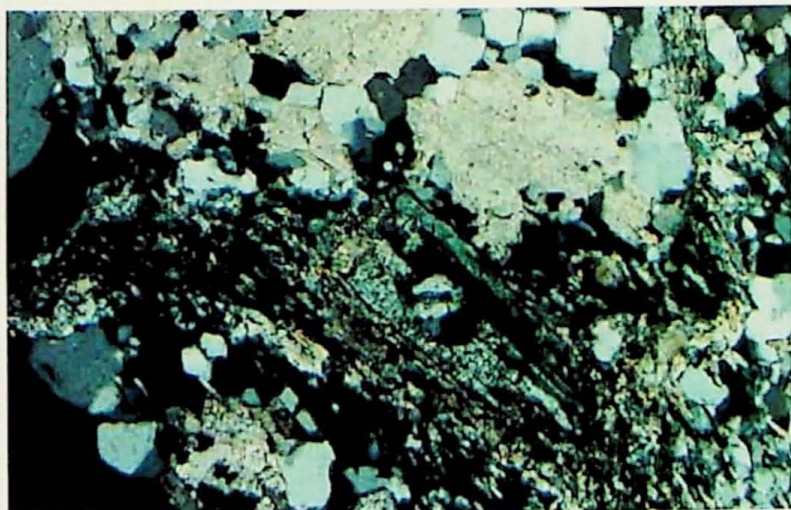
Metaconglomerado fácies Cm e Am.



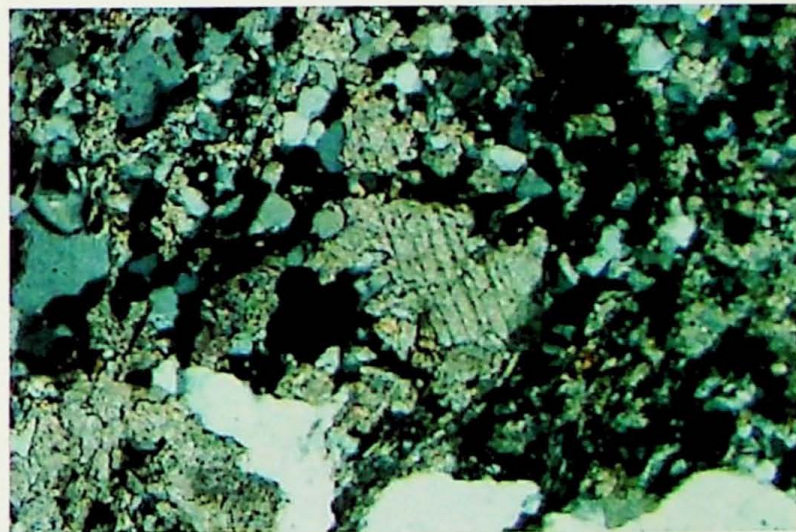
Textura sedimentar reliquear - grãos de quartzo monocristalinos angulos.  
Objetiva 1.25 X.



Textura sedimentar reliquear - pirita idiomorfica.  
Objetiva 2,5 X.



Cloritóide idiomórfico intercrescido na matriz.  
Objetiva 10 x



Metaconglomerado - Carbonato com 2 clivagens perfeitas.  
Objetiva 10 X.



Os processos deposicionais interpretados para esta fácies, são correlacionados à fácies Cm, estimando tratar de fácies geradas pela atenuação dos fluxos gravitacionais coesivos.

#### **6.4.3. Descrição da fácies (Aa)**

É composta de metarenitos, de coloração branco-amarelada, (**ver prancha 3 e 1, foto 5**) com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte. Apresenta raros seixos, predominantemente de metachert, fuchsita, carbonato e pirita. Esta fácies é constituída por quartzo, monocristalino e policristalino, sericita, rutilo e zircão, a matriz é predominantemente sericítica, com variações granulométricas e composicionais milimétricas. A granulação varia de fina-média chegando por vezes à grossa. Em algumas lâminas foi possível observar carbonato, feldspatos e alanita.

Esta fácies apresenta-se comumente em camadas decimétricas lenticulares, sendo a estratificação cruzada acanalada, a estrutura típica de processos trativos de canais entrelaçados em depósitos aluviais (*segundo Miall, 1977, 1978*).

#### **6.4.4. Descrição da fácies (Ac)**

Esta fácies compreende a fácies Aa convolucionada, apresentando as mesmas características estruturais, texturais e composicionais descritas na fácies Aa (**ver prancha 1, foto 4**).

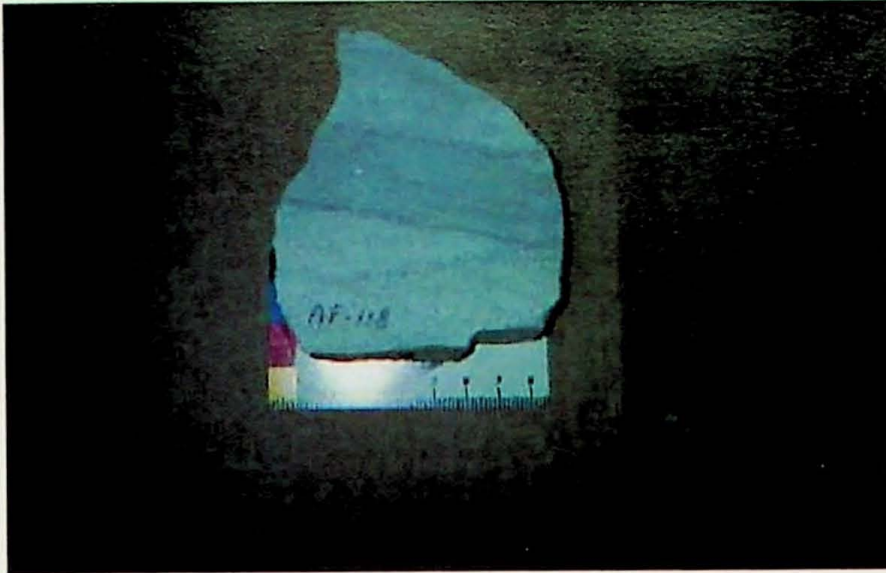
A estrutura convoluta possivelmente foi gerada pela sobrecarga de camadas úmidas em função do grande aporte sedimentar.

#### **6.4.5. Descrição da fácies (PI)**

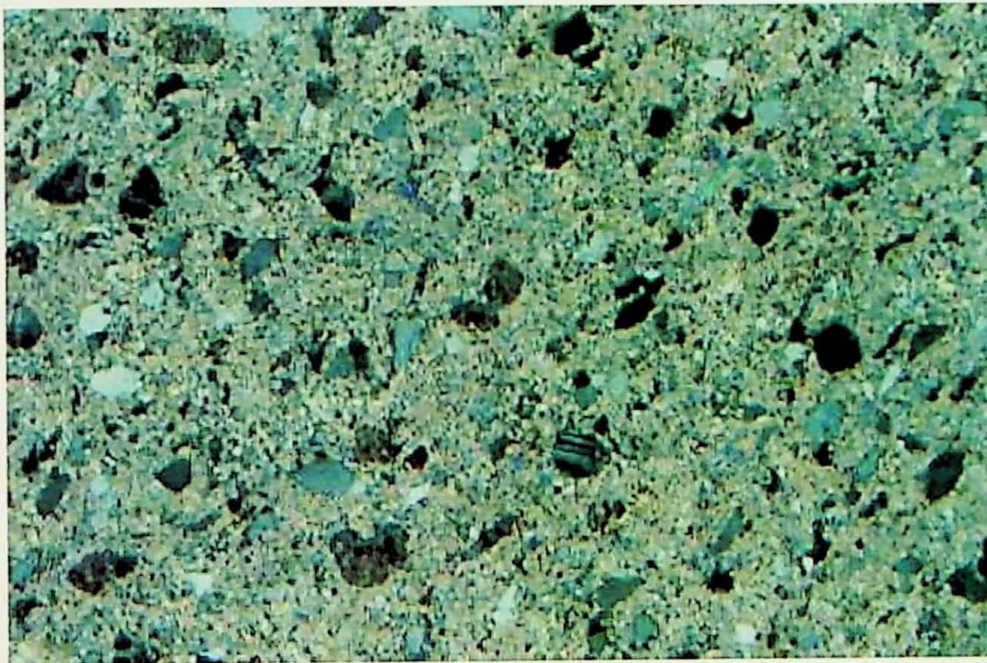
Esta fácies compreende as fácies Aa e Ac, estando intercaladas com as mesmas (**ver prancha 3**). Composta predominantemente por porções mais finas da fácies anteriore. Representa um fluxo trativo lento, onde o material anteriormente em suspensão é decantado. Composto por sericita - fuchsita, por vezes clorita, e quantidades variáveis de quartzo fino.



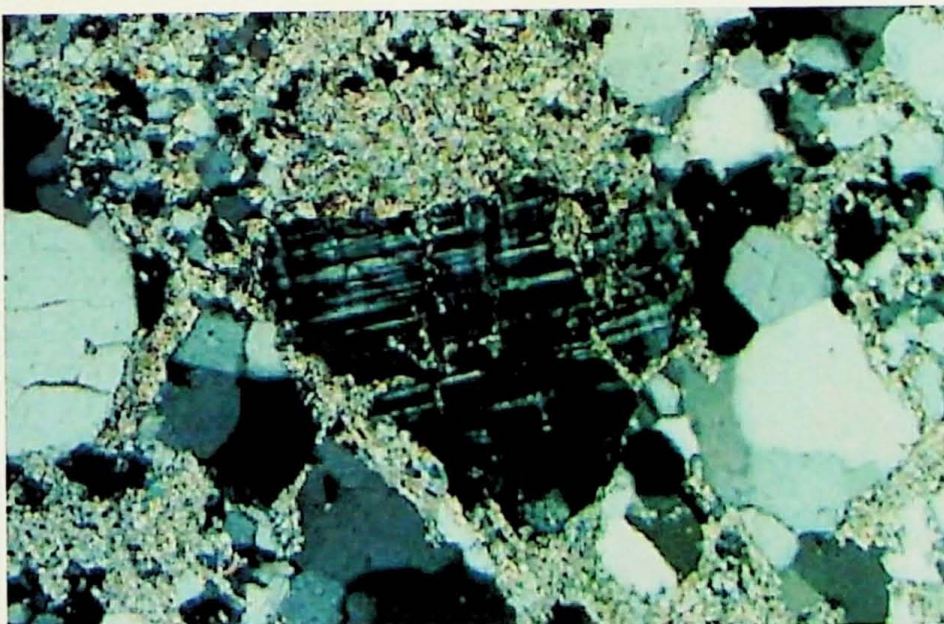
## Prancha 3



Arenito com estratificação cruzada acanalada (fácies Aa) com porção pelítica (fácies PI).



Porção mais pelítica (fácies PI), grânulos de quartzo e feldspato detrítico angulosos dispersos na matriz.  
Objetiva 4 X.



Detalhe - microclineo na matriz com triclinicidade bem desenvolvida.  
Objetiva 10 X.



### 6.5. Associação de fácies

A análise de fácies sedimentares e seu agrupamento em associações de fácies possibilitam caracterizar um determinado tipo de depósito. Com base nesses critérios foram reconhecidas 2 associações de fácies distintas para o Grupo Maquiné na região da Serra do Caraça, que fazem parte do sistema deposicional de leque aluvial.

Código	Associação de Fácies	Interpretação
Associação de Fácies Inferior (AFI)	Cm Am	Depósitos de fluxo gravitacional coesivo, caracterizado pela presença de matriz nestes depósitos, sendo composto por pulsos cíclicos das fácies Cm e Am.
Associação de Fácies Superior (AFS)	Aa Ac PI	Depósitos de rios entrelaçados, caracterizados pela presença de arenitos com estratificação cruzada.

#### 6.5.1. Associação de fácies inferior (Cm - Am)

Os depósitos de fluxo de detritos representados aqui pela fácies (Cm e Am - *debris flow*) são ocasionados pela erosão rápida de altos estruturais (escarpas de falha), que gera abundância de sedimentos inconsolidados na área fonte, podendo ser transportados por tempestades ocasionais. Estes constituem os principais processos responsáveis pelo transporte de material grosso para a bacia, sendo que o mecanismo de suporte dos clastos é conhecido como força matriz (Fávera, 2001). São depósitos proximais no sistema de leque aluvial. A fácies Cm grada tanto na lateral quanto na vertical para a fácies Am. Texturalmente constituem-se de conglomerados imaturos, com clastos subangulosos a arredondados de composição variada (tanto clastos quanto matriz).

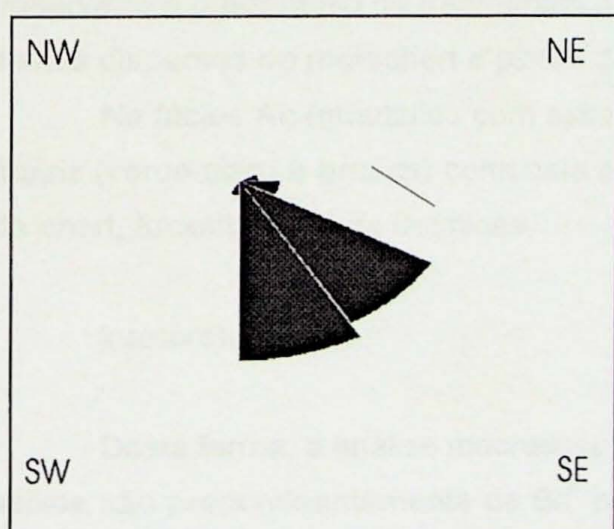


### 6.5.2. Associação de fácies superior (Aa - Ac - PI)

Seguindo as propostas de Miall (1977 - 1978) as fácies Aa, Ac e PI caracterizam depósitos de canais entrelaçados. São muito comuns na fase inicial de evolução das bacias de margem continental, sendo representativos de transporte ciclico de sedimentos. Essa ciclicidade é decorrente da sazonalidade com períodos de descarga efetiva (tempestades) onde são transportados enormes volumes de material e períodos onde, a descarga não é suficiente para mover o material anteriormente depositado, formando assim ilhas e canais. Quanto maior a variação da descarga, maior a probabilidade de se tratar de ambiente árido, com curtos períodos de chuvas intensas, e longos períodos de seca (Condie, 1981).

### 6.6. Análise de paleocorrentes

A análise de paleocorrente foi efetuada com as medidas mais confiáveis e representativas encontradas no afloramento AF-125. São ao todo 54 medidas de acamadamento e de estratificações cruzadas acanaladas. Como pode ser observado abaixo a direção média do paleofluxo é NW-SE e o sentido médio é para SE. Com isso conclui-se que a área fonte esteve situada um dia a NW da área atual.





## **6.7. Análise de proveniência**

Como descrito anteriormente, a análise de proveniência em sedimentos clásticos Arqueanos é fornecida essencialmente pelos clastos presentes no conglomerado e por fragmentos de rochas em grauvacas. Também é de grande importância a caracterização da matriz, que é realizada através de análises de elementos traços e análises microscópicas.

Neste trabalho a análise de proveniência foi efetuada a partir de uma estimativa qualitativa do arcabouço dos metaconglomerados, além dos clastos presentes nos e quartzitos. Em análise microscópica foram estudados os produtos metamórficos gerados pela matriz e foi efetuada a caracterização dos minerais pesados encontrados.

### **6.7.1. Análise de proveniência macroscópica**

Na fácies Cm (metaconglomerados basais) os seixos observados em campo foram predominantemente de metachert ( $\pm$  60% dos clastos), com contribuições significativas de BIF fácies óxido, sulfeto e carbonato (20%), bem como piratas detriticas (2%), seixos máficos (5%), seixos de filitos (5%), seixos de quartzo de veio (3%) e seixos de quartzitos (5%). No perfil (CTP) foram observados seixos de vulcânicas ácidas.

Na fácies Am (quartzitos esverdeados basais) em análise macroscópica é observado a predominância de fragmentos de quartzo com matriz esverdeada, com alguns seixos dispersos de metachert e piratas detriticas.

Na fácies Ac (quartzitos com estratificações cruzadas), predominam quartzo em matriz (verde claro a branca) composta por sericita e fuchsita. Possui seixos dispersos de chert, fuchsita e piratas detriticas.

### **Interpretação**

Desta forma, a análise macroscópica possibilitou identificar que na fácies Cm, os seixos são predominantemente de BIF provindos da erosão do Grupo Nova Lima. Os seixos máficos presente são característicos do Grupo Quebra Osso, os de vulcânicas ácidas indicam a ocorrência de vulcanismos ácidos pontuais na região. Os seixos de piratas indicam que a deposição desses sedimentos ocorreu em ambiente redutor e os seixos de carbonato indicam para ambiente alcalino.



A fácies Aa é composta essencialmente por quartzo (>70%), com alguns seixos de metachert, e contribuições simbólicas de seixos de filitos e piritas. É importante ressaltar que a proveniência do quartzo detrítico em terrenos arqueanos é um dos maiores problemas a ser resolvido, segundo Donaldson e Jackson (1965) e Condie (1981) as duas fontes mais prováveis para a proveniência de quartzo detrítico são: terrenos granito-gnaiss e metchert (ou quartzito reciclado).

#### 6.7.2. Análise de proveniência microscópica

Microscopicamente na fácies Cm foi observado, cloritóide, clorita, pirita, magnetita, rutilo e zircão, com contribuição pequena de sericita (**ver prancha 4, fotos 5 e 6**). Também é possível observar carbonato detrítico, em pequenas quantidades. As matrizes dos metaconglomerados variam em composição e granulação.

Na fácies Am foi observado, cloritóide, clorita, pirita, magnetita, rutilo, zircão além quartzo monocristalino e policristalino e quantidade variável de sericita (**ver prancha 4**).

Nas fácies Aa, Ac e Pl, (**ver prancha 4, fotos 3 e 8**) os minerais presentes constituem-se predominantemente de quartzo monocristalinos e policristalinos, sericita (fucksita), pirita, magnetita, rutilo, zircão e alanita. A quantidade de carbonato aumenta para o topo estratigráfico. Em apenas duas amostras coletadas representativas desta fácies, onde foram confeccionadas secções delgadas, foi observada a presença de feldspátos alcalinos, predominantemente microclíneo (**ver prancha 3**).

#### Interpretação

Desta forma a análise microscópica contribuiu para a caracterização da proveniência da matriz, tanto dos metaconglomerados quanto dos quartzitos. A presença de cloritóide na matriz indica, um alto índice de Fe na matriz original comparado com Mg, com teores elevados de Al e teores baixos de K, Ca e Na. Clorita e cloritóide só ocorrem juntos quando a razão Mg/Fe é elevada (Winkler -1965). Isso indica, portanto, que a matriz dessas rochas é ferromagnésiana, provindas do intemperismo de rochas básicas. A presença de feldspáto potássico encontrado na associação de fácies Aa-Pl, juntamente com alanita detrítica sugere o intemperismo de terrenos granito-gnaissicos (TTG).



## Prancha 4

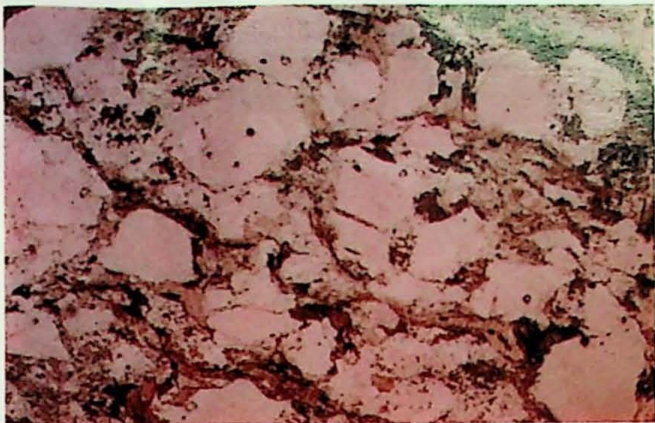


Foto 1: textura sedimentar relíquar - matriz com clorita e cloritóide.  
Objetiva: 5x - polarizadores paralelos.  
Fácies Am.



Foto 5: Cloritóide fibrorradiado.  
Objetiva 10X - polarizadores cruzados.  
Fácies Cm

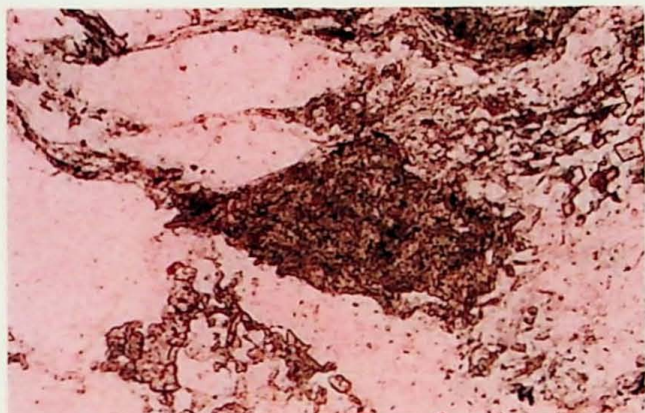


Foto 2: Seixos máficos.  
Objetiva 5X - polarizadores paralelos  
Fácies Am.

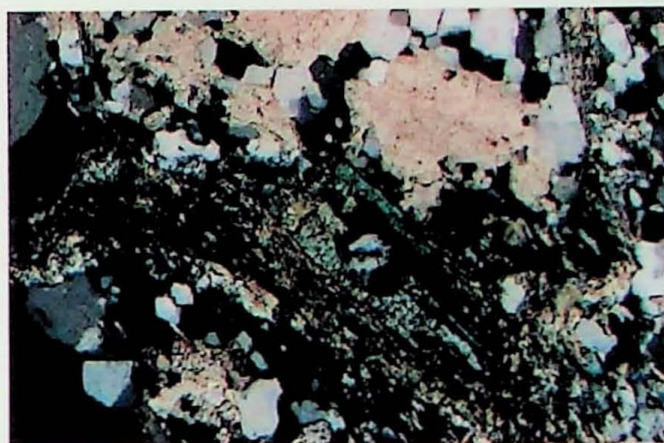


Foto 6: Cloritóide idiomórfico.  
Objetiva 10X - polarizadores cruzados  
Fácies Cm.

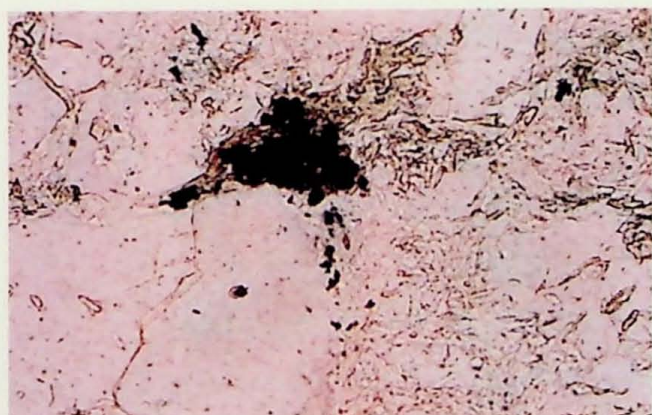


Foto 3: Concentrado de rutilo.  
Objetiva: 5X - polarizadores paralelos.  
Fácies Aa.

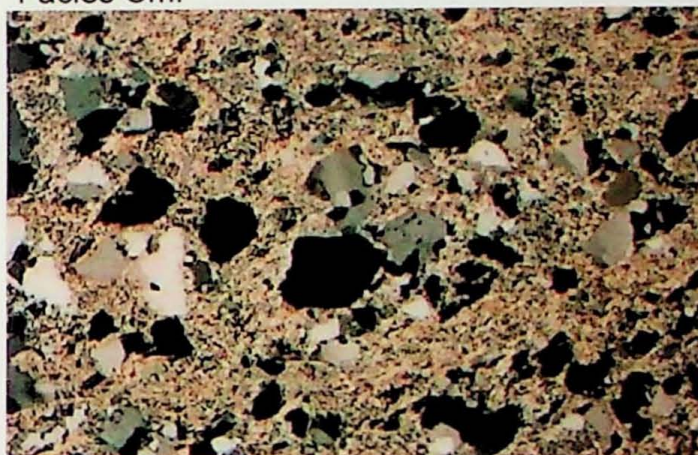


Foto 7: Clastos angulosos em matriz sericítica. Objetiva 10X - polarizadores cruzados - Fácies Pl.

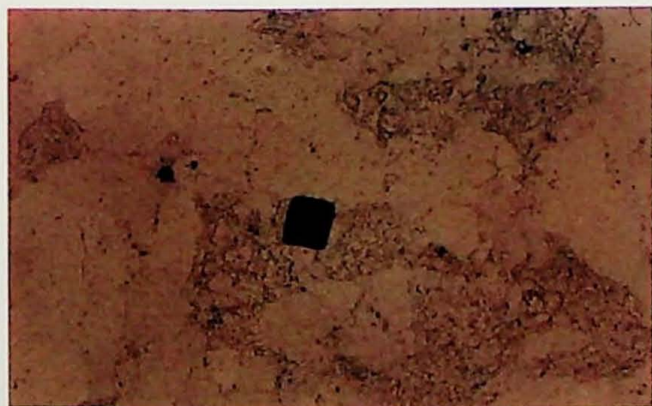


Foto 4: Zircão em corte basal.  
Objetiva 10X - polarizadores paralelos.  
Fácies Am.

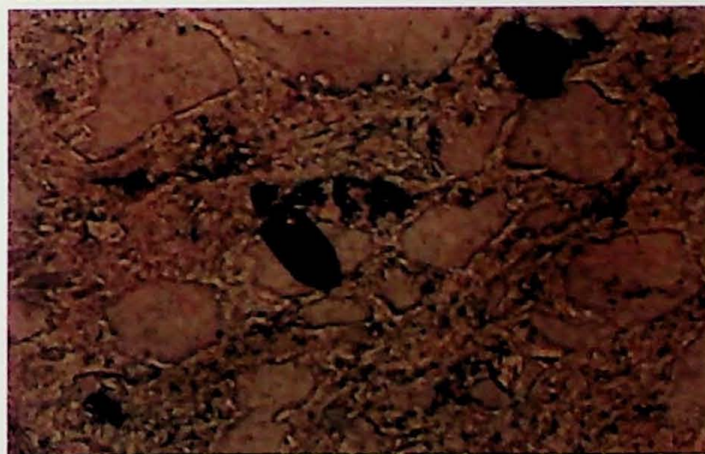


Foto 8: Zircão detritico, arredondado e zonado.  
Objetiva 20 X - polarizadores paralelos  
Fácies Aa.



## 6.8. Análise petrográfica macro e microscópica

Realizou-se análise micropetrográficas em 34 secções delgadas para a caracterização de algumas amostras representativas de cada fácies.

### 6.8.1. Análise petrográfica da fácies Cm

Em amostra de mão o conglomerado possui coloração cinza-esverdeada a marrom escura (principalmente na superfície) (ver prancha 1). Os seixos predominantes são de metachert com baixa esfericidade e alto a médio grau de arredondamento, variando de tamanho entre 1 cm a 15 cm. Os seixos de BIF (fácies óxido com magnetita, carbonato e sulfetos), xisto máficos e ultramáficos, encontram-se mais deformados e concordantes com a foliação da matriz. Possuem baixa esfericidade e médio grau de arredondamento, variam de 0,5 mm a 10 cm. Alguns seixos de metachert apresentam piritas idiomórficas e também foram observados seixos de metachert com lâminas de tuffo dobrado.

A análise petrográfica microscópica foi efetuada predominantemente nas matrizes dos metaconglomerados, embora alguns seixos foram analisados microscópicamente.

Foi observado que a matriz dos metaconglomerados é muito parecida em lâmina com a fácies Am. Constitui-se predominantemente de quartzo (0,1 - 2 mm) monocristalino com extinção ondulante e policristalino com recristalização poligonal fina, com porcentagens variáveis de cloritóide (podendo chegar a constituir 30% da matriz, mais comumente representa de 1% a 5% da matriz), clorita, sericita, rutilo, zircão, pirita e magnetita. O cloritóide presente nos metaconglomerados pode ser encontrado tanto como rosetas (prancha 4, foto 5) quanto como mineral idiomórfico (prancha 4, foto 6). Quanto maior a proporção de clorita e cloritóide na matriz menor é a laminação da amostra. Pirita é encontrada muitas vezes com forma cúbica perfeita e se concentra geralmente nos planos de laminação. Rutilo é encontrado em proporções muito pequenas como mineral cumulático. O zircão é predominantemente zonado, sendo possível identificar a forma relíquiar sedimentar em alguns grãos, outros se encontram límpidos.



### **6.8.2. Análise petrográfica da fácies Am**

Os quartzitos que constituem a fácies Am, possuem coloração cinza claro a escuro, com tons esverdeado devido a presença de cloritóide e clorita. Em amostra de mão caracteriza-se por ser granoblástico a granolepidoblástico, com seixos de metachert de até 3 cm e por ter estrutura maciça, por vezes levemente foliada.

Em lâmina é possível observar que predominam grãos de quartzo (0,1 - 2 mm) monocrystalino com extinção ondulante e policristalino com recristalização poligonal fina, com porcentagens variáveis de cloritóide (podendo chegar a constituir 30% da matriz, mais comumente representa de 1% a 5% da matriz), clorita e sericita em quantidades pequenas, rutilo, zircão, pirita e magnetita como acessório representando apenas 1% a 3% de volume. Como nos metaconglomerados o cloritóide está presente na forma de rosetas ou idiomórfico, geralmente associado a clorita e sericita na foliação incipiente. Como acessórios além dos acima citados estão presentes, carbonato, como inclusão no quartzo, e a alaniia. Muitas vezes no microscópio com os polarizadores descruzados é possível observar textura sedimentar relíquar com pseudomórfos de grânulos subarredondados a arredondados, envoltos em matriz escura.

### **6.8.3. Análise petrográfica da fácies Aa**

Esses quartzitos se diferenciam dos outros por ter estrutura sedimentar representado por estratificação cruzada acanalada e por se intercalar com porções pelíticas milimétricas a centimétricas (**ver prancha 2**).

O quartzo mais uma vez é o mineral predominante, encontra-se grãos (0,1 - 2 mm) monocrystalinos com extinção ondulante e policristalinos com recristalização poligonal fina. O quartzo se encontra muito anguloso principalmente quando, aumenta a proporção de matriz sericítica e o mesmo está suspenso nessa matriz. Também neste caso há uma probabilidade maior de se encontrar feldspatos detríticos (foi observado somente em 2 lâminas). Esses feldspatos estão, na maior parte, representados por microclinio com triclinicidade incipiente muitas vezes se parecendo com plagioclásio. Em geral nessa fácies a presença de cloritóide é nula com clorita em pequenas proporções, sendo que predomina a sericita na matriz. Observa-se um bandamento composicional e



granulométrico, milimétrico por vezes centimétrico, entre as fácies Aa e Pl (fina lâminas de sericita - fúcksita e por vezes clorita com proporção variável de quartzo fino). Existem níveis paralelos à estratificação onde estão acumulados minerais opacos, zircões detriticos e carbonatos detriticos.

#### **6.8.4. Metamorfismo**

Os principais minerais índices encontrados em toda a região estudada foram: cloritóide, clorita e sericita. O cloritóide como já foi dito anteriormente, possui quimismo bastante raro em rocha naturais, com altos teores de Al, Fe-Mg e baixos teores de K, Ca e Na. É um mineral característico de metamorfismo dinamotermal regional na fácies xisto verde médio a alto. A coexistência de cloritóide e clorita indica que a razão  $Mg/Fe^{2+}$  é elevada. Se a rocha tiver muito  $Fe^{2+}$  cloritóide se forma e desaparece a clorita (*Winkler, 1965*). O fato de o cloritóide muitas vezes se apresentar fibrorradiado indica que o pico metamórfico foi termal.

#### **6.9. Resultados Geoquímicos**

Os resultados obtidos com as análises químicas tanto de elementos maiores e traço (via FRX) quanto de Au, S, As, Pd, Pt, Ag, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Co, Bi, e Mn (via AAS), não foram tratados neste trabalho. A tabela com os dados de FRX se encontra no anexo 2.

Foi medida a radioatividade em 171 amostras coletadas, e não foi observada a presença de anomalias radiativas em nenhuma delas.



## 7. CONCLUSÃO

Para a caracterização do Grupo Maquiné, unidade superior metassedimentar-clástica do *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas (GBRV) (Schorscher, 1976; 1979; 1992), aflorante na Serra do Caraça foram efetuados levantamentos detalhados de 4 perfis geológicos, análises de fácies, análises mineralógicas e petrográficas, juntamente com a integração do mapa geológico em escala 1:10.000.

Com os levantamentos geológicos de campo e confecção das colunas estratigráficas foi possível identificar 5 fácies deposicionais para o Grupo Maquiné na região estudada, que foram agrupadas em duas associações de fácies representativas de depósitos de leques aluviais.

A associação de fácies inferior é composta pelas fácies Cm – metaconglomerados maciço e Am – metarenitos maciços. São depósitos proximais de leques aluviais, gerados por fluxo gravitacional coesivo (*debris flow*).

A associação de fácies superior é composta pelas fácies Aa – metarenito com estratificação cruzada acanalada, Ac - metarenito com estratificação cruzada acanalada, convolucionada e Pl – pelito laminado. São depósitos distais, gerados por fluxo de corrente trativa - regime de fluxo lento, característicos de depósitos de canais entrelaçados.

Os depósitos proximais (fácies Cm e Am) possuem maior variedade de áreas-fonte, sendo a principal o Grupo Nova Lima e subordinadamente o Grupo Quebra Osso e Grupo Maquiné com contribuições locais de vulcânicas ácidas e veios de quartzo. Foi possível observar o grande aporte de quartzo nesses sedimentos, que juntamente com minerais pesados característicos (alanita) apontam para uma fonte granítica (TTG).

Os depósitos distais (fácies Aa, Ac e Pl) são mais homogêneos e a presença de feldspatos alcalinos e alanita, indicam como área-fonte predominante, terrenos granito-gnáissicos (TTG).

As unidades estudadas, apresentam inversão estrutural, e forte tectonismo, com grau metamórfico representado pela fácies xisto-verde média a alta, com cloritóide, clorita e sericita como minerais índices.

A presença de pirla detritica e carbonato indicam que a atmosfera era redutora e o pH alcalino.



- Moore, S.L. (1969): Geology and Ore Deposits of the Antônio do Santos, Gongo Sôco and Conceição do Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. 341-I, 148p.
- Reading, H. G. (1986): Sedimentary environments and facies. 2 ed. – Oxford – Blackwell. 615p.
- Schorscher, H.D. (1995): Sedimentary Geology of the Archean Maquiné Group Eastern Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil. An. Acad. Bras. Ci., 67(4), 518-519p.
- Schorscher, H.D. (1992): Arcabouço petrográfico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e domínios granito-gnáissicos adjacentes. – Tese Livre Docência, v. 1, 274p. anexos, IG-USP, São Paulo.
- Schorscher, H.D. (1980a): Contribuição à estratigrafia proterozóica do Quadrilátero Ferrífero. – Acad. bras. Ci. Anais, 52(1): 195.
- Schorscher, H.D. (1980b): Geotectonic Evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. – In 26<sup>th</sup> Inter. Geol. Cong., Abstracts v. 2: 613, Paris.
- Schorscher, H.D. (1979): Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero – Acad. bras. Ci. Anais, 5(4): 767-768.
- Schorscher, H.D. (1978): Komatiitos na estrutura "greenstone Belt" Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. – In: 30° Cong. Bras. Geol., Resumos, 292-293, Recife.
- Schorscher, H.D. (1976): Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais, Brasil. – In: 29° Cong. Bras. Geol., Resumos: 194-195, SBG., Ouro Preto/Belo Horizonte.
- Schorscher, H.D. (1973): Levantamento geológico da região de Itabira, 1:20.000. – Conv. Inst. Eschwege/Companhia Vale do Rio Doce, Relatório Final, 48 p , 4 mapas, Inst. Eschwege, Diamantina/CVRD, Belo Horizonte/IG-USP, São Paulo.
- Schorscher, H.D., Santana, F.C., Polonia, J.C., Moreira, J.M.P. (1982): Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and Proterozoic rocks. – In: ISAP, Excursions Annex, 46 p., SME, BA, Salvador.
- Walker, R.G. 1992. Fácies, fácies models and modern stratigraphic concepts. In: Walker R.G. & James N.P. (eds): Facies Models and Response to Sea Level Change 1-14. Geological Association of Canada Geotext 1.
- Winkler, H.G.F. (1974): Petrogenesis of Metamorphic Rocks 4oed. New York, Springer. 334.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.P., (2001): Evolução Tectono-Sedimentar da Formação Santa Barbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental, R.S. – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, SP – 150 p.
- Condie, K.C. (1981): Archean Greenstone Belts, Elsevier Scientific Company, Netherlands 433p.
- Dorr, J.V.N. (1969): Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. – USGS Prof. Pap. 641-A: 110 p., Washington.
- Dorr, J.V.N., Barbosa, A.L.M. (1963): Geology and ore deposits of the Itabira District, Minas Gerais, Brazil. – USGS Prof. Pap. 341-C: 110 p., Washington.
- Dorr, J.V.N., Gair, J.E., Pomerene, J.B., Ryneerson, G.A. (1957): Revisão da estratigrafia precambriana do Quadrilátero Ferrífero. – DNPM, DFPM, Avulso 81: 31 p., Rio de Janeiro.
- Fávera, J.C.D. (2001): Fundamentos de Estratigrafia Moderna – 263 p. editora UERJ.
- Gair, J.E. (1962): Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. – USGS Prof. Pap. 341-A, 67p.
- Herz, N. (1970): Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap, 641-B, 58p., Washington.
- Inda, H.A.V., Schorscher, H.D., Dardenne, M.A., Schobbenhaus, C., Haralyi, N.C.E., Branco, P.C.d.A., Ramalho, R. (1984): O Cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuai. – Cap. 5, p. 193-248, in: Schobbenhaus, C., Campos, D.d.A., Derze, G.R., Asmus, H.E. (coords.): Geologia do Brasil, 501p., DNPM, DGM, Brasília.
- Machado, N., Schrank, A., Noce, C.M., Gauthier, G. (1996): Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: Implications for greenstone belt setting and evolution of a Transamazonian foreland basin in the Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. – Earth Planet. Sci. Letters, 141: 259-276.
- Maxwell, C.H. (1972): Geology and ore deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap., 341-J, 72p., Washington.



**ANEXOS**



Ponto	Amostras	UTM	Unidade	Fol. Sn	Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
	AF	E	N	M	Posterior			AU			
1		701862	7814621			Porteira da fazenda do Sr. Xisto					1
2		701937	7814740			Entrada da Galeria - quartzito micáceo, biotita xisto					2
3	A-B-C	702011	7814669			Biotita xisto com pseudomorfos de anfibólio - BIF-melachert					3
4	A-B-C-D-E	702134	7814597		342/30 - 290/40 - 280/30	Biotita gnaissae com qz remobilizado em zonas de cisalhamento					4
5	5	702028	7814811		330/25 - 312/14 - 314/15	Quartzito micáceo - melachert e BIF					5
6	A-B-C-D	702137	7814965		330/15	BIF					6
7		702135	7815637		334/25 - 310/30	Gnaissae com concentração de minerais máficos					7
8		701592	7815709			Gnaissae granulação fina (arenoso)					8
9		701496	7815945		282/15	Gnaissae com concentração de minerais máficos					9
10	10	701461	7815947			Quartzito micáceo - blocos do melagranulídeo					10
11		701495	7816210		298/15 Bandamento	Borrachudo					11
12		701500	7816403			Transição do Borrachudo para Gn. Monlevade					12
13		701487	7816719			Gnaissae com porções granalíferas e metapelíticas					13
14	14A	701450	7816747			Solo com granadas					14
15		700503	7815617			Parte fésica do gnaissae					15
16	16	699726	7816120		298/40	Ripa de quartzito micáceo dentro do Gn. Monlevade					16
17		699700	7816273		326/40 - 338/30	Folição homogênea					17
18		699527	7816288			Bandamento incipiente					18
19		699498	7816289		298/55	Porções ricas em biotita, foliado e com grt aparente					19
20		699151	7816316		310/35	Gnaissae foliado					20
21		699146	7816382		288/30	Blocos rolados					21
22		698903	7816943			Gnaissae granítico fésico - qz-musc xisto					22
23	23	698276	7817146		360/45	Intemperizado					23
24	24	698764	7817091			Transição do Borrachudo para Gn. Monlevade					24
25	A-B-C				272/15 - 288/25	Lajes do melagranulídeo					25
26	A-B-C-D	707941	7820213			Transição do Borrachudo para Gn. Monlevade					26
27		707043	7835258			Paragneissae homogêneo porções pegmatóides (milonitização)				S.31 até fim	27
28		706829	7837292			Jazida de ferro Piçarrão					28
29	A-B-C-D-E-F	705919	7836599		050/40 F. sinistral	Mina de alexandrita (cascalho mal selecionado)					29
30	30				252/30 - 246/30 - 250/30	Mina Boca Torfa - porções metaultramáficas				A - 22 - 23	30
31	A-B	662283	7801951		248/35 - 260/35 - 258/35	Galeria 3 - 50 metros abaixo da galeria anterior					31
32		662838	7801634		190/55	Textura ígnea fina - porções bandadas - estruturas miloníticas					32
33		662472	7801272			Granulação fina com plagioclásio alterado					33
34		662365	7801035			Folição milonítica penetrativa					34
35		661231	7797876			Contato tectônico do TTG com Cauê					35
36		657432	7783179		178/30 - 176/30	Quartzito fino com sericita e clanita					36
37	37	656525	7781960			BIF					37
38	38	656404	7781649			Melarenito fino (ferruginoso) blocos de qzilo conglomeráticos	AF 37				38
39		656525	7781520			Quartzito com sulfetos	AF 38 A-B				39
40	40					Metaconglomerado com seixos de melachert e BIF					40
41	41	655063	7780810			100 m - lente do qzilo conglomerático dentro do qzilo c/ cloritóide	AF 40				41
42		655678	7780509			qzilo fino com cloritóide e sericita	AF 41				42
43	43	655499	7780172			qzilo fino com cloritóide e sericita sem seixos aparente					43
44	44	629638	7781043			intercalação entre o quartzito e o metaconglomerado	AF 43				44
45		655492	7779885			qzilo grosso com sericita (possíveis microseixos)	AF 44 A, B, C, D				45



Ponto	Amostras	UTM		Unidade	Fol. Sn	Fol. Snt+1	Descrição		Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
	AF	E	N	Litoestrat.	M	Posterior				AU			
46		667393	7785159	TTG									46
47	A-B-C	662916	7784300	TTG	080/70	160/60 - 174/70 130/50 Sn + 2	milonítico					99 digital	47
48		662982	7784347	TTG	092/62	015/85 milonitização							48
49		667391	7785156	Quebra Ossos				Subindo à esquerda (jazida de Au) - Komatililos					49
50	50	662852	7782584	Quebra Ossos				Komatililos maciços com disjunções colunares					50
51	A-B-C	663037	7782323	Quebra Ossos				Derrames intercalados com lufos					51
52		655753	7779426	Ponto referência				Tentativa de pegar a drenagem					52
53		655753	7779673	Ponto referência				Muro de contenção, tentativa de pegar a drenagem					53
54		658035	7785318	Ponto referência				Entrada depois da portaria do Santuário do Caraça					54
55		655836	7782199	Nova Lima				Perfil N-S no Córrego do Engenho. Blocos de quartzitos esverdeados com pirritas, metaconglomerados e xisto pelítico com bandamento composicional mm a cm de cor vermelha-lilás.					55
56	56	655760	7782046	Nova Lima	030/60			Rocha muito alterada cor vermelha (ocre). Xisto grafítico basal do Grupo Nova Lima. Dobrado e crenulado.		AF 56			56
57				Nova Lima				Aproximadamente 30 metros do último afloramento. Rocha bastante alterada e dobrada, cor escura (cinza escura) com porções mais avermelhadas. As porções mais escuras possuem pirritas e são mais resistentes.					57
58	A-B-C-D			Nova Lima	030/60	150/40 Fratura Le 090/30 340/45		Aproximadamente 15 metros do último afloramento foi avistada uma pequena cachoeira. Rocha pouco alterada, milonitizada com bandamento composicional mm. Xisto basal em contato com BIF. Amostra AF - 58 A: xisto basal, AF - 58 B: xisto verde (Tufu), AF - 58 C: BIF fácies óxido, AF 58 D: BIF fácies sulfeto.		AF 58 A, C			58
59	A-B	656432	7782518	Nova Lima				Blocos grandes de rocha milonítica. Quartzito ferruginoso, rico em magnetita, com pirita fina dispersa, foliado.					59
60	A-B-C-D-E-F	656382	7782476	Maquiné	068/45			Quartzito muito fino com concentrações de seixos máficos.		AF 60 A, B, C, F		3 alô 11 - Ana 1	60
61				Ponto referência				Primeiro córrego que atravessamos antes de cruzar o Córrego do Engenho. Blocos de metaconglomerado com seixos de melachert intemperizados (dissolvidos) e blocos de quartzito fino com pirita de cor cinza.					61
62	A-B			Maquiné				30 metros abaixo no córrego sem nome (primeiro córrego antes de atravessar o Córrego do Engenho). Rocha em situ, metaconglomerado com matriz quartzítica fina esverdeada com pirritas dispersas e com concentrados metálicos					62
63	63							Intersecção do Córrego sem nome com Córrego do Engenho. bloco de quartzito fino de coloração clara. Rocha alterada em situ, bastante estratificado (milonitizado), xisto grafítico verticalizado com bandamento composicional mm a cm, variando de coloração cinza para avermelhada.					63
64		656508	7782706	Nova Lima	058/80							15 - Ana 1	64



Ponto	Amostras AF	UTM		Unidade Litoestrat.	Fol. Sn M	Fol. Sn+1 Posterior	Descrição	Lâminas	Análise AU	FRX	Fotos	Ponto
65				Nova Lima			Aproximadamente 30 metros do último afloramento. Rocha bastante alterada, xisto grafitoso com bandamento composicional de cor cinza e vermelha.					65
66	66	656424	7782698				Rocha básica muito alterada no leito do córrego em contato com rocha de cor verde musgo também muito alterada (material argiloso).					66
67		656435	7782377	Maquiné	060/65		Metaconglomerado em situ com matriz quartzítica fina esverdeada com piritas dispersas. Seixos de melachert, filito. Predomina a matriz.					67
68		656455	7782577	Nova Lima	058/45		Rocha pelítica xistosa com camadas de material orgânico.					68
69		658092	7783541	Nova Lima	070/45 - 080/60		Afloramento na curva da estrada de asfalto que liga ao Santuário do Caraca - aproximadamente 800 m da portaria - Rocha foliada com bandamento composicional - bastante quartzo (qz xisto piritoso intercalado com BIF).					69
70		657285	7782975	Nova Lima	040/65		Qz xisto com bandamento composicional aparenta ter menos intercalações de BIF (alterado).					70
71				Nova Lima	040/65 - 040/55		Qz xisto com grafita - bandamento composicional mm a cm - aparenta ter mais quartzo que os afloramentos anteriores e sua coloração também é mais clara (alterado), a 50 m do afloramento anterior.					71
72		657201	7782786	Nova Lima	040/50		Qz xisto com porções grafitosas - intercalações mm de níveis de melachert com níveis de argilominerais e grafita - pirita muito fina dispersa e sericita (alterado).					72
73				Nova Lima	060/60		Afloramento depois do vale a esquerda - Qz xisto de cor avermelhada (lilas) - quartzo muito fino - apresenta dobras suaves - bastante esfolado.					73
74		20° 02' 58"	43° 30' 02"	Nova Lima	060/45		Quartzito muito fino com contribuição de material pelítico variando para qz xisto (alterado).					74
75	75			Nova Lima	052/50		Continuação do afloramento anterior 70 m a frente - O quartzito torna-se quase por completo de coloração branca - sem contribuição significativa de material pelítico - Piritas dispersas.					75
76		656670	7782204	Nova Lima	020/50 - 030/60		Qz xisto com grafita, milonítico intrudido por veios de quartzo - bandamento composicional mm. Lentes de manganeés. (alterado).					76
77	77	656529	7782089	Nova Lima			Qz xisto grafitoso muito foliado (alterado) em contato com rocha ocre que ainda apresenta textura ígnea (anfibolito alterado). Pacote de anfibolito dentro do xisto.					77
78	A-B-C	656517	7782009	Intercalações de N.L e Maquiné	030/60		Quartzito fino cor avermelhada, em situ, alterado, não frável, cortado por veios de quartzo - Quartzito bastante deformado em contato com pacote de quartzito milonitizado com piritas finas dispersas e opacos espessura aparente 7 m e depois volta o pacote de qz xisto que está em contato com o metaconglomerado Maquiné. Metaconglomerado com seixos predominantes de melachert subcentimétricos a métricos.					78
79		656474	7781900				Quartzito branco frável com intercalações de metaconglomerados de matriz verde com seixos cm predominantemente de melachert.		AF 78 C			79



Ponto	Amostras	UTM	Unidade	Fol. Sn	Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
	AF	E	N	M	Posterior			AU			
80	80	656428	7781693	Maquiné		Blocos de quartzito fino a médio com frente redox, cor cinza esverdeado, levemente foliado com cloritóide e opacos		AF 80			80
81	81			Nova Lima	050/90	Xisto pelítico com porções quartzosas, bandamento composicional mm a subcentimétrico - bastante grafítico - com bancos de quartzitos intercalado de coloração branca a verde água, mais para frente, o quartzito se encontra bastante foliado e grafítico. Afloramento a 15 m do anterior antes da grande curva.		AF 81			81
82	82			Nova Lima?	088/40 - 058/40	Quartzito ferruginoso milonítico de cor vermelho líl - afloramento na curva - continuação do anterior - alterado					82
83	83	656522	7781521	Contato Nova Lima / Maquiné		Aproximadamente 10 m do anterior - continuação do mesmo - Abaixo do quartzito ferruginoso frável, encontra-se o metaconglomerado bastante duro pouco alterado - matriz esverdeada com seixos predominantes de metachert de aproximadamente 10 cm.		AF 83			83
84	A - B			Nova Lima ?	062/50	Afloramento depois da drenagem (100 m comp. X 20 m altura) quartzito muito foliado com lentes de grafita e porções de metachert - bastante crenulado		AF 84 B			84
85				Nova Lima?		Intercalações de filitos grafíticos com quartzitos e conglomerados.					85
86				Nova Lima	052/50 - 052/55	100 m do último afloramento, depois da drenagem (morinho do lado esquerdo), intercalação de quartzito xisto de cor avermelhada para quartzito com contribuição de argilo minerais. Tanto o quartzito quanto o xisto gradam um para o outro.					86
87		655744	7781367	Nova Lima		Blocos rolados de BIF		AF 87			87
88	A-B-C-D-E	655848	7781046	Maquiné	050/65	Afloramento lado esquerdo da estrada - quartzito milonitizado, bastante alterado, apresenta frente redox. Porções metaconglomeráticas (grânulos) - 50 metros a frente: metaconglomerado com seixos cm de metachert, filito, carbonato, pirlas dispersas com matriz esverdeada. Alterado. O metaconglomerado varia de matriz suportada para clasto suportado tanto na horizontal quanto na vertical.	AF 88 C (2)	AF 88 A, C, D, E	AF 88 C		88
89	A-B	655867	7780816	Maquiné		Verticalizado - quartzito claro - formação de cunhas seixos em menor quantidade - pirlas dispersas - neste ponto o metaconglomerado é matriz sustentado e predominam seixos de carbonato e pirla.	AF 89 B	AF 89 B	AF 89 B		89
90	A-B-C-D	655868	7780730	Maquiné	050/60	Quartzito (metaconglomerado) com seixos de metachert (intemperizado) - rocha levemente laminada.	AF 90 A, D	AF 90 A, C1, D	AF 90 A		90
91	A-B	655888	7780507	Maquiné		Quartzito fino de cor esverdeada - finamento laminado com bandamentos de fuchsita - 150 m do último afloramento	AF 91 B1	AF 91 A, B1			91
92	A-B-C-D-E-F-G			Maquiné		35 m do afloramento anterior - metaconglomerado com seixos de metachert - matriz foliada de cor esverdeada	AF 92 B, C, G	AF 92 A, B, C, F, G	AF 92 G	18 a 24 Ana	92
93	A-B-C-D			Maquiné		25 m do afloramento anterior - quartzito fino a médio de cor esverdeada com pirlas dispersas na matriz - bastante estrado - seixos de metachert, BIF, máficos, pirla, níveis de tufos dentro do metachert - matriz varia de verde escura a verde clara.	AF 93 D1	AF 93 A, C, D2	AF 93 D1	25 a 28 Ana	93



Ponto	Amostras	UTM	Unidade	Fol. Sn	Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
	AF	E	Litoestrat.	M	Posterior			AU			
94	A-B		Maquiné			10 m do último afloramento - Melaconglomerado Maquiné alterado - matriz esverdeada e fina	AF 94 A	AF 94 A		29 e 30	94
95	A-B		Maquiné	030/60 - 026/65		10 m do último afloramento - Melaconglomerado com matriz bem verde e fina com seixos de sulfetos e melachert.		AF 95 A1, B			95
96	A-B-C		Maquiné			5 m a frente - melaconglomerado com matriz variando de filítica para quartzítica - seixos máficos, sulfetos e BIFs de todas fácies.	AF 96 B	AF 96 A, C	AF 96 A		96
97	A-B-C-D-E-F-G	7780477	Maquiné	048/65		Melaconglomerado com seixos de melachert, BIFs, máficos, filíticos, carbonatos e sulfetos - matriz verde de granulação fina (+ filítica) com pirritas dispersas	AF 97 D	AF 97 A, B1, D			97
98	98		Maquiné			7 m do último afloramento - melaconglomerado de grânulos de cor cinza esverdeada com alguns seixos dispersos (sem porções filíticas)		AF 98			98
99			Maquiné			5 m do último afloramento - rocha muito parecida com a anterior - melaconglomerado de grânulos (quartzito)		AF 99			99
100			Maquiné			50 m do último afloramento - quartzito fino a médio esverdeado com grânulos - Blocos rolados.					100
101		7780243	Maquiné			Afloramento logo acima do ponto AF 100 abaixo da trilha do poste de luz - melaconglomerado alterado, piritoso					101
102		7780180	Maquiné			Afloramento no topo do morro (paredão) - melaconglomerado e quartzito com grânulos - bancos de quartzitos regulares, aparecem os primeiros bancos de estratificações cruzadas - bancos de melaconglomerados menos frequentes - embaixo do poste de luz.					102
103	103		Maquiné	035/65 - 026/68		15 m do ponto AF 99 - quartzito intemperizado fino a médio de coloração branca a amarelada - não foi observado seixos no quartzito - lentes de conglomerados também intemperizado.		AF 103			103
104	104		Maquiné			5 m a frente encontramos um siltito em contato com o quartzito com lentes de conglomerados. O siltito grada novamente para um quartzito.		AF 104			104
105	A-B		Maquiné			15 m à frente - quartzito branco (amarelado), bem frável, bastante puro não existem seixos grandes - 5 m a frente - quartzito menos frável avermelhado com planos micáceos de cor verde.		AF 105 A, B		31 Ana	105
106	A-B-C		Maquiné			20 m à frente - lente de melaconglomerado alterado.	AF 106 A	AF 106 A, B1, C1			106
107	A-B-C	20° 04'09"	Maquiné	065/80 - 070/90	242/85 sistema de fratura 1 018/65 sistema de fratura 2 246/40 sistema de fratura 3 168/65 sistema de fratura 4	Afloramento bastante fraturado - quartzito (com grânulos) alterado - Quartzito quanto mais fresco mais esverdeado - matriz fina com grânulos de quartzo - Os grânulos de qz estão em geral segregados em bandas cm.		AF 107 A, B1, B2, C		32 Ana	107
108	108		Maquiné			3 m a frente e 1,5 m acima - afloramento de quartzito mais fresco	AF 108	AF 108			108
109	A-B-C	655543	Maquiné			Quartzito mais fresco		AF 109 A, B, C		33 Ana	109
110	A-B	7780118	Maquiné	352/85 - 354/78 - 360/80 004/80		Afloramento na mesma parede que o ponto anterior AF 109 - com fuchsilta nos planos		AF 110 A, B			110
111	A		Maquiné			Quartzito (com grânulos) - bandamento dado por porções mais quartzosas (mais grânulos) e porções mais micáceas.		AF 111 A			111
112	A-B-C	7780075	Maquiné			3 m a frente na mesma parede - quartzito (com grânulos) com micas e pirritas - pirritas mais finas nas porções micáceas - pirritas mais grossas e mais raras nas porções quartzosas.	AF 112 A, C	AF 112 A			112



Ponto	Amostras	UTM		Unidade	Fol. Sn	Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
	AF	E	N	Litoestrat.	M	Posterior			AU			
113	A-B	655641	7780005	Maquiné	352/80 - 348/85		Quartzito (com grânulos) de cor amarelada/branca - com estratificações cruzadas - concentrados de pirita - amostras orientadas.	AF 113 (2)				113
114	114			Maquiné			Afloramento entre o ponto 113 e o ponto 112 (delatando a parede) 6,5 m do ponto AF 112 - quartzito fino de cor banco/amarelado levemente esverdeado devido a presença de fucsila variando para quartzito médio a grosso com estratificações cruzadas - grânulos de fucsila e melachert.	AF 114	AF 114			114
115	115			Maquiné			2,6 m do afloramento AF 114 - Quartzito com estratificações cruzadas com porções conglomeráticas de grânulos - fragmentos de fucsila e grânulos de melachert	AF 115				115
116	116			Maquiné			4,20 m do ponto AF 115 - Quartzito igual ao anterior aparentemente mais fino.	AF 116	AF 116			116
117	117			Maquiné			2,0 m do ponto AF 116 - Quartzito muito parecido com o anterior - mais alterado.		AF 117			117
118	118	20° 04' 13"	043° 30' 46"	Maquiné			4,7 m do ponto AF 117 - Quartzito com grânulos bastante fino com variação na granulometria	AF 118 (2)	AF 118			118
119	A-B			Maquiné			7,4 m do ponto AF 118 - Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas - bandas arenosas e bandas mais filíticas.	AF 119 - A (2), B (2)				119
120	120			Maquiné			5,4 m do ponto AF 119 - Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas.	AF 120 (2)				120
121	A-B-C			Maquiné			1,0 m do ponto AF 120 -Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas - mais fino em geral.					121
122	A-B			Maquiné			1,8 m do ponto AF 121 -Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas.		AF 122 A			122
123	123			Maquiné			2,6 m do ponto AF 122 - Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas - evidência de posição estrutural invertida - granodrecência ascendente normal.					123
124	124	655507	7780024	Maquiné			4,10 m do ponto AF 123 - Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas.					124
125	A-B-C-D-E-F-H-J	655508	7779841	Maquiné	Sn 062/45 - 070/40 - 040/35 - 065/25 - 065/48 - 060/30 - 040/30 - 070/30 - 068/30 - 070/22 - 074/30 - 065/30 - 038/40 - 038/40 - 021/45 - 010/54 - 026/40 - 070/24 - 048/45 - 060/40 - 042/40 - 058/40 - 080/40 - 068/32 - 062/35 - 060/35 - 052/35 - 056/40 - 090/45 - 082/44 - 054/35 - 062/35 - 074/30 - 040/30 - 022/45 - 010/54	115/45 Frntura 090/28 136/35 - 110/40 - 095/30 - 092/44 - 082/30 - 08845 - 095/38 - 080/40 - 076/40 - 083/46 - 070/24 - 096/40 - 100/40 - 124/45 - 130/45 - 092/40 - 080/40 - 082/45 - 084/40 - 135/39 - 081/44 - 090/45 - 082/44 - 084/40 - 110/37 - 100/38 - 092/44 Estratificações cruzadas	AF 125 A (2), D, F, J, H	AF 125 A, B, C, D, G, H, I, J	1 a 4 Ana 2 15 a 21 Schorsch	125		



Ponto	Amostras	UTM		Unidade	Fol. Sn	Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
		E	N									
	AF			Litoestrat.	M	Posterior			AU			
126	A-B	655526	7779748	Maquiné	079/36 - 058/35 - 064/40 063/32 - 118/45 - 078/30		Quartzito com grânulos e estratificações cruzadas - porções mais grossas e porções mais filíticas.		AF 126 A			126
127		20° 04' 29"	043° 30' 42"	Rocha básica	010/20 - 012/45 quartzito intemperizado 096/74 contato rocha básica com quartzito		Zonas de cisalhamento longitudinais. Sistemas ortogonais de fraturas com preenchimento de quartzo 350/40 e sem preenchimento de quartzo 358/60, fraturas longitudinais ao dique com preenchimento de quartzo. Apolise de metabásica dentro do quartzito. Foliação de fluxo magmático com pseudomorfos de plagioclásio alterado.					127
128	A-B						35 m a frente do último ponto - depois de passar a metabásica - Quartzito com porções grossas intercalados com porções filíticas.	AF 128 A	AF 128 A, B			128
129		655738	7779494	Maquiné?			Quartzito mal selecionado grosso - intercalado com porções filíticas - Estratificações cruzada de médio porte		AF 129 A, B		6 a 8 Ana 2	129
130	A-B-C			Maquiné?			Afloramento do outro lado da estrada na mesma altura que o anterior - argiloso do lado do veio de quartzo - afloramento dobrado - Zona de falha - predomina um quartzito muito semelhante ao quartzito Maquiné	AF 130				130
131		655130	7778734	Ponto de referência			Ponto de referência - estrada de asfalto sobre o Ribeirão Caraça					131
132		20° 04' 55"	043° 30' 14"	Ponto de referência			Saimos na trilha do Taboão em direção ao Ribeirão Caraça - Quartzito fino branco com estratificações cruzadas (Espinhaço) 656610 - 7779038 continua o mesmo tipo de rocha com estratificações cruzadas em direções variáveis. Sn/SO 318/40					132
133		656702	7779122	Ponto de referência			Banco de areia na curva do Ribeirão Caraça					133
134		656907	7779181	Espinhaço	150/40		Quartzito variando de fino-médio a grosso com estratificações cruzadas de médio porte - veios de quartzo cortando o afloramento.					134
135		657158	77793	Espinhaço			Quartzito com estratificações cruzadas de médio a pequeno porte - aparentemente mais avermelhado com veios de quartzo cortando as estratificações e o acamamento.					135
136	136	657254	7779307	Espinhaço			Quartzito avermelhado muito fraturado - milonitizado.					136
137		657402	7779420	Espinhaço			Quartzito branco com bandamento granulométrico - estratificações cruzadas - logo após o funil - trilha do lado esquerdo do leito do Ribeirão Caraça.					137
138		657471	7779528	Espinhaço			Quartzito com estratificações cruzadas do tipo espinha de peixe.				14 Ana 2	138
139	139	658064	7779590				Descida para a cascata Espinhaço - quando martela a rocha exala um cheiro forte de sulfeto - quartzito com intercalação de material filítico.					139
140	A-B-C	657883	7780096	Rocha básica			Subimos a cascata de volta para a trilha - seguimos em direção ao oratório - Rocha bastante alterada filítica de cor ocre.					140
141	141	657995	7780024	Maquiné?			30 m a frente do paredão - quartzito esverdeado parece o Maquiné - com estratificações cruzadas					141
142	A-B-C	658133	7780099	Maquiné	010/80 - 358/90		Quartzito com grânulos 6 m depois do oratório - depois da cascata					142
143	A-B-C	62557	7782870	Quebra Osso			Pedreira Francisco 3 - Rocha ultramáfica - Komatiito - com textura spinifex - rocha piroclástica e veios de magnetita.					143



Ponto	Amostras AF	UTM	Unidade Litoestrat	Fol. Sn M	Fol. Sn+1 Posterior	Descrição	Lâminas	Análise AU	FRX	Fotos	Ponto
144		20° 02' 25" 043° 26' 56"	Quebra Osso			Melachert e BIF (Nova Lima) com grafita em contatlo com o Grupo Quebra Osso - Blackwall - alteração de rocha ultramáfica (peridotítica) em zonas de contatlo tectônicas com terrenos graníticos gnáissicos					144
145		20° 02' 23" 043° 26' 58"	Quebra Osso contatlo com Nova Lima			(Quebra Osso) Tremolita talco xisto - (Nova Lima) BIF e melachert impuro com Fe silphelomelano (fibrorradiado) - BIF com bandas grafífolosas.					145
146		660834 7783272	Ponto de referência			Ponte sobre o Córrego do Tanque Preto - Início do perfil					146
147	A-B-C	660663 7782818	Nova Lima	070/55 - 068/50 - 052/55 065/55		Subimos no leito do Córrego do Tanque Preto até a poça da cachoeira - Conglomerado polimítico com seixos grandes e pouco arredondados (Terciário) em contatlo erosivo discordante com o Grupo Nova Lima (xisto grafífolo intercalado com BIF e melachert) abaixo. Lentes de melaconglomerado Maquiné com matriz verde escura dentro do Nova Lima - seixos pequenos de melachert estrilados - matriz verde fina quartzo sericitica.	AF 147 C	AF 147 A C, D	AF 147 C		147
148		657929 7782382	Ponto de referência			Blocos de quartzo no leito do Ribeirão Caraça - subindo o R.C. a partir da porteira antes da entrada para o Saniário do Colégio do Caraça - 656273 - 7783811 (GPS da Porteira).					148
149		657773 7782209	Nova Lima			Melapelite ferruginoso intemperizado					149
150		658873 7782563	Ponto de referência			Ribeirão Caraça.					150
151		658791 7782262	Ponto de referência			Ribeirão Caraça.					151
152			Nova Lima			30 m a frente no leito do Ribeirão Caraça - qz xisto médio grosso.					152
153		658613 7781819	Nova Lima	048/70 038/70 - 035/68		Na curva do R.C. xisto melapélitico.					153
154		658643 7781781	Nova Lima			Cachoeira no R.C. porções de xisto sericita silítico intercalado com porções melaconglomeráticas (transição para o Maquiné. Melaconglomerado com seixos diversos estrilados (BIF, melachert cm) lente de melaconglomerado de aproximadamente 1 m de espessura.				5 e 6 Ana 3	154
155		658638 7781585	Maquiné	062/40		Quartzito fino a médio (melaconglomerático) intercalado com porções mais pelíticas - cortado por veios de quartzo.					155
156			Maquiné			10 m a frente - Melaconglomerado matriz sustentado com seixos arredondados de melachert e quartzo de velo.					156
157	157	658690 7781515	Maquiné	013/62 basal 034/52 032/50 - 032/50 - estratificação		Estratificação cruzada de médio porte em alto ângulo de aproximadamente 1 m - ao lado encontramos blocos de rocha máfica brechada com pequenas pillows -metultramáfica cloritizada com magnetita idiomórfica de aproximadamente 1 cm. 658807 - 7781394.				30 Schorscher	157
158	158	658711 7781319	Q.O. em contatlo com o Maquiné	352/30 - 352/40 - 328/55 345/55 Quebra Osso		Contatlo do Grupo Quebra Osso com o Grupo Maquiné. 035/70 Maquiné (quartzito com porções conglomeráticas) 658655 - 7781230					158
159	159	658664 7781168	Maquiné			Quartzito Maquiné intrudido por rocha máfica (diqúe máfico)					159
160	160	658816 7781364	Quebra Osso			Lavas brechadas e pillows. Bloco grande - não aparenta estar em situ.					160
161	161	658812 7781397	Diorito			Bloco de diorito porfírico com fenocristais de feldspato chegando a medir 6 cm - matriz fanerítica com pirita e quartzo.				8 a 14 Ana 3	161



Ponto	Amostras AF	UTM	Unidade Litoestrat.	Fol. Sn M	Fol. Sn+1 Posterior	Descrição	Lâminas	Análise AU	FRX	Fotos	Ponto
		E	N								
P26		660594	7782729	Maquiné	046/70 - 040/70						P26
P27	27	660469	7782707	Maquiné	044/50 - 042/58 - 050/55	164/80 veio de quartzito	P 27				P27
P28	A-B-C	660463	7782686	Maquiné	038/52		P 28		P 28		P28
P29		660457	7782676	Maquiné	042/55	162/70 veio de quartzito					P29
P30		660459	7782647	Maquiné	032/55	162/70 veio de quartzito					P30
P31	P31	660449	7782633	Maquiné	052/60						P31
P32		660439	7782594	Maquiné	045/50						P32
P33		660430	7782523	Maquiné	043/60						P33
P34		660488	7782327	Maquiné	048/45	006/50 Sn+1					P34
P35		660595	7782130	Nova Lima ?							P35
P36		660540	7782064	Quebra Osso	260/75 - 280/70						P36
P37		660517	7782002	Maquiné	075/40 - 025/50						P37
P38		660546	7781879	Maquiné	028/65 - 52/74	SO 060/60 - 105/64 Sn					P38
P39	SAC-01	660570	7791816	Maquiné	085/55 Snt/50		SAC 01		SAC 01		P39
P40		660560	7781753	Maquiné	060/60						P40



Ponto	Amostras AF	UTM		Unidade	Fol. Sn		Fol. Sn+1	Descrição	Lâminas	Análise	FRX	Fotos	Ponto
		E	N		M								
P41		660504	7781674	Maquiné	010/55 S0		050/65 Sn	Melacongglomerado, matriz fina (levemente micácea), granoblástica, sacaroidal, seixos subarredondados. Intercala-se ou interdigita-se a um conjunto de quartzitos finos a médio (levemente micáceo) que aparenta apresentar estratificações plano paralelas e cruzadas (invertidas)		AU			P41
P42		660488	7781751	Maquiné	006/36 S0		080/60 Sn 355/55	Melacongglomerado interdigitado a um pacote de melarenito de granulação média (levemente micáceo) com predomínio de estratificação plano paralela					P42
P43		660458	7781672		078/70 - 070/75			Melabásica intemperizada que preserva uma foliação incipiente.					P43
P44		660550	7781568		049/70			Rocha diabasóide a gábrica (granulação fina a média) fanerítica, maciça (levemente foliada). Melanocrático com esfoliação esferoidal.					P44
P45	SAC-02	660618	7781475		351/70 S0			Melacongglomerado, matriz arenosa, seixos dispersos na matriz, oligomíticos, formando lajes.	SAC 02				P45
P46	SAC-03	660807	7781277		350/55 S0			Melarenito fino a médio, sacaroidal, granoblástico, cor branca, estratificação plano paralela. Ky dissiminada (cor azul). Mineralogia essencialmente composta por quartzo.					P46
P47													P47
P48													P48
P49		660496	7781138	Ponto de referência									P49
P50		660939	7781118					Bloco de melacongglomerado, matriz arenosa, ferruginosa, média com seixos de quartzo. Possível Sopa Brumadinho.					P50
P51		660963	7781115		284/82 S0 092/85 Sn	050/70 Sn+1 001/10 LB		Melarenito fino a médio, granoblástico, grãos levemente estirados, sacaroidal, micáceo, níveis avermelhados. Ocorre no nível micáceo uma lineação de dobra (crenulação). Predomínio de estratificação plano paralela.					P51
P52		660720	7780913					Melarenito fino a médio, granoblástico, com estratificações de pequeno porte, cor branca, poucas impurezas.					P52
AR101	AR 101	655649	7782012		032/55 - 030/52 - 035/52 044/55	290/55 Fratura sinistral no N.L.		Cachoeira da Ana. Parte superior do Nova Lima, camada de BIF de 1,5 m, proximo ao contato com o maquiné.					
AR102		655586	7782031		044/47	009/65 Sn + 1 273/63 Sn + 2		Grupo Nova Lima.					
AR103		655515	7781904			296/70 Fratura		Megacrenulação em zona de cisalhamento. Tension gashes, subconcordantes a foliação. Sistema de fraturas desliza com veio de qtz posterior, medido em AR101.					
AR104	A - B							Serícia qtz xisto com nódulos de pirita detritica.					



## LABORATÓRIO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

	AF-38C	AF-39B	AF-90A	AF-92G	AF-93D1	AF-96B	AF-125F	AF-147C	P-28A	SAC-01A	SAC-01b	JB 1a	JB 1a	JG 1a	LD
												Obtido	Recomendado	Obtido	Recomendado
SiO <sub>2</sub>	71,49	85,27	82,13	69,99	72,75	64,28	72,39	68,08	70,33	70,99	71,52	52,43	52,16	72,44	72,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,58	6,91	9,48	15,27	11,44	13,2	15,5	10,34	14,09	14,3	14,21	14,43	14,51	14,03	14,22
MnO	0,117	0,026	0,026	0,035	0,060	0,066	0,006	0,067	0,169	0,146	0,145	0,146	0,15	0,060	0,06
MgO	3,07	1,49	1,26	2,05	2,37	3,6	1,37	4,17	1,7	0,81	0,88	7,93	7,75	0,73	0,69
CaO	3,11	0,04	0,08	0,11	0,16	0,2	0,02	0,05	0,1	0,02	0,03	9,35	9,23	2,15	2,13
Na <sub>2</sub> O	0,16	0,13	0,22	0,32	0,2	0,14	0,13	0,1	0,12	0,07	0,09	2,78	2,74	3,41	3,41
K <sub>2</sub> O	0,63	1,39	2,28	3,61	1,99	1,59	5,85	0,69	0,41	0,08	0,09	1,41	1,42	3,96	4,01
TiO <sub>2</sub>	0,363	0,16	0,256	0,739	0,469	0,867	0,259	0,382	0,32	0,173	0,176	1,306	1,3	0,255	0,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,066	0,082	0,069	0,118	0,113	0,179	0,021	0,076	0,1	0,033	0,031	0,258	0,26	0,097	0,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,21	3,02	2,38	4,79	7,89	12,49	1,28	12,92	10,52	12,28	12,3	9,03	9,1	2,05	2,05
Loi	6,16	1,63	1,89	2,92	2,76	3,6	2,47	3,33	2,36	2,06	2,05	1,1	1,1	0,59	0,59
Total	99,96	100,15	100,07	99,95	100,20	100,21	99,30	100,21	100,22	100,96	101,52	100,17	99,72	99,77	99,68
Ba	197	272	401	864	459	468	1321	364	97	< 17	27	529	497	465	458
Ce	48	56	51	60	40	42	40	59	54	22	< 18	67	66,1	43	45,2
Cl	< 15	156	148	< 15	< 15	< 15	< 15	71	< 17	98	75	165	170	346	
Co	32	< 3	< 3	6	22	28	< 3	25	5	38	36	36	39,5	4	5,7
Cr	138	67	127	221	263	333	72	216	56	2	6	433	415	30	18,6
Cu	17	7	6	10	29	30	18	18	5	26	28	57	55,5	4	1,3
F	636	422	< 300	545	697	< 300	766	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	385	807	450
Ga	10	10	13	20	15	16	20	13	18	21	21	19	18	20	17
La	25	17	30	32	29	29	33	21	35	14	17	48	38,1	27	21,8
Nb	10	8	9	12	15	10	9	10	11	25	25	28	27	13	12
Nd	< 22	< 22	< 22	< 22	40	24	< 22	< 22	24	< 22	34	43	25,5	9	21
Ni	65	32	44	78	105	138	3	87	58	63	65	144	140	9	6,4
Pb	10	10	15	9	8	12	< 5	11	6	29	30	19	7,2	27	27
Rb	18	33	60	105	55	44	155	21	12	3	2	41	41	178	180
S	2472	< 60	< 60	< 60	< 60	227	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	74	9	137	10
Sc	11	< 4	4	15	12	21	4	13	17	15	12	29	27,9	5	6,31
Sr	41	7	14	29	21	18	21	8	9	6	5	454	443	179	185
Th	3	< 3	< 3	< 3	3	< 3	< 3	5	7	8	8	6	8,8	2	12,1
U	7	7	6	5	6	7	4	7	7	8	8	1	1,6	1	4,7
V	71	30	43	119	96	148	31	92	138	92	88	196	220	28	23
Y	28	7	12	17	47	107	10	34	12	97	97	24	24	30	31,6
Zn	73	38	34	42	70	107	10	133	51	64	64	81	82	41	38,8
Zr	109	83	103	149	149	99	102	128	172	392	393	135	146	122	121



