



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**Petrografia e Geologia da Região de Luminosa-Piranguçu,  
Sul de Minas Gerais**

**VITOR SOUZA FRAGA**

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO  
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA "TRABALHO FINAL DE CURSO"  
(IGL 108/RUD)

RIO DE JANEIRO - BRASIL  
DEZEMBRO DE 2007

# **Petrografia e Geologia da Região de Luminosa-Piranguçu, Sul de Minas Gerais**

VITOR SOUZA FRAGA

Trabalho de conclusão de Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em geologia.

Área de concentração: Setor I

Orientador: Prof Dr. Rudolph Allard Johannes Trouw

Aprovado por:

-----  
Prof. Dr. Rudolph A. J. Trouw

-----  
Prof. Dr. Rodrigo Peternel

-----  
Prof. Cícera Neysi de Almeida

Rio de Janeiro  
Novembro de 2007

FRAGA, Vitor Souza

Petrografia e Geologia da Região de Luminosa-Piranguçu,  
Sul de Minas Gerais

XIV, 60 p. 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, B. Sc.,  
Curso de Graduação em Geologia, 2007).

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
realizada no Instituto de Geociências

1. *Petrografia* 2. *Luminosa*

***Aos meus pais, João e Eliete,  
pela força e carinho.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os meus amigos, que me ajudaram e apoiaram na realização deste trabalho. Dentre tantos, gostaria de destacar alguns:

- A todos amigos que me apoiaram nestes 5 anos de formação acadêmica, em especial Alexandre Oliveira, Alexandre Dias, Carolina Ribeiro, Daniel “Grisalho”, Diogo Borges, Enrico Brunno, Filipe Modesto, Rennan Oliveira, Roberta Moreno entre outros.

- Aos professores Rudolph A. J. Trouw e Rodrigo Peternel, pela orientação acadêmico-científica, contribuição para a minha formação como geólogo e pelas discussões científicas que me ajudaram na realização desse trabalho.

- Aos professores André Ribeiro, Fábio Paciullo, Júlio Mendes, Joel Valença e Cícera Neysi pelo apoio e valiosas discussões no âmbito acadêmico.

- A Claudia pela paciência e companhia em todos os momentos.

- Ao amigo Rodrigo Vinagre pela paciência, companhia, discussões, teorias, e amizade acima de tudo.

- Ao Tarcísio, pela confecção das lâminas, fundamentais neste trabalho.

- Ao David pela amizade e ajuda com o abstract.

- A todos amigos que me apoiaram neste período importante.

## RESUMO

FRAGA, Vitor Souza. **Petrografia e Geologia da Região de Luminosa-Piranguçu, Sul de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2007. XIII, 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

A área mapeada situa-se na zona de interferência entre as faixas Brasília e Ribeira, a sudoeste da cidade de Itajubá, extremo sul do estado de Minas Gerais. Este trabalho tem o objetivo de contribuir com dados para o melhor entendimento da evolução das faixas Brasília e Ribeira, principalmente na região de interferência entre estas duas faixas móveis. A metodologia utilizada baseia-se em mapeamento geológico detalhado (escala 1:25.000), além de análises petrográfica em seções delgadas. As diversas litologias presentes na região foram agrupadas em seis unidades. São elas: 1) biotita paragnaisse migmatítico bandado (Unidade São Vicente), 2) sillimanita-granada xisto, 3) hornblenda paragnaisse migmatítico, 4) ortognaisse monzogranítico porfirítico (Granitóide Serra da Água Limpa), 5) ortognaisse sienogranítico (*Nappe Socorro*) - (Granito Piranguçu), 6) ortognaisse sienogranítico porfirítico (*megassequência Andrelândia*) - (Granito Serra do Alto da Pedra). As associações de minerais metamórficos granada, sillimanita e muscovita nos xistos e gnaisses paraderivados, hornblenda, clinopiroxênio, granada e hiperstênio em alguns pontos do hornblenda paragnaisse migmatítico, sugerem um metamorfismo em facies anfíbolito para os xistos e gnaisses para-derivados e facies granulito para determinados níveis do hornblenda-paragnaisse migmatítico. Em um ponto próximo a Piranguçu, foi reconhecido um retroeclogito rico em granada, hornblenda, plagioclásio e clinopiroxênio evidenciando estágios de metamorfismo em facies granulito e eclogito. Os elementos estruturais observados foram agrupados em três fases de deformação progressiva, D2, D3 e D4. A fase D2, gerou a foliação principal, enquanto a fase D3 é caracterizada pela formação da foliação S3 e dobramentos F3. Enfim, na fase D4 desenvolveram-se foliações miloníticas S4 basicamente associadas à Zona de Cisalhamento Caxambú. Conclui-se então que a fase D2 é contemporânea ao metamorfismo principal (faixa Brasília), enquanto as fases D3 e D4 caracterizam a interferência (faixa Ribeira).

Palavra chave: Petrografia, Brazópolis.

## ABSTRACT

FRAGA, Vitor Souza. **Petrografia e Geologia da Região de Luminosa-Piranguçu, Sul de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2007. XIII, 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

The area which was mapped is located in the interference zone between the Brasília and Ribeira belts, south-west Itajubá city, south Minas Gerais state. These works have the objective of contribute with data from the better knowledge from evolution to Brasília and Ribeira's belts, mainly on region of the interference between this two mobile belts. The methodology implemented establish on geologic mapping detailed (scale 1:25.000), besides petrography analysis on sections thin. Many lithology presents on region has been grouped on six units. These are: 1) biotite paragneisse migmatit banded (Unity São Vicente), 2) sillimanite-garnet schist, 3) hornblend paragneisse migmatit, 4) ortogneisse monzo-granites porfirico (Granites Serra da Água Limpa), 5) ortogneisse sieno-granites (*Nappe Socorro*)(Granites Piranguçu), 6) ortogneisse sieno-granites porfirico (*megassequência Andrelândia*) (Granites Serra do Alto da Pedra). The association of mineral metamorphic, garnet, sillimanite and muscovite on schist and gneisses para-derivative, and hornblendes, clinopyroxene, garnet and hypersthene in some points hornblende paragneisses migmatit. Suggest a metamorphism in facies amphibolites for schist and gneisses para-derivative, and facies granulites to determinate level of Hbl-ortogneisses migmatit. A closer point the Piranguçu an retro-eclogite full of on garned, hornblend, plagioclase as well clinopyroxene evidenced metamorphisms stages at facies granulites and eclogite. The structural elements were observed grouped on three phases of progressive deformation, D2, D3 and D4. The phase D2, produced main foliation, while the phase D3 is characterized for formation of foliation S3 and folds F3. Finally on phase D4 developed foliations mylonit S4 basically associated for shearing zone Caxambú. So Concluding the phase D2 is contemporaneous to main metamorphism (Brasília belt), while the phases D3 and D4 characterizing an interference (Ribeira belt).

Key-words: Petrography, Brazópolis

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Localização da Área.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Metodologia.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Atividades de Campo .....	3
1.3.2 Atividades laboratoriais e de gabinete.....	3
<b>2. GEOLOGIA REGIONAL.....</b>	<b>4</b>
2.1 EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA MANTIQUEIRA.....	4
2.2 ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE AS FAIXAS BRASÍLIA E RIBEIRA.....	5
2.3 FAIXA BRASÍLIA.....	6
2.4 MEGASSEQUÊNCIA ANDRELÂNDIA.....	7
2.5 NAPPE SOCORRO – GUAXUPÉ.....	8
2.6 EVOLUÇÃO METAMÓRFICA.....	11
2.7 EVOLUÇÃO ESTRUTURAL .....	13
<b>3. GEOLOGIA DA ÁREA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Unidades de Mapeamento.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 – Biotita Paragneisse Migmatítico.....	14
3.1.2 – Sillimanita Granada Xisto.....	20
3.1.3 – Hornblenda Paragneisse Migmatítico .....	28
3.1.4 – Ortogneisse Monzo-Granítico Porfirítico.....	40
3.1.5 – Ortogneisse Sieno-Granítico (NAPPE SOCORRO) .....	44
3.1.6 - Ortogneisse Sieno Granítico Porfirítico.....	49
<b>4 - Geologia Estrutural .....</b>	<b>55</b>
<b>5 - METAMORFISMO.....</b>	<b>58</b>
5.1 – Metamorfismo Principal.....	58
<b>6 – DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de satélite com as principais cidades próxima da área de estudo, representada pelo polígono azul (Fonte: Earth Google).....	2
Figura 2: Mapa tectônico simplificado da América do Sul (Heilbron et. Al., 2004).....	5
Figura 3: Estratigrafia e litologias da Megasseqüência Andrelândia (Paciullo et al. 2003).....	8
Figura 4: Mapa tectônico regional com a área de estudo delimitada pela quadrícula vermelha. Trouw. et. al. 2000.....	10
Figura 5: Mapa metamórfico simplificado da Zona de Superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira (Peternel, 2005). Simbologia das associações minerais segundo Kretz (1983).....	12
Figura 6: Aspecto megascópico do biotita paragnaisse, onde é possível ver o fino bandamento típico desta unidade.....	16
Figura 7a e 7b: Textura típica do biotita paragnaisse, na qual é possível ver o quartzo sob forma de subgrão/novos grão e as granadas hipidiomórficas. A figura exibe a mesma lâmina com nicol cruzado e descruzado.....	17
Figura 8: Aspecto megascópico sillimanita quartzito, com leve foliação definida pelas trilhas de sillimanitas.....	18
Figura 9: Sillimanita boudinada (mineral tabular azul), e aspecto do quartzo (subgrão) – Nicol cruzado (VAC-192).....	19
Figura 10: Trilhas de sillimanita boudinada definindo a foliação. Nicol descruzado.(VAC-192) .....	19
Figura 11: Aspecto megascópico do sillimanita granada paragnaisse, alterado, onde é possível ver a granada (mineral vermelho) e a sillimanita (mineral acicular branco).....	22
Figura 12: Aglomerado de sillimanitas e biotitas definindo a foliação. Nesta região a textura poderia ser definida como nematoblástica. VAC-57.....	23
Figura 13: Sillimanita prismática típica, e aglomerado de sillimanitas tabulares com cores de birrefringência anômalas (azul anil).VAC-2c.....	23
Figura 14: Sillimanita fibrosa preservada no interior da granada.VAC-42.....	23
Figura 15: Textura da calcissilicática, na qual observa-se a grande concentração de granadas e plagioclásio.Obs: mineral de birrefringência azul é clinopiroxênio.Nicol cruzado. VAC-2e.....	25
Figura 16: Textura da calcissilicática a nicol descruzado, reconhecendo facilmente a granada e o clinopiroxênio (pleocroísmo verde). VAC-2e.....	25
Fig 17: Textura do granada quartzito a nicol cruzado, na qual observa-se enormes granadas, quartzo, clinozoizita alterando e sillimanita associada com um relevo levemente mais elevado. VAC-88.....	27
Fig 18: Textura do granada quartzito a nicol descruzado, na qual observa-se enormes granadas com inclusões de quartzo, rútilo e clinozoizita (radial) alterada. VAC-88. ....	27
Figura 19 : Afloramento típico do gnaiss migmatítico com xistosidade bem definida e dobrada...30	

Figura 20: Textura típica do hornblenda paragnaisse migmatítico, com leucossoma de composição granítica dobrado.....	30
Figura 21: Leucossoma do hornblenda paragnaisse migmatítico, basicamente de granada, quartzo e K-feldspato. VAC-100 <sup>a</sup> nicol cruzado e descruzado.....	31
Figura 22: Dobra fechada formada por biotita recristalizada, no hornblenda paragnaisse. VAC-43. nicol cruzado e descruzado.....	31
Figura 23: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com pleocroísmo verde-azulado. Também observa-se grande concentração de anfibólios. Nicol descruzado. VAC-87.....	34
Figura 24: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com duas direções de clivagem e cor de birrefringência cinza. Observa-se grande concentração de granadas. Nicol cruzado. VAC-85.....	34
Figura 25: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com duas direções de clivagem e com relevo alto. Observa-se grande concentração de granadas e plagioclásio. Nicol descruzado. VAC-85.....	34
Figura 26: Textura do hornblendito. Basicamente hornblendas. VAC-14.....	36
Figura 27: Textura (granoblástica) do hornblendito. Observa-se as varias birrefringência das hornblendas. VAC-14.....	36
Figura 28: Diagrama Ol-Px-Hbl. De acordo com o diagrama de classificação das rochas ultramáficas Ol-Px-Hbl (Streckeisen,1976), foi definido o nome Hornblendito, em função da composição.....	37
Figura 29: Diagrama Ol-Opx-Cpx. Classificação das rochas ultramáficas baseada no diagrama triangular Ol-Opx-Cpx. De acordo com o diagrama (Streckeisen,1976) a rocha é um peridotito (Iherzolito).....	39
Figura 30: Textura poiquilítica, com cristais de plagioclásio e hornblenda inclusos no piroxênio. Observa-se também uma grande clinozoisita metamórfica com birrefringência azulada. ....	39
Figura 31: Aspecto megascópico do ortognaisse monzo-granítico porfirítico com megacristais de feldspato.....	41
Figura 32: Ortognaisse porfirítico, com foliação bem definida, e feldspatos em formato de augen, indicando maior grau de deformação.....	42
Figura 33: Allanita com sobrecrescimento, rodeada de biotita e quartzo recristalizados. O sobre crescimento indica que o mineral é relicto. VAC-08.....	42
Figura 34: textura típica do ortognaisse monzo-granítico. Grandes cristais de microclina e plagioclásio. VAC-08.....	42
Figura 35: Região com maior graus de deformação. Grande quantidade de quartzo, feldspato e biotita recristalizados. Porém ainda há presença de alguns megacristais. VAC-10.....	43
Figura 36: Diagrama QAP (Streckeisen,1976). Os dois pontos indicam que a rocha esta no campo do monzo-granito.....	43

Figura 37: Ortognaisse monzo-granítico cinza sendo cortado por diques de sieno-granito (branco). Observar que os diques estão dobrados de acordo com os campos de tensões geradores da foliação.....	46
Figura 38: Amostra do ortognaisse sieno-granito, mostrando uma textura ígnea, comum no interior (parte central) do corpo.....	46
Figura 39 : Textura do ortognaisse sieno-granítico. Observa-se que as granadas são xenomórficas e as biotitas ficam em torno da granada VAC-89. Nicol descruzado.....	47
Figura 40 : Textura do ortognaisse sieno-granítico. Observa-se que as granadas são xenomórficas e as biotitas apresentam uma birrefringência anormal (elevada) VAC-89.....	47
Figura 41: A foliação é definida pelas trilhas de biotita e quartzo estirados.VAC-113.....	47
Figura 42: Diagrama QAP (Streckeisen,1976). Os dois pontos indicam que a rocha está no campo do sieno-granito.....	48
Figura 43: Aspecto megascópico do ortognaisse sieno-granítico.....	50
Figura 44: Textura do ortognaisse sieno-granítico, apresenta um i.c. mais elevado. A biotita define a foliação e a allanita passou por um processo de metamictização, destruindo parte da sua rede cristalina. Nicol descruzado. VAC-212.....	51
Figura 45: Textura do ortognaisse sieno-granítico, apresenta maior quantidade de K-feldspato que o sieno-granito citado anteriormente. Allanita sofreu metamictização. Cruzado. VAC-212.....	51
Figura 46: Diagrama QAP (Streckeisen,1976). O ponto indica que a rocha está no campo do sieno-granito.....	52
Figura 47: Aspecto textural do basalto. Observa-se plagioclásio formando estruturas radiais, típicas de vesículas.....	54
Figura 48: Afloramento na qual observa-se a foliação principal S2.....	55
Figura 49: Milonito alterado com indicador cinemático dextral (observado em planta).....	56
Figura 50: Dobras F3 com plano axial mergulhando para SE e eixo caindo suavemente para SW, na unidade hornblenda paragnaisse migmatítico.....	57
Figura 51: Na zona de cisalhamento Caxambú. Dobras assimétricas indicando movimento dextral.	
Figura 52: Sillimanita prismática euédrica.....	58
Figura 53: Microclina resultante da reação muscovita + quartzo = K-feldspato + Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> + fusão.....	59
Figura. 54: Gráfico P x T, demonstrando o campo de estabilidade das rochas na área estudada da <i>Nappe Socorro</i> .....	60
Figura 55: Grafico P-T com o campo de estabilidade das associações metamórficas hornblenda + plagioclásio + biotita + ou - cpx.....	61
Figura 56: Grafico P-T com o campo de estabilidade das associações metamórficas ortopiroxênio + clinopiroxênio + granada + plagioclásio + hornblenda. Indicando fácies granulito médio.....	62
Figura 57: Plagioclásio secundário bordeando a granada no retroeclogito.....	63

Figura 58: Grafico P-T com o campo de estabilidade das associações metamórficas granada + clinopiroxênio + plagioclásio + hornblenda, demonstrando a queda na temperatura e pressão, caracterizando um retro-eclogito.....	64
Figura. 59: Curva representando o metamorfismo na região mapeada. Bola vermelha = Fácies eclogito (maior pressão); Bola verde = Fácies granulito (maior temperatura); e Bola amarela = Fácies anfibolito (menor pressão e temperatura).....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição modal (10 visadas) do biotita paragnaisse.....	17
Tabela 2: Composição modal (10 visadas) do sillimanita quartzito.....	18
Tabela 3: Composição modal (350 pontos) de 7 lâminas do sillimanita granada paragnaisse.....	22
Tabela 4: Composição modal (350 pontos) do granada quartzito.....	26
Tabela 5: Composição modal (350 pontos) de 4 lâminas do hornblenda paragnaisse migmatítico.....	31
Tabela 6: Composição modal (350 pontos) de 2 lâminas do anfibolito .....	33
Tabela 7: Composição modal (350 pontos) do hornblendito .....	37
Tabela 8: Composição modal (350 pontos) do metaperidotíto .....	38
Tabela 9: Composição modal (350 pontos) do ortognaisse monzo-granítico.....	43
Tabela 10: Composição modal (350 pontos) do ortognaisse sieno-granítico.....	48
Tabela 11: Composição modal (10 visadas) do Ortognaisse Sieno-Granítico.....	52
Tabela 12: Composição modal (10 visadas) do Basalto.....	54

## ANEXOS

Anexo I – Mapa geológico

Anexo II - Seção geológica

Anexo III – Mapa de pontos

# **1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**

O estudo foi realizado no polígono de mapeamento (figura 1), que abrange uma área de aproximadamente 272 Km<sup>2</sup>, no sul do estado de Minas Gerais, na qual se encontram os municípios de Piranguçu e Brazópolis. A área está situada ao sul da borda Meridional do Cráton de São Francisco, na zona de interferência das faixas móveis Neoproterozóicas Brasília e Ribeira (Trouw *et al.*, 1994; figura 1) e a mesma se encontra na folha topográfica Campos do Jordão (IBGE – 1:50.000), limitada pelos paralelos 45°41'W – 45°30'W e pelos meridianos 22°30'S – 22°38'30"S, zona 23 Sul. A principal via de acesso à área, a partir do Rio de Janeiro é a BR-459

## **1.2 – OBJETIVOS**

O principal objetivo deste trabalho é contribuir com informações para a melhor compreensão da evolução geotectônica das faixas Brasília e Ribeira, principalmente na zona de interferência entre estas duas faixas móveis Neoproterozóicas, localizadas no sul de Minas Gerais. Para tanto, pretende-se esclarecer a relação entre fácies metamórficas que ocorrem na área de mapeamento, bem como as estruturas tectônicas e os contatos litológicos.

Apresenta também como objetivo, colocar em prática o treinamento dos conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em Geologia da UFRJ.

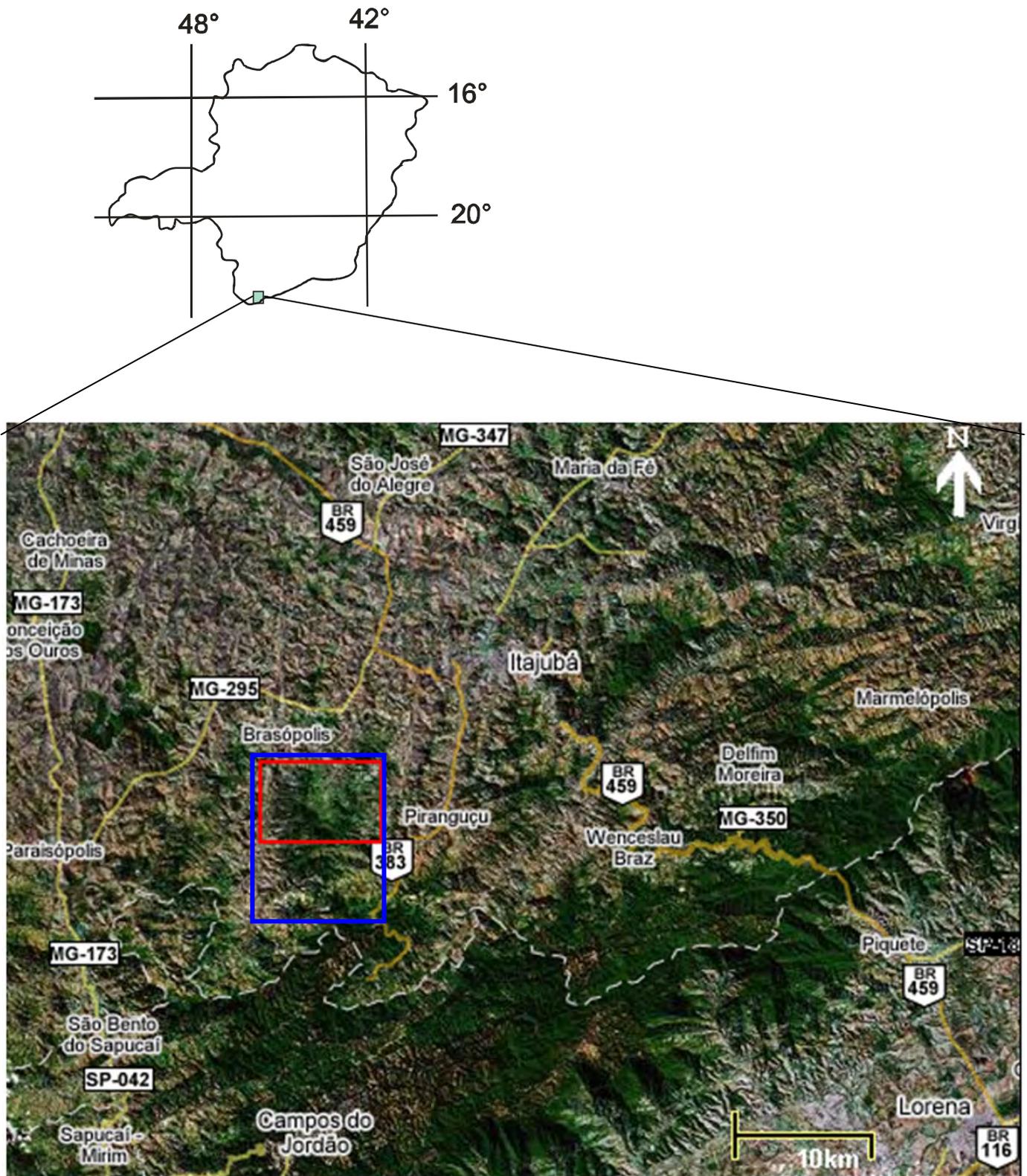


Figura 1 – Imagem de satélite com as principais cidades próxima da área de estudo, representada pelo polígono azul (Fonte: Earth Google)

## **1.3 - METODOLOGIA**

### **1.3.1 – Atividades de Campo**

As atividades referem-se ao mapeamento geológico detalhado na escala 1:25.000 de uma área de aproximadamente 272km<sup>2</sup> localizado a norte do município de Campos dos Jordão, norte de São Paulo e sul do município de Brazópolis, sul de Minas Gerais.

O mapeamento consistiu na identificação das unidades litológicas, descrição dos litotipos, determinação de contatos litológicos e petrográficos.

A coleta de dados abrangeu um total de 212 pontos, georreferenciados com o auxílio do sistema GPS (Global Positioning System) da marca Garmin. Também foram utilizados como materiais a Bússola Brunton Eclipse PRO-ME, martelo de geólogo, lupa de 10X, a carta topográfica Campos do Jordão na escala 1:50.000, e máquina fotográfica digital Sony-W80. Nesta etapa foram feitas descrições macroscópicas (afloramento) e mesoscópica (amostra de mão) e coleta de amostra para petrografia.

### **1.3.2 – Atividades laboratoriais e de gabinete**

Todas as atividades foram realizadas nas dependências do Departamento de Geologia da UFRJ. O primeiro processo foi de pesquisa bibliográfica dos trabalhos anteriores acerca da geologia regional e local. Após o retorno, os dados coletados eram tratados e compilados.

Foram selecionadas 33 amostras de rocha para a confecção de lâminas delgadas para análise petrográfica, de maneira a contribuir para a caracterização dos litotipos e das fases deformacionais, as quais as rochas foram submetidas. Efetuando-se estudos de mineralogia e de análise textural das rochas. As feições singulares e representativas foram reagrupadas em fotomicrografias.

As análises petrográficas foram realizadas com auxílio de microscópio binocular Zeiss Axioplan 2.

### ***Petrografia***

Consistiu da análise mineralógica a partir de lâminas confeccionadas no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). No total foram descritas 33 lâminas das diferentes litologias aflorantes na região de

estudo, de maneira a caracterizar suas estruturas, associações metamórficas e composições mineralógicas.

## **2 - GEOLOGIA REGIONAL**

Todas as informações apresentadas a seguir são uma síntese das informações adquiridas sobre a evolução geológica no sul de Minas Gerais. As principais nomenclaturas utilizadas foram as propostas por Ribeiro *et al.* 1995, Paciullo *et al.* 2000, Trouw *et al.* 2000, Campos Neto & Caby 2000, Heilbron *et al.* 2004, e Peternel *et al.* 2007.

### **2.1 – EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA DA PROVÍNCIA MANTIQUEIRA**

O Sistema Orogênico Mantiqueira, ou Província Geológica Mantiqueira (Almeida *et al.* 1977) (figura 2), compreende aproximadamente 700.000 km<sup>2</sup> do Continente Sul-Americano nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil. Nesta região há aproximadamente 3000 km de corpos rochosos afetados pela orogênese Brasileira.

Este sistema é composto pelas faixas móveis (orógenos) Araçuaí, Dom Feliciano, São Gabriel e Ribeira, além da região estudada neste trabalho, a Zona de Interferência entre as Faixas Ribeira e Brasília (Trouw *et al.* 1994). Os eventos termo-tectônicos orogênicos no sistema ocorreram de forma diacrônica. As tafrogenias, seguidas da formação de orógenos acrescionários, e as colisões do gênero continente-arco de ilha e continente-continente apresentam registros por toda a província. Registros, incluindo magmatismos e metamorfismos pré, sín e pós-colisionais, denotam que a Orogênese Brasileira, que foi interpretado como a colagem de blocos crustais provenientes da quebra Toniana (1.000 – 850Ma) do supercontinente Rodínia, que ocorreu de 880 Ma à 480 Ma. (Brito Neves,1999). Desta maneira este evento desempenhou um importante papel na configuração geográfica da porção ocidental do paleocontinente Gondwana.

Desta reunião de continentes (eg. Placas Sanfriscana e Paranapanema) envolvidos nesta orogênese, permaneceram no sul de Minas Gerais registros de sedimentação plataformal intracratônica em domínio autóctone (eg. Megasseqüência São João Del Rei e Carandaí), nappes de metassedimentos

Neoproterozóicos plataformais (ex. Megasseqüência Andrelândia) e embasamento (pré 1,7 Ga) um grande domínio alóctone, denominado Nappe Socorro-Guaxupé (figura 4) , que corresponde a um arco-magmático cordilheirano desenvolvido na margem da placa Paranapanema durante o Criogeniano (850 – 630 Ma) / Ediacarano (630 – 542Ma).

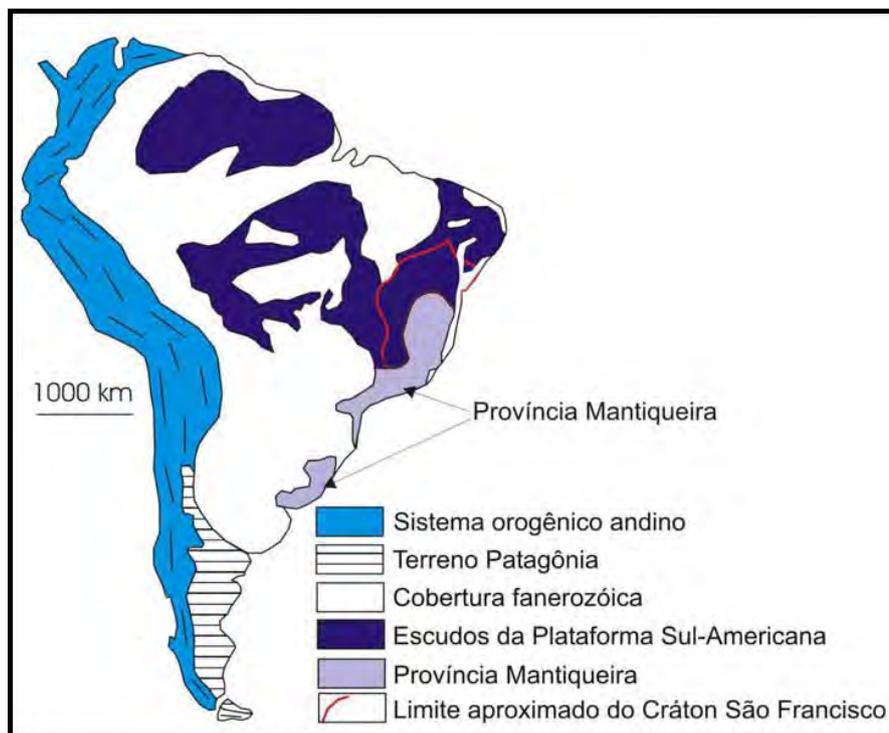


Figura 2: Mapa tectônico simplificado da América do Sul (Heilbron et. al. 2004)

## 2.2 – ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE AS FAIXAS BRASÍLIA E RIBEIRA

Síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

Uma zona de interferência tectono-metamórfica é formada ao se superpor um processo orogênético sobre outro. O registro geológico encontrado ao sul da borda meridional do Cráton do São Francisco mostra dois episódios distintos relacionados à Orogenia Brasileira, um associado ao segmento meridional da Faixa Brasília (670 a 604 Ma) e outro à parte central Faixa Ribeira (590 – 525 Ma)(Trouw *et al.*, 2003).

Localizada ao sul da borda meridional do Cráton do São Francisco, (figura 2) composta por rochas de idades que variam desde do Arqueano até o Terciário, é

caracterizada pela interferência (sobreposição) do metamorfismo e da deformação referentes à Faixa Ribeira nas unidades da extremidade sul da Faixa Brasília.

Os eventos tectono-metamórficos foram divididos em estágios. O primeiro estágio colisional, foi denominado como Brasileiro I *por Campos Neto & Figueiredo (1995)*, tal evento ocorreu entre 670 e 600 Ma e refere-se ao fechamento do Oceano Brazilides com a subducção para W da placa Sanfranciscana sob a Paleoplaca Paranapanema e formação de arco magmático na margem ativa da placa superior e subsequente colisão entre os respectivos blocos continentais, formando assim estruturação N-S da Faixa Brasília. O resultado foi a formação da Nappe Socorro-Guaxupé, sendo assim faz parte deste sistema colisional e representa um arco magmático cordilheiriano desenvolvido na margem da Placa Paranapanema.

O segundo estágio colisional ocorreu entre 590-550 Ma e se refere ao fechamento do oceano Adamastor com subducção para SE da Placa Sanfransiscana sob a microplaca Serra do Mar e colisão entre os respectivos continentes, promovendo a estruturação NE-SW.

### **2.3 – FAIXA BRASÍLIA**

A faixa Brasília, que consiste em um empilhamento de *nappes* apresentando vergência para E-ESE, bordejando o sul do Cráton São Francisco (figura 4).

O empilhamento citado foi gerado pela convergência entre as paleoplacas Paranapanema e Sanfranciscana. Este empilhamento tectônico é formado a partir de dois conjuntos de *nappes*. São eles:

Síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

- As *nappes* inferiores, resultado do fechamento da Bacia Andrelândia (Ribeiro *et al.* 1995), compostas por metassedimentos da Megasseqüência Andrelândia (Paciullo *et al.*, 2000) e lascas de seu embasamento que variam desde fácies xisto-verde até fácies granulito (e.g. Sistema de *Nappes* Luminárias-Liberdade).
- As *nappes* superiores, constituídas por rochas metaígneas e metassedimentares, desde fácies anfíbolito alto até fácies granulito de alta

pressão resultado da colisão entre um arco magmático cordilheirano e a paleoplaca Sanfranciscana (e.g. Nappe Socorro – Guaxupé), durante o fechamento da Bacia Andrelândia.

## 2.4 – MEGASSEQÜÊNCIA ANDRELÂNDIA

Síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

A Megasseqüência Andrelândia é uma sucessão metassedimentar com intercalações meta-ígneas máficas e ultramáficas associadas (Fig. 3), de idade neo-proterozóica (1.0 a 0.6 Ga) (Paciullo *et al.*, 2000; Trouw *et al.*, 2000a; Heilbron *et al.*, 2004). Apresenta metamorfismo desde fácies xisto verde até granulito de alta pressão. As megasseqüências mesoproterozóicas são individualizadas por discordâncias regionais, reconhecidas em um domínio autóctone. O sistema de *nappes* da Faixa Brasília definiu um domínio alóctone.

A Megasseqüência Andrelândia, desenvolveu-se na margem sul-sudoeste da paleoplaca Sanfranciscana, em margem passiva. A mesma é representada por gnaisses, xistos, quartzitos, rochas calcissilicáticas, gonditos e anfibolito subordinado. As rochas da Megasseqüência Andrelândia são encontrados em domínios autóctone e alóctone da Faixa Brasília (Orógeno Brasília Sul).

A Megasseqüência Andrelândia foi subdividida por Paciullo *et al.* (2003) nas seqüências: Carrancas (inferior) e Serra do Turvo (superior) (Figura 3).

- Da base para o topo, a seqüência Carrancas é constituída por: paragnaisses bandados com intercalações anfibolíticas; paragnaisses bandados intercalados com anfibolitos; quartzitos e filitos/xistos; quartzitos com intercalações delgadas de xistos, ambos ricos em mica verde; e filitos e xistos cinzentos intercalados com quartzito.
- Em desconformidade sobre unidades da Seqüência Carrancas e do embasamento (pré 1,7 Ma), a Seqüência Serra do Turvo, é constituída na base por biotita xistos homogêneos e no topo por biotita xistos/gnaisses com intercalações anfibolíticas, calcissilicáticas, gonditos e quartzito.

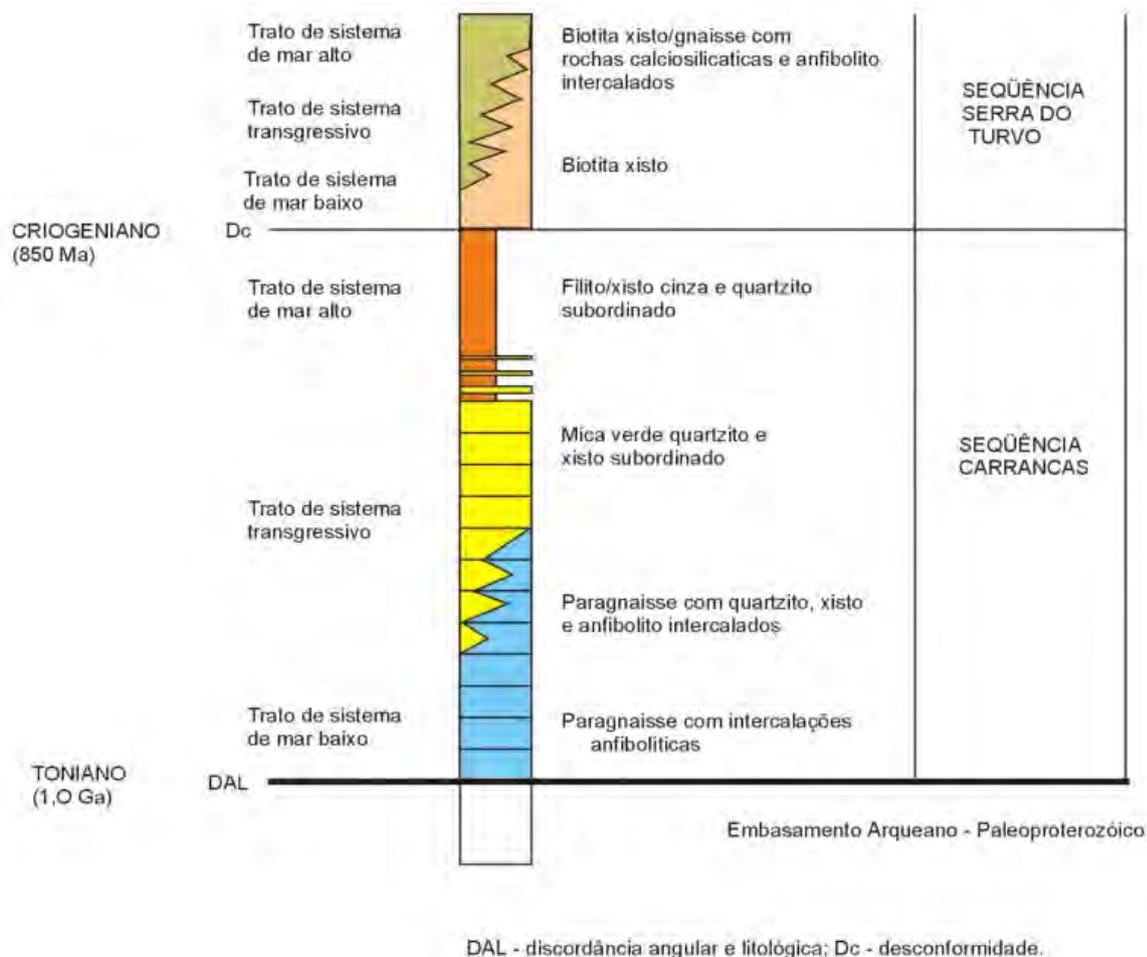


Figura 3: Estratigrafia e litologias da Megassequência Andrelândia (Paciullo et al. 2003).

## 2.5 – NAPPE SOCORRO - GUAXUPÉ

Síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

A Nappe Socorro Guaxupé representa a paleoplaca cavalgante relacionada com a evolução da Faixa Brasília. É dividida em duas partes, ao norte a Nappe Guaxupé e ao sul a Nappe Socorro, com sucessões metassedimentares da Megasequência Andrelândia e rochas do seu embasamento alóctone ocorrendo entre e abaixo delas.

É um grande domínio alóctone, vergente para E-NE em direção à margem sul/sudeste do Cráton do São Francisco (Campos Neto & Caby et al. 2000), que foi dividido em três níveis principais: Inferior, Intermediário e Superior.

- **UNIDADE INFERIOR** - é caracterizada por apresentar Opx-Cpx-Amp-Bt±Grt granulito-gnaisses bandados, esverdeados, enderbíticos a charnoenderbíticos, com intercalações decimétricas de gnaisses gabro-noríticos e leucossomas estromáticos hololeucocráticos, charnoquíticos e enderbíticos. O topo desta unidade é constituído de Hbl e Bt-Hbl gnaisses, tonalíticos a granodioríticos, intercalados com anfibolitos e bandas estromáticas leucotonalíticas/trondjemíticas.
- **UNIDADE INTERMEDIÁRIA** - é caracterizada por apresentar Hbl-Bt-Cpx gnaisses migmatíticos, dioríticos a tonalíticos, que gradam lateralmente para granitos porfiríticos deformados de origem anatética.
- **UNIDADE SUPERIOR** - é caracterizada por apresentar predominância de Grt-Sil-Crd-Bt gnaisses bandados com leucossomas portadores de Grt e Bt, intercalados com Sil-Ms quartzitos, gnaisses quartzosos, calcissilicáticas, raros mármore, Hbl gnaisses e anfibolitos.

A nappe é dividida na forma de dois blocos (lobos) principais: Ao sul a *Nappe* Socorro e ao norte a *Nappe* Guaxupé e, são separados por zonas de cisalhamento e por uma megaestrutura antiformal (Figura 4). Nos dois lobos, é possível reconhecer a foliação metamórfica principal, com dobras predominantemente recumbente, e que também ocorrer redobrada e reestruturada segundo NE-SW.

No caso da *Nappe* Socorro que está inserida na Zona de Interferência, as idades, atribuídas por (Campos Neto *et al.* 2004), datam rochas que registram atividade ígnea, calcialcalina e alcalina, em arco magmático do tipo cordilheirano (Campos Neto & Figueiredo, 1995) a ca. 670-650Ma e metamorfismo de caráter colisional a ca. 630-610Ma.

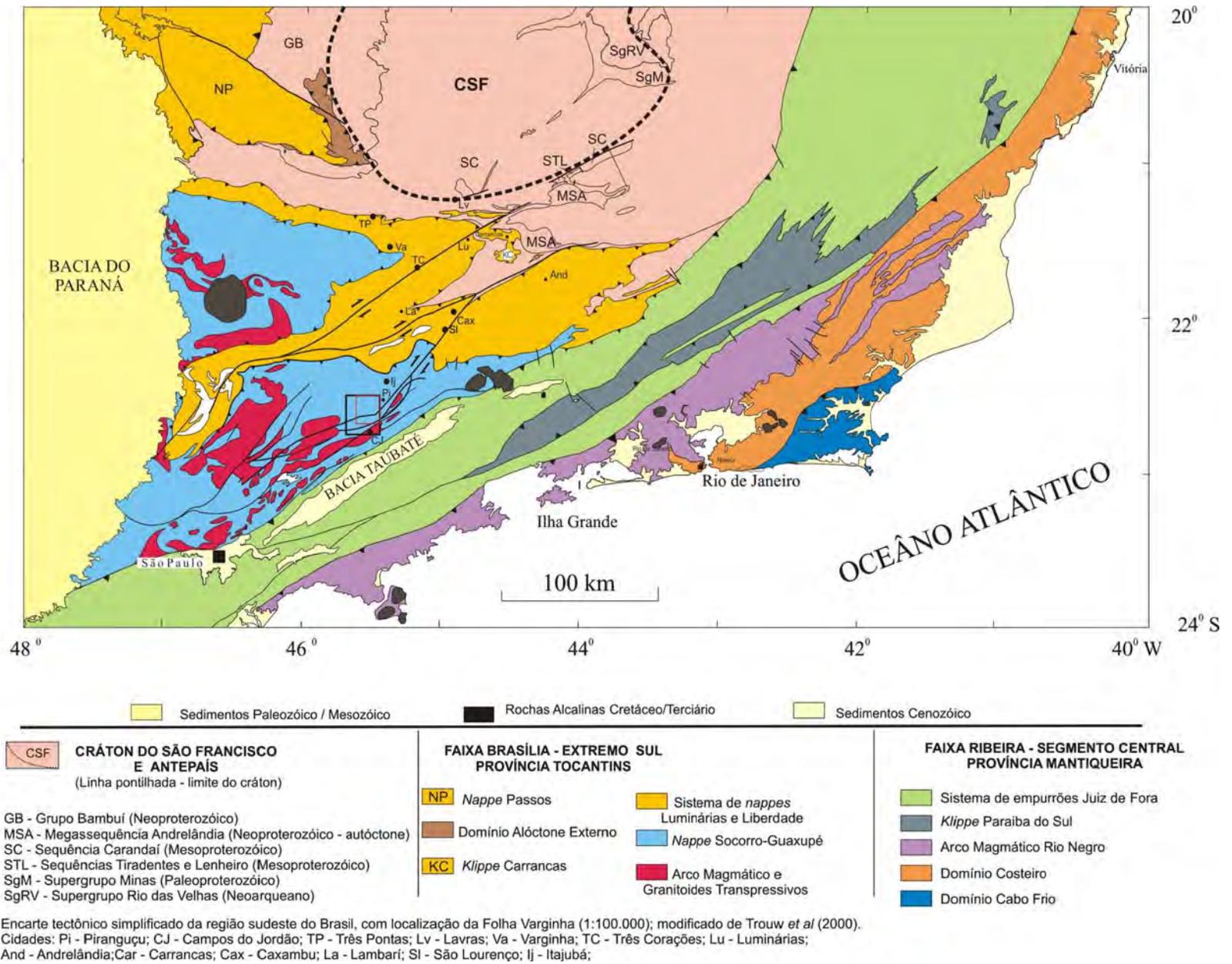


Fig. 04: Mapa tectônico regional com a área de estudo delimitada pela quadrícula vermelha. Trouw. et. al. 2000

## 2.6 - EVOLUÇÃO METAMÓRFICA

Síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

É proposta a ocorrência de uma superposição de eventos metamórficos no sul de Minas Gerais (Trouw *et al.*, 2000). O primeiro estágio colisional (Metamorfismo Brasília - MB) é semelhante ao tipo Barroviano e contemporâneo à formação das *nappes* da Faixa Brasília.

O intensidade do metamorfismo varia desde fácies xisto-verde médio no domínio autóctone, passando por fácies anfibolito e atingindo fácies granulito de pressão alta nos domínios alóctones (Figura 5).

A caracterização do metamorfismo de pressão alta é dado por associações Cpx-Grt-Qt em metamáficas e Ky-Kfs em metassedimentos (Ribeiro *et al.*, 1995; Trouw *et al.*, 2000). O grau metamórfico cresce gradualmente em direção às *nappes* superiores (Figura 5), na qual as *nappes* Socorro-Guaxupé e Varginha se sobrepõem ao Sistema de *Nappes* Luminárias e Liberdade. A inversão é de caráter pós-metamórfico (pós MB) e correlacionada a uma colisão E-W.

A Faixa Ribeira, referente ao segundo estágio colisional, registrou metamorfismo (Metamorfismo Ribeira - MR) de pressão intermediária em grande parte da extremidade sul da Faixa Brasília. Nessa superposição de eventos, onde observa-se que as isógradas sin-tectônicas Ribeira cortam grande parte das unidades da Faixa Brasília, de sul para norte.

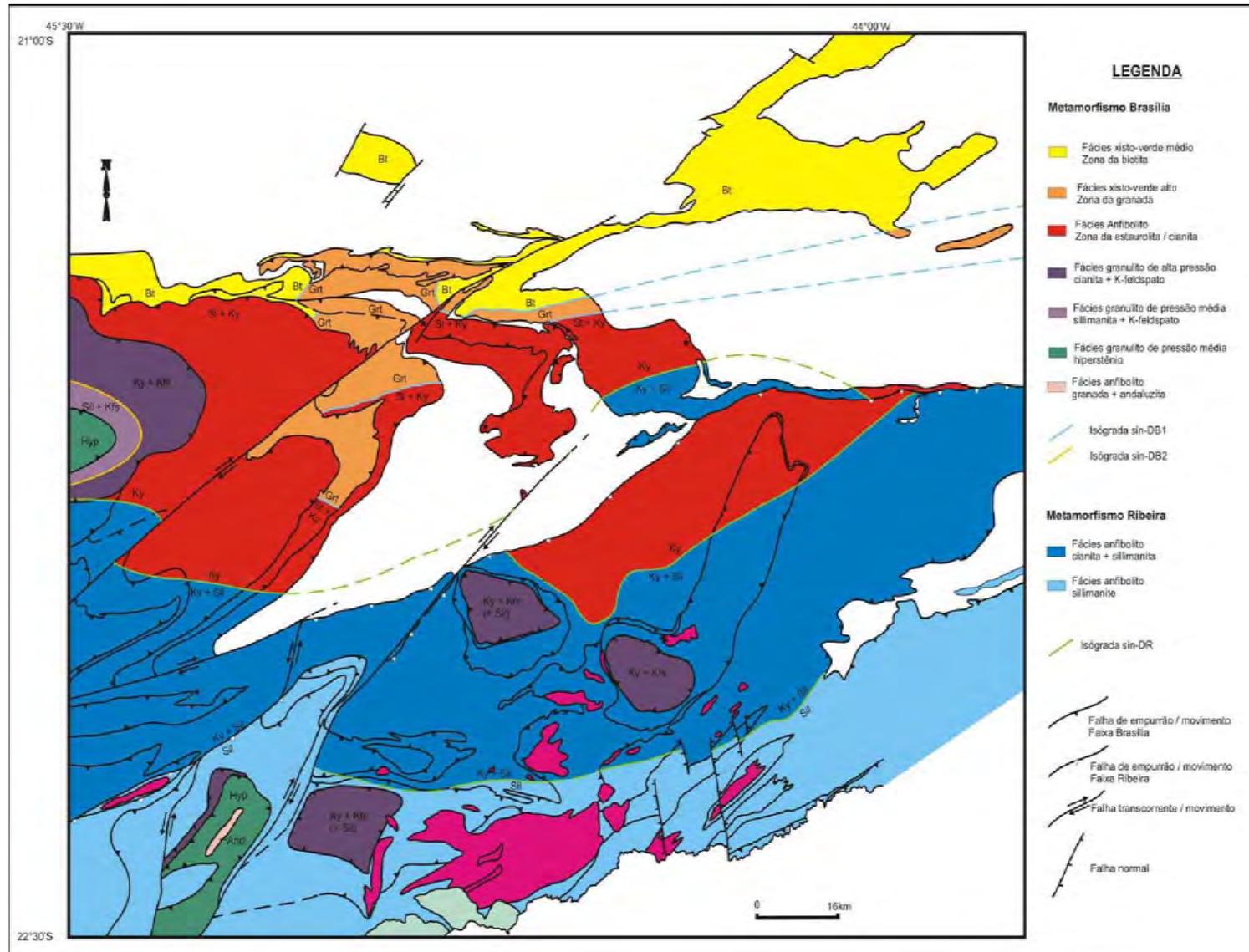


Figura 5: Mapa metamórfico simplificado da Zona de Superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira (Peternel, 2005). Simbologia das associações minerais segundo Kretz (1983).

## 2.7- Evolução Estrutural

A evolução estrutural da região foi enquadrada em 4 fases deformacionais.

As fases referentes a Faixa Brasília, Deformação Brasília 1 e Deformação Brasília 2, as primeiras, resultaram em *nappes* sin-metamórficas com transporte tectônico para ESE e E/ENE, respectivamente (e.g. Sistema de *Nappes* Luminárias e Liberdade, *Nappes* Varginha & Socorro-Guaxupé (figura 4 e figura 5), ocorrido durante o primeiro estágio colisional Brasilano. Tais eventos geraram dobras apertadas a isoclinais, com eixos subparalelos à lineação de estiramento E-W.

Posteriormente, os eventos deformacional Ribeira 1 e Ribeira 2, relativo à deformação principal na Faixa Ribeira, formaram estruturas (e.g. redobramentos & zonas de cisalhamento reversas) com vêrgencia para NNW rumo ao Cratón do São Francisco.

Por fim, observa-se facilmente redobramentos assimétricos abertos nas *nappes* da Faixa Brasília e Zona de Cisalhamento N-S (Figura 4) que foram gerados na fase Deformacional Ribeira 3. Entretanto houve outra superposição causada pelo fase Deformacional Ribeira 4, representado por uma compressão E-W, formando dobras com planos axiais subverticais com eixo N-S, com dois grupos de zonas de cisalhamento NW-SE e NE-SW, ambas subverticais. Contudo observa-se que os eventos Deformacionais Ribeira 3 e Ribeira 4, representam o segundo estágio colisional, registrados ao longo do extremo sul da Faixa Brasília. A fase Deformacional Ribeira 4, é relacionada ao último estágio colisional Brasileiro, representado pelo cavalgamento do Domínio Cabo Frio sobre o Domínio Costeiro.

### 3. GEOLOGIA DA ÁREA

#### 3.1 UNIDADES DE MAPEAMENTO

Foram reconhecidas diversas litologias, agrupadas em seis unidades distintas. Foram atribuídos nomes às unidades de acordo com suas características mineralógicas e texturais. São elas:

- Biotita Paragnaisse Migmatítico (MEGASSEQUÊNCIA ANDRELÂNDIA)
- Sillimanita-Granada Xisto (NAPPE SOCORRO)
- Hornblenda Paragnaisse Migmatítico (NAPPE SOCORRO)
- Ortognaisse MonzoGranítico Porfirítico (INTRUSIVO)
- Ortognaisse SienoGranítico (INTRUSIVO)
- Ortognaisse SienoGranítico Porfirítico (INTRUSIVO)

##### 3.1.1 – Biotita Paragnaisse Migmatítico

Esta unidade é composta por biotita paragnaisse finamente bandado migmatítico intercalados com sillimanita quartzitos. Compreende uma área de aproximadamente 35km<sup>2</sup> e foi correlacionado a parte basal da Sequência Carrancas da Megassequência Andrelândia.

##### ***Biotita Paragnaisse Bandado Migmatítico***

Essa unidade é composta essencialmente por biotita, plagioclásio, K-feldspato, quartzo, granada. Apresenta coloração que varia do cinza claro ao marrom claro, granulometria fina a média, na qual não se observa a presença de megacristais, e apresenta estrutura predominantemente estromática, na qual a predominante é a estromática, definida por intercalações, laminares a espessas, entre níveis hololeucocráticos (quartzo-feldspáticos) e níveis mesocráticos (biotita e hornblenda)(figura. 06).

Também foi possível observar em toda a unidade um forte bandamento composicional, representado por níveis ricos em biotitas intercalados à níveis

quartzo-feldspáticos. Na qual a biotita define uma xistosidade continua paralela a este bandamento.(figura 7a e 7b).

Devido ao processo de anatexia, ocorrido durante o auge do metamorfismo e deformação local, houve a construção de corpos leucossomáticos compostos por quartzo, plagioclásio e K-feldspato.

### *Petrografia*

A rocha possui granulometria que varia de fina a média, textura inequigranular nos domínios polimineralógicos e equigranular nos domínios monomineralógicos, onde prevalece a biotita. Como mineralogia essencial apresenta: quartzo, plagioclásio, K-feldspato, biotita, granada; e como minerais acessórios/traço: allanita, zircão e opacos.

A foliação é continua, definida pela orientação preferencial de grãos alongados, hipidiomórficos, ou recristalizados, xenomórficos de biotita e grãos de quartzo policristalino estirados, caracterizando o bandamento composicional da rocha (figura. 7a e 7b)

O quartzo é facilmente reconhecido pela aparência límpida a nicois descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, compostos por um núcleo bem preservado e bordas recristalizadas sob forma de novos grãos e subgrão. Sua granulometria varia de 0,2 a 2,2 mm. Foram reconhecidos dois feldspatos: plagioclásio e K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio (An~18)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, hábito granular a prismático. É em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,6 a 2,2 mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan*, pouco marcante devido a deformação. Sua granulometria varia de 0,5 a 1,8mm, hipidiomórficos e xenomórficos, devido a dissolução sofrida nos bordos e/ou recristalização, sendo comum estruturas tipo manto-núcleo. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom, hábito laminar. São hipidiomórficos e sua granulometria não ultrapassa 1,9mm na porção polimineralógicos, porém nos níveis monomineralógicos a biotita ocorre como uma massa muito fina, devido a recristalização. É comum como inclusão nos plagioclásios. A granada exibe cor natural rosa a laranja, hipidiomórfica e hábito anédrico granular. Sua granulometria varia de 1,0mm a 2,3mm. A allanita apresenta zonamento, cor

verde escuro, hábito tabular, hipidiomórfica e granulometria variando de 0,3mm a 1,2mm. O zircão apresenta-se com cor natural incolor-castanho claro, pleocroísmo ausente, hábito euédrico prismático. É idiomórfico, e ocorre como inclusões no quartzo, K-feldspato, e plagioclásio. Há presença de opacos xenomórficos (secundários), com granulometria menor que 0,8mm, associados a mineral máficos (biotita), e hipidiomórficos (primários), com granulometria < 0,6mm, espalhado por toda a rocha.

### *Interpretação*

É provável que esta unidade correlaciona-se a Unidade São Vicente, Sequência Carrancas da Megassequência Andrelândia (figura 3). Segundo Paciullo *et.al* 2003, esta associação de biotita paragnaisse migmatítico e quartzitos, representa uma sedimentação de arenitos feldspáticos terrígenos sob trato de sistema de mar baixo concomitante a atividade ígnea máfica de caráter toleítico e idade Criogeniano (850 - 630Ma).



*Figura 6: Aspecto megascópico do biotita paragnaisse, onde é possível ver o fino bandamento típico desta unidade.(VAC-185)*

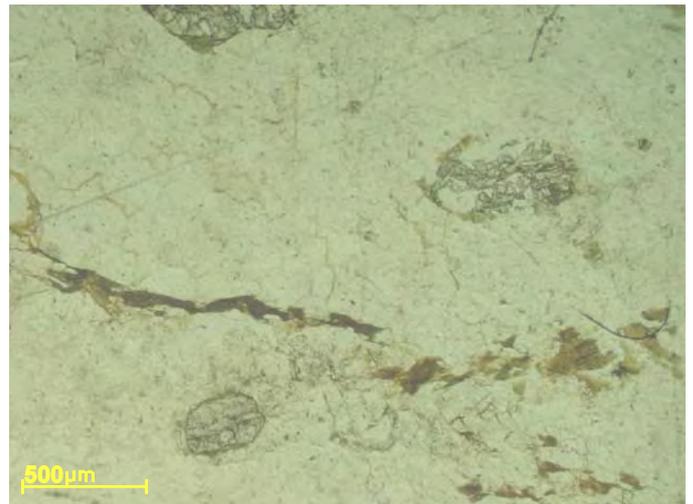
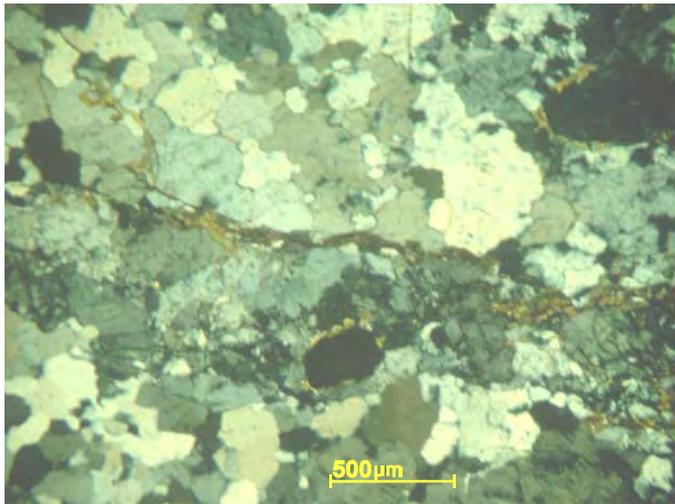


Figura 7a e 7b: Textura típica do biotita paragnaisse, na qual é possível ver o quartzo sob forma de subgrão/novos grão e as granadas hipidiomórficas. A figura exhibe a mesma lâmina com nicois paralelos e cruzados. (VAC-185)

<b>Biotita Paragnaisse</b>	
<b>Minerais</b>	<b>VAC-192</b>
<b>quartzo</b>	35%
<b>plagioclásio</b>	15%
<b>microclina</b>	18,6%
<b>granada</b>	6%
<b>biotita</b>	17,2%
<b>allanita</b>	6%
<b>apatita</b>	Tr
<b>opacos</b>	2%
<b>zircão</b>	Tr

Tabela 1: Composição modal (10 visadas) de uma lâmina do biotita paragnaisse.

### **Sillimanita Quartzito**

O quartzito é composto essencialmente por quartzo e sillimanita, e apresenta-se em corpos lenticulares, com foliação levemente definida (fig 08), de extensão decimétrica a métrica, intercaladas no biotita paragnaisse.

#### *Petrografia*

A rocha é porfírica e a matriz exhibe textura granoblástica e granulometria fina a média. A foliação é de caráter espaçado, caracterizada pela disposição de trilhas de sillimanita e quartzo estirado (fig. 9 e 10). Apresenta como minerais essenciais o quartzo e a sillimanita, como minerais acessórios biotita, rutílo, zircão e secundários os opacos.

O quartzo apresenta-se xenomórfico, sob forma de subgrãos ,com extinção ondulante e lamelas de deformação. O grãos variam de 0,5mm a 4,8mm. A sillimanita apresenta-se na forma de prismas tabulares, boudinadas, hipidiomórfica, com granulometria atingindo até 3,2mm (fig. 9 e 10). A biotita é hipidiomórfica, com granulometria variando de 0,4mm até 0,9mm. . O rutílo é xenomórfico, apresenta relevo alto, cor castanho amarronzada e se apresenta espalhada pela lâmina e, como inclusões no quartzo. O zircão é idiomórfico e exibe-se como inclusão no quartzo. Os minerais opacos são xenomórficos e menores que 0,6mm. Estão sempre associados à biotita, sendo tanto primários como secundários.

<b>Sillimanita Quartzito</b>	
<b>Minerais</b>	<b>VAC-192</b>
<b>quartzo</b>	93%
<b>sillimanita</b>	3,5%
<b>biotita</b>	2%
<b>rutílo</b>	1%
<b>zircão</b>	tr
<b>opacos</b>	tr

Tabela 2: Composição modal (10 visadas) de uma lâmina do sillimanita quartzito.



Figura 8: Aspecto megascópico sillimanita quartzito, com leve foliação definida pelas trilhas de sillimanitas.(VAC-192)

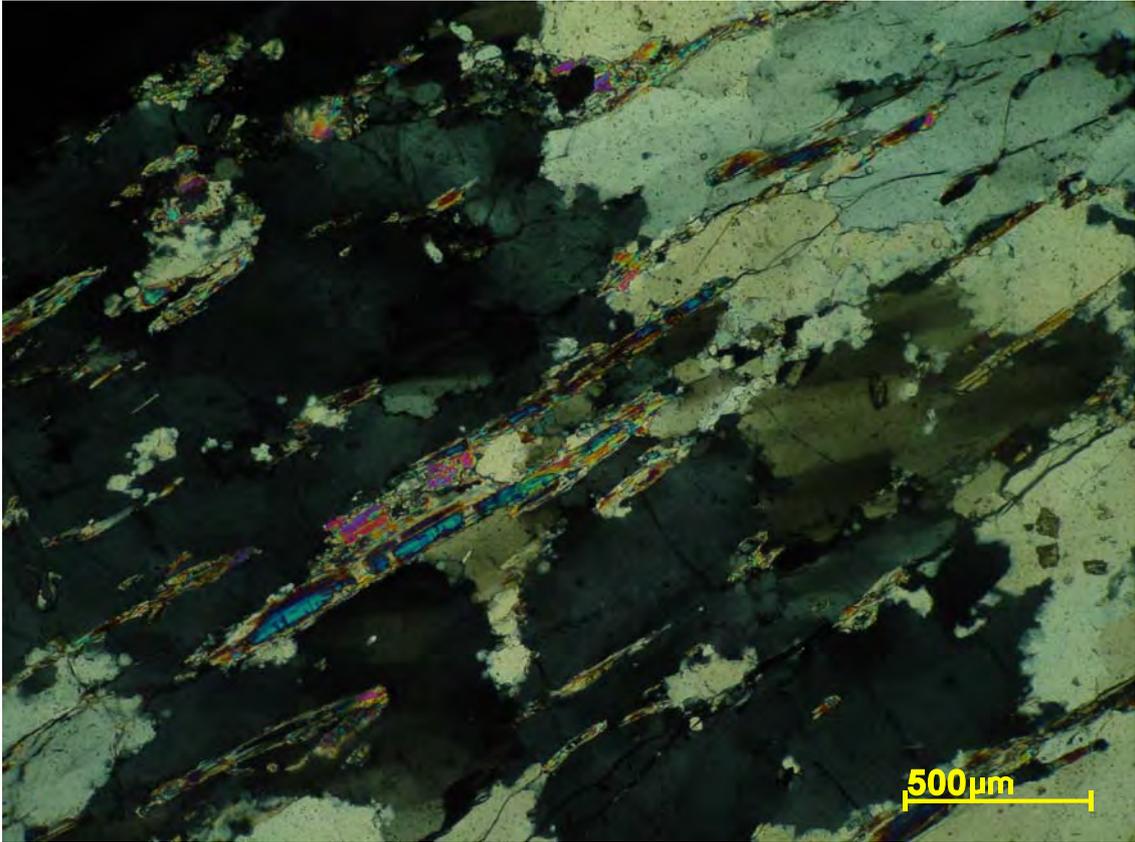


Figura 9: Sillimanita boudinada (mineral tabular azul), e aspecto do quartzo (subgrão) – Nicol cruzado (VAC-192).

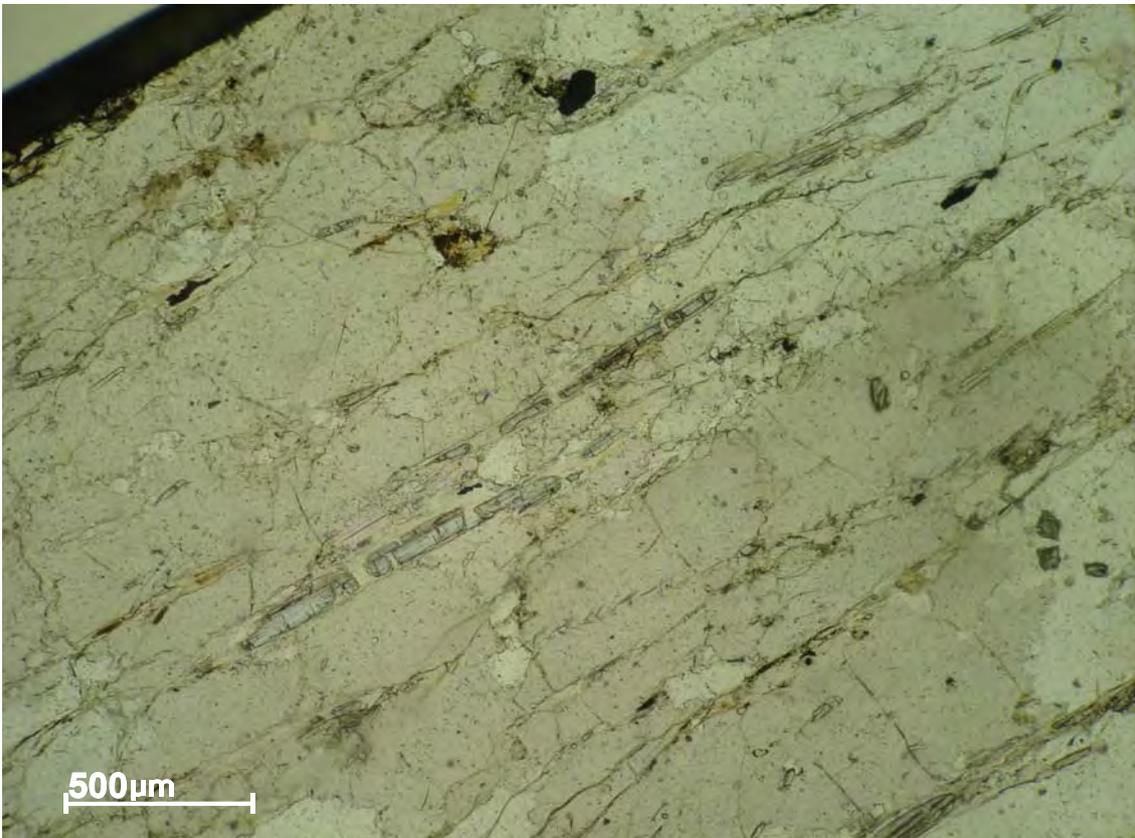


Figura 10: Trilhas de sillimanita boudinada definindo a foliação. Nicol descruzado. (VAC-192)

### 3.1.2 – Sillimanita Granada Xisto

Esta unidade é composta por sillimanita granada xisto com lentes de rochas calcissilicáticas e de granada quartzitos. Compreendendo uma área de aproximadamente 45km<sup>2</sup>, sob forma de camadas e lentes com extensão variando de métricas a quilométricas.

#### **Xistos**

Os xistos são compostos essencialmente por biotita, plagioclásio, K-feldspato, granada e sillimanita, e como minerais acessórios o quartzo, muscovita e hornblenda. São finos a médios, com bandamento composicional definido por níveis ricos em biotita e sillimanita e outros ricos em feldspatos e quartzo (fig. 11)

Este litótipo (xisto) representa um protólito constituído por sedimentos de fácies mais pelíticas.

Como foliação apresenta uma xistosidade contínua definida por minerais prismáticos e planares alinhados. Apresentam leucossomas com quartzo e feldspatos róseos, paralelos a foliação, formando estrutura estromática. Níveis mais xistosos, com porfiroblastos de granada de até 1cm, representam mesossomas e melanossomas. O bandamento composicional, as intercalações de xistos, rochas calcissilicáticas e granada quartzitos, além de abundante sillimanita sugerem uma origem sedimentar. O protólito deste xisto seria um rocha arenítica tipo wacke com feldspatos, quartzo e uma matriz pelítica que deu origem a abundante sillimanita. Nos planos da foliação há lineações mineral e de estiramento definida por sillimanita prismática e raramente por anfibólio.

A foliação é definida como uma xistosidade contínua caracterizada principalmente pelos minerais planares (biotita e moscovita). Normalmente as lentes de metachert estão associadas com os xistos extremamente ricos em sillimanita fibrosa.

### *Petrografia*

O xisto é composto essencialmente por granada, plagioclásio, quartzo, muscovita, biotita e sillimanita. Os minerais acessórios ou traço são K-feldspato, anfibólio, rutilo, zircão, apatita, clorita e opacos.

Apresenta granulometria fina a média, e textura dividida em dois domínios principais. Um polimineralico (porfiroblástica) e o outro bimineralico (lepidoblástica) composto por sillimanita e biotita (fig. 12)

A foliação apresenta carácter contínuo definida pelos grãos alongados de biotita, sillimanita (prismática), muscovita, e quartzo estirados, caracterizando uma xistosidade paralela a um leve bandamento composicional.

A granada exibe cor natural rosa a laranja, hipidiomórfica e hábito euédrais granulares. Ocorre como porfiroblasto com granulometria variando de 4,0mm a 7,0mm . Algumas de suas fraturas são preenchidas por biotita e/ou clorita e óxido de ferro (intempérico). Há presença de inclusões de sillimanita, zircão e quartzo (fig. 14). A sillimanita apresenta-se fibrosa e prismática, hipidiomórfica (fig. 13), com granulometria atingindo até 2,9mm. A biotita é hipidiomórfica, com granulometria variando de 0,4mm até 1,8mm. O K-feldspato (microclina), reconhecida pela presença da geminação *tartan*, pouco evidente devido a deformação e hábito granular a prismático. A granulometria variando de 0,2mm a 3,3mm, anédrico, com as bordas recristalizados e o núcleo preservado, estrutura manto-núcleo. O quartzo apresenta duas formas distintas: microcristalino (novos grãos) e anédrico, apresentando um volume razoável de novos grãos associados a recristalização. Exibe extinção ondulante e lamelas de deformação. O tamanho varia de 0,8mm a 5,4mm. A muscovita apresenta grão anédricos, variando de 0,8mm a 3,4mm. O anfíbólio presente nesta lâmina é hornblenda, geralmente anédrico. A granulometria varia de 0,4mm a 0,8mm e foi reconhecido pela cor de birrefringência média ( verde-marrom) e pleocroísmo esverdeado. A clorita ocorre apenas preenchendo as fraturas das granadas. O rutilo é xenomórfico, apresenta relevo alto, cor castanho amarronzada e se apresenta espalhado pela lâmina. O zircão e a apatita exibem-se como inclusão no quartzo, K-feldspato e granada. Ambos são idiomórficos. Os opacos são xenomórficos e menores que 0,9mm. Estão sempre associados à biotita, granada e anfibólios, sendo tanto primários como secundários.



Figura 11: Aspecto megascópico do sillimanita granada xisto, alterado, onde é possível ver a granada (mineral vermelho) e a sillimanita (mineral acicular branco).(VAC-23)

<b>Sillimanita Granada Paragneisse</b>							
<b>Minerais</b>	<b>VAC-02C</b>	<b>VAC-02B</b>	<b>VAC-23</b>	<b>VAC-42</b>	<b>VAC-57</b>	<b>VAC-177a</b>	<b>VAC-177b</b>
<b>granada</b>	28%	32,5%	18,6%	12,6%	8,6%	22,3%	26%
<b>biotita</b>	28,6%	8%	25%	29%	39%	18,1%	20%
<b>sillimanita</b>	17%	11%	15%	10,8%	9,6%	12%	10%
<b>K-feldspato</b>	16,6%	35,3%	16,4%	26%	20,6%	14,3%	12%
<b>plagioclásio</b>	Tr	4%	8%	15,6%	2%	3,4%	1,2%
<b>muscovita</b>	4,3%	6%	5,4%	5,2%	14,3%	7%	5%
<b>quartzo</b>	2,6%	2,3%	6%	4,3%	3%	19,4%	19,4%
<b>opacos</b>	tr	tr	tr	3,2%	Tr	4%	6%
<b>apatita</b>	-	-	-	tr	-	tr	tr
<b>zircão</b>	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
<b>rutilo</b>	tr	tr	tr	-	Tr	tr	tr
<b>anfیبólio</b>	-	-	-	-	2%	-	-

Tabela 3: Composição modal (350 pontos) de 7 lâminas do sillimanita granada paragneisse.

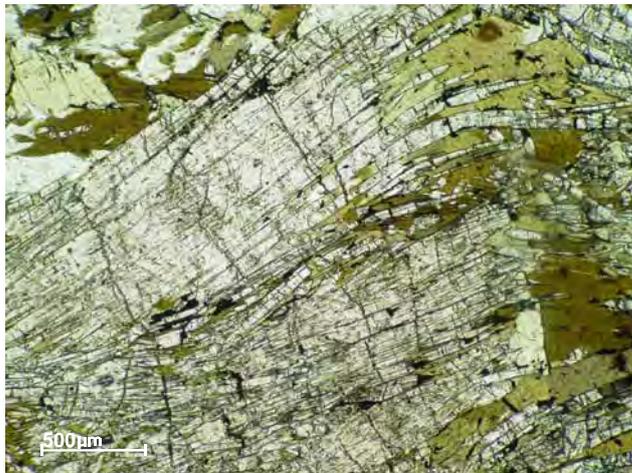


Figura 12: Aglomerado de sillimanitas e biotitas definindo a foliação. Nesta região a textura poderia ser definida como nematoblástica. VAC-57

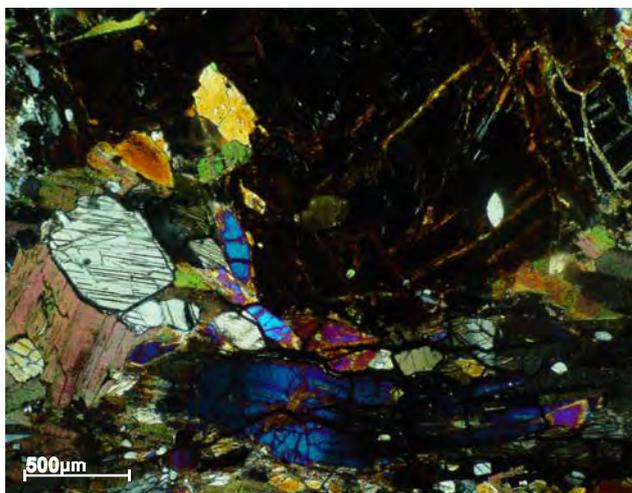


Figura 13: Sillimanita prismática típica, e aglomerado de sillimanitas tabulares com cores de birrefringência anômalas (azul anil). VAC-2c

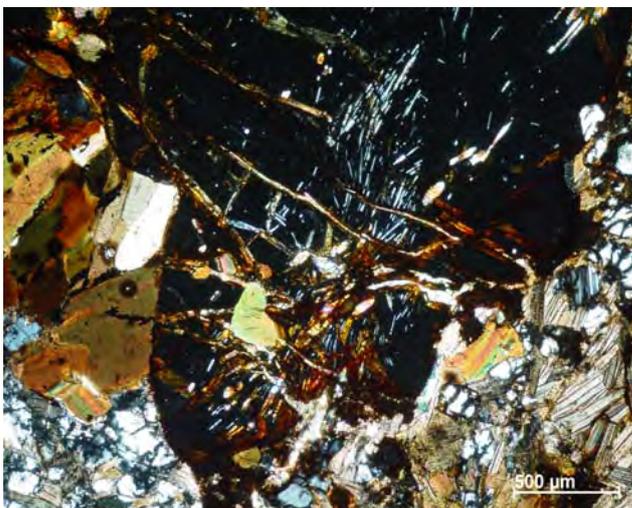


Figura 14: Sillimanita fibrosa preservada no interior da granada. VAC-42

### ***Calcissilicáticas***

As rochas calcissilicáticas são compostas por plagioclásio, clinopiroxênio, quartzo, biotita, titânita, opacos e calcita. Apresentam-se em corpos lenticulares, com estrutura maciça, de espessura decimétrica a métrica, intercaladas nos xistos. No total foram observadas 6 lentes em 4 afloramentos (VAC-02; VAC-138; VAC-139 e VAC-167)

Este litotipo representa um protólito constituído por sedimentos químicos e/ou silício-carbonáticos.

### ***Petrografia***

A rocha possui granulometria que varia de fina a média, textura granoblástica, foliação espaçada incipiente, definida pela orientação preferencial de grãos hipidiomórficos de plagioclásio e grãos de clinopiroxênio(fig. 15).

Apresenta como mineralogia essencial: plagioclásio, clinopiroxênio e quartzo; sendo que a biotita, titânita, calcita e opacos são acessórios/traço. O plagioclásio (anortita (An~95)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, relevo médio, hábito granular a prismático. São em geral hipidiomórficos e sua granulometria varia de 0,3 a 2,6 mm. O clinopiroxênio (diopsídio) tem extinção oblíqua, hipidiomórfico, e sua granulometria varia de 0,2mm a 1,2mm. O quartzo é facilmente reconhecido pela aparência límpida a nicol descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, e sua granulometria varia de 0,2mm a 0,8 mm. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom e hábito laminar. É hipidiomórfica e sua granulometria varia de 0,3mm a 0,5mm. A titânita exibe cor natural laranja a marrom, hábito losangular, hipidiomórfico e sua granulometria varia de 0,2mm a 0,9mm. Há presença de minerais opacos xenomórficos (secundários), com granulometria < 0,5mm, associados a mineral máficos (biotita e piroxênio), e hipidiomórficos (primários), com granulometria < 0,8mm, espalhado por toda a rocha. A calcita apresenta relevo que varia do baixo a médio, cor de interferência máxima alta branco alto(acima da 4° ordem), xenomórfica, e com granulometria variando de 0,1mm a 0,9mm.

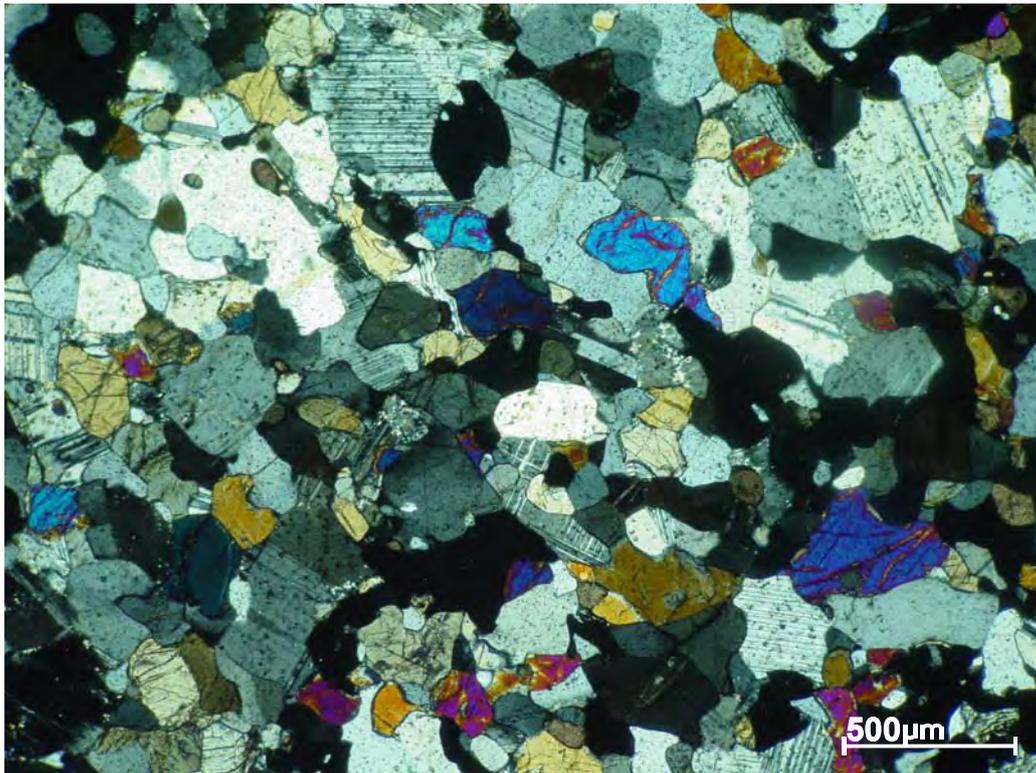


Figura 15: Textura da rocha calcissilicática, na qual observa-se a grande concentração de granadas e plagioclásio. Obs: mineral de birrefringência azul é clinopiroxênio. Nicóis cruzados. VAC-2e.

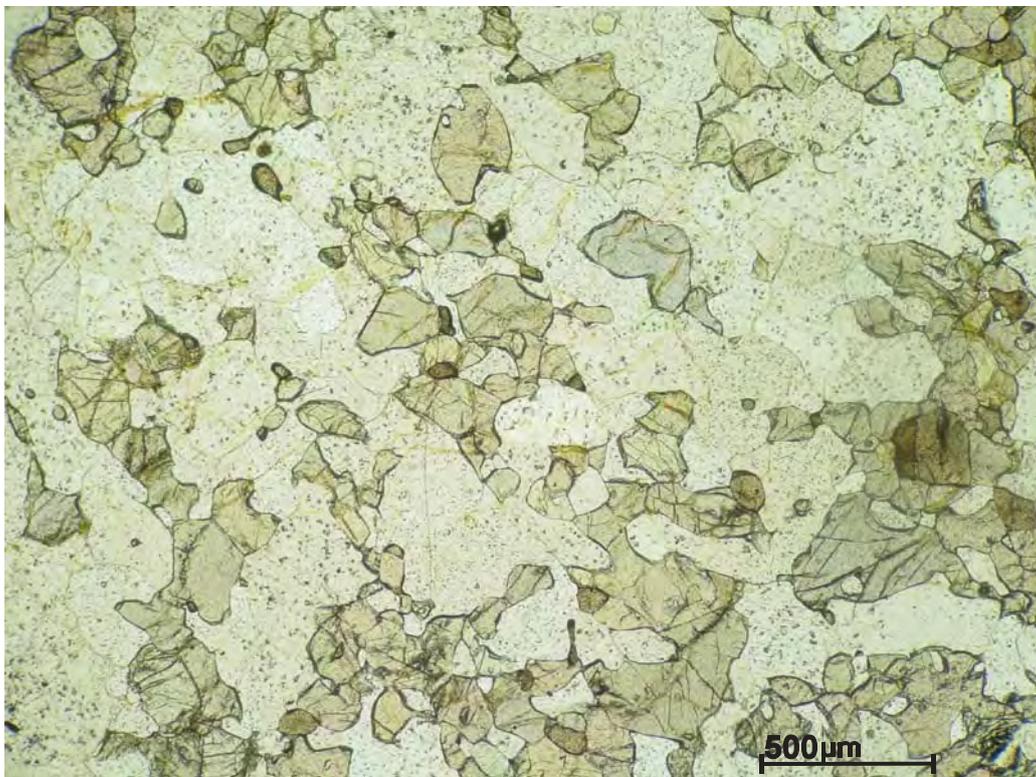


Figura 16: Textura da rocha calcissilicática com nicóis paralelos, reconhecendo a granada e o clinopiroxênio (pleocroísmo verde). VAC-2e.

### **Granada Quartzitos**

Os granadas quartzitos são composto por quartzo, granada, clinozoisita, sillimanita, rutilo e minerais opacos. Sua textura é maciça e foram encontradas em blocos e matacões na unidade sillimanita granada paragnaisse/xistos. Sua composição e sua estruturas (maciça) indicam que o protólito foi um sedimento químico.

#### *Petrografia*

A rocha é composta essencialmente por: quartzo e granada. Como minerais acessórios/traço e composto por: clinozoisita, sillimanita, rutilo e Opacos. Possui granulometria média a grossa, textura granoblástica e leve foliação formada pelos aglomerados de oxido de ferro das granadas (fig. 17 e 18).

O quartzo apresenta anédrico, relevo baixo, cor de interferência cinza de 1ª ordem, extinção ondulante e formação de subgrãos. O grãos variam de 1,2mm a 7,0mm. A granada exibe relevo alto, cor natural rosa a laranja, hipidiomórfica, hábito granular a ortogonal e isotrópica. Sua granulometria varia de 1,6mm a 4,5mm . Algumas de suas fraturas são preenchidas por óxido de ferro (intempérico). Há inclusões de quartzo, rutilo e sillimanita. A clinozoisita tem hábito fibroso, cor natural verde escuro e granulometria variando de 0,2mm a 1,8mm, e está associada a granada (fig. 18). A sillimanita apresenta-se fibrosa com granulometria variando 0,5 a 1,6mm. Foi reconhecida por apresentar relevo alto, ausência de pleocroismo, uma direção de clivagem, e cores de birrefringência variando do vermelho ao azul de 1ª ordem. O rutilo é xenomórfico, apresenta relevo alto, cor castanho amarronzada e se apresenta espalhada pela lâmina. Os opacos são xenomórficos e com grãos menores que 1,3mm. Estão distribuídos por toda lâmina, sendo tanto primários como secundários.

<b>Granada Quartzito</b>	
<b>Minerais</b>	<b>VAC-88</b>
<b>quartzo</b>	53%
<b>granada</b>	32%
<b>sillimanita</b>	6%
<b>clinozoizita</b>	7%
<b>opacos</b>	2
<b>rutilo</b>	tr

Tabela 4: Composição modal (350 pontos) do granada quartzito.

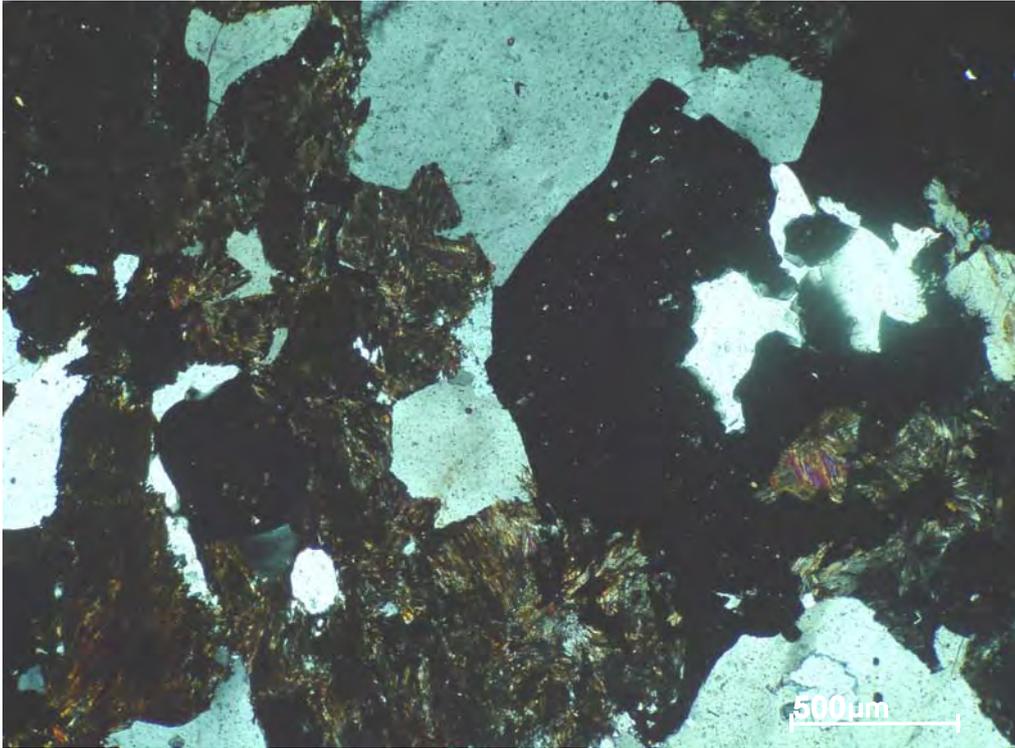


Fig 17: Textura do granada quartzito a nicol cruzado, na qual observa-se enormes granadas, quartzo, clinozoizita alterando e sillimanita associada com um relevo levemente mais elevado.VAC-88.

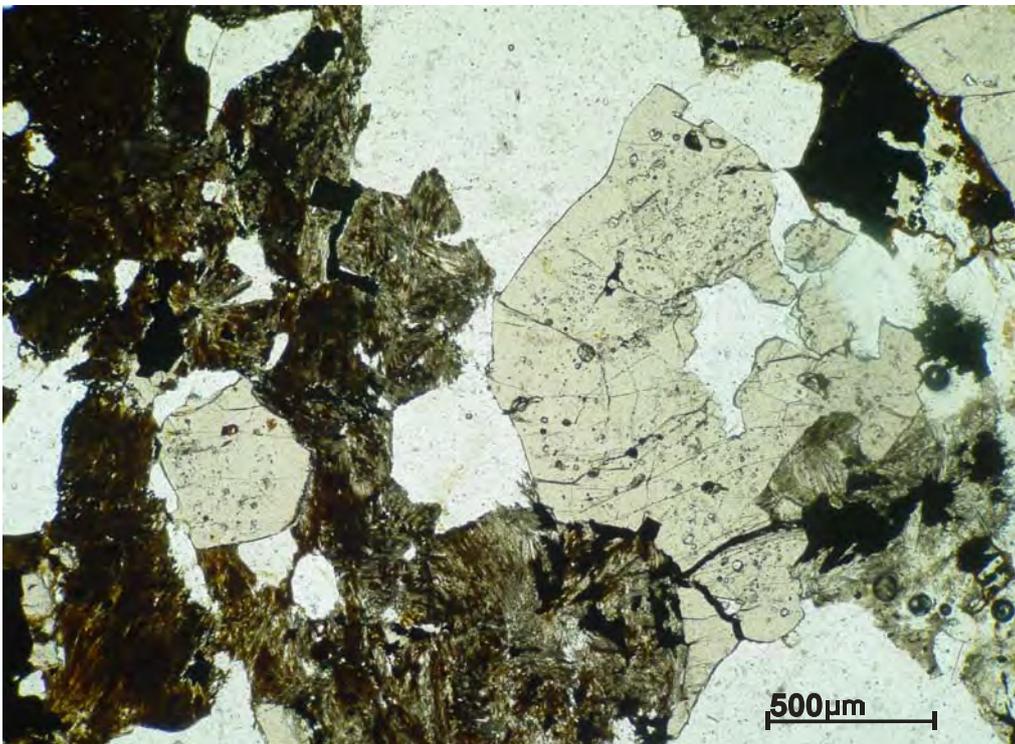


Fig 18: Textura do granada quartzito a nicol descruzado, na qual observa-se enormes granadas com inclusões de quartzo, rutilo e clinozoizita (radial) alterada. VAC-88.

### **3.1.3 – Hornblenda Paragneisse Migmatítico**

Esta unidade é composta por hornblenda paragneisse bandado migmatítico estromático com lentes de hornblenditos e anfibólitos. Compreende uma área de aproximadamente 96Km<sup>2</sup> e faz parte da Nappe Socorro.

#### ***Hornblenda Paragneisse Bandado Migmatítico Estromático***

Essa unidade é composta essencialmente por biotita, plagioclásio, K-feldspato, quartzo, granada e hornblenda. Apresenta coloração que varia do cinza claro ao marrom claro, granulometria fina a média, e apresenta dois tipos de estrutura migmatítica, estromática e shlieren, na qual a predominante é a estromática, definida por intercalações, laminares a espessas, entre níveis hololeucocráticos (quartzo-feldspáticos) e níveis mesocráticos (biotita e hornblenda)(fig 20 e 21).

Também foi possível observar em toda a unidade um forte bandamento composicional, representado por níveis ricos em biotitas intercalados a níveis quartzo-feldspáticos (fig. 21). Onde a biotita define uma xistosidade paralela e continua a este bandamento.(fig 19 e 22).

Devido ao processo de anatexia, ocorrido durante o auge do metamorfismo e deformação local, houve a formação de corpos leucossomáticos compostos por quartzo, plagioclásio e K-feldspato.

#### ***Interpretação***

Este litotipo pode ter seu protolito interpretado como um pacote de sedimentos compostos por arenito arcoseano (areia arcoseana), intercalado com por camadas centimétricas a sucessões quilométrica de sedimentos pelíticos (Sillimanita Granada Xistos). Os corpos máficos (anfibólitos) e ultramáficos (hornblenditos) foram interpretados como intrusões ígneas.

### *Petrografia*

A rocha possui granulometria que varia de fina a média, textura inequigranular nos domínios polimineralicos e equigranular nos domínios monomineralicos, onde prevalece a biotita. Como mineralogia essencial apresenta: quartzo, plagioclásio, K-feldspato, biotita; e como minerais acessórios/traço: granada, anfibólio, zircão e opacos.

A foliação é contínua, definida pela orientação preferencial de grãos alongados, hipidiomórficos, ou recristalizados, xenomórficos de biotita e grãos de quartzo estirados, caracterizando o bandamento composicional da rocha.

O quartzo é facilmente reconhecido pela aparência límpida a nicolescruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, compostos por um núcleo bem preservado e bordas recristalizadas sob forma de novos grãos e subgrão. Sua granulometria varia de 0,2 a 2,2 mm. Foram reconhecidos dois feldspatos: Plagioclásio e K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio (An~13)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, hábito granular a prismático. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,3 a 1,4 mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan*, pouco marcante devido a deformação. Sua granulometria varia 0,2 a 1,2mm, hipidiomórficos e xenomórficos, devido a dissolução sofrida nos bordos e/ou recristalização, sendo comum estruturas tipo manto-núcleo. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom, hábito laminar. São hipidiomórficos e sua granulometria não ultrapassa 0,7mm na porção polimineralicos, porém nos níveis monomineralógicos a biotita ocorre como uma massa muito fina, devido a recristalização (fig 23). É comum como inclusão nos plagioclásio. O anfibólio (hornblenda) é reconhecido pelo seu pleocroísmo verde a marrom e hábito granular a prismático. São hipidiomórficos e sua granulometria varia de 0,1 a 0,4mm. Normalmente associado a biotita. O zircão apresenta-se com cor natural incolor-castanho claro, pleocroísmo ausente, hábito euédrico prismático. São idiomórficos, e ocorrem como inclusões no quartzo, K-feldspato, e plagioclásio. Há presença de minerais opacos xenomórficos (secundários), com granulometria menor que 0,4mm, associados a mineral máfico (biotita e anfibólio), e hipidiomórficos (primários), com granulometria menor que 0,8mm, espalhado por toda a rocha.



Figura 19 : Afloramento típico do gnaiss migmatítico com xistosidade bem definida e dobrada.



Figura 20: Textura típica do hornblenda paragnaisse migmatítico, com leucossoma de composição granítica dobrado.

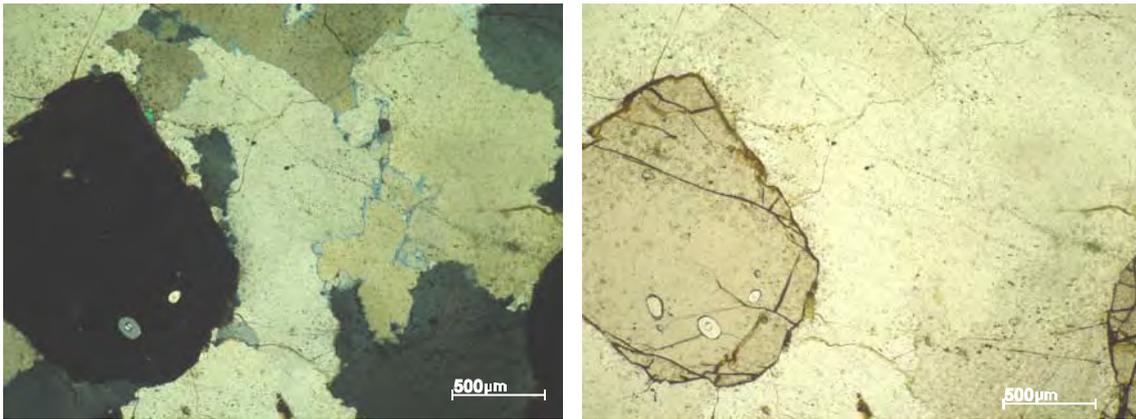


Figura 21: Leucossoma do hornblenda paragnaisse migmatítico, basicamente de granada e quartzo. VAC-100a nicol cruzado e descruzado.

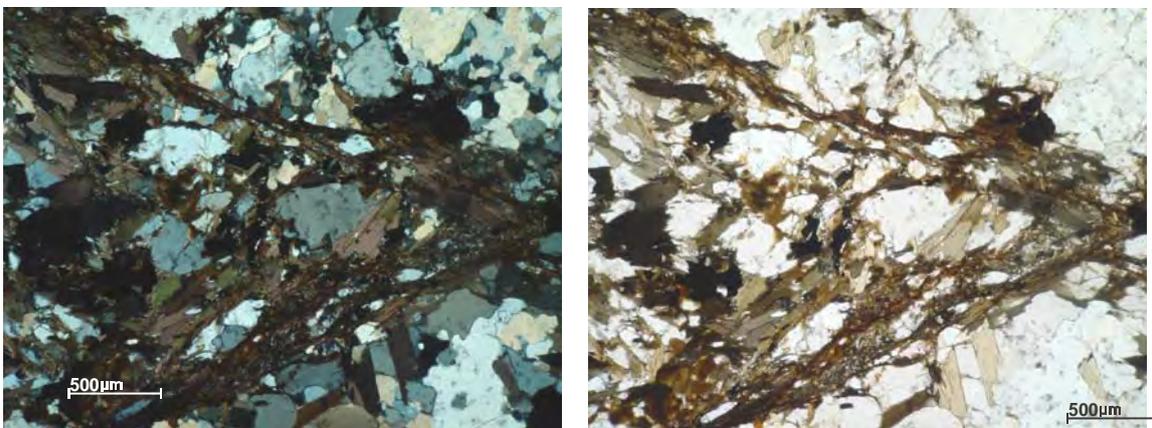


Figura 22: Dobra fechada formada por biotita recristalizada, no hornblenda paragnaisse. VAC-43. nicol cruzado e descruzado.

<b>Hornblenda Paragnaisse Migmatítico</b>				
<b>Minerais</b>	<b>VAC-43</b>	<b>VAC-74</b>	<b>VAC-100a</b>	<b>VAC100c</b>
<b>plagioclásio</b>	22,5%	24%	2%	30,3%
<b>microclina</b>	35%	31%	45,5%	24,3%
<b>quartzo</b>	26%	18%	20%	6%
<b>granada</b>	-	1%	24%	4%
<b>biotita</b>	12%	15%	2,5%	28%
<b>hornblenda</b>	4%	8%	6%	7%
<b>opacos</b>	tr	2%	tr	Tr
<b>rutilo</b>	tr	tr	tr	1,2%

Tabela 5: Composição modal (350 pontos) de 4 lâminas do hornblenda paragnaisse migmatítico.

### ***Anfibolitos***

Este litotipo é composto essencialmente por hornblenda, plagioclásio, biotita, clinopiroxênio e como acessórios, quartzo, ortopiroxênio e K-feldspato. Sua granulometria varia de fina a grossa com uma fraca foliação paralela a foliação da encaixante. Apresenta-se na forma de corpos lenticulares, tabulares delgados ou nodulares intrafoliais com espessura média de 10 cm, podendo chegar até a 35 cm, e comprimento de até 3,5m.

Em dois pontos (VAC-85 e VAC-87) da área de mapeamento, foram encontrados anfibolitos com ortopiroxênio (hiperstênio).

### ***Interpretação***

Seu protólito pode ser interpretado como intrusões de rochas básicas. Tem a hornblenda e o plagioclásio como paragênese característica de grau metamórfico médio a alto. Pode apresentar-se maciço e bandado. Tais intrusões teriam ocorrido ainda na fase inicial da formação do hornblenda paragneisse migmatítico.

### ***Petrografia***

A rocha apresenta granulometria média a grossa, textura granoblástica, foliação contínua, definida pela orientação preferencial dos grãos inequidimensionais de biotita e hornblenda (fig 23 e 24).

A mineralogia essencial é composta por hornblenda, plagioclásio, biotita e clinopiroxênio. Quartzo, ortopiroxênio, K-feldspato, opacos, rutílo e zircão são os minerais acessórios e traço.

O anfibólio é a hornblenda com pleocroísmo variando de marrom a verde-escuro, em grãos hipidiomórficos inequidimensionais (prismas curtos <1mm). O plagioclásio (oligoclásio (An~17)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, hábito granular a prismático. São em geral hipidiomórficos e sua granulometria varia de 0,4 a 2,2 mm (fig. 24). A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom e hábito laminar. São hipidiomórficos e sua granulometria varia de 0,9mm a 2,5mm. O clinopiroxênio (diopsídio) tem extinção oblíqua, hipidiomórfico, e sua granulometria varia de 0,5mm a 2,2mm. O quartzo é xenomórfico, exibe

extinção ondulante e lamelas de deformação. O grãos variam de 0,4mm a 1,0mm. O ortopiroxênio (hiperstênio) foi reconhecido por apresentar extinção paralela, pleocroísmo característico (variando do rosa claro ao verde claro)(fig 23), hipidiomórfico e com granulometria variando de 0,3mm a 2,3mm(fig. 25). O K-feldspato (microclina), foi reconhecida pela presença da geminação *tartan*, pouco evidente devido a deformação e hábito granular a prismático. A granulometria variando de 0,5mm a 1,9mm, anédrico, com as bordas recristalizados e o núcleo preservado, estrutura manto-núcleo. . O rutilo é xenomórfico, apresenta relevo alto, cor castanho amarronzada e se apresenta disseminado pela lâmina. O zircão é idiomórfico, e sempre aparece como inclusão no quartzo e K-feldspato. Os minerais opacos são xenomórficos e grãos menores que 0,75mm. Estão sempre associados à biotita, piroxênios e anfibólio, sendo tanto primários como secundários.

<b>Anfibolito</b>		
<b>Minerais</b>	<b>VAC-85</b>	<b>VAC-87</b>
<b>plagioclásio</b>	16%	15%
<b>microclina</b>	8%	6%
<b>quartzo</b>	14%	17%
<b>granada</b>	2%	Tr
<b>clinopiroxênio</b>	11%	14%
<b>ortopiroxênio</b>	9%	8%
<b>biotita</b>	20%	17%
<b>hornblenda</b>	17%	20%
<b>opacos</b>	4%	2%
<b>zircão</b>	tr	tr
<b>rutilo</b>	tr	tr

Tabela 6: Composição modal (350 pontos) de 2 lâminas do anfibolito.

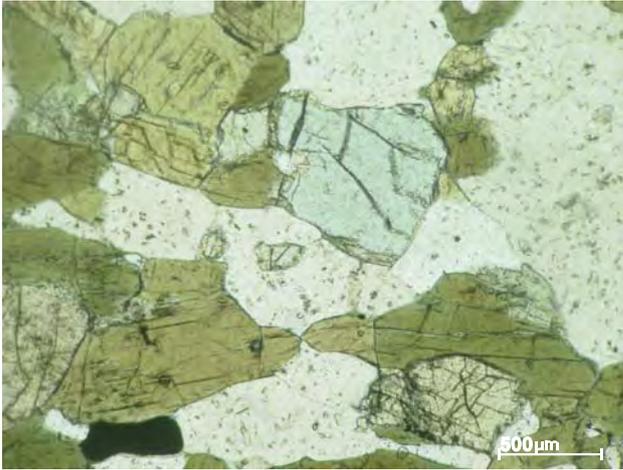


Figura 23: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com pleocroísmo verde-azulado. Também observa-se grande concentração de anfibólios. Nicois paralelos. VAC-87.

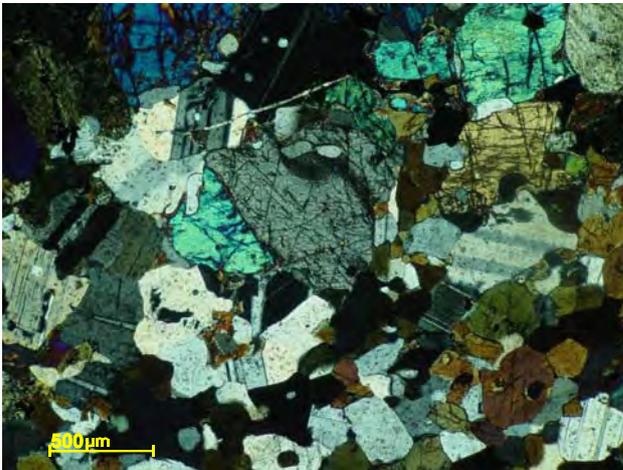


Figura 24: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com duas direções de clivagem e cor de birrefringência cinza. Observa-se grande concentração de granadas. Nicois cruzados. VAC-85

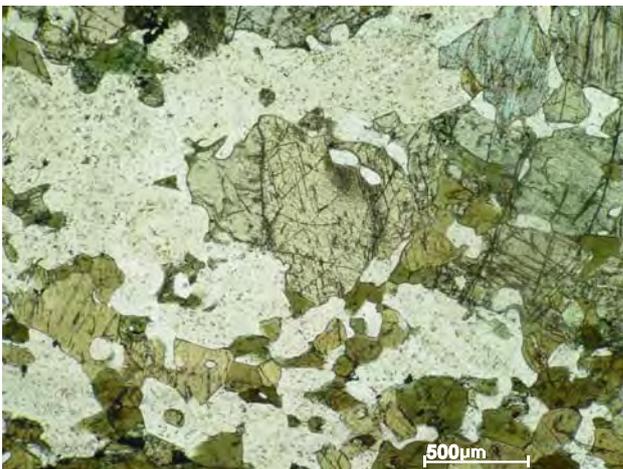


Figura 25: No centro observa-se um ortopiroxênio (hiperstênio) com duas direções de clivagem e com relevo alto. Observa-se grande concentração de granadas e plagioclásio. Nicois paralelos. VAC-85

## **Hornblendito**

De acordo com o diagrama de classificação das rochas ultramáficas Ol-Px-Hbl (Streckeisen, 1976), foi definido o nome Hornblendito (fig. 28)

Este litotipo é composto essencialmente por hornblenda e pouca quantidade de plagioclásio, K-feldspato, clinopiroxênio e zircão. A rocha apresenta granulometria média a grossa, com uma foliação continua definida de pelos grãos de hornblenda e clinopiroxênio, e paralela a foliação da rocha encaixante.

Há apenas uma ocorrência deste litotipo em toda a unidade de mapeamento, ponto VAC-14, o mesmo apresenta-se sob forma de lentes de até 50 cm. A foliação é definida pelos feldspatos e clinopiroxênio.

## **Petrografia**

A rocha possui granulometria que varia de média a grossa, textura equigranular, granoblástica, idiomórfica, maciça e apresenta índice de cor com 95% de minerais máficos (rocha ultramáfica) (fig. 26). A foliação é levemente definida pelos cristais de feldspatos e diopsídio.

O anfíbólio (hornblenda) é reconhecido pelo seu pleocroísmo verde a marrom, duas direções de clivagem (~ 60°), hábito granular a prismático (fig. 26 e 27). São hipidiomórficos e sua granulometria varia de 2,0mm a 7,4mm. Normalmente associado a biotita. O plagioclásio (anortita (An~94)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, relevo médio, hábito granular a prismático, cor de interferência máxima amarelo de 1ª ordem. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,3 a 0,7 mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan*, pouco marcante devido a deformação. Sua granulometria varia 0,2 a 0,8mm, hipidiomórficos e xenomórficos, devido a dissolução sofrida nos bordos e/ou recristalização. O clinopiroxênio (diopsídio) tem extinção oblíqua, hipidiomórfico e sua granulometria varia de 0,2mm a 1,4mm. O zircão apresenta-se com cor incolor-castanho claro, pleocroísmo ausente, relevo alto, hábito euédrico prismático. São idiomórficos, e ocorrem como inclusões na hornblenda, K-feldspato, e plagioclásio. Há presença de minerais opacos xenomórficos (secundários), com granulometria menor que 0,4mm, associados a mineral máficos (anfíbólio e

clinopiroxênio), e hipidiomórficos (primários), com granulometria menor que 0,6mm, espalhado por toda a lâmina.

### *Interpretação*

Seu protólito pode ser interpretado como intrusões de rochas ultramáficas, na fase inicial da formação do paragneisse migmatítico estromático bandado.

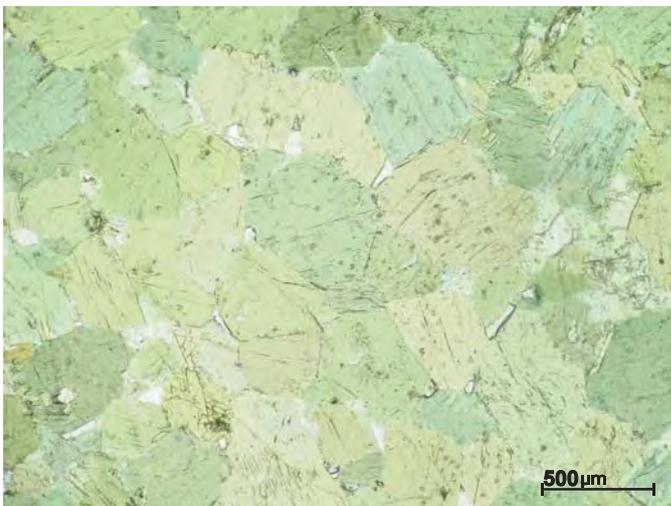


Figura 26: Textura do hornblendito. Basicamente hornblendas. VAC-14

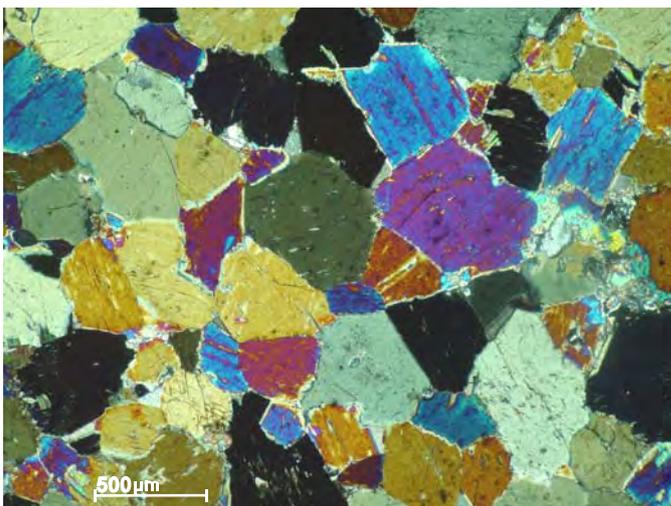


Figura 27: Textura (granoblástica) do hornblendito. Observa-se as varias birrefringência das hornblendas.VAC-14

Hornblendito	
Minerais	VAC-14
hornblenda	92
clinopiroxênio	3
plagioclásio	2
microclina	1,5
opacos	tr

Tabela 7: Composição modal (350 pontos) do hornblendito

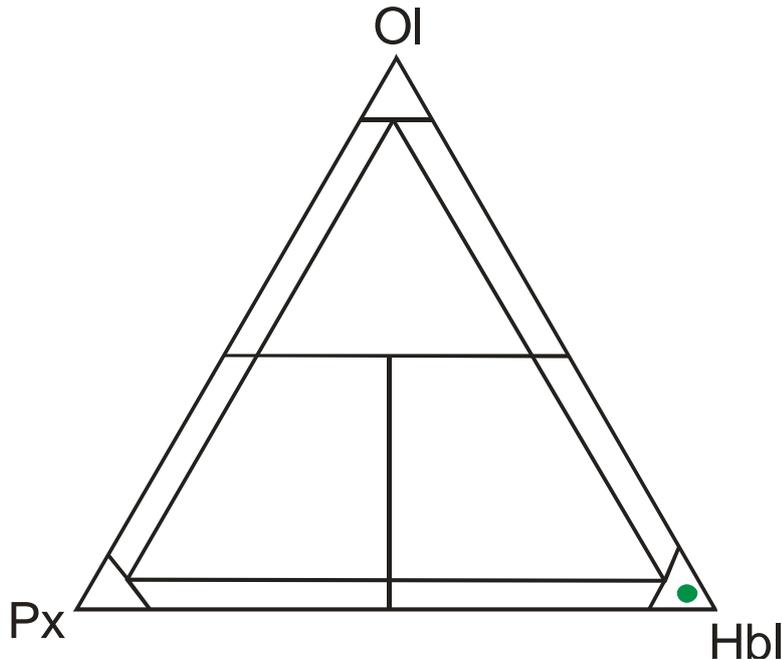


Figura 28: Diagrama Ol-Px-Hbl. De acordo com o diagrama de classificação das rochas ultramáficas Ol-Px-Hbl (Streckeisen,1976), foi definido o nome Hornblendito, em função da composição.

### Metaperidotito

No ponto VAC-02, ocorreu uma rocha ultramáfica, rica em olivina, clinopiroxênio e plagioclásio. Porém esse litótipo, apresentava-se apenas na forma de blocos semi-esféricos, de tamanhos decimétricos (< 25cm). De acordo com o diagrama (Streckeisen,1976) a rocha é um peridotito (Iherzolito)(fig. 29)

#### *Petrografia*

A rocha é fanerítica inequigranular porfirítica com fenocristais hipidiomórficos e granulometria variando de 0,6mm a 7,2mm (fina a grossa), textura tipo calçamento (justaposição de cristais mais ou menos

equidimensionais e com formas poligonais) e textura poiquilítica, com índice de cor melanocrático (i.c. 88%)(fig. 30).

A rocha é composta essencialmente por olivina, hornblenda, clinopiroxênio e plagioclásio. Além de biotita, ortopiroxênio, clinozoisita, e opacos.

A olivina exibe ausência de clivagens, relevo alto, hipidiomórfica, semi-esféricas, sem pleocroísmo, extremamente fraturada. Algumas de fraturas estão preenchidas por serpentina e bowlingita. O anfíbólio (Hornblenda) é reconhecido pelo seu pleocroísmo verde a marrom, duas direções de clivagem (~ 60°), hábito granular a prismático. São hipidiomórficos e sua granulometria varia de 2,0mm a 5,2mm. Normalmente associado a biotita e clinopiroxênio. O clinopiroxênio (diopsídio) tem extinção oblíqua, cor natural verde claro, hipidiomórfico e sua granulometria varia de 1,2mm a 4,4mm. O plagioclásio (anortita (An~91)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, hábito granular a prismático. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,3 a 3,3 mm. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom e hábito laminar. São hipidiomórficos e sua granulometria varia de 0,5mm a 2,0mm. O ortopiroxênio (hiperstênio) foi reconhecido por apresentar extinção paralela, pleocroísmo característico (variando do rosa claro ao azul claro), hipidiomórfico e com granulometria variando de 0,3mm a 1,1mm. A clinozoisita (metamórfica) tem hábito fibroso (fig. 30), cor natural verde escuro e granulometria variando de 0,2mm a 1,8mm, e esta associada a olivina. Há presença de opacos xenomórficos (secundários), com granulometria <menor que 0,8mm, associados a minerais máficos (anfíbólio e clinopiroxênio), e hipidiomórficos (primários), com granulometria menor que 1,2mm, espalhado por toda a lâmina.

<b>Metaperidotito</b>	
<b>Minerais</b>	<b>VAC-2a</b>
<b>olivina</b>	32
<b>hornblenda</b>	21
<b>clinopiroxênio</b>	18
<b>plagioclásio</b>	12,4
<b>biotita</b>	6
<b>ortopiroxênio</b>	3
<b>clinozoisita</b>	4,2
<b>opacos</b>	2,9

Tabela 8: Composição modal (350 pontos) de uma lâmina do metaperidotito.

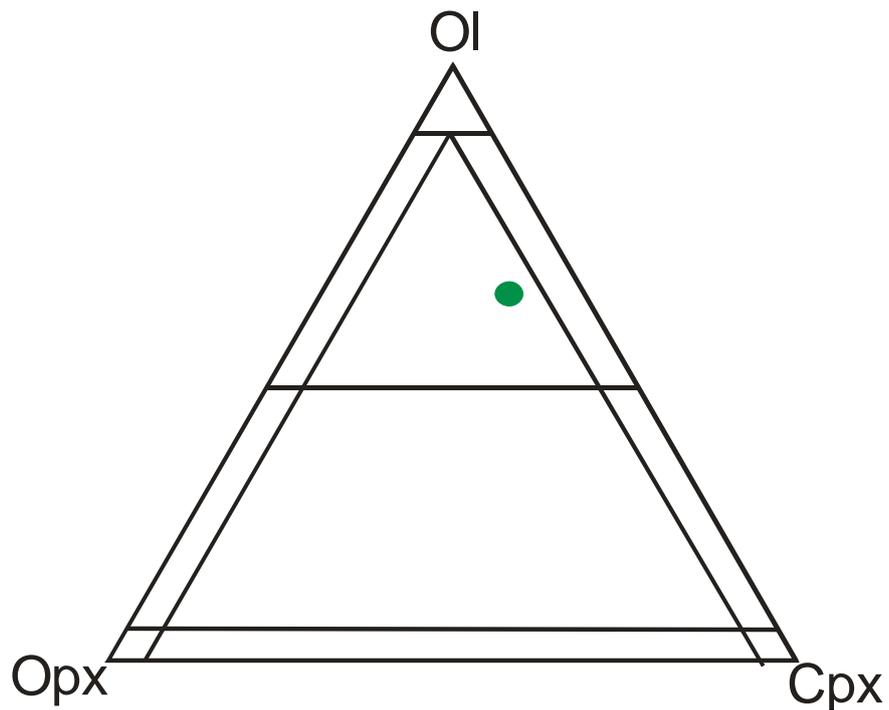


Figura 29: Diagrama Ol-OpX-Cpx. Classificação das rochas ultramáficas baseada no diagrama triangular Ol-OpX-Cpx. De acordo com o diagrama (Streckeisen,1976) a rocha é um peridotito (Iherzolito).

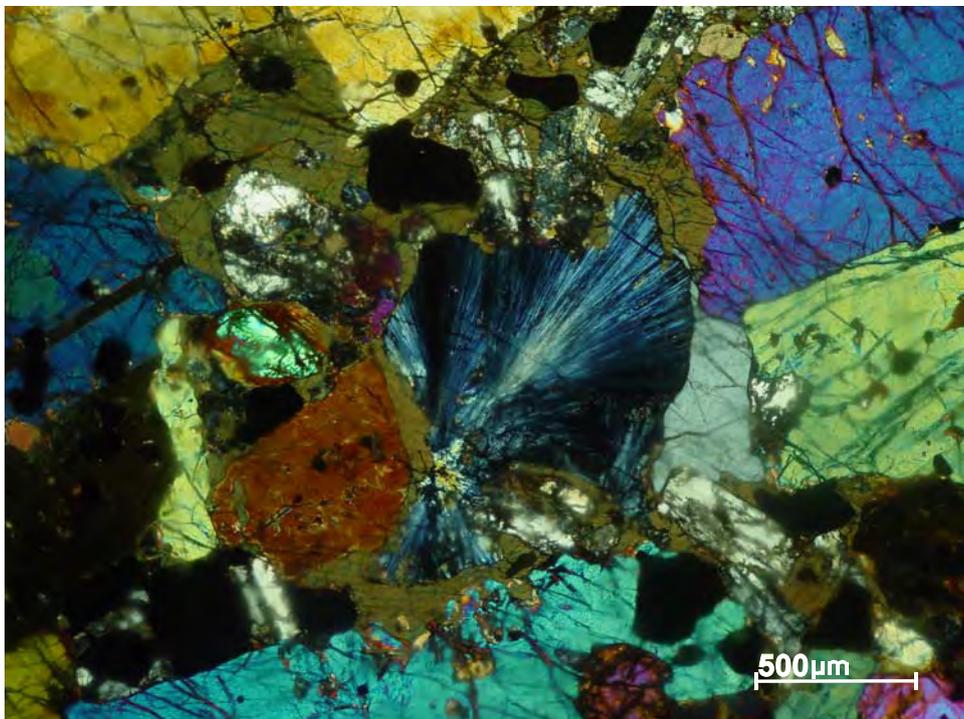


Figura 30: Textura poiquilítica, com cristais de plagioclásio e hornblenda incluídos no piroxênio. Observa-se também uma grande clinozoizita metamórfica com birrefringência anômala azulada. VAC-2-a. Nicois cruzados.

### 3.1.4 – Ortognaisse MonzoGranítico Porfirítico

Esta unidade é composta por um batólito de composição monzogranítico de acordo com o Diagrama QAP (Streckeisen, 1975). (fig 36) .É constituído essencialmente por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, clinopiroxênio e hornblenda, granulometria média a grossa, cor cinza-azulada, textura equigranular no centro do corpo, e inequigranular na borda do corpo, e hololeucocrática/leucocrática. Este corpo compreende uma área de aproximadamente 65 km<sup>2</sup> da região mapeada.

Apresenta uma leve foliação tectônica definida na maior parte corpo, definida pelas trilhas de biotita e feldspatos sigmoides, principalmente próximo as bordas. No interior do corpo não há presença de estruturas/texturas resultante de deformação. Nesta unidade há uma grande quantidade de xenólitos e enclaves do sillimanita granada paragnaisse e do paragnaisse migmatítico estromático bandado. Os contatos desta unidade truncam os contatos das unidades adjacentes (sillimanita granada paragnaisse e paragnaisse migmatítico estromático bandado), indicando que esta unidade é mais nova que as mesmas.

#### *Petrografia*

Através da análise das lâminas observa-se que a rocha é fanerítica inequigranular porfirítica, média a grossa, hipidiomórfica e com índice de cor leucocrática (6% a 10% de máficos)(fig. 34)

Esta rocha é constituída essencialmente por quartzo, plagioclásio, K-feldspato, biotita, sendo que a muscovita, rutilo, zircão, apatita, titanita, allanita e opacos, são os minerais acessórios/traços.

O quartzo é facilmente reconhecido pelo sua aparência límpida a nicol descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, compostos por um núcleo bem preservado e bordas recristalizadas sob forma de novos grãos. Sua granulação varia de 0,08 a 4,1 mm e ocupa os interstícios dos demais minerais. Foram reconhecidos dois feldspatos: Plagioclásio e K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio (An~15)), foi reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante e hábito granular a prismático,. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,4 a 3,6

mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan*, pouco evidente devido a deformação. Sua granulometria varia 0,8 a 8,0mm, hipidiomórficos a xenomórficos, devido a corrosão sofrida nos bordos e/ou recristalização, sendo comum estruturas tipo manto-núcleo. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom, hábito laminar a granular. É hipidiomórfica e sua granulometria varia entre 0,04mm a 2,8mm e um alinhamento preferencial de seu grãos. A muscovita apresenta grãos xenomórficos, variando de 0,2mm a 1,2mm e foi reconhecida pelo seu hábito planar. A titânita tem o relevo alto, hábito losangular prismático e cor creme. A allanita (fig. 33) apresenta zonamento, cor verde escuro, hábito tabular e clivagem imperfeita. O zircão e a apatita sempre aparecem como inclusão no quartzo e k-feldspato. Ambos são idiomórficos. Os opacos são xenomórficos e < 1,2mm. Estão sempre associados à biotita e allanita, sendo tanto primários como secundários.

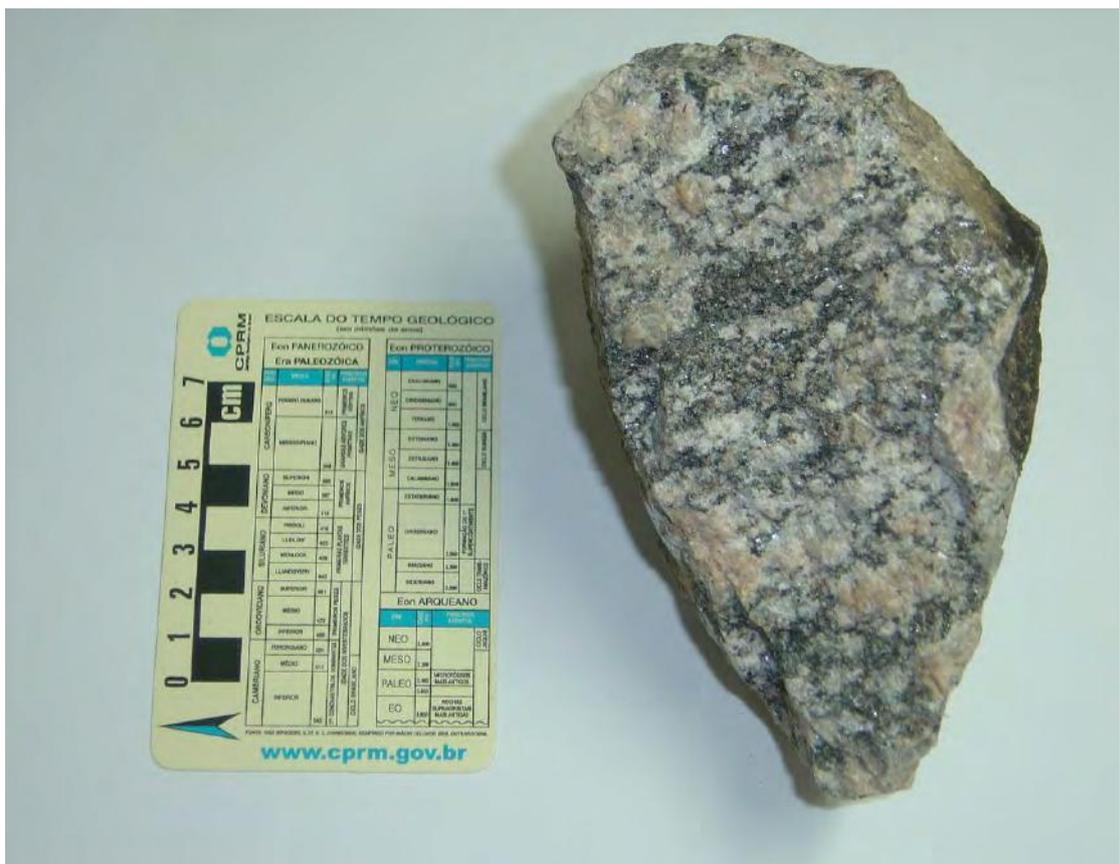


Figura 31: Aspecto megascópico do ortogneisse monzo-granítico porfíritico com megacristais de feldspato.

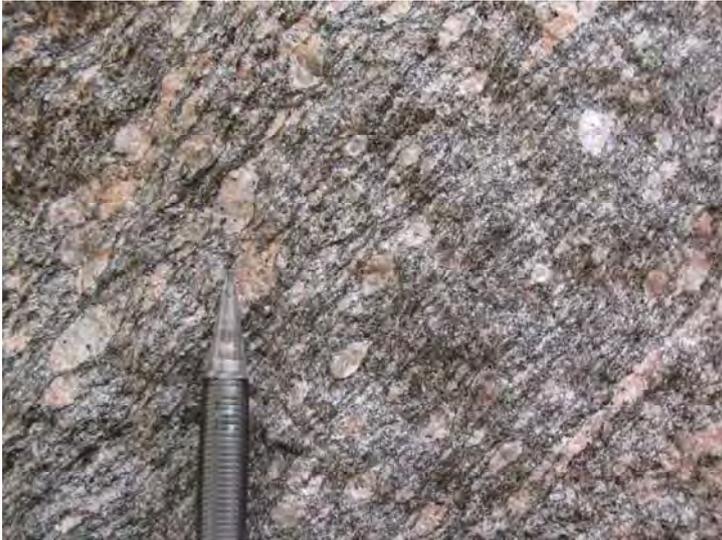


Figura 32: Ortognaisse porfírico, com foliação bem definida, e feldsapatos em formato de augen, indicando maior grau de deformação.

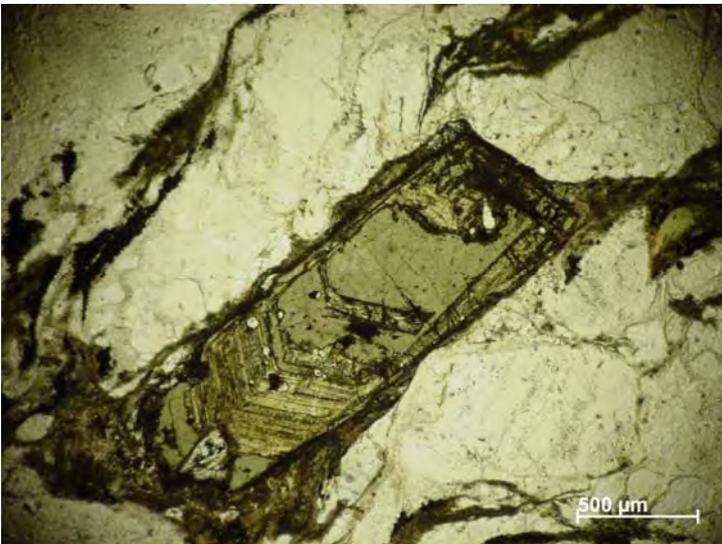


Figura 33: Allanita com sobrecrescimento, rodeada de biotita e quartzo recristalizados. VAC-08. Nicóis paralelos.

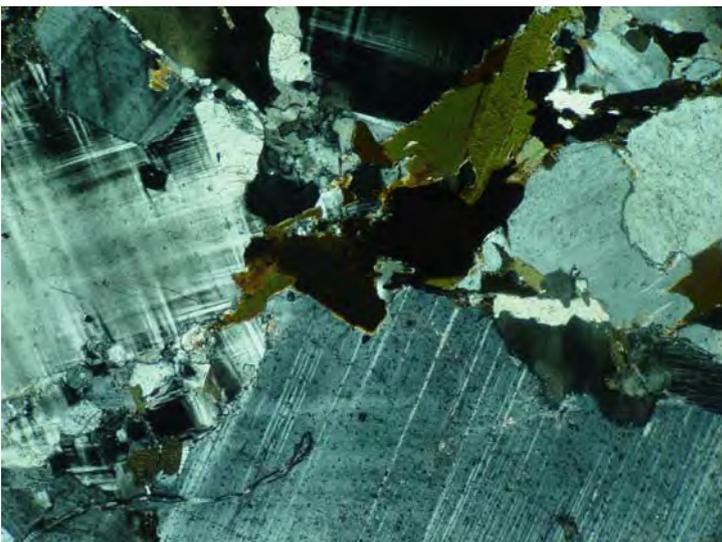


Figura 34: textura típica do ortognaisse monzo-granítico. Grandes cristais de microclina e plagioclásio. VAC-08. Nicóis cruzados

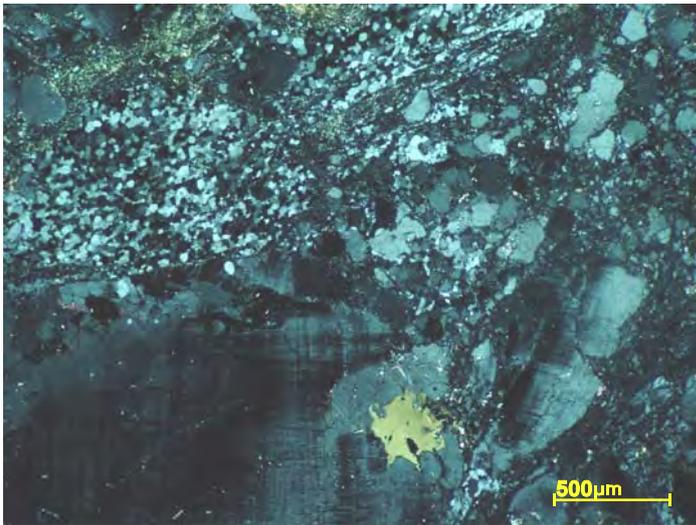


Figura 35: Região com maior grau de deformação. Grande quantidade de quartzo, feldspato e biotita recrystalizados. Porém ainda há presença de alguns megacristais. VAC-10. Nícois cruzados.

<b>Ortognaisse Monzo-Granítico Porfirítico</b>		
<b>Minerais</b>	<b>VAC-10</b>	<b>VAC-08</b>
<b>quartzo</b>	41,3%	38,4%
<b>microclina</b>	19,6%	20,4%
<b>plagioclásio</b>	19,3%	21,8%
<b>biotita</b>	17%	16,6%
<b>titanita</b>	Tr	1,8%
<b>alanita</b>	2,3%	1,3%
<b>zircão</b>	tr	Tr
<b>opacos</b>	tr	Tr

Tabela 9: Composição modal (350 pontos) do ortognaisse monzo-granítico.

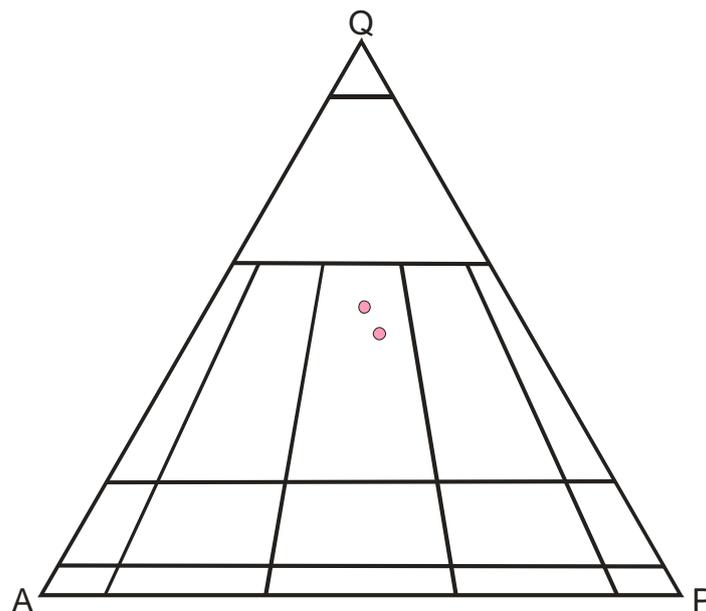


Figura 36: Diagrama QAP (Streckeisen,1976). Os dois pontos indicam que a rocha esta no campo do monzo-granito.

### 3.1.5 – Ortognaisse SienoGranítico

Esta unidade é composta por ortognaisse de composição sieno-granito de acordo com o Diagrama QAP (Streckeisen, 1975). (fig. 42).

Compreendendo uma área de aproximadamente 13 km<sup>2</sup>, sob a forma de um plúton lenticular, resultante de uma intrusão ígnea. Esse litotipo ainda ocorre na forma de diques finos intrudindo as demais unidades da *Nappe Socorro*(fig. 37). Este dado indica que este litotipo é o mais novo da área mapeada na *Nappe Socorro*. Tais corpos que intrudem as demais unidades e se conectam entre mesmos, indicando que o magma invadiu a rocha encaixante. De acordo com os dados observa-se um processo tipo injeção magmática.

#### ***SienoGranito (Ortognaisse)***

A rocha é composta essencialmente por K-feldspato (microclina), plagioclásio, quartzo, e biotita, granada, allanita, zircão e opacos como minerais acessórios/traço. A rocha é leucocrática (i.c 8%), coloração cinza claro, granulometria fina a média e textura equigranular em sua maioria.

Pode-se afirmar que esse granitóide corresponde a uma intrusão ígnea. Uma vez que, em determinados afloramentos, observa-se, que estes diques estão dobrados de acordo com o campo de tensões, que condizente com a deformação, que gerou a foliação na rocha. Tais dados indicam que o magma, que originou esse corpo ígneo, cristalizou-se durante à fase de formação desta foliação. No interior deste corpo observa-se uma textura ígnea e nas bordas uma foliação bem definida.

#### ***Petrografia***

Através da análise das lâminas observa-se que a rocha é fanerítica equigranular, fina a média, hipidiomórfica e com índice de cor leucocrática (3% a 9% de máficos)(fig. 41)

Esta rocha é constituída essencialmente por K-feldspato, plagioclásio e quartzo, sendo que a biotita, muscovita, granada, rutílo, zircão, apatita, titanita, sericita e opacos, são os minerais acessórios/traços.

O quartzo é facilmente reconhecido pelo sua aparência límpida a nicol descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, compostos por um núcleo bem preservado e bordas recristalizadas sob forma de novos grãos. Sua granulometria varia de 1,2 a 7,1 mm e ocupa os interstícios dos demais minerais. Foram reconhecidos dois feldspatos: Plagioclásio e K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio (An~13)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante, hábito granular a prismático. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,3 a 4,8 mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan*, pouco marcante devido a deformação. Sua granulometria varia 0,4 a 5,2mm, hipidiomórficos e xenomórficos, devido a corrosão sofrida nos bordos e/ou recristalização, sendo comum estruturas tipo manto-núcleo. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom. São hipidiomórficos e sua granulometria varia entre 0,4mm a 2,8mm. A granada exibe cor natural rosa a laranja, hipidiomórfica, hábito granular. Sua granulometria varia de 4,0mm a 4,8mm. Algumas de suas fraturas são preenchidas por biotita e/ou clorita e óxido de ferro (intempérico). Há presença de inclusões de zircão e quartzo. A muscovita apresenta grãos anédricos, variando de 0,06mm a 0,9mm, e foi reconhecida pelo seu hábito planar, presença de bird eyes. A titânita tem hábito losangular prismático, cor creme e granulometria média de 2,1mm. O rutilo é xenomórfico, cor castanho amarronzada e se apresenta disseminada pela lâmina. O zircão e a apatita sempre aparecem como inclusão no quartzo, K-feldspato e granada. Ambos são idiomórficos. Os opacos são xenomórficos e < 0,9mm. Estão sempre associados à biotita e granada, sendo tanto primários como secundários. A sericita é resultado da alteração dos feldspatos.



Figura 37: Ortognaisse monzo-granítico cinza sendo cortado por diques de sieno-granito (branco). Observar que os diques estão dobrados de acordo com os campos de tensões geradores da foliação.



Figura 38: Amostra do ortognaisse sieno-granito, mostrando um aspecto ígneo, comum no interior (parte central) do corpo.

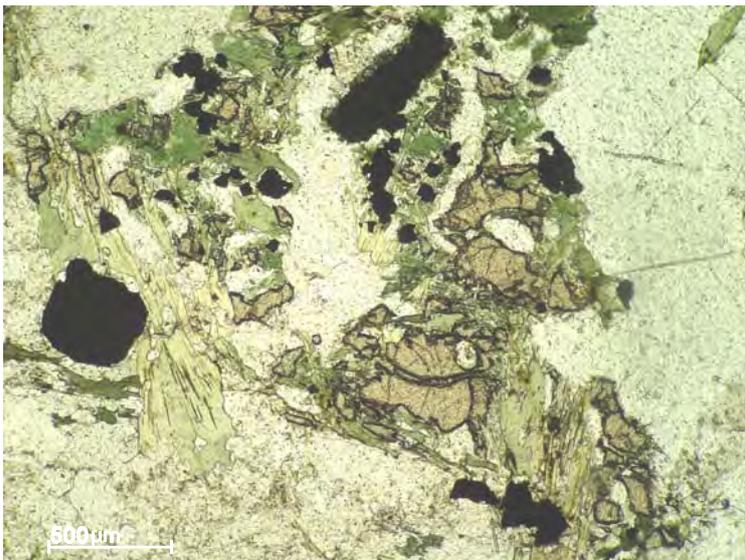


Figura 39 : Textura do ortognaisse sieno-granítico. Observa-se que as granadas são xenomórficas e as biotitas verdes ficam em torno da granada VAC-89. Nicois paralelos.

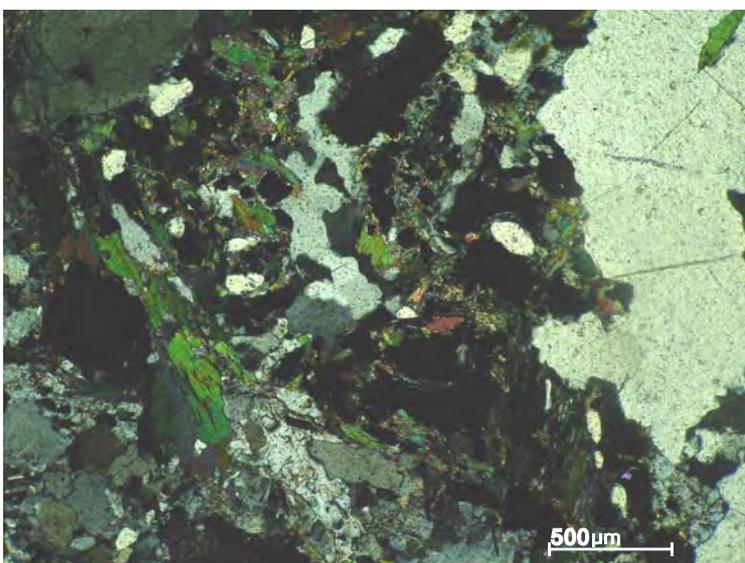


Figura 40 : Textura do ortognaisse sieno-granítico. Observa-se que as granadas são xenomórficas e as biotitas apresentam uma birrefringência anormal (elevada) VAC-89. Nicois cruzados.

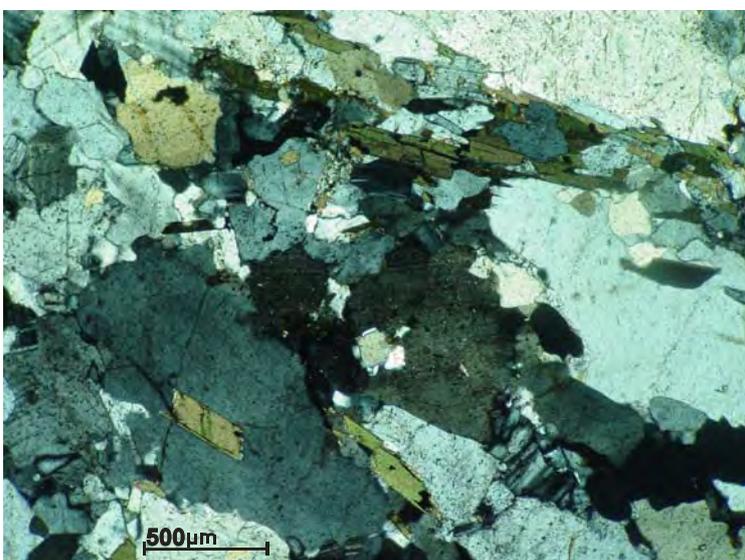


Figura 41: A foliação é definida pelas trilhas de biotita e quartzo estirados. VAC-113. Nicois cruzados.

Ortognaisse SienoGranítico		
Minerais	VAC-89	VAC-113
quartzo	29	28
microclina	40,6	45,4
plagioclásio	20,3	16,1
biotita	4,3	6,7
granada	2,3	1,8
muscovita	1	2,2
alanita	tr	tr
zircão	tr	tr
opacos	1,5	tr

Tabela 10: Composição modal (350 pontos) do ortognaisse sienogranítico.

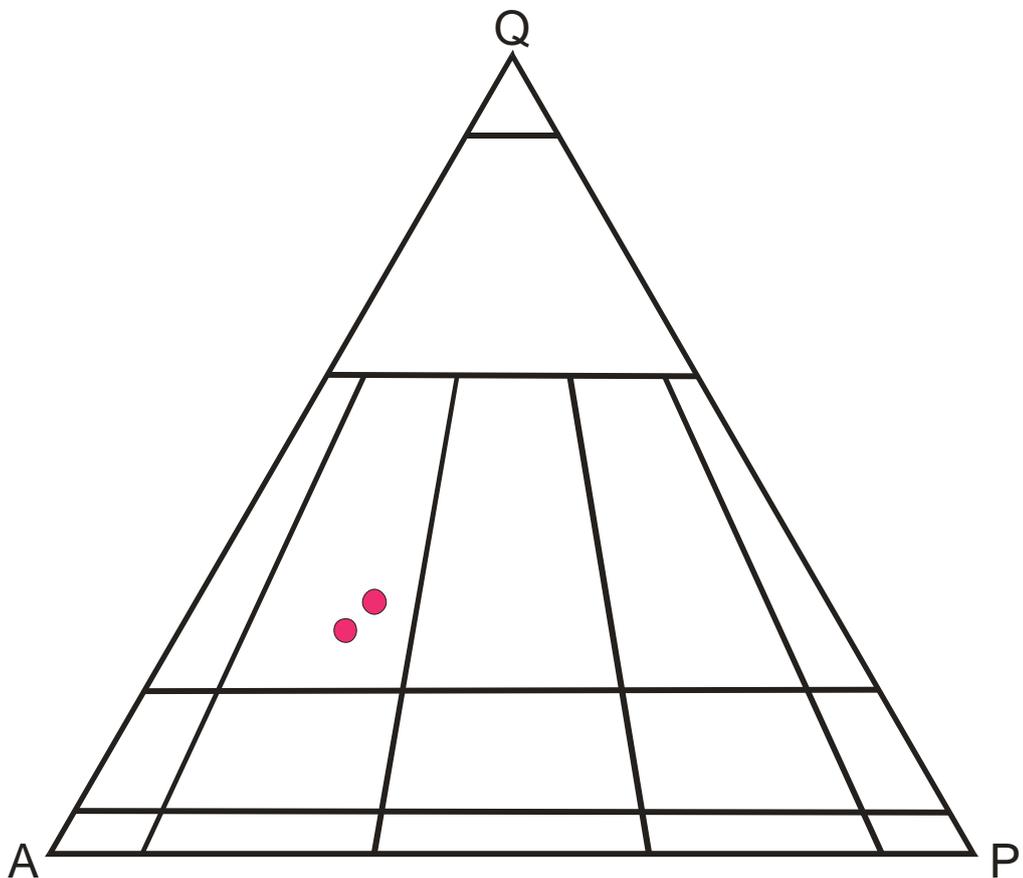


Figura 42: Diagrama QAP (Streckeisen, 1976). Os dois pontos indicam que a rocha está no campo do sienogranito.

### 3.1.6 Ortognaisse SienoGranítico Porfirítico

Esta unidade é composta por ortognaisse de composição sienogranito de acordo com o Diagrama QAP (Streckeisen, 1975). (fig. 46).

Esse litotipo aflora na borda sudeste da área de mapeamento, e também ocorre sob forma de diques finos intrudindo as demais unidades da Megassequência Andrelândia. Tais corpos que intrudem as demais unidades e se conectam, indicando que o magma forçou a entrada na rocha encaixante. De acordo com os dados observa-se um processo tipo injeção magmática.

#### ***SienoGranito***

A rocha é composta essencialmente por K-feldspato (microclina), plagioclásio, quartzo. Além de biotita, hornblenda, granada, allanita, zircão e opacos como minerais acessórios/traço. A rocha é leucocrática (i.c 16%), coloração cinza claro, granulometria fina a média e textura equigranular (fig. 43)

Pode-se afirmar que esse granitóide corresponde a uma intrusão ígnea. Uma vez que, em determinados afloramentos, observa-se, que estes diques estão dobrados de acordo com o campo de tensões, que condizente com a deformação (Zona de cisalhamento Caxambú), gerou a foliação na rocha. No interior deste corpo observa-se uma textura ígnea e nas bordas um foliação bem definida.

#### ***Petrografia***

Através da análise das lâminas observa-se que a rocha é fanerítica inequigranular porfirítica, fina a média, holocristalina, hipidiomórfica e com índice de cor leucocrática (10% a 25% de máficos) (fig. 44 e 45)

Esta rocha é constituída essencialmente por K-feldspato, plagioclásio e quartzo, sendo que a biotita, muscovita, granada, allanita, rutílo, zircão, apatita, sericita e opacos, são os minerais acessórios/traços.

O quartzo é facilmente reconhecido pela sua aparência límpida a nicol descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, compostos por um núcleo bem preservado e bordas recristalizadas sob forma de novos grãos. Sua granulometria varia de 0,8 a 6,2 mm e ocupa os interstícios dos demais

minerais. Foram reconhecidos dois feldspatos: Plagioclásio e K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio (An~15)) é reconhecido por apresentar geminação *polissintética* bem marcante. São em geral hipidiomórficos, apresentam textura tipo manto núcleo, e sua granulometria varia de 0,4 a 5,6 mm. Já o K-feldspato (microclina) é reconhecido por apresentar geminação *tartan* e pouco marcante devido a deformação. Sua granulometria varia 0,6 a 6,1mm, hipidiomórficos e xenomórficos, devido a corrosão sofrida nos bordos e/ou recristalização, sendo comum estruturas tipo manto-núcleo. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom e hábito laminar. São hipidiomórficos e sua granulometria varia entre 0,3mm a 3,2mm. A granada exibe cor natural rosa a laranja, hipidiomórfica e hábito granular. Sua granulometria varia de 2,0mm a 4,2mm . Algumas de suas fraturas são preenchidas por biotita e/ou clorita e óxido de ferro (intempérico). Há presença de inclusões de zircão e quartzo. A muscovita apresenta grão anédricos, variando de 0,6mm a 2,2mm, e foi reconhecida pelo seu hábito planar. A allanita apresenta zonamento, cor verde escuro, hábito tabular, clivagem imperfeita e sobrecrecimento indicando que o mineral é relícto. Também apresenta aspecto pós-metamictização e sua granulometria varia de 0,8 a 4,9mm(fig. 44 e 45). O rutílo é xenomórfico, apresenta cor castanho amarronzada e se apresenta disseminada pela lâmina. O zircão e a apatita sempre aparecem como inclusão no quartzo, k-feldspato e granada. Ambos são idiomórficos. Os opacos são xenomórficos e < 0,6mm. Estão sempre associados à biotita e granada, sendo tanto primários como secundários. A sericita é resultado da alteração dos feldspatos.



Figura 43: Aspecto megascópico do ortogneisse sieno-granítico.

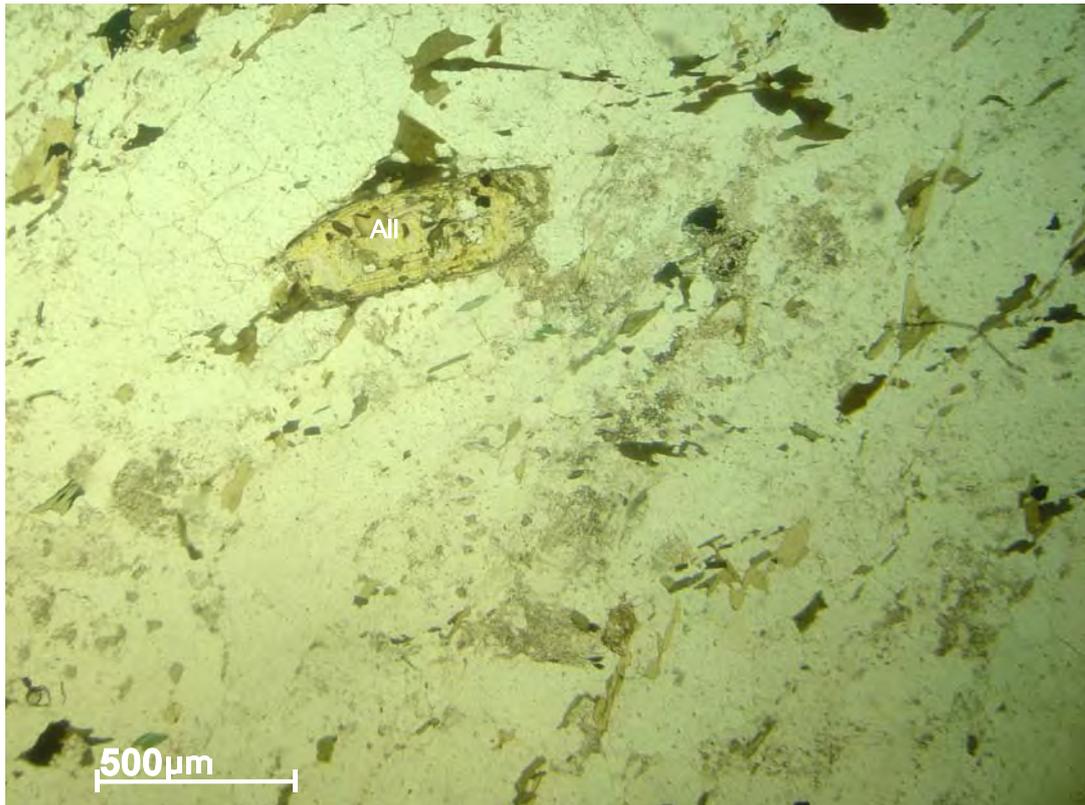


Figura 44: Textura do ortogneisse sieno-granítico, apresenta um i.c. mais elevado. A biotita define a foliação e a allanita passou por um processo de metamictização, destruindo parte da sua rede cristalina. Nicol descruzado. VAC-212. Nicois paralelos

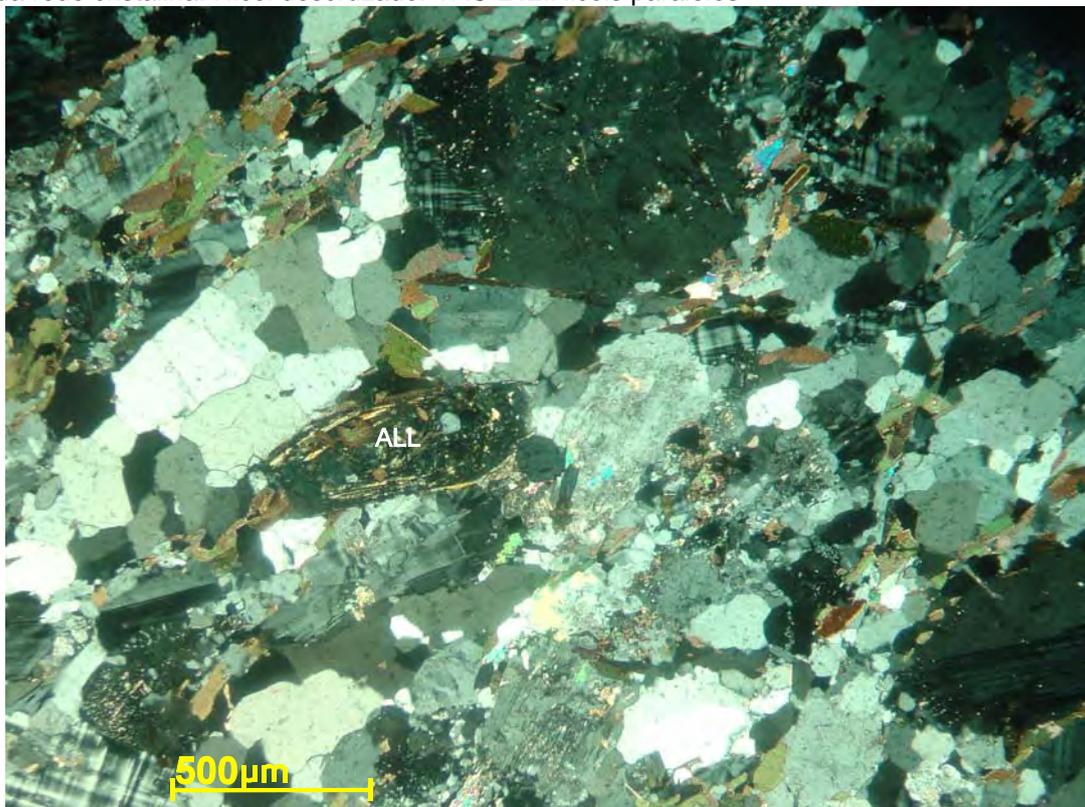


Figura 45: Textura do ortogneisse sieno-granítico, apresenta maior quantidade de K-feldspato que o sieno-granito citado anteriormente. Allanita sofreu metamictização. Nicol Cruzado. VAC-212. Nicois Cruzados.

<b>Ortozanisite Sieno-Granítico</b>	
<b>Minerais</b>	<b>VAC-212</b>
<b>quartzo</b>	24%
<b>microclina</b>	48%
<b>plagioclásio</b>	16%
<b>biotita</b>	5,4%
<b>muscovita</b>	3,6%
<b>alanita</b>	3,2%
<b>zircão</b>	Tr
<b>opacos</b>	Tr

Tabela 11: Composição modal (10 visadas) do Ortozanisite Sieno-Granítico

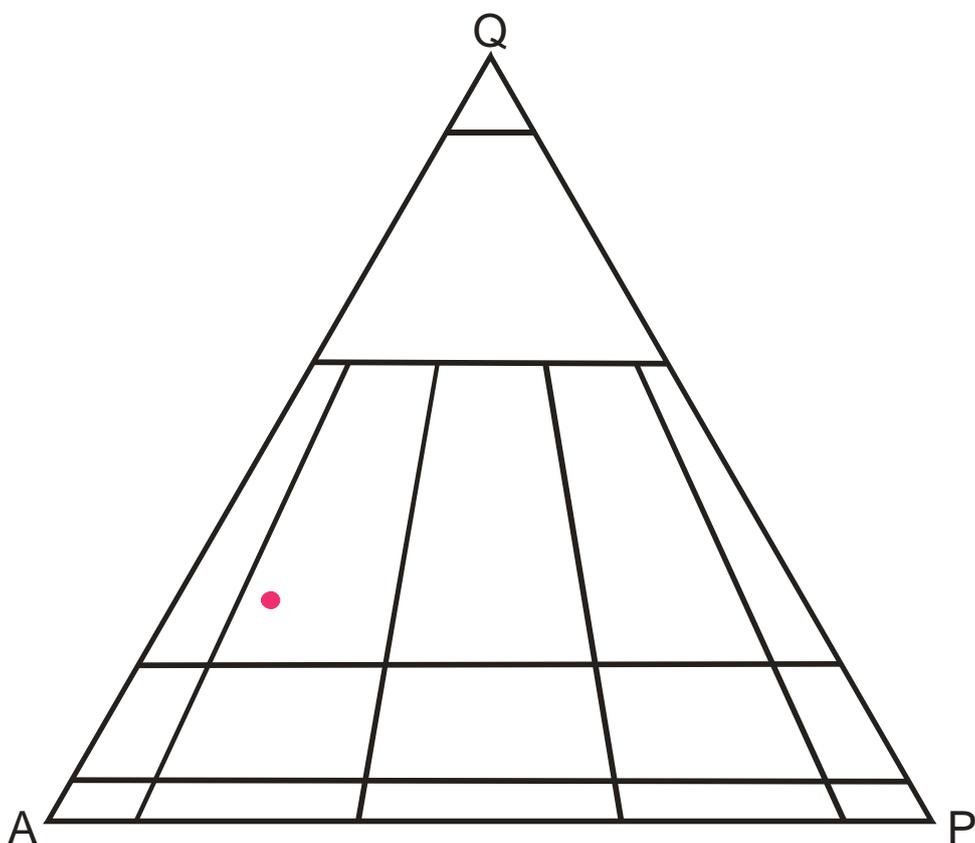


Figura 46: Diagrama QAP (Streckeisen, 1976). O ponto indica que a rocha está no campo do sieno-granito.

### 3.1.7. Basalto

Esse litotipo apresenta-se sobre forma de diques, de espessura média de 2m (VAC-56), cortando todas as unidades da área de mapeamento. Megascopicamente a rocha é microfanerítica, não porfirítica, com coloração cinza escura a preta, tendo uma superfície coberta por uma fina capa de alteração, de coloração avermelhada ou amarelada. A espessura da capa pode chegar a 10mm.

#### *Petrografia*

A granulometria do basalto é fina, variando de 0,04 a 0,6mm, holocristalina, variando de ofítica a sub-ofítica (difícil reconhecimento devido ao estado de alteração da rocha). Ocorrem em alguns pontos uma textura holocristalina microporfirítica, onde se observa aglomerados máficos devido ao processo alteração dos minerais (fig. 47)

A rocha é composta essencialmente por: plagioclásio, clinopiroxênio, quartzo. Óxido de ferro, apatita, caulinita e raras biotitas como minerais acessórios/ traço. O índice de cor da rocha é de 47% (mesocrática).

O plagioclásio (labradorita An~55), reconhecido por apresentar geminação polissintética, hábito tabular ou retangular, hipidiomórfico, variando de 0,1 a 0,6mm. Na matriz da massa cristalina, ocorre na forma de lamelas distribuídas radialmente, semelhante a estrutura plumosa (fig. 47). Apresenta uma alteração incipiente, evidenciando uma leve opacidade devido a caulinita (fig. 47). O clinopiroxênio (augita) foi reconhecida por apresentar cor amarelo claro/verde claro, clivagem característica, relevo alto, xenomórfico e raramente com forma de prismas, e com muitas fraturas. Sua granulometria varia de 0,02mm à 0,2mm. O quartzo é facilmente reconhecido pela sua aparência límpida a nicol descruzado e hábito granular. Os grãos são xenomórficos, sobforma de subgrãos. Sua granulometria varia de 0,01 a 0,1 mm e ocupa os interstícios dos demais minerais. A biotita é reconhecida por apresentar pleocroísmo creme a marrom, hábito lâminar a granular. São hipidiomórficos e sua granulometria varia entre 0,01mm a 0,04mm. O óxido de ferro e a cauliníta são minerais secundários resultantes da alteração do piroxênio e plagioclásio

respectivamente. A apatita apresenta-se como inclusão nos plagioclásio, e estão espalhadas por toda a lâmina.

<b>Basalto</b>	
<b>Minerais</b>	<b>%</b>
<b>plagioclásio</b>	52
<b>clinopiroxênio</b>	42
<b>quartzo</b>	tr
<b>biotita</b>	2,6
<b>apatita</b>	tr
<b>opacos</b>	1

Tabela 12: Composição modal (10 visadas) de uma lâmina do Basalto.



Figura 47: Aspecto textural do basalto. Observa-se plagioclásio formando textura Plumosa, consequência do rápido resfriamento.(VAC-56). Nicóis Cruzados.

#### 4 - Geologia Estrutural

Através de dados obtidos em trabalho de campo, foi possível construir uma análise de foliações, dobras, zonas de cisalhamento e lineações, que possibilitou a interpretação de 3 fases deformacionais progressivas.

Interpretou-se que a primeira fase deformacional reconhecida na região do mapeamento, fase D2, é resultante da Orogenia Brasileira, faixa Brasília. Enquanto as outras duas fases deformacionais, D3 e D4, são interpretadas como resultado de eventos colisionais, da faixa Ribeira, resultando em uma zona de interferência, que redefiniu (dobras) as estruturas geradas na faixa Brasília. A fase D1 não apresenta-se na área na qual o trabalho foi realizado.

Resultado:

- FASE DEFORMACIONAL D2 - Foliação S2

O mergulho predominante de S2 é para S/SE e SW com atitudes médias 150/40°. Esta é a foliação principal da região mapeada, definida pela orientação planar de níveis quartzo-feldspáticos e de grãos prismáticos de biotita, hornblenda e sillimanita, e nos domínios zonados é caracterizada por variações na intensidade de foliação.



Fig 48: Afloramento na qual observa-se a foliação principal S2.

- FASE DEFORMACIONAL D3 - Foliação S3

A foliação D3 foi definida por faixas miloníticas (fig. 49) com mergulho maior que  $65^\circ$ , com orientação ENE-WSW e lineação de estiramento com caimento também maior que  $65^\circ$  para SSE a E. O principal indicador cinemático de D3 é o contato tectônico que posiciona o biotita-gnaïsse com sillimanita quartzito sobre os sillimanita-granada-gnaïsse e gnaïsse migmatítico foi interpretado como produto desse evento.



Figura 49: Milonito alterado com indicador cinemático dextral (observado em planta)(VAC-63).

Também há presença de dobras F3, que apresentam-se desde centimétrica a escala regional. Em sua maioria são assimétricas, com plano axial mergulhando para SE e eixo caindo suavemente para SW, indicando vergência para NW (fig. 50).



Fig. 50: Dobras F3 com plano axial mergulhando para SE e eixo caindo suavemente para SW, na unidade hornblenda paragnaisse migmatítico.

- FASE DEFORMACIONAL D4 - Foliação S4

A foliação S4 é uma foliação milonítica gerada em zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais NE – SW (Zona de Cisalhamento Caxambú). A foliação é composta por faixas miloníticas de até 30 metros de espessura, com mergulho subvertical e orientação NNE – SSW, que apresentam componentes de deslocamento dextral em planta(fig. 51).

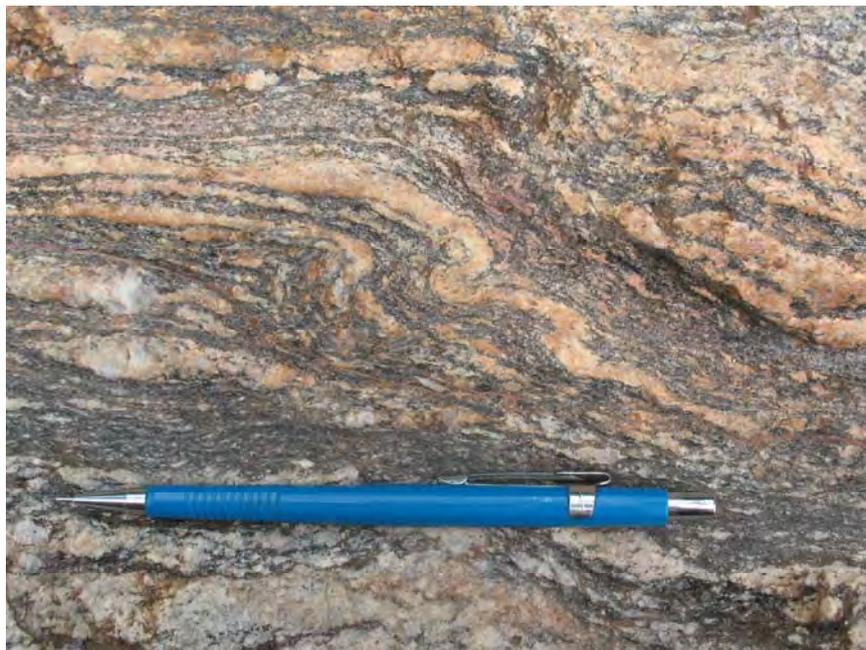


Fig. 51: Na zona de cisalhamento Caxambú. Dobras assimétricas indicando movimento dextral.

## 5 – METAMORFISMO

### 5.1 – Metamorfismo Principal

O metamorfismo principal foi definido pela formação e crescimento de novos minerais metamórficos, como ocorre na unidade sillimanita granada xisto, que é caracterizado pela associação mineralógica de sillimanita + granada + K-feldspato + biotita +ou- muscovita +ou- quartzo. Este evento também pode ser caracterizado pela formação de leucossomas e corpos anatéticos que estão paralelos a foliação S2. Tal metamorfismo foi interpretado como pré a sin D2.

A associação mineralógica da unidade sillimanita granada xisto, descrita anteriormente representa o pico do metamorfismo em condições de alta temperatura e média pressão. Aplicando esta associação mineralógica no gráfico P×T, conclui-se que a fácies é anfibolito médio a alto (figura 54).

A reação para formar sillimanita prismática e paralelas a foliação S2, em equilíbrio com a microclina pode ser construída desta maneira:



Ou



Ou

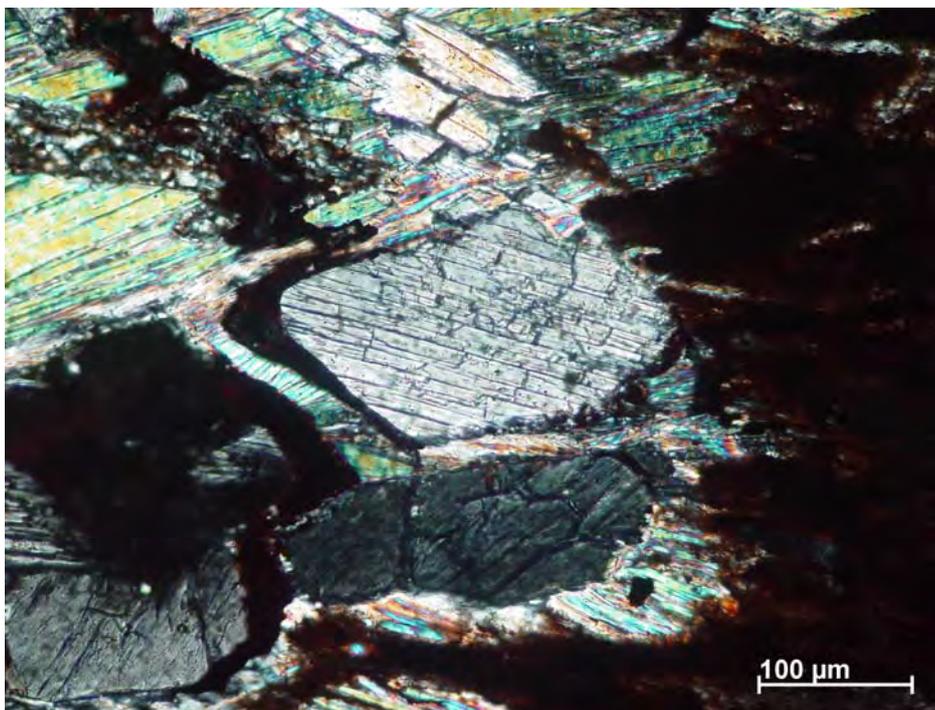


Figura 52: Sillimanita prismática euédrica.(VAC-23)

O crescimento adicional da sillimanita a partir da quebra da muscovita sob alta temperatura, é resultado destas reações contemporânea a fase de deformação D2. Isto pode ser confirmado pela presença de veios graníticos anatéticos paralelos a S2.

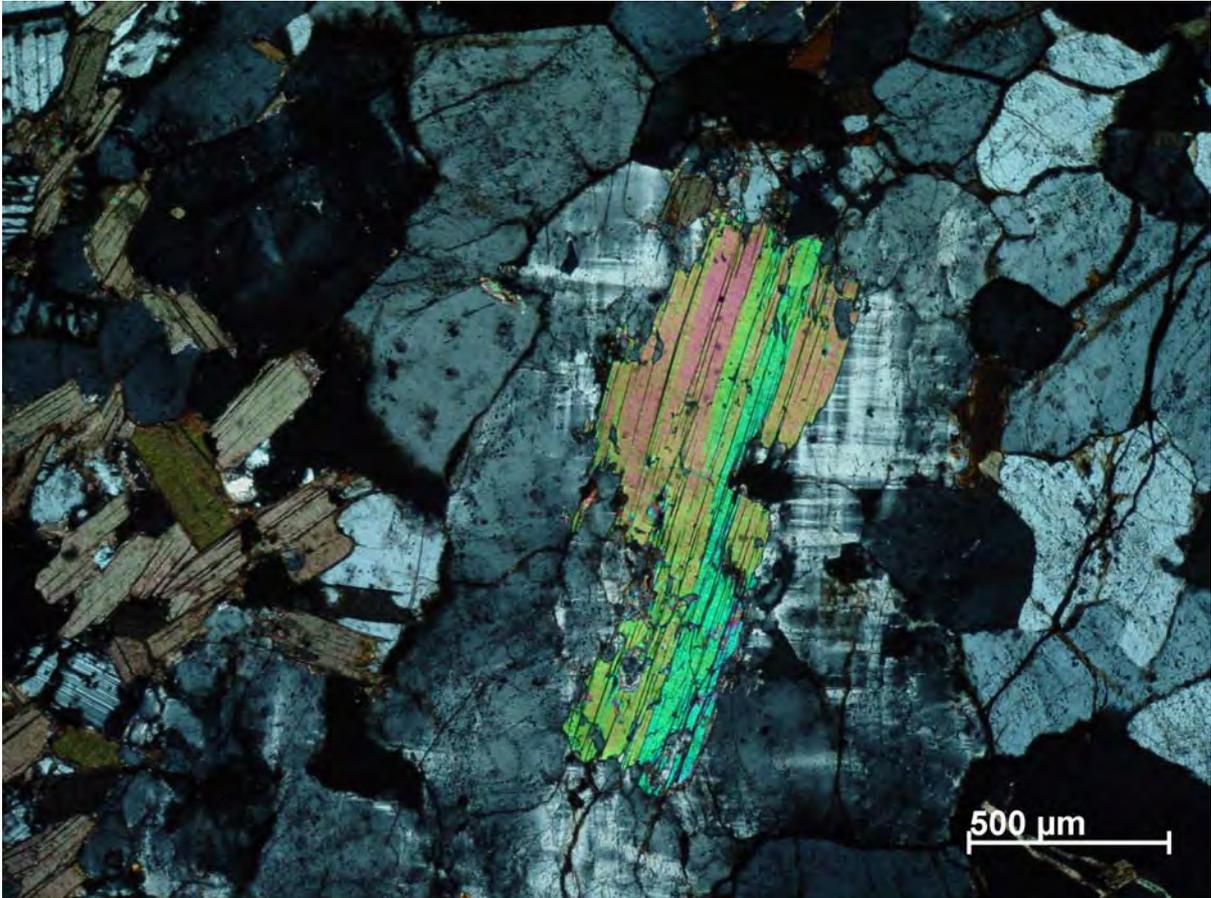


Figura. 53: Microclina resultante da reação muscovita + quartzo = K-feldspato +  $Al_2SiO_5$  + fusão. (VAC-42).

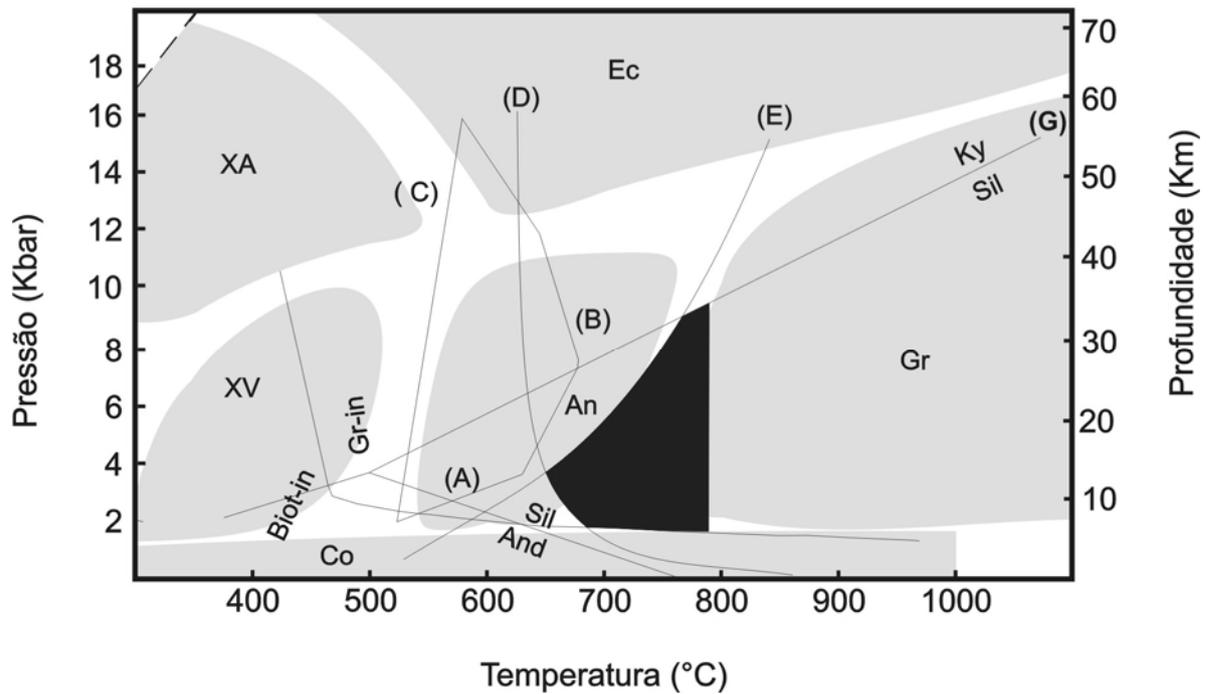


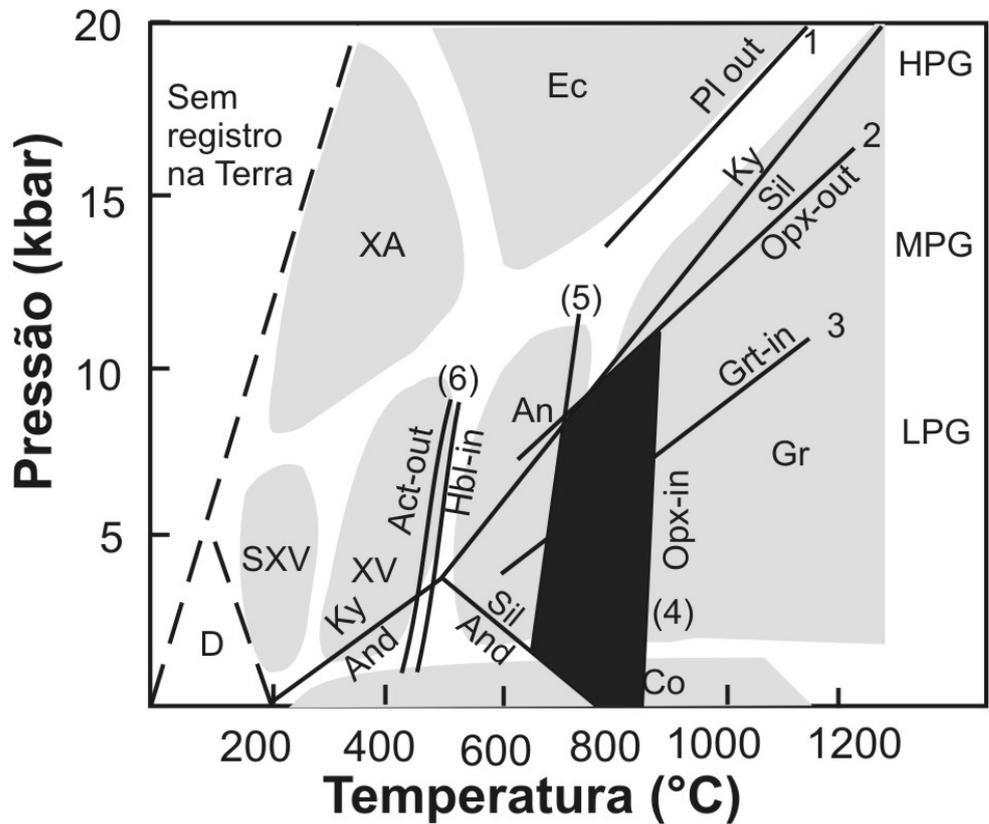
Figura. 54: Gráfico P x T, demonstrando o campo de estabilidade das rochas na área estudada da *Nappe Socorro*, com linha em 790 °C limitando o campo de acordo com trabalhos de Trouw (2000).

- A) Estaurolita + Quartzo = Cordierita +  $Al_2SiO_5$  +  $H_2O$   
(Richardson, 1968 e Rao & Johannes, 1979)
- B) Fe-Estaurolita + Quartzo = Almandina +  $Al_2SiO_5$
- C) Cloritóide +  $Al_2SiO_5$  = Estaurolita + Quartzo +  $H_2O$   
(Yardley, 1981)
- D) Albita + K-feldspato + Quartzo +  $H_2O$  = Fusão  
(Luth, Jahns & Boettcher, 1964)
- E) Muscovita + Quartzo = K-feldspato +  $Al_2SiO_5$  + Fusão  
(Thompson, 1982)
- G) Curva de equilíbrio de aluminossilicatos  
(Richardson *et al.*, 1969)

Nos anfibolitos, o metamorfismo principal, é caracterizado pela associação mineral:

**hornblenda + plagioclásio + biotita + ou - cpx.**

Tal associação indica condições de alta temperatura em fácies anfibolito durante o auge do metamorfismo.



- 1)  $Pl = Cpx (Jd) + Qtz$
- 2)  $Opx + Pl = Grt + Cpx + Qtz$
- 3)  $Ox + Pl = Grt$
- 4)  $Hbl + Qtz = Opx + Cpx + Pl + fusão$
- 5)  $Hbl + Pl + Qtz = Grt + + Pl + fusão$
- 6)  $Ab + Act = Hbl + Qtz$

Figura. 55: Grafico P-T com o campo de estabilidade das associações metamórficas hornblenda + plagioclásio + biotita + ou - cpx. ; Curva 1 representa o limite entre facies eclogito e granulito - ; curva 2 e 3 representam, respectivamente, o limite entre granulito de alta (HPG) e média pressão (MPG) e entre granulito de média e baixa pressão (LPG) - Green & Ringwood (1967).

A noroeste da área de mapeamento há ocorrência de intercalações máficas (anfíbolitos – VAC-85 e VAC-87), na qual a fácies granulito de média pressão prevalece. A associação que demonstra esta fácies é:

**ortopiroxênio + clinopiroxênio + granada + plagioclásio + hornblenda**

Quando o grau do metamorfismo é muito alto, a hornblenda começa a ser consumida nos metabasitos e os ortopiroxênios ocupam seu lugar no sistema. Neste processo pode ocorrer fusão parcial, produzindo metabasitos, com leucossoma de plagioclásio e quartzo.

Excluindo as rochas de alta pressão, nas quais os piroxênios são sódicos, os metabasitos, portadores de piroxênio são típicos do fácies granulito e da zona de transição entre as fácies anfíbolito e granulito. Sendo assim, há uma transição de fácies metamórfica anfíbolito alto para granulito de média pressão ao seguir para a direção norte.

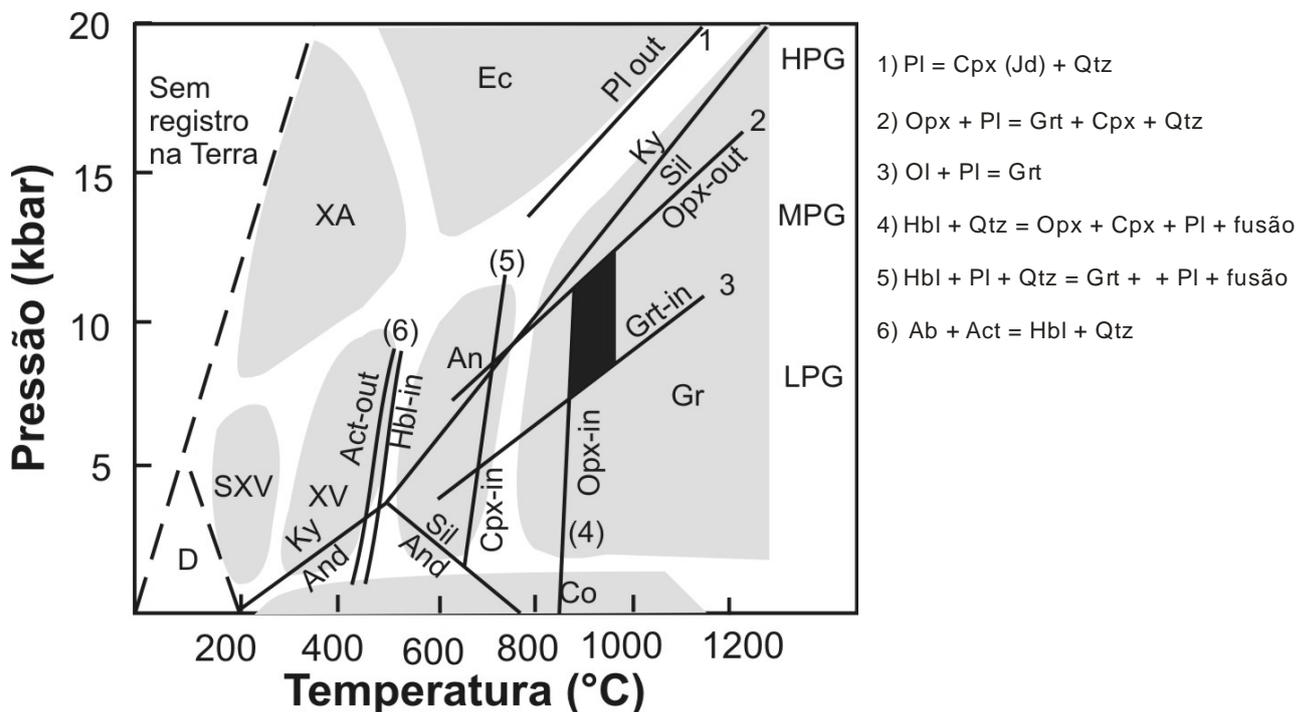


Figura. 56: Gráfico P-T com o campo de estabilidade das associações metamórficas ortopiroxênio + clinopiroxênio + granada + plagioclásio + hornblenda. Indicando fácies granulito médio. Modificado de O'Brien & Rötzler (2003).

## Retro-eclogito

Foi reconhecido a partir da ocorrência de blocos de retro-eclogitos contidos numa determinada região da área de mapeamento (VAC-46). Esta rocha apresenta como associação mineral:

**granada + clinopiroxênio + plagioclásio + hornblenda**

Uma rocha de composição basáltica levada a condições extremas de metamorfismo, pressão elevada e temperatura moderada a elevada, recristalizam para uma rocha basicamente composta de granada e piroxênio onfacítico.

Os eclogitos podem ser produtos de metamorfismo de metabasitos de grau mais baixo, ou podem ser produzidos diretamente a partir de basalto, gabro ou fusão basáltica, neste caso por resfriamento sob condições de pressão elevada.

No momento que as condições de temperatura e pressão decrescem para temperaturas e pressões mais amenas, ocorre o efeito retrogressivo, ou seja, passa para outra fácies (freqüentemente fácies anfíbolito ou granulito), ocorrendo a recristalização posterior em fácies anfíbolito, onde as granadas alteram para plagioclásio e a onfacita para anfibólio, caracterizando o retroeclogito.

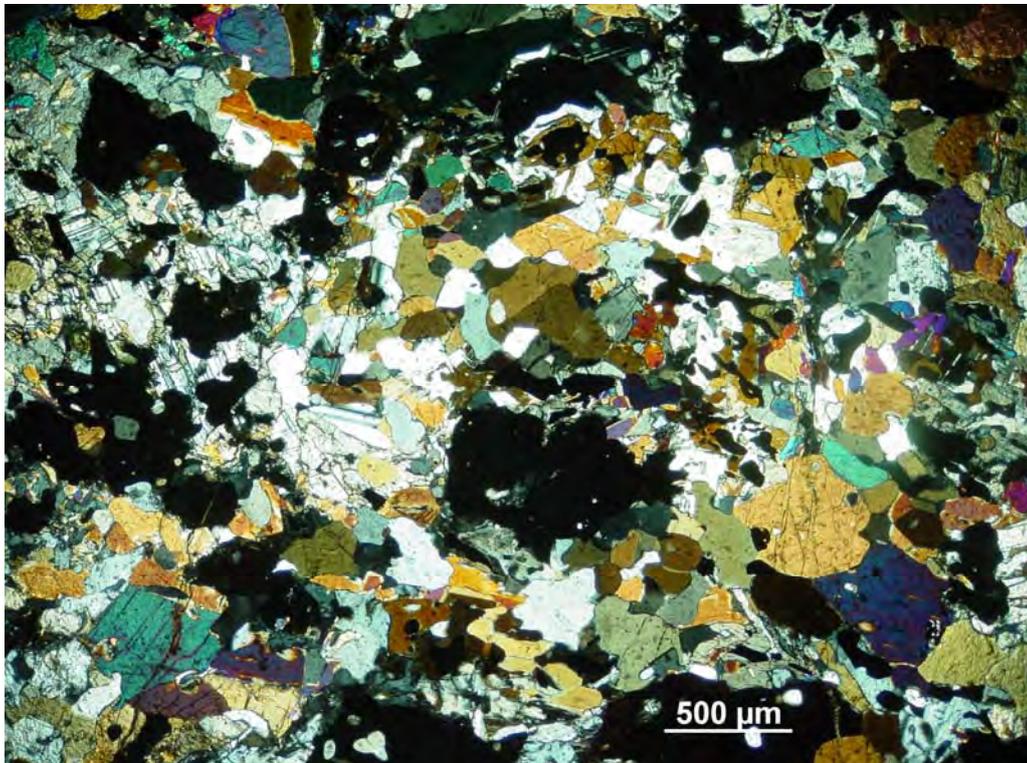


Figura. 57: Plagioclásio secundário bordando a granada no retroeclogito. (VAC-46)

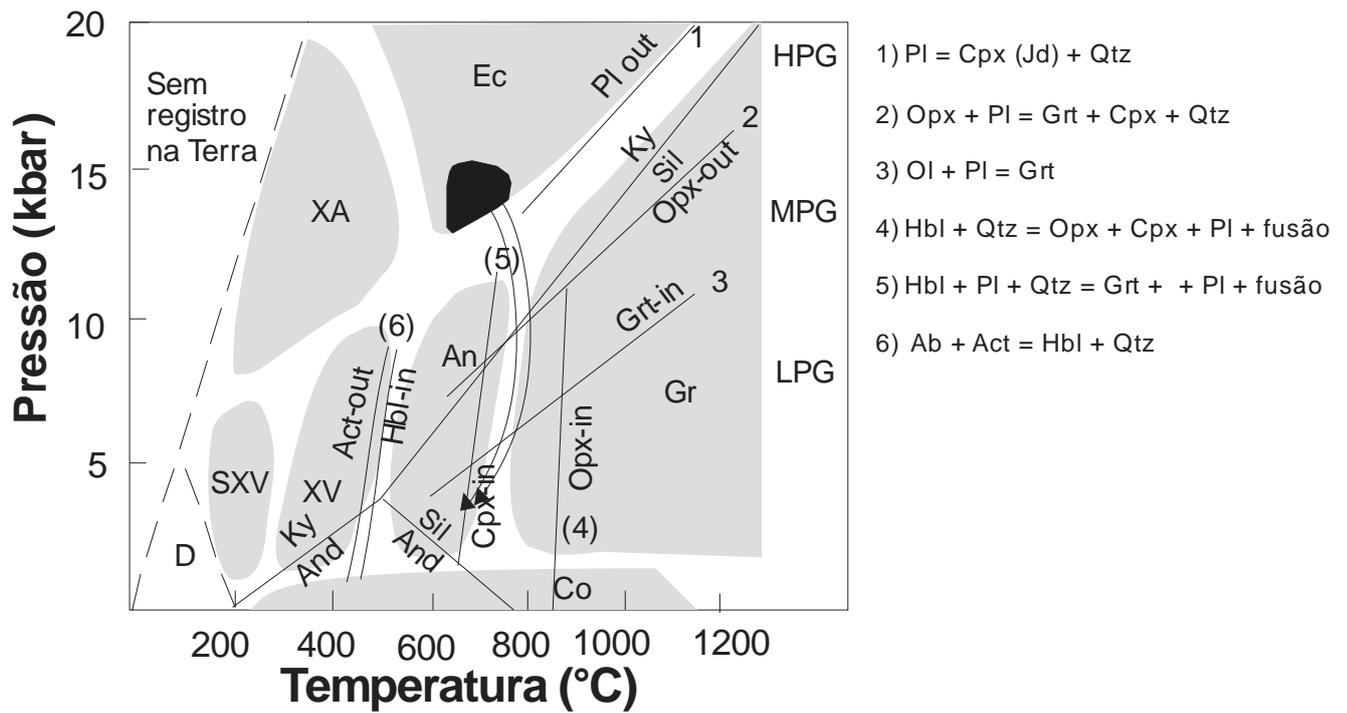


Figura. 58: Grafico P-T com o campo de estabilidade (Modificado de O'Brien & Rötzler (2003)) das associações metamórficas granada + clinopiroxênio + plagioclásio + hornblenda, demonstrando a queda na temperatura e pressão, caracterizando um retro-eclogito.

## 6 – Discussões e Conclusões

A partir dos resultados acerca da geologia estrutural, petrografia e associações metamórficas, é possível chegar às seguintes conclusões:

As fases deformacionais e os eventos metamórficos na região mapeada podem ser interpretadas como produto dos principais estágios do ciclo orogênico brasileiro, que configuram os orógenos Brasília e Ribeira.

Sendo que a fase D2 foi a responsável pela formação da foliação principal (associada a transporte tectônico de topo para NE).

Afloram na área as seguintes unidades de mapeamento: biotita paragnaisse migmatítico, sillimanita granada xisto, hornblenda paragnaisse migmatítico, ortognaisse monzo-granítico porfirítico, ortognaisse sieno-granítico, ortognaisse sieno-granítico porfirítico.

As unidades metassedimentares com granada, sillimanita e biotita possivelmente pertencem ao Complexo Piracaia (Campos Neto & Basei, 1983) associado à Unidade Superior da Nappe Socorro-Guaxupé. Os biotita hornblenda gnaises migmatíticos, podem estar associados, também, ao Complexo Piracaia por possuírem pequenas intercalações métricas de paragnaises e xistos. Intrusivo nestas unidades está o ortognaisse de composição monzo-granítica, que provavelmente pode ser correlacionado ao Complexo Paraisópolis (Cavalcante et al., 1979) associado à Unidade Intermediária da Nappe Socorro-Guaxupé. Os gnaises graníticos que cortam todas as demais unidades são fruto de magmatismo neoproterozóico, contemporâneo à D2.

Sabe-se que o metamorfismo principal registrado na área representa a evolução termo-tectônica do evento colisional (ca. 630 – 610 Ma) da porção Sul do Orógeno Brasília.

As fases D3 e D4 dobram e redobram a foliação principal (S2), assim como pelas zonas de cisalhamento (Zona de Cisalhamento Caxambu), representam a superposição de estruturas e tramas nas unidades da Faixa Brasília, como consequência da interferência do evento colisional (ca. 590 – 560 Ma) que originou a Faixa Ribeira.

Síntese estrutural local vide VINAGRE et. al, 2007 e MATOS et al, 2006.

Os principais resultados:

- Estratigrafia simplificada definida na seguinte ordem, do mais novo para o mais antigo.
  1. ortognaisse sieno granítico porfirítico (intrusivo *megassequência Andrelândia*) e ortognaisse sieno-granítico (intrusivo *Nappe Socorro*).
  2. ortognaisse monzo-granítico porfirítico (intrusivo *Nappe Socorro*)
  3. hornblenda paragnaisse migmatítico e sillimanita-granada xisto (*Nappe Socorro*)
  4. biotita paragnaisse migmatítico bandado. (*megassequência Andrelândia*)
- Curva progressiva do metamorfismo na região do trabalho, no gráfico P×T.

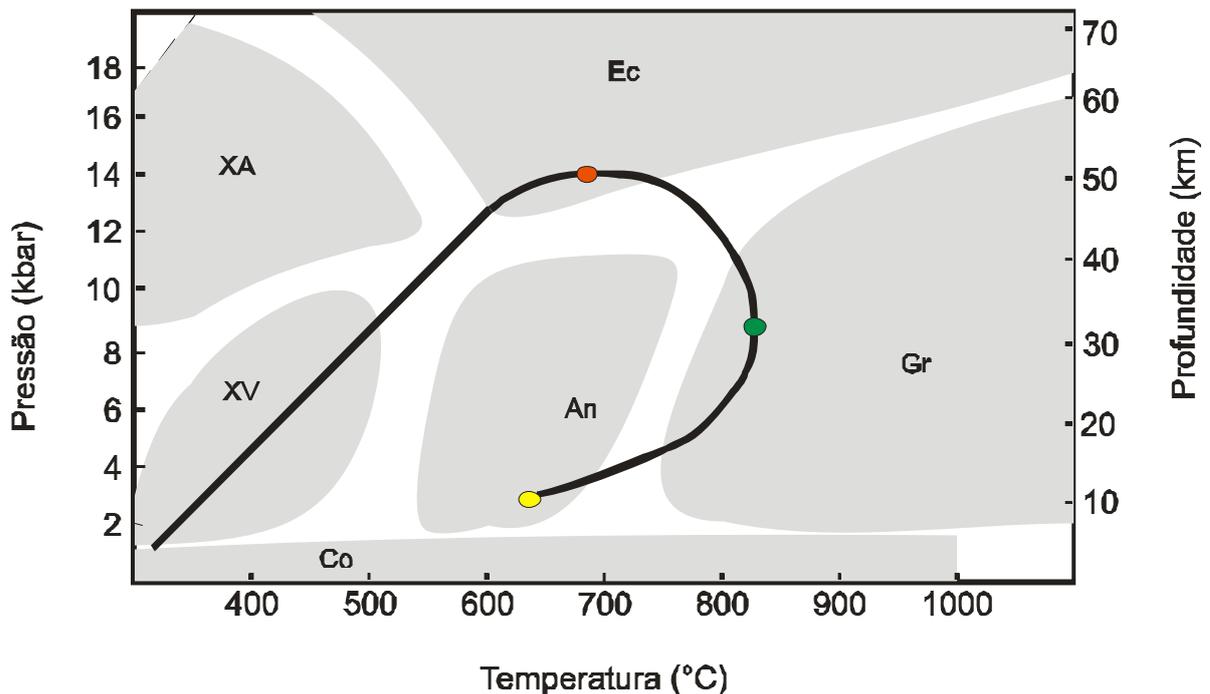


Figura. 59: Curva representando o metamorfismo na região mapeada. Bola vermelha = Fácies eclogito (maior pressão); Bola verde = Fácies granulito (maior temperatura); e Bola amarela = Fácies anfibolito (menor pressão e temperatura). Facies metamórficas: XA - xisto azul, Ec - eclogito, Gr - granulito, An - anfibolito, XV - xisto verde, SXV - sub-xisto verde, Co - metamorfismo de contato, D - diagênese. Facies metamórficas: XA - xisto azul, Ec - eclogito, Gr - granulito, An - anfibolito, XV - xisto verde, SXV - sub-xisto verde, Co - metamorfismo de contato, D - diagênese

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS NETO & CABY, 2000. Lower crust extrusion and terrane accretion in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil. Submitted to Precambrian Research

CAMPOS NETO, M.C. & FIGUEIREDO, M.C.H. 1995. The Rio Doce Orogeny, southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Science*, 8 (2): 143-162.

CAMPOS NETO, M.C.; BASEI, M.A.S.; VLACH, S.R.F.; CABY, R.; SZABÓ, G.A.J. & VASCONCELLOS, P. 2004. Migração de Orógenos e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira no Sul do Cráton São Francisco, SE – Brasil *Geol. USP Ser. Cient.*, São Paulo, n.1, p.13-40, abril 2004.

COSTA, R.V. C. 2007. Mapeamento geológico da área de Luminosa-Piranguçu, Sul de MG. p .47–54.

EBERT, H. 1971. Os Paraíbides e Araxáides entre São João del Rei, Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo, 1971. *Resumo ...*, São Paulo, SBG, p. 177-178.

FUCK, R.A., PIMENTEL, M.M.& SILVA, J.H.D. 1994. Compartimentação tectônica na porção oriental da Província Tocantins. *Anais 380 Cong. Brás. Geol.*, Camboriú, SBG, 1, 215-216.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J. & JANASI, V.A., 2004. Província Mantiqueira. In: *Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Organizadores: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R. & Brito Neves, B.B. São Paulo; BECA, 674p.

KRETZ, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 68: 277-279.

MARINI, O.J., Fuck, R.A., DANNI, J.C.M., DARDENNE, M.A., Ioguécio, S.O., RAMALHO, R. 1984. As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu, Paraguai-Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás. In: *Geologia do Brasil*, coords. Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Derze, G.R., Asmus, H.E., pp. 251-303. Brasília, DNPM.

PACIULLO, F.V.P. 1997. A Sequência Depositional Andrelândia. Tese de Doutorado. IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro, 248p.

PACIULLO, F.V.P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R.R. & TROUW, R.A.J. 2000. The Andrelândia basin, a Neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(1): 200-202.

PASSCHIER, C.W. & Trouw, R.A.J. 1996. *Microtectonics*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. 282 p.

PETERNEL, R.M.N. 1997. A Zona de Superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira. Tese de Doutorado. IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro, 248p.

PETERNEL, R. 2000. Evolução estrutural e metamórfica de um sistema de nappes na região de Três Corações, sul de Minas gerais. Tese de mestrado, IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro, 120 p.

RIBEIRO, A., ANDREIS, R.R., TROUW, R.A.J., PACIULLO, F.V.P., VALENÇA, J. G. 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo59 tectonismo brasileiro na margem sul do cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geol.*, 25 (**4**): 235-248.

SIBSON, R.H., 1977. Fault rocks and fault mechanisms. *Journal Of Geological Soc. London.*, **133**: 191-213.

SPRY, A., 1969. Metamorphic textures. Pergamon Press, Oxford, 350p.

TROUW, R. A.J.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A. 1994. A Faixa Alto Rio Grande reinterpretada com zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: Cong. Bras. De Geologia., 38, Balneário Camboriú, SC, 1994. *Bol. res. exp....*, SBG, v.3, p. 234-235.

TROUW, R. A. J.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A. 1994. A Faixa Alto Rio Grande Reinterpretada com Zona de Interferência Entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: Cong. Bras. De Geologia., 38, Balneário Camboriú, SC, 1994. *Bol. Res. Exp....*, SBG, v. 3, p. 234 -235.

TROUW, R.A.J., HEILBRON, M., RIBEIRO, A., PACIULLO, F.V.P., VALERIANO, C.M., ALMEIDA, J.C.H., TUPINAMBÁ, M. & ANDREIS, R.R. 2000. The Central Segment of the Ribeira Belt. In: Tectonic Evolution of South America. Eds: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. p. 287-310.

TROUW, Rudolph Allard Johannes ; PETERNEL, Rodrigo ; MEDEIROS, F. F. F. ; TROUW, Camilo Correa ; RODRIGUES, Luisa Helena . The Neoproterozoic Caxambu Shear Zone. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 2003, Búzios. Boletim de resumos expandidos do IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 2003. p. 124-127.

TROUW, C. ; MEDEIROS, F. ; TROUW, R. A. J. . Evolução tectônica da zona de cisalhamento Caxambu, MG. Revista Brasileira de Geociências.. Revista Brasileira de Geociências, 2007.

VALENÇA, J.G. 1997. II. Megascopia: procedimentos para descrição de rocha fanerítica. Dep. de Geologia – UFRJ. p. 5