



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

## **MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE ITAJUBÁ, SUL DE MINAS GERAIS**

**GABRIEL CORRÊA DE MATOS**

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO  
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”  
(IGL108/RUD)

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2006

# MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE ITAJUBÁ, SUL DE MINAS GERAIS

Gabriel Corrêa de Matos

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

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Rudolph A. J. Trouw, UFRJ

---

Prof. Dr. Fábio P. Paciullo, UFRJ

---

Dr. Rodrigo Peternel Machado Nunes, UFRJ

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2006

MATOS, Gabriel Corrêa de

Mapeamento geológico da região de Itajubá, sul de MG.

XIV, 60p. 29,7cm (Instituto de Geociências – UFRJ, *B.Sc.*,  
Curso de Graduação em Geologia, 2005)

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

1. *Geotectônica*

2. Itajubá

*Aos meus pais, Jardel e Guacira, e à minha avó Nirce, que estiveram ao meu lado em todos os momentos.*

## AGRADECIMENTOS

À minha irmã Mariana, pelas críticas, construtivas ou não.

Aos meus tios, Guaraci e Elizabeth, e minha prima Carolina pelo apoio, mesmo que algumas vezes à distância.

À Rachel, pelo carinho e a boa companhia.

Ao meu grande amigo Felipe “Buneco”, pela ajuda no geoprocessamento dos dados e pelas valiosas discussões em Geologia.

A todos os colegas e amigos geólogos, em especial os companheiros Felipe “Monstro”, Leonardo “Osama”, Alexandre “Camarão”, Thompson “Pipico”, Alexandre “Xandão”, Leonardo Caixeta, Gustavo Lobato, André Ghizi e Julia Brazil, dentre outros, todos igualmente importantes para conclusão deste trabalho.

Ao Professor Rudolph Trouw pela orientação e os valiosos ensinamentos nas ciências geológicas.

Aos professores e amigos André Ribeiro, Fabio Paciullo, Julio Mendes, Joel Valença, Rodrigo Peternel e Renato Moraes pelas valiosas discussões no âmbito das Geociências.

Ao Tarcísio, pela confecção das lâminas delgadas, essenciais neste trabalho.

Aos demais amigos e amigas que fizeram parte deste período tão importante.

À Juma, minha gatinha, pela companhia em todos os momentos.

E por fim, aos meus inimigos por terem me ensinado a não me comportar como tais.

## RESUMO

MATOS, Gabriel Corrêa de. **Mapeamento geológico da região de Itajubá, sul de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2006. XIV, 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

A área estudada abrange os municípios de Itajubá e de Piranguçu parcialmente. O contexto geológico e geotectônico da região representa a evolução de um segmento da faixa móvel Brasília, localizada na zona de interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira. O objetivo principal deste trabalho é detalhar aspectos estruturais e metamórficos a partir de mapeamento geológico (1:50.000) e petrografia. O resultado foi a caracterização de seis unidades de mapeamento: a) granada-sillimanita gnaisses com granitos anatéticos associados; b) gnaisses granitóides com anfibolito; c) granada-hornblenda gnaisses; d) hornblenda-biotita gnaisses; e) biotita-gnaisses com quartzito, anfibolito e muscovita xisto intercalados; e f) granitos porfíricos deformados. Os elementos estruturais observados foram agrupados em quatro fases de deformação. A primeira,  $D_1$ , gerou a foliação  $S_1$ , a qual pode ser observada apenas em domínios de *low-strain*, pois está em grande parte transposta pela foliação  $S_2$ . A fase  $D_2$  gerou a foliação principal  $S_2$ , plano-axial de dobras  $F_2$ , e as lineações mineral e de estiramento  $L_2$ . Esta fase é caracterizada por transporte tectônico para NE. A fase  $D_3$  é caracterizada por redobramentos  $F_3$ , assimétricos, vergentes para NW, e zonas de cisalhamento reversas com transporte tectônico para NW, determinadas pela foliação milonítica  $S_3$  e lineação de estiramento  $L_3$ . Na fase  $D_4$  desenvolveram-se a foliação milonítica  $S_4$  e lineações de estiramento  $L_4$ , observadas ao longo da Zona de Cisalhamento Caxambu. Do estudo conclui-se que as fases  $D_1$  e  $D_2$ , síncronas com o metamorfismo principal, representam a evolução termo-tectônica em um segmento da Faixa Brasília, enquanto que as fases  $D_3$  e  $D_4$ , síncronas com o metamorfismo retrógrado, caracterizam interferências causadas pela evolução da Faixa Ribeira neste segmento.

Palavras-chave: Geotectônica, Itajubá

## **ABSTRACT**

MATOS, Gabriel Corrêa de. **Mapeamento geológico da região de Itajubá, sul de Minas Gerais**. Rio de Janeiro, 2006. XIV, 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

The area studied comprises the municipalities of Itajubá and Piranguçu partially. The geological and geotectonic context of the region represents the evolution of a segment of the mobile belt Brasília, located at the interference zone between Brasília and Ribeira Belts. The main objective of this work is to detail structural and metamorphic aspects from geological mapping (1:50.000) and petrography. The result was the characterization of six mapping units: a) sillimanite-garnet gneisses with anathetic granites; b) granitoid gneisses with amphibolite; c) garnet-hornblend gneisses; d) hornblend-biotite gneisses; e) biotite gneisses with quartzite, amphibolite and muscovite intercalations; and f) deformed porphyry granites. The structural elements observed were grouped in four deformation phases. The first one,  $D_1$ , generated the foliation  $S_1$  that can be observed only in low strain domains, since it is in great part transposed by the foliation  $S_2$ . The phase  $D_2$  generated the principle foliation  $S_2$ , axial plane of  $F_2$  folds, and the mineral and stretching lineations  $L_2$ . This phase is characterized by tectonic transport to NE. The phase  $D_3$  is characterized by asymmetrical refoldings ( $F_3$ ), vergents to NW, and reversed shear zones with tectonic transport to NW, determined by the milonitic foliation  $S_3$  and stretching lineation  $L_3$ . In the phase  $D_4$ , the milonitic foliation  $S_4$  and the stretching lineation  $L_4$  were developed observed within the Caxambu Shear Zone. Through the study it is concluded that  $D_1$  and  $D_2$  phases, synchronized with the principle metamorphism, represent the thermo-tectonic evolution in a segment of Brasilia Belt, while the phases  $D_3$  and  $D_4$ , synchronized with retrograde metamorphism, characterize the interferences caused by the evolution of the Ribeira Belt in this segment.

Key-Words: geotectonics, Itajubá

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 Localização da Área</b> .....	1
<b>1.2 Objetivos</b> .....	1
<b>1.3 Material e Métodos</b> .....	3
1.3.1 TRABALHO DE CAMPO.....	3
1.3.2 TRABALHO LABORATÓRIO.....	4
<b>2. GEOLOGIA REGIONAL</b> .....	5
<b>2.1 Evolução Geotectônica</b> .....	5
2.1.1 PROVÍNCIA MANTIQUEIRA .....	5
2.1.2 ORÓGENO BRASÍLIA SUL .....	9
2.1.3 ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE AS FAIXAS BRASÍLIA E RIBEIRA .....	14
<b>2.2 Evolução Estrutural</b> .....	15
<b>2.3 Evolução Metamórfica</b> .....	17
<b>3. GEOLOGIA DA ÁREA</b> .....	19
<b>3.1 Unidades de Mapeamento</b> .....	19
3.1.1 ORTOGNAISSES MIGMATÍTICOS COM ANFIBOLITOS .....	19
3.1.2 GRANADA-SILLIMANITA PARAGNAISSES COM GRANITOS ANATÉTICOS.....	27
3.1.3 GRANADA-HORNBLENDA ORTOGNAISSES .....	31
3.1.4 HORNBLENDA BIOTITA ORTOGNAISSES GRANÍTICOS.....	34
3.1.5 BIOTITA GNAISSES COM ANFIBOLITO, QUARTZITO E MUSCOVITA XISTO .....	38
3.1.6 GRANITOS PORFIRÍTICOS DEFORMADOS.....	42
<b>3.2 Geologia Estrutural e Microtectônica</b> .....	42
3.2.1 FASE DEFORMACIONAL D <sub>1</sub> .....	43
3.2.2 FASE DEFORMACIONAL D <sub>2</sub> .....	43
3.2.3 FASE DEFORMACIONAL D <sub>3</sub> .....	48
3.2.4 FASE DEFORMACIONAL D <sub>4</sub> .....	51
<b>3.3 Metamorfismo</b> .....	52



3.3.1	METAMORFISMO PRINCIPAL .....	52
3.3.2	METAMORFISMO RETRÓGRADO .....	56
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Imagem de satélite com as principais capitais próximas à Itajubá, MG.	1
Figura 2:	Mapa de localização geográfica da área mapeada (IBGE 1:1.000.000). 1 - Folha Itajubá (IBGE 1:50.000); 2 - polígono de mapeamento.....	2
Figura 3:	Mapa tectônico simplificado da América do Sul (Heilbron <i>et al.</i> , 2004)..	6
Figura 4:	Arranjo paleogeográfico do Gondwana Ocidental (Heilbron <i>et al.</i> , 2004).....	7
Figura 6:	Estratigrafia e litologias da Megasseqüência Andrelândia (Paciullo <i>et al.</i> 2003).....	10
Figura 7:	Mapa Geológico da <i>Nappe</i> Socorro-Guaxupé e do Domínio São Roque (Heilbron <i>et al.</i> , 2004). 1 – Folha Itajubá; legenda na página seguinte. ....	12
Figura 8:	Mapa tectônico-estrutural da Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira (Paciullo, 1997). ....	16
Figura 9:	Mapa metamórfico simplificado da Zona de Superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira (Peternel, 2005). Simbologia das associações minerais segundo Kretz (1983). ....	18
Figura 10:	Corpo tabular dobrado de anfibolito intercalado em gnaiss granitóide bandado. Fotografia orientada E - W. Ponto GI-015. ....	20
Figura 11:	Leucossomas estromáticos em gnaiss granitóide no Pico da Pedra Aguda. Bandamento composicional mergulhando para sul. Martelo com 30cm de comprimento. Ponto GI-195. ....	20
Figura 12:	Bloco de gnaiss migmatítico estromático com leucossoma rico em K-feldspato róseo e quartzo. Pedreira Morro Grande. Ponto GI-032.....	21
Figura 13:	Nível intrafolial de migmatito estromático, diatexítico, com corpos anfibolíticos. Marreta com 40cm. Ponto GI-033.....	21

Figura 14: Porfiroclastos de K-feldspato envolvidos por agregados policristalinos de quartzo com textura inequigranular interlobada e agregados poliminerálicos de biotita e feldspato. ....	25
Figura 15: Porfiroclasto de microclina (no centro) pertítica com estrutura manto-e-núcleo e inclusões de quartzo. A matriz tem composição granítica e textura seriada interlobada. ....	25
Figura 16: Metadiorito com grãos subédricos de hornblenda (verde) e biotita (marrom), além de grãos subédricos prismáticos de apatita (porção inferior da foto) e grãos anédricos de minerais opacos. Nota-se o caráter contínuo e anastomosado da foliação principal. ....	26
Figura 17: Agregado de hornblenda actinolítica com inclusões anédricas de opacos e parcialmente substituído por biotita (marrom), envolto por matriz anfibolítica granoblástica. ....	26
Figura 18: Gnaisse com megacristais de K-feldspato e forte xistosidade ( $S_2$ ) defletida em torno dos porfiroclastos. Ponto GI-112. ....	27
Figura 19: Megacristal de K-feldspato (no centro) com sombras de pressão preenchidas por material quartzo-feldspático. Ponto GI-040. ....	28
Figura 20: Grãos prismáticos de sillimanita boudinados, paralelos a foliação principal ( $S_2$ ) e suavemente defletidos em torno de porfiroblastos de granada. As microfaturas nos grãos de sillimanita e granada estão preenchidas por minerais opacos e biotita. Ponto GI-040. ....	30
Figura 21: Porfiroclasto de K-feldspato (no centro) envolto por trilhas de biotita. Estas trilhas são os traços da forte xistosidade ( $S_2$ ) característica dos mesossomas desta unidade. Ponto GI-040. ....	30
Figura 22: Granada-hornblenda gnaisse com vênulos félsicos paralelos à foliação principal. Ponto GI-038. ....	31
Figura 23: Porfiroclasto de hornblenda com inclusões de biotita e apatita alinhado segundo a foliação principal $S_2$ . Na parte superior da fotografia observar-se um <i>shearband</i> C da fase $D_4$ sobreposto à foliação principal. Ponto GI-038. ....	33
Figura 24: <i>Augen</i> gnaisse com megacristais de K-feldspato na cor cinza. Feição típica dos litotipos da unidade. Ponta da lapiseira com 2cm de comprimento. Ponto GI-070. ....	34

Figura 25: Grãos xenomórficos de hornblenda intercrescidos com biotita e minerais opacos. A matriz quartzo-feldspática, incolor, apresenta localmente textura granoblástica. Ponto GI-070. ....	36
Figura 26: Grãos de hornblenda com pleocroísmo variando desde amarelo pálido até verde-musgo envoltos por matriz granítica com textura granoblástica. Ponto GI-139. ....	37
Figura 27: Diagrama QAP (Streckeisen, 1975): a) losango azul – ortognaisses migmatíticos; quadrado vazio – hornblenda-biotita ortognaisses graníticos; círculo vermelho – hornblenda-granada ortognaisses.....	37
Figura 28: Saibreira com biotita gnaisse intercalado com corpos anfibolíticos tabulares dobrados (cor-de-telha) e quartzito. Foliação principal (bandamento composicional) mergulhando para SE.....	38
Figura 29: Porfiroclasto (no centro), pseudomorfo de feldspato envolto por matriz quartzítica com textura granoblástica. Ponto GI-081.....	41
Figura 30: Grão sigmoidal ( <i>fish</i> ) submilimétrico de muscovita no centro da fotografia. Ponto GI-081.....	41
Figura 31: Granito com fenocristais amendoados de K-feldspato. Ponta da lapiseira com 2cm de comprimento. Ponto GI-081.....	42
Figura 32: Estereogramas da foliação principal $S_2$ (173 medidas). A – Pólos dos planos de foliação; B – Isolinhas de porcentagens. A atitude média é 157/49. A dispersão das medidas foi causada por redobramentos relacionados a fases deformacionais posteriores. ....	44
Figura 33: Estereogramas das lineações $L_2$ (32 medidas). A – Projeção das lineações no hemisfério meridional; B – Isolinhas de porcentagem. O caimento médio das lineações é 224/23.....	44
Figura 35: Dobras intrafoliais apertadas ( $F_2$ ) com eixo subparalelo à lineação estiramento ( $L_2$ ). Ponto GI-177. ....	45
Figura 36: Arcos poligonais ( $F_2$ ) definidos por grãos de biotita recristalizados. Trata-se de um relicto da foliação $S_1$ . Nota-se a interferência de deformação rúptil pela presença de microfraturas preenchidas de minerais opacos, oblíquas à foliação principal (horizontal). Lâmina de granada-sillimanita gnaisse. Corte perpendicular a foliação principal $S_2$ e paralelo a lineação $L_2$ . Ponto GI-218. ....	46

Figura 37: Foliação principal ( $S_2$ ) em gnaiss granitóide. Os porfiroclastos e os vênulos félsicos representam leucossomas deformados. Ponto GI-068.....	46
Figura 38: Foliação $S_2$ definida pelo bandamento composicional. Algumas camadas anfibolíticas estão boudinadas ao longo da foliação principal. Ponto GI-153.....	47
Figura 39: <i>Shear-band</i> $C'$ truncando a foliação $S_2$ e indicando componente sinistral de movimento. Os contornos subédricos dos grãos de biotita indicam recristalização estática ( <i>grain boundary area reduction</i> ). Corte perpendicular a $S_2$ e paralelo a $L_2$ . Ponto GI-112.....	47
Figura 42: Pequena zona de cisalhamento com dobra associada $F_3$ deslocando e defletindo a foliação $S_2$ (bandamento composicional). Bloco de gnaiss granitóide, próximo ao ponto GI-204.....	49
Figura 43: Zona de cisalhamento reversa ( $S_3$ ) com deslocamento sinistral em planta. Ponto GI-030. ....	50
Figura 44: Foliação milonítica $S_3$ em gnaiss granitóide. Nota-se a granulometria muito fina dos grãos de biotita e a granulometria seriada dos grãos de feldspato. Ponto GI-030. ....	50
Figura 46: Porfiroclasto tipo $\delta$ de plagioclásio. Trata-se de um indicador cinemático dextral da fase $D_4$ . Seção paralela a lineação $L_4$ . Ponto GI-038. ....	52
Figura 47: Gráfico de estabilidade das associações minerais do metamorfismo principal em granada-sillimanita gnaisses. O campo de estabilidade indica metamorfismo em fácies anfibolito alto/granolito sob pressão moderada.....	53
Figura 48: Porfiroblasto de granada com grãos prismáticos de sillimanita defletidos ao seu redor. Estas deflexões representam deformação dúctil relacionada a $D_2$ . As microfaturas subverticais preenchidas de minerais opacos são interpretadas como feições deformacionais $D_3$ e/ou $D_4$ .....	54
Figura 49: Gráfico de estabilidade das associações minerais essenciais dos anfibolitos com cpx.....	54
Figura 50: Agregado de clinopiroxênio e hornblenda envolto por matriz anfibolítica com textura granoblástica.....	55
Figura 51: Campo de estabilidade (polígono cinza) a partir da interseção das associações minerais dos granada-sillimanita gnaisses e anfibolitos com cpx. Provavelmente este campo representa a faixa de condições de pressão e temperatura durante o pico do metamorfismo principal. ....	55

Figura 52: Grãos de epidoto anédricos, alinhados ao longo de microfraturas (do canto superior esquerdo ao canto inferior direito), e grãos anédricos de hornblenda actinolítica (Ac) com pleocroísmo verde-azulado substituindo clinopiroxênio..... 56

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre faixas de temperatura estimadas e estruturas deformacionais em agregados quartzo-feldspáticos (compilado a partir de Passchier & Trouw, 1996).....	5
Tabela 2: Composição modal (350 pontos) de seis lâminas dos ortognaisses granitóides.....	23
Tabela 3: Composição modal (350 pontos) de três anfibolitos.....	24
Tabela 4: Estimativa modal dos gnaisses com granada, sillimanita e K-feldspato.....	29
Tabela 5: Estimativa modal dos gnaisses com granada e hornblenda.....	33
Tabela 6: Composição modal (350 pontos) dos gnaisses com hornblenda e biotita.....	36
Tabela 7: Estimativa modal de quartzito e Bt gnaisse.....	40

## ANEXOS

Anexo I – Mapa geológico

Anexo II – Seções geológicas

Anexo III – Mapa de pontos

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Localização da Área

O polígono de mapeamento abrange uma área com aproximadamente 170km<sup>2</sup> na região sul do Estado de Minas Gerais, englobando parcialmente os municípios de Itajubá (Fig. 1) e Piranguçu. A área se encontra na folha topográfica Itajubá (SF23-Y-B-III-3), limitada pelas coordenadas UTM 449000W e 462000W e 7512000S e 7524000S, zona 23 sul. A principal via de acesso à área é a BR-459 (Fig. 2).



Figura 1: Imagem de satélite com as principais capitais próximas à Itajubá, MG.

### 1.2 Objetivos

A principal meta é contribuir para a compreensão da evolução geotectônica da Zona de Interferência entre as faixas móveis Brasília e Ribeira, neoproterozóicas, no sul de Minas Gerais. Desta forma, a individualização entre unidades, estruturas e texturas referentes a cada uma das faixas móveis torna-se a tarefa mais importante e o principal desafio do trabalho. Para tal, foram realizados: mapeamento geológico na escala 1:50.000 (Anexo I), seções geológicas (Anexo II) e mapa de pontos (Anexo III), além de análises estrutural e metamórfica a partir de dados de campo e petrografia.



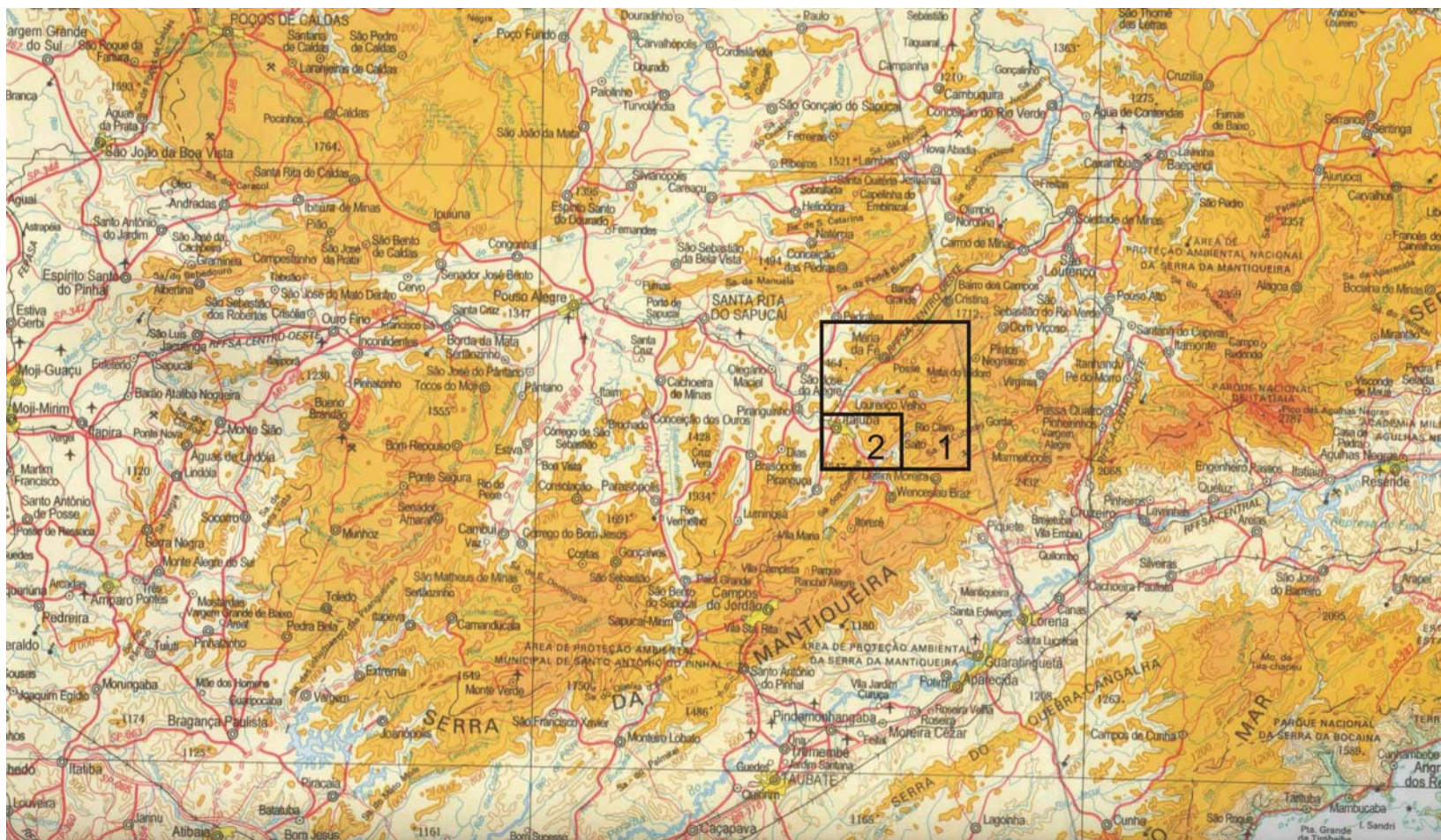


Figura 2: Mapa de localização geográfica da área mapeada (IBGE 1:1.000.000). 1 - Folha Itajubá (IBGE 1:50.000); 2 - polígono de mapeamento.

### 1.3 Material e Métodos

O método de estudo envolve a coleta de dados e interpretação dos mesmos em basicamente duas etapas: trabalhos de campo e atividades em laboratório. Para tais fins, os litotipos encontrados foram organizados em unidades de mapeamento e descritos nas escalas macroscópica (afloramentos e amostras-de-mão) e microscópica (petrografia). Nas descrições macroscópicas, a espessura dos níveis e camadas dos litotipos paraderivados e ortoderivados segue os termos: lâmina <1cm; camadas delgadas 1 – 10cm; médias 10 – 30cm; espessas 30 – 100cm; muito espessas >100cm. A granulometria, em ambas as escalas, segue a convenção (Williams *et al.*, 1985): muito fina < 0,1mm; fina 0,1-1,0mm; média 1-5mm; grossa 5-30mm; muito grossa >30mm. A concentração (% de volume) de minerais máficos será descrita como índice de cor (i.c.) e segue os seguintes termos (Valença, 1997):

- i.c. <5% : rochas hololeucocráticas;
- i.c. 5-30% : rochas leucocráticas;
- i.c. 30-60% : rochas mesocráticas;
- i.c. 60-90% : rochas melanocráticas;
- i.c. >90% : rochas hipermelânicas.

Conforme a necessidade, termos como rochas félsicas (i.c. <40%), rochas máficas (i.c. 40-70%) e rochas ultramáficas (i.c. >70%) também poderão ser utilizados nas descrições.

#### 1.3.1 TRABALHO DE CAMPO

O material utilizado foi basicamente: mapa topográfico (Folha Itajubá 1:50.000; IBGE, 1971) e instrumentos como martelo, bússola, GPS e lupa de 10x. Nesta etapa foram feitas descrições macroscópicas (afloramentos) e mesoscópicas (amostras-de-mão) e coletas de amostras para petrografia. A partir dos dados de campo foram confeccionados o mapa geológico, na escala 1:50.000 (Anexo 1), e as seções geológicas de acordo com a estruturação das unidades de mapeamento (Anexo 2).



### 1.3.2 TRABALHO EM LABORATÓRIO

As atividades foram realizadas nas dependências do Departamento de Geologia da UFRJ. No Laboratório de Laminação foram confeccionadas lâminas delgadas para análises petrográfica e microtectônica, realizadas com auxílio de microscópio binocular Zeiss Axioplan 2. As correlações temporais entre eventos de deformação e de metamorfismo foram feitas a partir de petrografia e microtectônica.

#### *Petrografia e Microtectônica*

Os cálculos de composição foram realizados por: contagem modal (350 pontos) e estimativa modal (5 visadas). Os nomes dos minerais foram abreviados segundo a simbologia proposta por Kretz (1983). As letras **Q**, **A** e **P** nas tabelas de composição correspondem a porcentagens recalculadas de quartzo, álcali-feldspato e plagioclásio, respectivamente, a serem plotadas no diagrama ternário QAP (Streckeisen, 1975). O grau de desenvolvimento de faces cristalinas em grãos minerais foi classificado conforme a natureza do processo: *euédricos* (bem desenvolvidas), *subédricos* (algumas faces bem desenvolvidas e outras irregulares) e *anédracos* (ausência de faces bem desenvolvidas) em rochas metamórficas e *idiomórficos*, *hipidiomórficos* e *xenomórficos* em rochas ígneas. Nas descrições, os diferentes graus de milonitização estão classificados de acordo com a relação entre as porcentagens de porfiroclastos e de matriz recristalizada (Spry, 1969; Sibson 1977): *protomilonitos* para rochas com 10-50% de matriz; *milonitos* 50-90%; *ultramilonitos* >90%. Quanto ao grau metamórfico dos milonitos estudados, as faixas de temperatura estimadas para a geração e/ou superposição de tramas tectônicas em rochas quartzo-feldspáticas (e.g. granitóides) segue a proposta de Passchier & Trouw (1996) e está detalhada na tabela abaixo. Os demais termos encontrados nas descrições estão ilustrados em figuras e fotografias.

## AGREGADOS QUARTZO-FELDSPATICOS

Condições	Faixa de Temperatura (°C)	Comportamento	Estruturas
muito baixo grau	<300	rúptil	fraturamento (cataclase); feldspato menos resistente que o quartzo
baixo grau	300-400	dúctil/rúptil	abundantes subgrãos, novos grãos & extinção ondulante; manto-e-núcleo ( <i>augen</i> ) em feldspatos; <i>ribbons</i> poliminerálicos;
médio a alto grau	400-700	dúctil	transição gradual entre mantos de novos grãos e núcleos reliquiares em agregados; raros <i>augen</i> feldspatos
alto grau	>700	dúctil	contatos curvos entre grãos definindo agregados com formas lobada, cúspide e amebóide

Tabela 1: Relação entre faixas de temperatura estimadas e estruturas deformacionais em agregados quartzo-feldspáticos (compilado a partir de Passchier & Trouw, 1996).

## 2. GEOLOGIA REGIONAL

As considerações abaixo são uma síntese do conhecimento da evolução geológica na região sul de Minas Gerais. A nomenclatura utilizada segue basicamente a que foi proposta por Ribeiro et al. 1995, Paciullo et al. 2000, Trouw et al. 2000, Campos Neto & Caby 2000, e Heilbron et al. 2004. As demais referências serão citadas conforme a necessidade.

### 2.1 Evolução Geotectônica

#### 2.1.1 PROVÍNCIA MANTIQUEIRA

Esta província geológica (Figura 3), também tratada como Sistema Orogênico Mantiqueira, abrange cerca de 700.000 km<sup>2</sup> do Continente Sul-Americano nas regiões sul e sudeste do Brasil, ao longo de aproximadamente 3000 km de corpos rochosos justapostos pela Orogênese Brasileira. Tal sistema é composto pelos orógenos (faixas móveis) Araçuaí, Ribeira e Dom Feliciano (Figura 4), além da Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira (Trouw *et al.*, 1994). Neste contexto, os eventos ocorreram de forma diacrônica. As tafrogenias, seguidas da formação de orógenos acrescionários, e as colisões dos tipos continente-continente e continente-arco-de-ilha estão registrados por toda a província. Os registros de metamorfismo e magmatismos pré, sin e pós-colisionais, indicam que a Orogênese Brasileira, colagem dos blocos crustais oriundos da quebra

toniana do supercontinente Rodínia (Brito Neves, 1999), ocorreu num intervalo de ca. 400 Ma (880 Ma – 480 Ma). Estes eventos desempenharam um papel importante na configuração geográfica da porção ocidental do paleocontinente Gondwana (Figura 4).

Da assembléia de continentes (eg. Placas Sanfranciscana e Parapanema) e oceanos (eg. Adamastor & Goianides) envolvidos nesta orogênese, restam no Sul de Minas registros de sedimentação plataformar intracratônica em domínio autóctone (eg. Megasseqüências São João Del Rei e Carandaí), *nappes* de metassedimentos neoproterozóicos plataformais (Megasseqüência Andrelândia) e embasamento (pré 1,7 Ga), e um grande domínio alóctone, denominado *Nappe* Socorro-Guaxupé (Figuras 5 & 7), que corresponde a um arco-magmático cordilheirano desenvolvido na margem da Placa Parapanema durante o Criogeniano/Ediacariano.

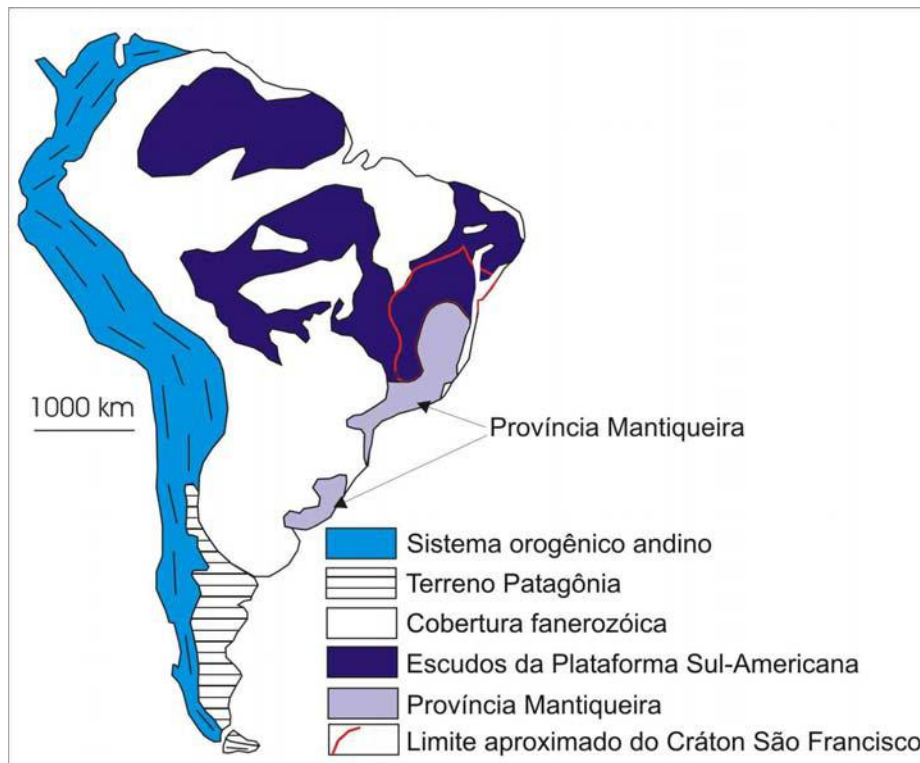


Figura 3: Mapa tectônico simplificado da América do Sul (Heilbron *et al.*, 2004).

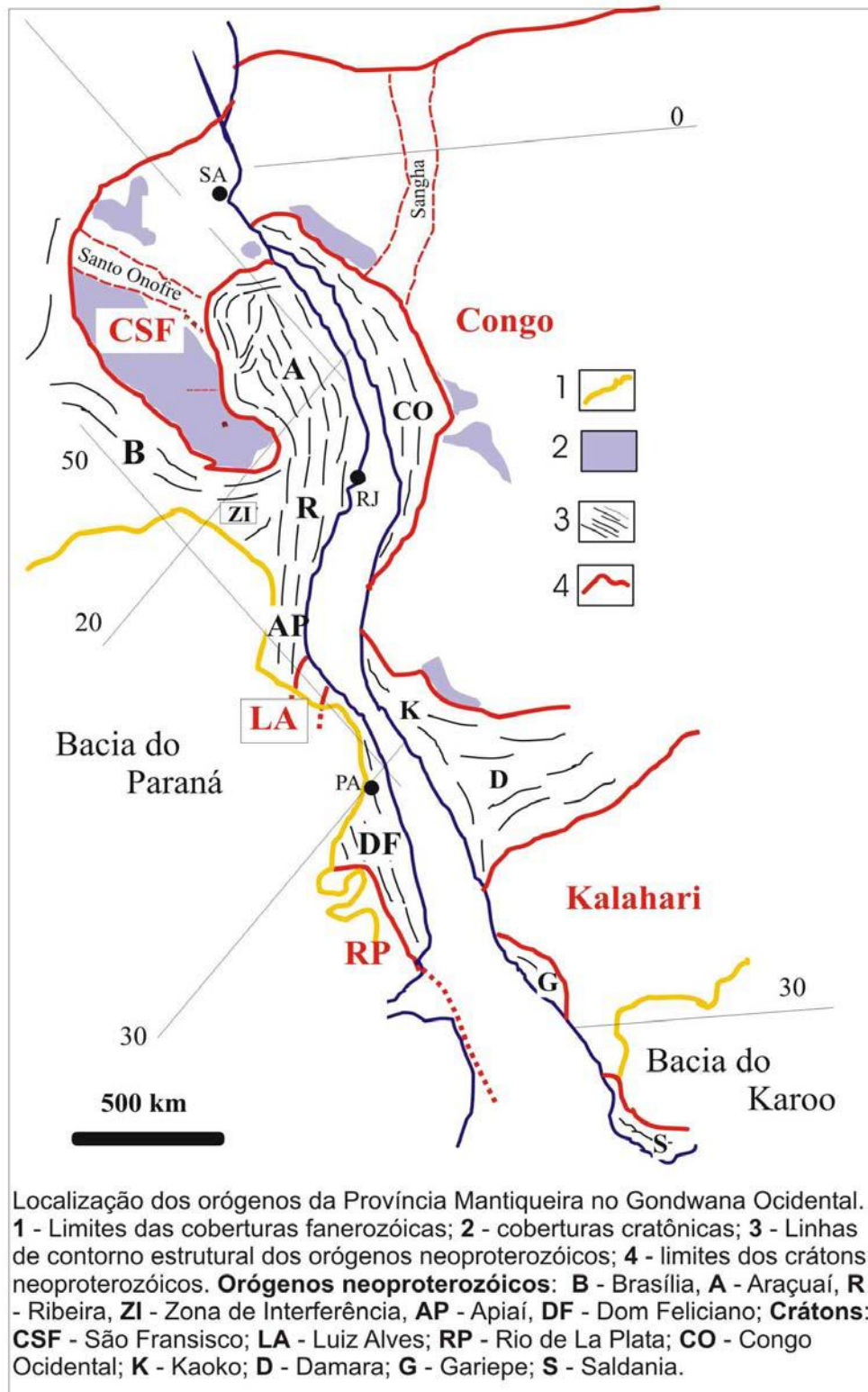


Figura 4: Arranjo paleogeográfico do Gondwana Ocidental (Heilbron *et al.*, 2004).

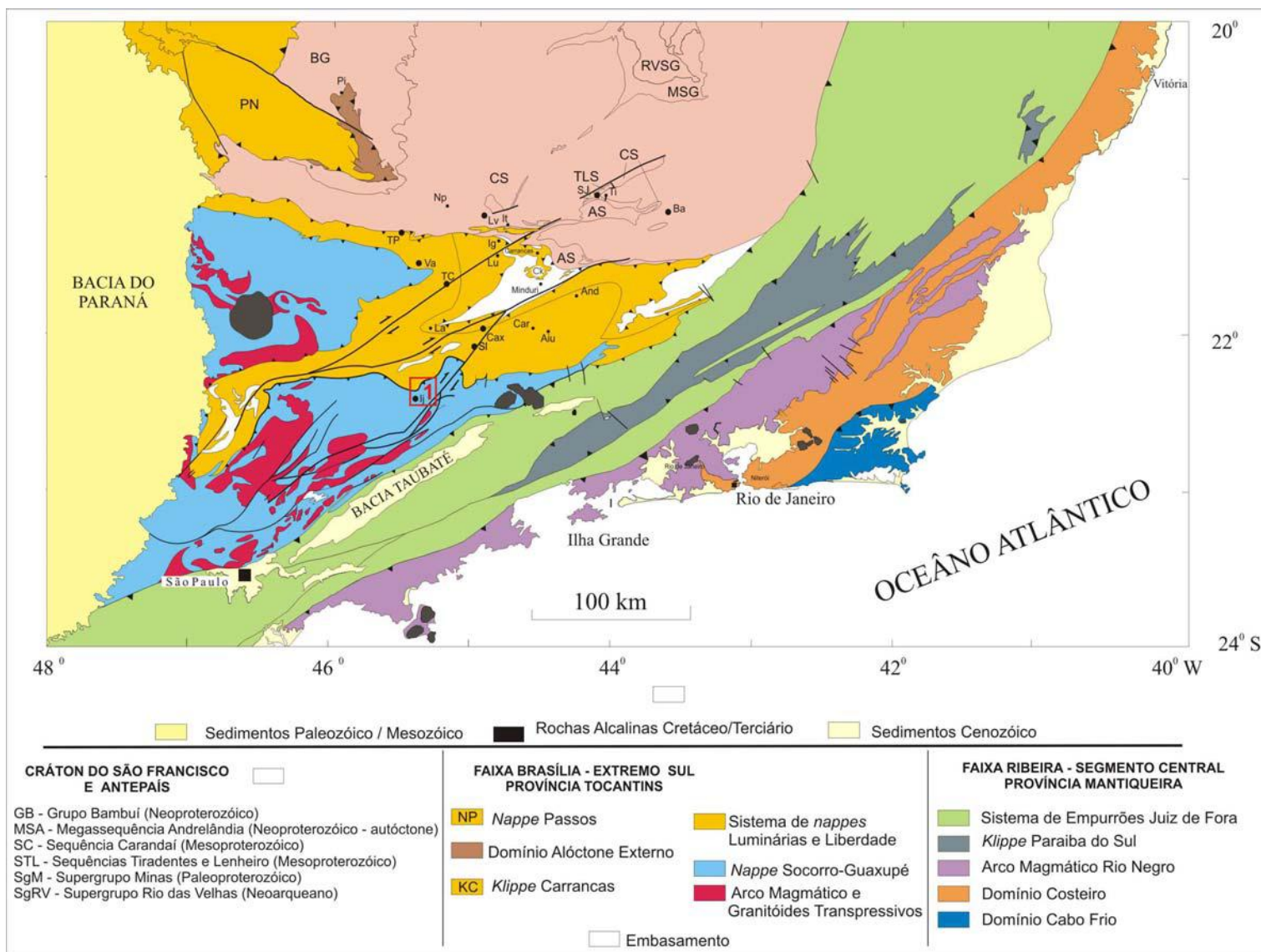


Figura 5: Mapa tectônico simplificado da região sudeste do Brasil (Trouw et al., 2000). Simbologia: 1 - Folha Itajubá (1:50.000); cidades: TP - Três Pontas; Lv - Lavras; It - Itumirim; Va - Varginha; TC - Três Corações; Lu - Luminárias; Ig - Ingaí; SJ - São João Del Rei; Ti - Tiradentes; Ba - Barbacena; And - Andrelândia; Aiu - Aiuruoca; Car - Carrancas; Cax - Caxambu; La - Lambarí; SI - São Lourenço; Ij - Itajubá; Pi - Piumhi; Np - Nepomuceno.

### 2.1.2 ORÓGENO BRASÍLIA SUL

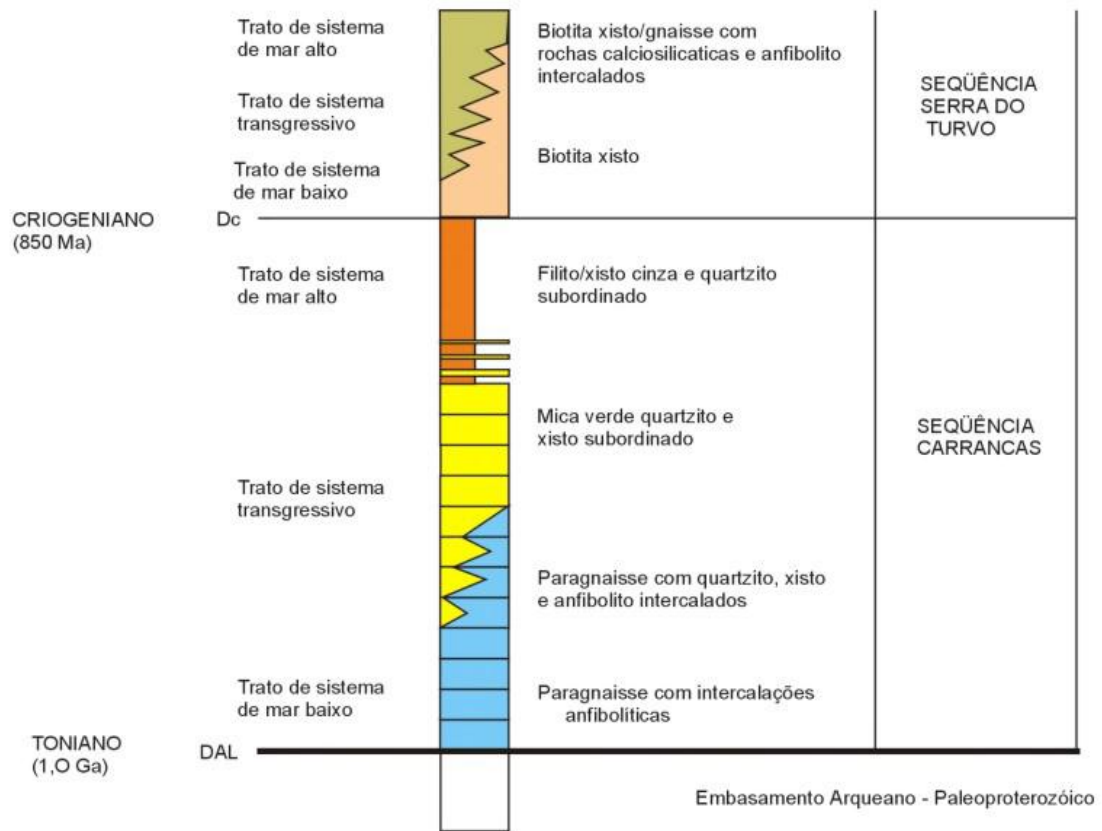
A extremidade sul deste orógeno (Figura 7), também conhecido como Faixa Brasília, consiste de um empilhamento de *nappes*, estruturadas segundo ENE-WSW e vergentes para E-ESE, sobre a margem sul do Cráton do São Francisco (Figura 5). Este empilhamento foi gerado pela convergência entre as paleoplacas Paranapanema e Sanfranciscana. Constituindo este empilhamento tectônico, há dois conjuntos distintos de *nappes* (Figura 5): as *nappes* inferiores, compostas por metassedimentos da Megassequência Andrelândia (Paciullo *et al.*, 2000) e lascas de seu embasamento que variam desde fácies xisto-verde até fácies granulito de alta pressão (*e.g.* *Nappe* de Passos e Sistema de *Nappes* Luminárias-Liberdade); e as superiores, constituídas por rochas metaígneas e metassedimentares, desde fácies anfibolito alto até fácies granulito de alta temperatura, relacionadas com o arco magmático cordilheirano que se desenvolveu na margem da Paleoplaca Paranapanema (*Nappe* Socorro-Guaxupé) durante o fechamento da Bacia Andrelândia. Os eventos mais antigos, pré-colisionais, datam de *ca.* 670 Ma na *Nappe* Socorro-Guaxupé (Campos Neto *et al.* 2004) e os mais novos, colisionais, datam de 580 Ma em ambas as pilhas de *nappes*.

#### *Megassequência Andrelândia*

Na margem sul-sudoeste da paleoplaca Sanfranciscana desenvolveu-se, em margem passiva, a Megassequência Andrelândia [1,0 - 0,6 Ma]. Esta é representada por rochas metassedimentares (xistos, gnaisses, quartzitos, gonditos e calcisilicáticas) e meta-ígneas máficas (anfibolitos) subordinadas. Seus registros encontram-se predominantemente em domínios autóctone e alóctone do Orógeno Brasília Sul, em graus metamórficos que variam desde fácies xisto-verde até fácies granulito de alta pressão (cianita-K-feldspato granulitos).

Paciullo *et al.* (2003) subdividiu a Megassequência Andrelândia nas seguintes seqüências: Carrancas, inferior, e Serra do Turvo, superior (Figura 6). A Seqüência Carrancas é constituída, da base para o topo, por paragneisses bandados com intercalações anfibolíticas; paragneisses bandados intercalados com anfibolitos; quartzitos e filitos cinzentos; quartzitos com intercalações delgadas de xistos, ambos ricos em mica verde;

e filitos e xistos cinzentos intercalados com quartzito. A Seqüência Serra do Turvo, em desconformidade sobre unidades da Seqüência Carrancas e do embasamento (pré 1,7 Ma), é constituída na base por biotita xistos homogêneos e no topo por biotita xistos/gnaisses com intercalações anfibolíticas, gonditos e calcissilicáticas.



DAL - discordância angular e litológica; Dc - desconformidade.

Figura 6: Estratigrafia e litologias da Megasseqüência Andrelândia (Paciullo *et al.* 2003).



### *Nappe Socorro-Guaxupé (NSG)*

Trata-se, segundo Campos Neto & Caby (2000), de um grande domínio alóctone, vergente para E-NE em direção à margem sul-sudeste do Cráton do São Francisco, que consiste em três níveis principais: Inferior, Intermediário e Superior. A **Unidade Inferior** é constituída por Opx-Cpx-Amp-Bt±Grt granulito-gnaisses bandados, esverdeados, enderbíticos a charno-enderbíticos, 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 anfiboitos e bandas estromáticas leucotonalíticas/trochjemíticas. A **Unidade Intermediária** é caracterizada por Hbl-Bt-Cpx gnaisses migmatíticos, dioríticos a tonalíticos, que gradam lateralmente para granitos porfiríticos deformados de origem anatética. A **Unidade Superior** é caracterizada pela 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 segmentada em dois lobos principais: Guaxupé ao norte e Socorro ao sul, separados por uma megaestrutura antiformal e por zonas de cisalhamento (Figura 7). Em ambos os lobos, é possível reconhecer a foliação metamórfica principal, predominantemente recumbente, mas que pode também ocorrer redobrada e reestruturada segundo NE-SW, como no caso da *Nappe Socorro*, inserida na Zona de Interferência.

As idades, compiladas em Campos Neto *et al.* (2004), registram atividade ígnea, alcalina a calcialcalina, em arco magmático do tipo cordilheirano (Campos Neto & Figueiredo, 1995) a ca.670-650Ma e metamorfismo de caráter colisional a ca.630-610Ma.



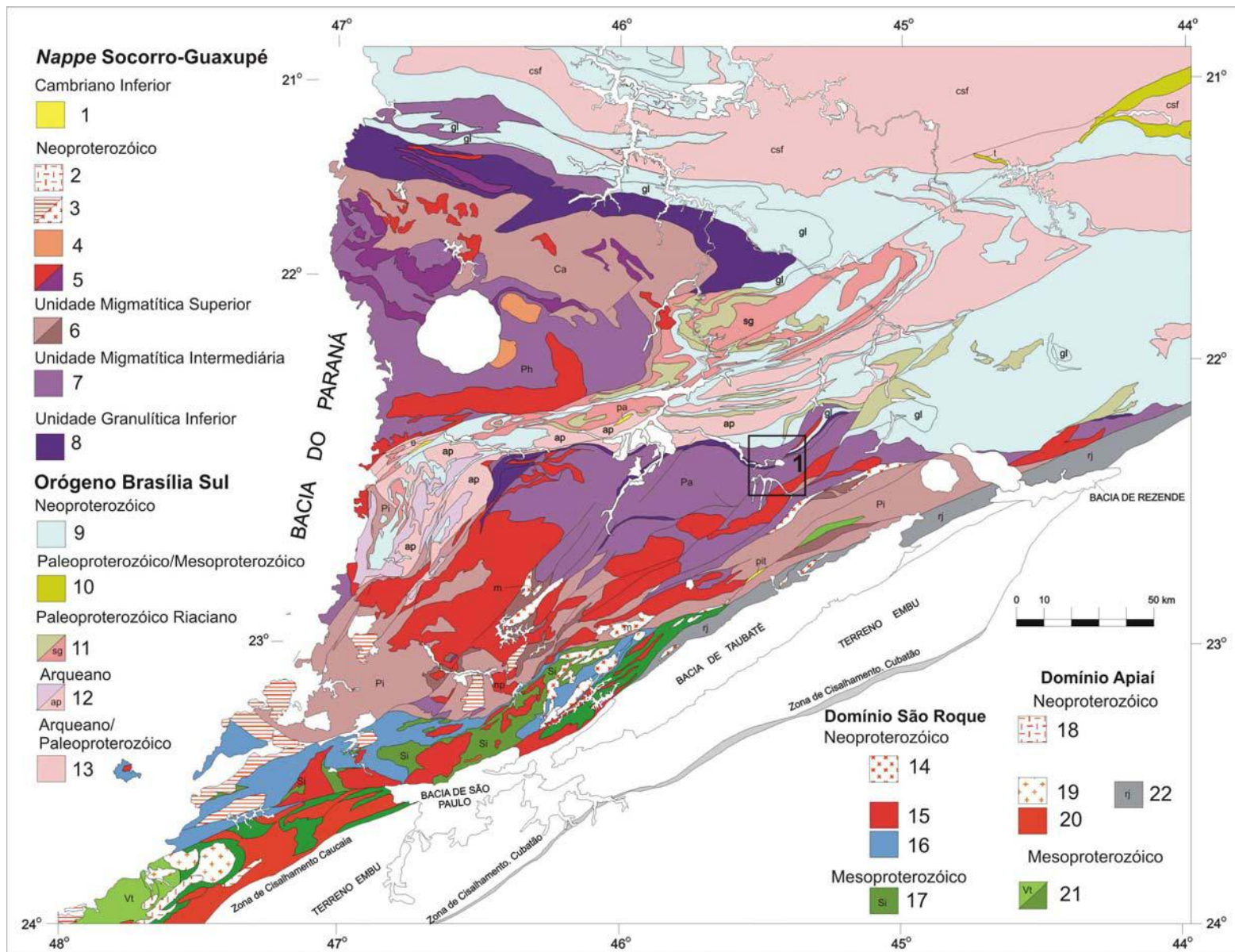


Figura 7: Mapa Geológico da *Nappe* Socorro-Guaxupé e do Domínio São Roque (Heilbron *et al.*, 2004). 1 – Folha Itajubá; legenda na página seguinte.

Legenda da Figura 7:

*Nappe Socorro-Guaxupé (1-8)*

1 – Fm Pico do Itapeva (**pit**) e correlatos no Domínio Andrelândia (e-Fm Eleutério, pa-Fm Pouso Alegre); 2 – Granitos tipo-A; 3 – Província Granítica Itu (Série jotunito-mangerito **m** e granitos 585-590 Ma; 4 – Sienitos Capituva e Pedra Branca (ca. 610 Ma); 5 – Hbl-Bt ortognaisses cálcio-alcálicos porfirítico-porfiroclásticos, Grt-Bt granitos (**np**) e ortognaisses mangerítico-graníticos (620-630 Ma); 6 – Gnaisses e migmatitos estromáticos com mesossoma metassedimentar, Complexos Piracaia (**Pi**) e Caconde (**Ca**). Ortognaisses tonalito-granodiorito-graníticos (640-655 Ma). 7 – Gnaisses diatexíticos de composição granítica metaluminosa. Complexos Pinhal (**Ph**) e Paraisópolis (**Pa**); 8 – Granada granulitos básicos e enderbitos gnáissicos;

*Órógeno Brasília Sul e Cráton do São Francisco (9-13)*

9 – *Nappes* de seqüências metassedimentares neoproterozóicas, (**gl**) *Nappes* de granulitos a cianita; 10 – Grupo São João Del Rei e Fm Tiradentes (**t**); 11 – Ortognaisses tonalito-granodioríticos. Complexos São Gonsalo e Sapucaí (**sg**); Tonalitos Serra Negra (Neoarqueano) Complexo Amparo (**ap** – Mesoarqueano); 13 – Complexos ortognaissicos e migmatíticos, incluindo a borda sul do Cráton São Francisco (**csf**).

*Domínio São Roque*

14 – Granitos; 15 – Hbl-Bt granitóides porfiríticos, calcioalcalinos potássicos; 16 – Grupo São Roque; 17 – Grupo Serra do Itaberaba; Domínio Apiaí: 18 – Sienogranitos tipo-A; 19 – Ms-Bt granitos e granodioritos; 20 – Hbl-Bt granitóides porfiríticos, calcioalcalinos potássicos; 21 – Fm Votuverava (**vt**). Micaxistos transicionando a gnaisses e migmatitos, estruturados na direção NE; 22 – Faixa Milonítica Rio Jaguari.

### 2.1.3 ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE AS FAIXAS BRASÍLIA E RIBEIRA

A síntese do assunto está baseada no contexto dos Estágios Orogênicos Brasileiros de Trouw *et al.* (1994, 2000) e as unidades aqui mencionadas estão no mapa tectônico da Figura 5.

Localizada na borda meridional do Cráton do São Francisco (Figura 4), é caracterizada pela interferência de eventos metamórficos e fases de deformação relacionadas à Faixa Ribeira sobre estruturas e associações metamórficas na extremidade sul da Faixa Brasília.

O primeiro estágio colisional, também denominado Brasileiro I por Campos Neto & Figueiredo (1995), ocorreu entre 670 e 600 Ma e refere-se ao fechamento do Oceano Brazilides com subducção para W da Paleoplaca Sanfranciscana sob a Paleoplaca Paranapanema e formação de arco magmático cordilheirano (NSG) na margem da placa superior e subsequente colisão entre os respectivos blocos continentais, resultando na estruturação N-S da Faixa Brasília. O segundo estágio ocorreu entre 630 e 520 Ma e se refere ao fechamento do Oceano Adamastor com subducção para SE da Placa Sanfranciscana sob a Microplaca Serra do Mar e colisão entre os respectivos continentes, promovendo a primeira estruturação NE-SW da Faixa Ribeira. O terceiro e último estágio orogênico é caracterizado pelo fechamento cambro-ordoviciano da Bacia Búzios e subsequente cavalgamento do Domínio Cabo Frio sobre o Domínio Costeiro, entre 520 e 480Ma. Estes dois últimos estágios provocaram interferência estrutural e metamórfica na extremidade sul da Faixa Brasília e foram agrupados por Campos Neto & Figueiredo (1995) na Orogenia Rio Doce.

## 2.2 Evolução Estrutural

Esta síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

Pode-se entender a evolução estrutural da região no contexto de quatro fases deformacionais. As primeiras,  $D_{B1}$  e  $D_{B2}$ , referentes à Faixa Brasília, geraram *nappes (fold related)* sin-metamórficas com transporte tectônico para ESE e E/ENE, respectivamente (e.g. Sistema de *Nappes* Luminárias e Liberdade, *Nappes* Varginha & Socorro-Guaxupé; ver Figuras 5 & 8), durante o primeiro estágio colisional Brasileiro. Estes eventos geraram dobras apertadas a isoclinais com eixos subparalelos à lineação de estiramento E-W (Figura 8). Em seguida, inicia-se a sobreposição de estruturas e tramas relativas aos segundo e terceiro estágios colisionais Brasileiros sobre as unidades tectônicas da Faixa Brasília em um padrão condizente com o modelo de colisão oblíqua. Os eventos  $D_{R1}$  e  $D_{R2}$ , referentes à deformação principal na Faixa Ribeira, geraram estruturas (e.g. redobramentos & zonas de cisalhamento reversas) com vergência para NNW rumo ao Cráton do São Francisco. Em relação aos eventos finais, observa-se claramente redobramentos assimétricos abertos nas *nappes* da Faixa Brasília e zonas de cisalhamento N-S (Figuras 5 & 8) que foram gerados na fase  $D_{R3}$ . Outra superposição foi causada por  $D_{R4}$  e representa uma compressão E-W que gerou dobras subverticais com eixo N-S e duas famílias de zonas de cisalhamento, NE-SW bem desenvolvidas e NW-SE discretas, ambas subverticais. Os eventos  $D_{R3}$  e  $D_{R4}$  representam o segundo estágio colisional e estão registrados ao longo do extremo sul da Faixa Brasília. A fase  $D_{R4}$  provavelmente está relacionada ao terceiro e último estágio colisional Brasileiro, caracterizado pelo cavalgamento do Domínio Cabo Frio sobre o Domínio Costeiro.

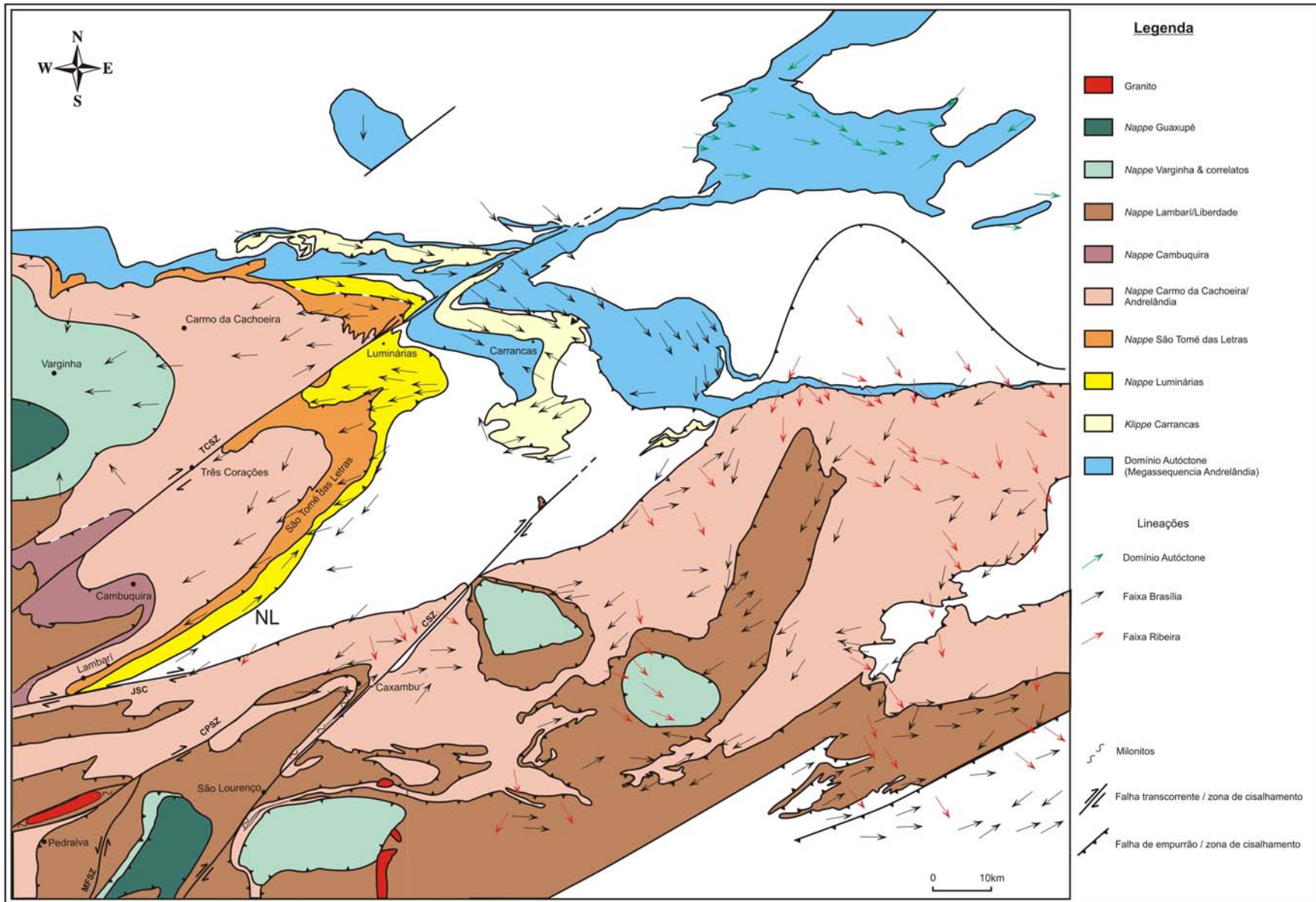


Figura 8: Mapa tectônico-estrutural da Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira (Paciullo, 1997).

### 2.3 Evolução Metamórfica

Esta síntese está baseada em Trouw *et al.* (2000).

O metamorfismo referente ao primeiro estágio colisional ( $M_B$ ) é do tipo Barroviano e contemporâneo à formação das *nappes* da Faixa Brasília. O grau metamórfico varia desde fácies xisto-verde médio no domínio autóctone (Figura 9), passando por fácies anfibolito e atingindo fácies granulito de pressão alta nos domínios alóctones (Figura 9). O metamorfismo de pressão alta é caracterizado por associações Ky-Kfs em metassedimentos e Cpx-Grt-Qt em metamáficas (Ribeiro *et al.*, 1995; Trouw *et al.*, 2000). O grau metamórfico cresce gradativamente em direção às *nappes* superiores, como no caso da Figura 9, onde as *nappes* Varginha e Socorro-Guaxupé se sobrepõem ao Sistema de *Nappes* Luminárias e Liberdade. Essa inversão é de caráter pós-metmórfico (pós  $M_B$ ) e relacionada a uma colisão E-W.

O segundo estágio colisional, referente à Faixa Ribeira, registrou metamorfismo ( $M_R$ ) de pressão intermediária em grande parte da extremidade sul da Faixa Brasília. Esta superposição de eventos pode ser observada na Figura 9, onde se observa que as isógradas sin-tectônicas Ribeira invadem grande parte das unidades da Faixa Brasília, vindas de sul para norte.

O terceiro, e último estágio colisional, está registrado principalmente na Sucessão Búzios e caracterizado por associações que incluem cianita, granada, sillimanita e K-feldspato e que apresentam afinidade com a foliação principal (Heilbron *et al.*, 1982 *apud* Trouw *et al.*, 2000). A princípio, não há registro de interferências desta natureza nos domínios da Faixa Brasília.



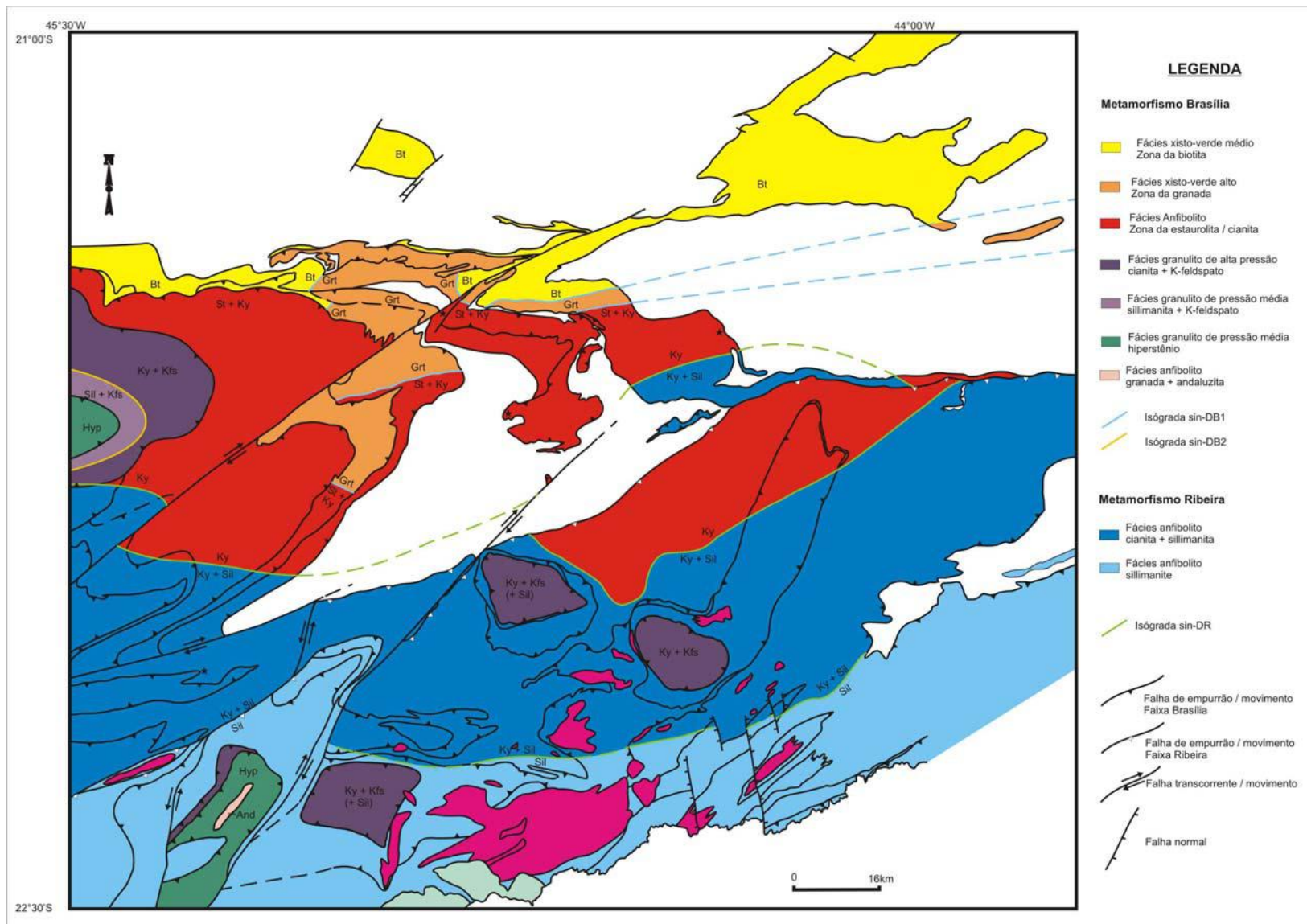


Figura 9: Mapa metamórfico simplificado da Zona de Superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira (Peternel, 2005). Simbologia das associações minerais segundo Kretz (1983).

### **3. GEOLOGIA DA ÁREA**

#### **3.1 Unidades de Mapeamento**

Os litotipos encontrados foram organizados em cinco unidades de mapeamento, que representam associações litológicas de caráter co-genético, representáveis graficamente na escala do mapeamento (1:50.000).

##### **3.1.1 ORTOGNAISSES MIGMATÍTICOS COM ANFIBOLITOS**

Esta unidade abrange aproximadamente 48km<sup>2</sup> da área mapeada e é predominantemente constituída por Bt-(±Hbl) gnaisses granitóides migmatíticos com intercalações anfibolíticas. Ao norte da área ocorrem também Hbl-Bt gnaisses porfíricos, oftálmicos, com granadas milimétricas e foliação de caráter contínuo. A estrutura migmatítica predominante é do tipo estromática, definida por intercalações, laminares a espessas, entre níveis hololeucocráticos, quartzo-feldspáticos, e níveis leucocráticos a mesocráticos de Bt-(±Hbl) gnaisses. Os corpos anfibolíticos têm granulometria fina e podem ser tabulares delgados (Fig. 10) ou nodulares intrafoliais (Fig. 13) com dimensões decimétricas a métricas.





Figura 10: Corpo tabular dobrado de anfibolito intercalado em gnaiss granitóide bandado. Fotografia orientada E - W. Ponto GI-015.



Figura 11: Leucossomas estromáticos em gnaiss granitóide no Pico da Pedra Aguda. Bandamento composicional mergulhando para sul. Martelo com 30cm de comprimento. Ponto GI-195.





Figura 12: Bloco de gnaiss migmatítico estromático com leucossoma rico em K-feldspato róseo e quartzo. Pedreira Morro Grande. Ponto GI-032.



Figura 13: Nível intrafolial de migmatito estromático, diatexítico, com corpos anfibolíticos. Marreta com 40cm. Ponto GI-033.

## *Petrografia*

**Gnaisses granitóides** Estas rochas têm granulometria variando desde muito fina até fina a média em porções menos deformadas. A textura é inequigranular interlobada nos domínios poliminerálicos e equigranular poligonal (granoblástica) nos domínios monominerálicos (Fig. 14). A foliação é de caráter contínuo, definida pela orientação preferencial de agregados alongados de quartzo policristalino e trilhas de biotita. As associações mineralis têm principalmente quartzo, plagioclásio e K-feldspato em proporções modais que variam desde tonalitos até granitos (Fig. 27), e mineralis máficos, como biotita, anfibólios e mineralis opacos, em concentrações subordinadas (Tab. 2). Os mineralis acessórios e traço são: zircão, titanita, epidoto, clorita e muscovita. O quartzo ocorre principalmente em agregados alongados, muito finos a finos, com limites irregulares e dimensões maiores que chegam a 1cm. Os agregados são compostos, no núcleo, por grãos maiores com extinção ondulante e subgrãos, que gradam lateralmente para agregados de novos grãos com formas poligonais. O plagioclásio é oligoclásio (An~15) em grãos anédricos com dimensões que chegam a 3mm, lamelas de geminação polissintética acunhadas e/ou dobradas, antipertitas, bordas mirmequíticas. O K-feldspato é microclina, que ocorre em geral como porfiroclastos (Fig. 15) que chegam a 2cm ou na matriz em grãos anédricos com 1mm no máximo, ambos com extinção ondulante, pertitas e geminações tartan e Carlsbad. A biotita ocorre na matriz e inclusa nos feldspatos, em grãos com dimensões que variam desde menores que 0,1mm, na matriz, até 2mm, quando em inclusões. Os anfibólios presentes são: hornblenda em grãos anédricos com até 2mm e pleocroísmo verde-musgo a verde pálido; e hornblenda actinolítica (Act) em grãos anédricos, menores que 500µm, com pleocroísmo verde pálido a verde-azulado escuro. É comum a presença de inclusões anédricas de mineralis opacos nos anfibólios. Os mineralis opacos, quando presentes na matriz, são subédricos em prismas curtos e apresentam dimensões maiores que não ultrapassam 1,5mm. Variedades anédricas de opacos também podem ser observadas associadas à titanita. A titanita ocorre anédrica ao redor de opacos e subédrica na matriz, onde não ultrapassa 0,5mm. O zircão em geral é anédrico com dimensões que não ultrapassam 0,1mm na matriz e incluso em

grãos de biotita e feldspato. A apatita ocorre em grãos anédricos que não ultrapassam 0,5mm. A allanita é rara e ocorre manteada por epidoto, que ocorre intersticial na presença de plagioclásio. A clorita ocorre anédrica, restrita à micro-descontinuidades em minerais máficos, como ranhuras de clivagem da biotita, e há raros grãos anédricos de muscovita em contato com feldspatos e biotita.

GNAISSES GRANITÓIDES						
Minerais	GI-012c	GI-032	GI-057	GI-065	GI-077	GI-220
<b>Act</b>	14	-	-	-	-	-
<b>Aln</b>	-	-	-	tr	-	-
<b>Ap</b>	tr	tr	tr	tr	tr	0,3
<b>Bt</b>	12,2	14	11,3	25,6	9	16,3
<b>Chl</b>	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<b>Ep</b>	-	-	-	tr	-	tr
<b>Hbl</b>	-	-	-	-	4	16,3
<b>Kfs</b>	-	26,5	36,6	9,3	25,6	-
<b>Ms</b>	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<b>Opacos</b>	1,7	tr	2,6	2	tr	1
<b>Pl</b>	48	33,7	19,6	42	25,6	56
<b>Qtz</b>	24	25,7	29,6	20,6	33,6	10
<b>Ttn</b>	tr	tr	tr	0,3	tr	tr
<b>Zrn</b>	tr	tr	0,3	tr	tr	tr
<b>Q</b>	33	30	34	29	40	15
<b>A</b>	0	31	43	13	30	0
<b>P</b>	67	39	23	58	30	85

Tabela 2: Composição modal (350 pontos) de seis lâminas dos ortognaisses granitóides.

**Anfibolitos** Têm granulometria fina, textura inequigranular poligonal (granoblástica) e foliação contínua, mal desenvolvida, definida pela orientação preferencial de grãos inequidimensionais de biotita e hornblenda. A mineralogia essencial é composta por anfibólios e plagioclásio, com clinopiroxênio, biotita e minerais opacos subordinados. Os minerais acessórios e traço são basicamente: apatita, clorita, epidoto, titanita e calcita. Os anfibólios presentes são: hornblenda com pleocroísmo variando de marrom a verde-musgo (Fig. 16) em grãos subédricos inequidimensionais (prismas curtos <1mm); e hornblenda actinolítica (Act), submilimétrica, em grãos anédricos com pleocroísmo variando de verde pálido a verde-azulado escuro, substituindo clinopiroxênio e hornblenda. O plagioclásio é oligoclásio (An~15) em grãos anédricos com até 1mm, que apresentam lamelas de geminação acunhadas e dobradas. O clinopiroxênio ocorre em agregados de

grãos anédricos com até 2mm de dimensão maior com muitas inclusões anédricas de minerais opacos. A biotita ocorre anédrica, associada com hornblenda, ou localmente subédrica, recristalizada e discordante da foliação principal, em ambos os casos com dimensões que não ultrapassam 1mm. A apatita é subédrica, com dimensões que não ultrapassam 500µm e ocorre tanto na matriz quanto inclusa em plagioclásio. O epidoto ocorre subédrico, quando restrito a micro-descontinuidades oblíquas à foliação, e anédricos, quando em mantos simplectíticos ao redor de grãos de plagioclásio. A clorita ocorre anédrica em interstícios, microdescontinuidades oblíquas à foliação e em ranhuras de clivagem de biotita. A titanita ocorre geralmente anédrica em mantos ao redor de minerais opacos e pode ocorrer raramente subédrica na matriz. Carbonato, no caso calcita, pode ocorrer como produto de alteração de plagioclásio.

ANFIBOLITOS			
Minerais	GI-012a	GI-012b	GI-066
<b>Act</b>	25	25	3
<b>Ap</b>	0,5	0,2	1
<b>Bt</b>	0,2	1	6,2
<b>Cal</b>	tr	tr	-
<b>Chl</b>	tr	tr	tr
<b>Cpx</b>	-	29,2	1,2
<b>Ep</b>	5,7	6,7	tr
<b>Hbl</b>	42,7	9,7	41
<b>Opacos</b>	tr	1,7	2,7
<b>Pl</b>	25,5	25,7	44,7
<b>Ttn</b>	0,2	0,5	tr

Tabela 3: Composição modal (350 pontos) de três anfibolitos.



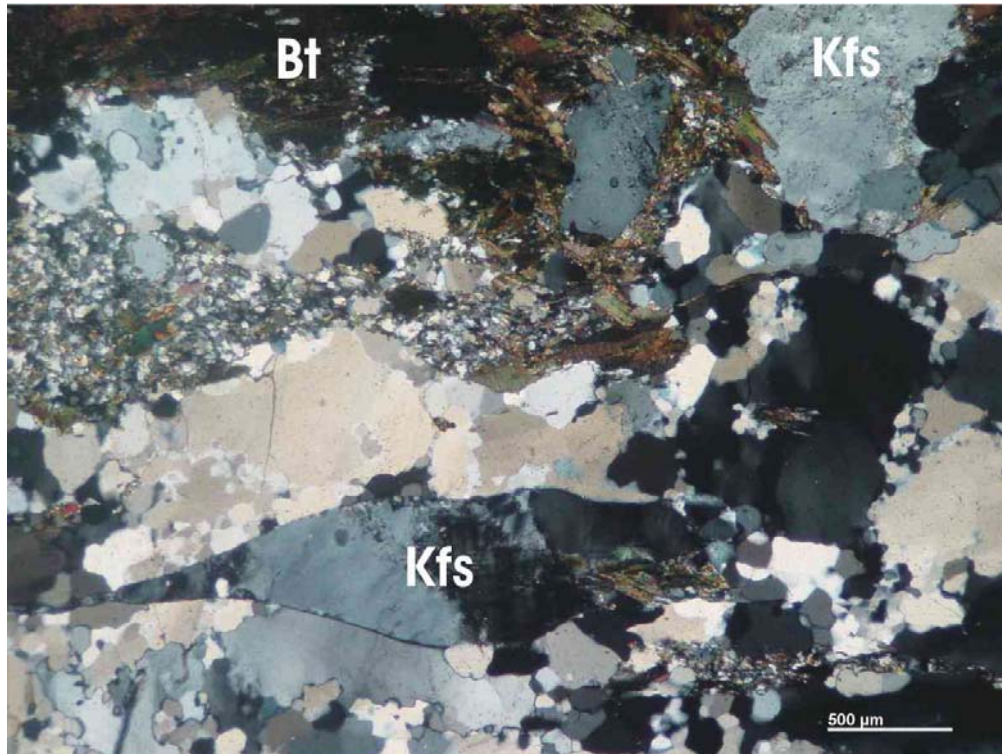


Figura 14: Porfiroclastos de K-feldspato envoltos por agregados policristalinos de quartzo com textura inequigranular interlobada e agregados poliminerálicos de biotita e feldspato.

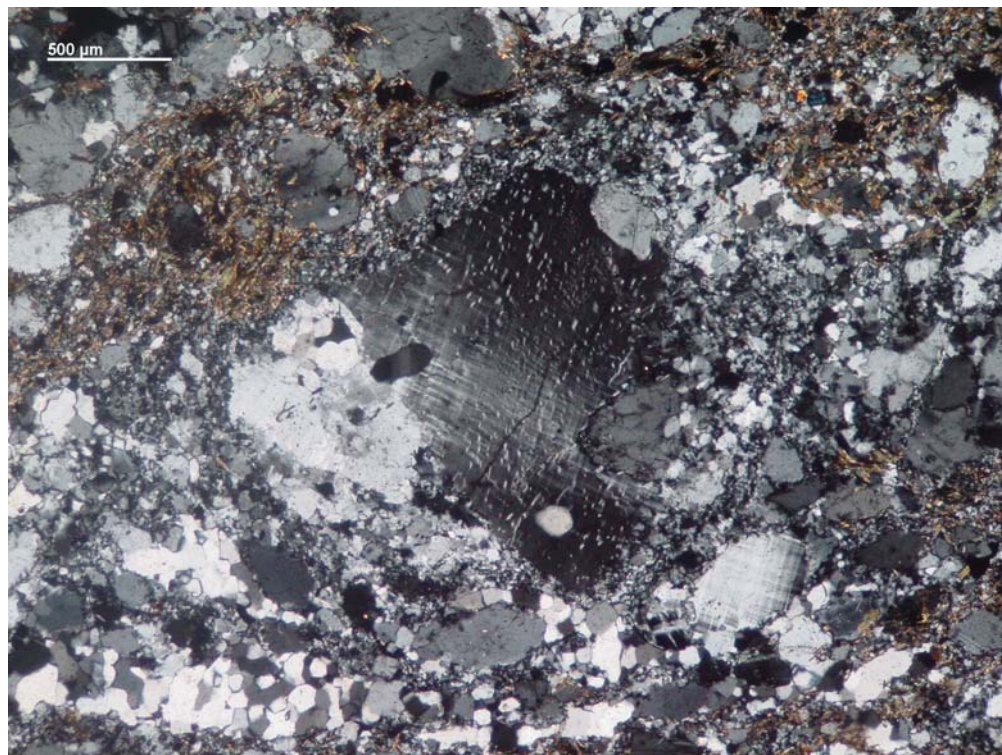


Figura 15: Porfiroclasto de microclina (no centro) peritítica com estrutura manto-e-núcleo e inclusões de quartzo. A matriz tem composição granítica e textura seriada interlobada.



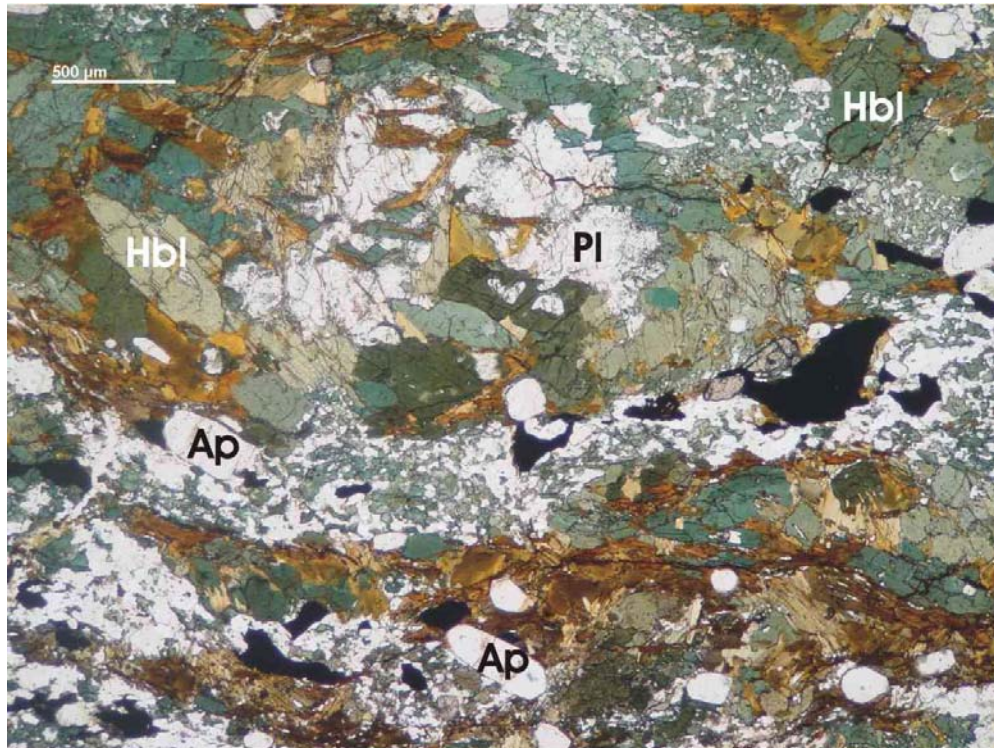


Figura 16: Metadiorito com grãos subédricos de hornblenda (verde) e biotita (marrom), além de grãos subédricos prismáticos de apatita (porção inferior da foto) e grãos anédricos de minerais opacos. Nota-se o caráter contínuo e anastomosado da foliação principal.

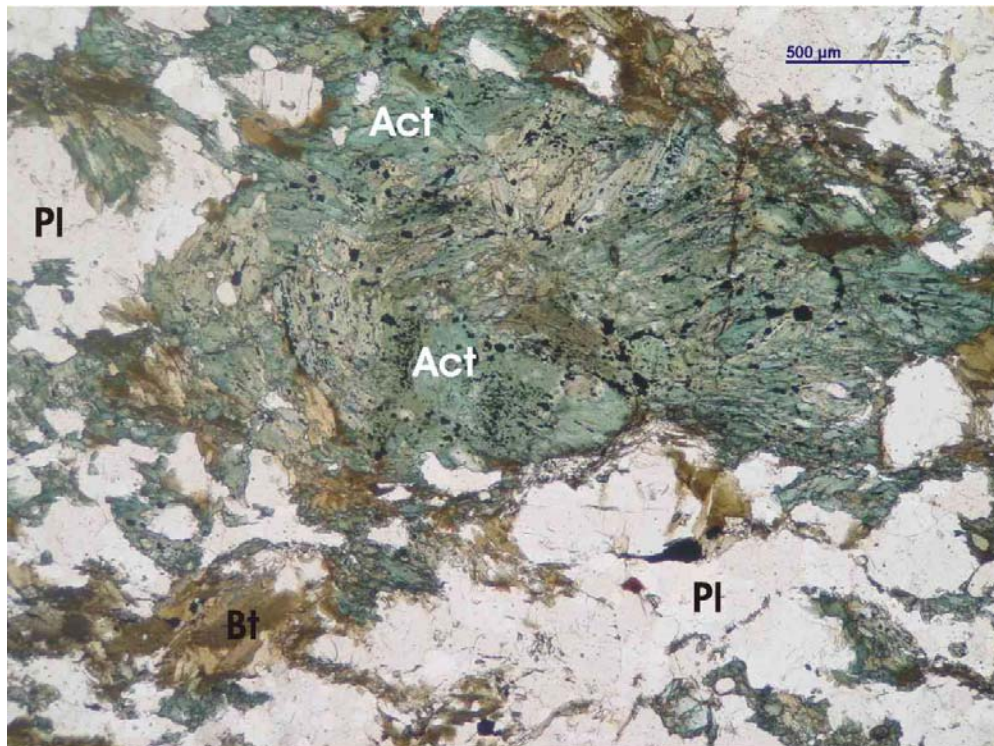


Figura 17: Agregado de hornblenda actinolítica com inclusões anédricas de opacos e parcialmente substituído por biotita (marrom), envolto por matriz anfibolítica granoblástica.



### 3.1.2 GRANADA-SILLIMANITA PARAGNAISSES COM GRANITOS ANATÉTICOS

Trata-se de uma unidade de caráter híbrido que ocupa aproximadamente 36km<sup>2</sup> da área mapeada, está posicionada sob o conjunto de gnaisses granitóides com anfibolitos e estruturada NE-SW. A unidade é composta por níveis xistosos (Figs. 18 e 19), delgados a muito espessos, de granada-sillimanita gnaisses com porfiroblastos de granada (<1,5cm) e K-feldspato róseo (<5cm), intercalados com níveis quartzo-feldspáticos deformados, delgados a muito espessos, e grandes volumes de granitos anatéticos deformados. A estrutura migmatítica predominante é a estromática, na qual os níveis xistosos porfiroblásticos representam mesossomas e melanossomas e os níveis quartzo-feldspáticos representam os leucossomas. A forte xistosidade dos níveis restíticos é definida pela orientação preferencial de grãos de biotita e caracteriza a foliação principal na unidade. Nesta superfície observa-se lineação de estiramento bem desenvolvida, ao longo da qual pode-se reconhecer indicadores cinemáticos como tramas S-C, C' e megacristais de feldspato assimétricos lentiformes e sigmoidais.

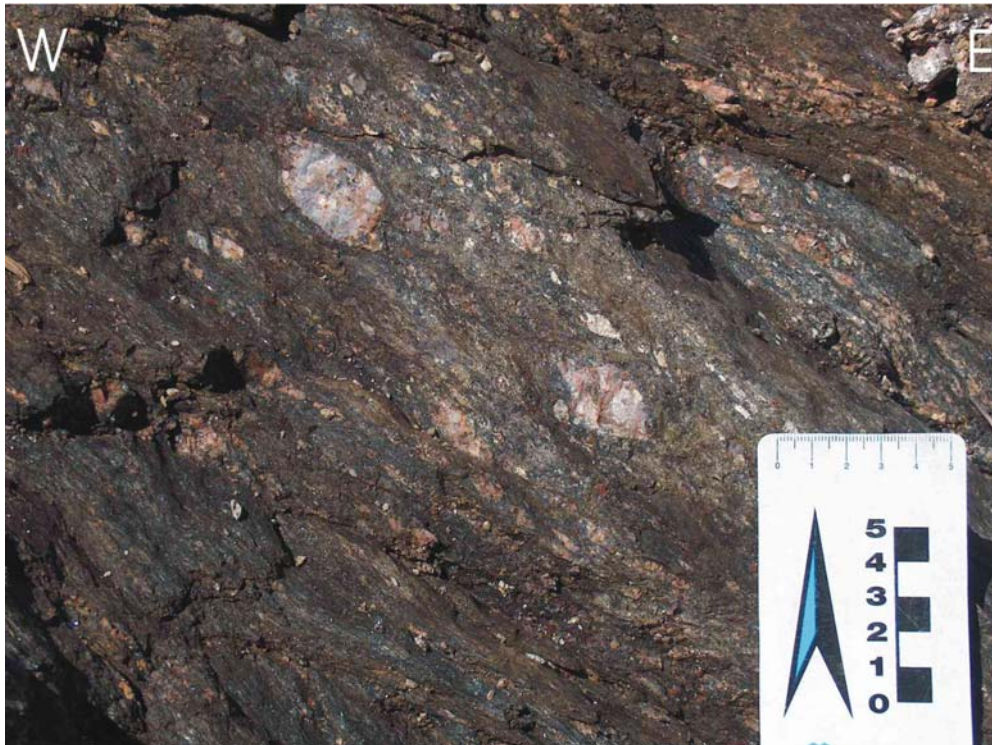


Figura 18: Gnaiss com megacristais de K-feldspato e forte xistosidade ( $S_2$ ) defletida em torno dos porfiroclastos. Ponto GI-112.





Figura 19: Megacrystal de K-feldspato (no centro) com sombras de pressão preenchidas por material quartzo-feldspático. Ponto GI-040.

### *Petrografia*

A granulometria nos níveis xistosos varia de fina a média e nos níveis quartzo-feldspáticos pode ser até muito grossa. A textura em ambos os níveis é do tipo seriada interlobada. Os porfiroblastos/porfiroclastos são de K-feldspato (<5cm), plagioclásio (<1cm) e granada (<1cm), e a matriz, com textura granoblástica, é composta essencialmente por plagioclásio, quartzo, sillimanita, granada, biotita e minerais opacos (Fig. 20). Os minerais acessórios e traço da associação são zircão, titanita, apatita, clorita, epidoto e muscovita. A biotita é o mineral mais abundante e que define a forte xistosidade dos mesossomas, ocorrendo bem desenvolvida, subédrica, com até 4mm quando contidas nos planos de xistosidade, ou anédrica quando em mantos ao redor de granadas ou em microfraturas. O quartzo ocorre em agregados muito finos, que chegam a 1cm de dimensão, com grãos anédricos maiores no núcleo que transicionam lateralmente para grãos menores com limites geométricos nas bordas (Fig. 21). Os grãos no núcleo destes agregados apresentam extinção ondulante e subgrãos alongados, enquanto os grãos nas bordas são novos grãos, gerados por recristalização dinâmica seguida por processos de recristalização estática. O plagioclásio é

oligoclásio (An~15) em grãos anédricos (<2mm) com lamelas de geminação polissintética acunhadas e dobradas, além de inclusões subédricas e euédricas de biotita e muscovita. O K-feldspato é a microclina (Fig. 21) que ocorre geralmente como porfiroblastos/porfiroclastos (<5cm) com extinção ondulante e estrutura manto-e-núcleo, mas pode também ocorrer na matriz em agregados muito finos com trama poligonal. A sillimanita ocorre subédrica prismática (<2mm) quando contidas nos planos da foliação principal, ou anédrica (<500µm) em prismas curtos mal desenvolvidos quando oblíqua à foliação principal. A granada ocorre anédrica (<5mm), parcialmente cloritizada e com fraturas preenchidas por biotita e epidoto. Os minerais opacos ocorrem em grãos anédricos na matriz ou preenchendo microfraturas. Os grãos de zircão são anédricos, arredondados, e não ultrapassam 100µm. A titanita ocorre normalmente anédrica em mantos ao redor de minerais opacos. Os grãos de epidoto são anédricos e ocorrem associados com plagioclásio e granada. A clorita foi observada intercrescida com biotita, ao longo das ranhuras de clivagem, e substituindo granada e biotita. A muscovita é rara e só foi observada subédrica inclusa em grãos de plagioclásio.

GRANADA-SILLIMANITA GNAISSES				
Minerais	GI-040	GI-112	GI-217	GI-218
<b>Aln</b>	-	-	-	-
<b>Ap</b>	tr	tr	tr	tr
<b>Bt</b>	35	34	33	30
<b>Cal</b>	-	-	-	-
<b>Chl</b>	tr	tr	tr	tr
<b>Ep</b>	tr	tr	tr	tr
<b>Grt</b>	5	10	7	30
<b>Kfs</b>	5	5	5	tr
<b>Ms</b>	tr	-	-	-
<b>Opacos</b>	1	1	1	1
<b>Pl</b>	25	20	20	25
<b>Qtz</b>	20	20	24	25
<b>Sil</b>	9	10	10	10
<b>Ttn</b>	tr	tr	tr	tr
<b>Zrn</b>	tr	tr	tr	tr

Tabela 4: Estimativa modal dos gnaisses com granada, sillimanita e K-feldspato.



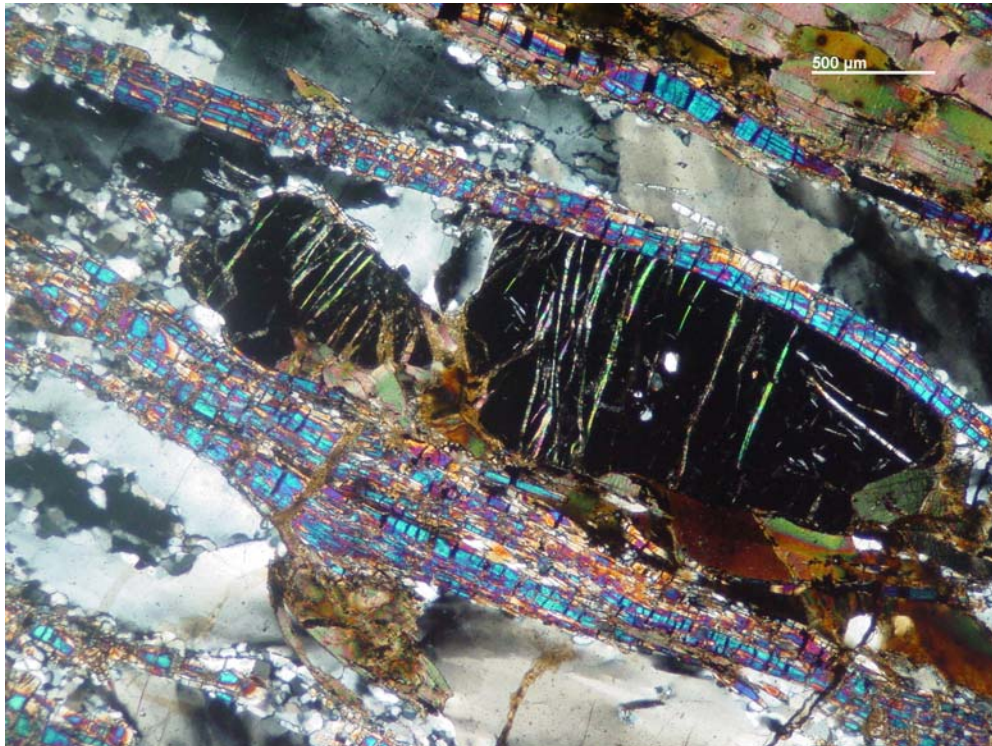


Figura 20: Grãos prismáticos de sillimanita boudinados, paralelos a foliação principal ( $S_2$ ) e suavemente defletidos em torno de porfiroblastos de granada. As microfaturas nos grãos de sillimanita e granada estão preenchidas por minerais opacos e biotita. Ponto GI-040.

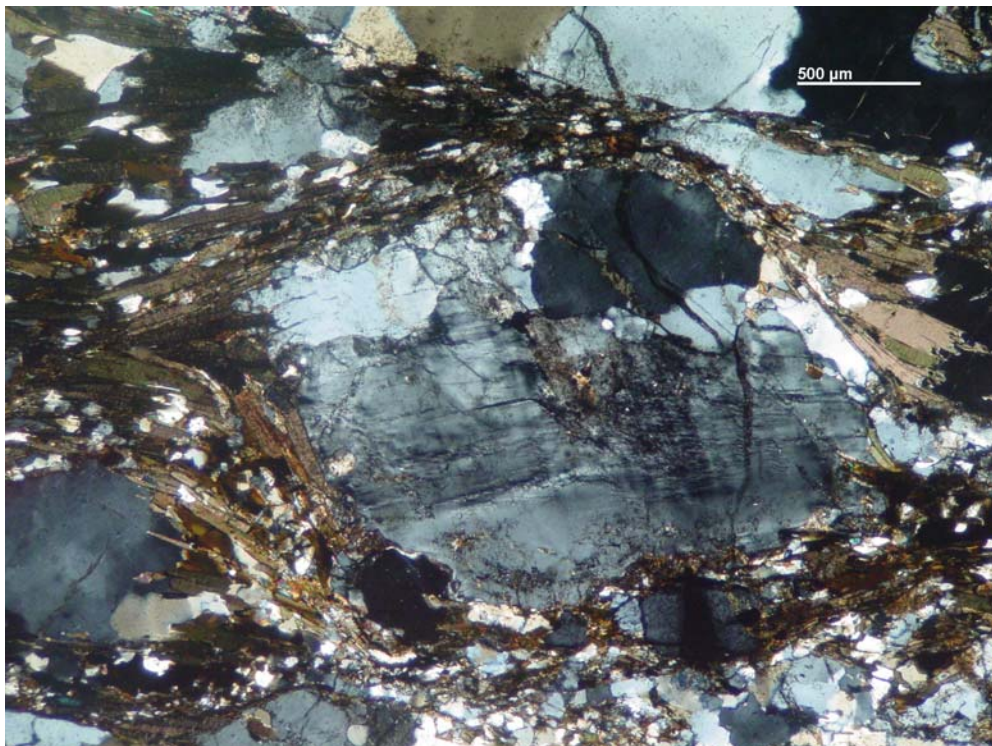


Figura 21: Porfiroclasto de K-feldspato (no centro) envolto por trilhas de biotita. Estas trilhas são os traços da forte xistosidade ( $S_2$ ) característica dos mesossomas desta unidade. Ponto GI-040.



### 3.1.3 GRANADA-HORNBLENDA ORTOGNAISSES

A unidade ocupa aproximadamente 16km<sup>2</sup> da área e é composta por níveis laminares a muito espessos de granada-hornblenda(±biotita) gnaisses máficos com porfiroclastos de plagioclásio (<4mm), intercalados com vênulos quartzo-feldspáticos laminares e delgados (Fig. 22) e raros níveis delgados a médios de Grt-Sil gnaisse. A feição migmatítica predominante é do tipo estromática, metatexítica, que lateralmente transiciona para feições nebulíticas, diatexíticas, mais raras. A estruturação geral da unidade é NE-SW com foliação principal mergulhando para S-SE. Os limites da unidade são, ao norte, a Zona de Cisalhamento de Caxambu e, ao sul, uma zona de cisalhamento reversa que mergulha com 50<sup>0</sup> em média para SE (ver mapa geológico no Anexo 1).

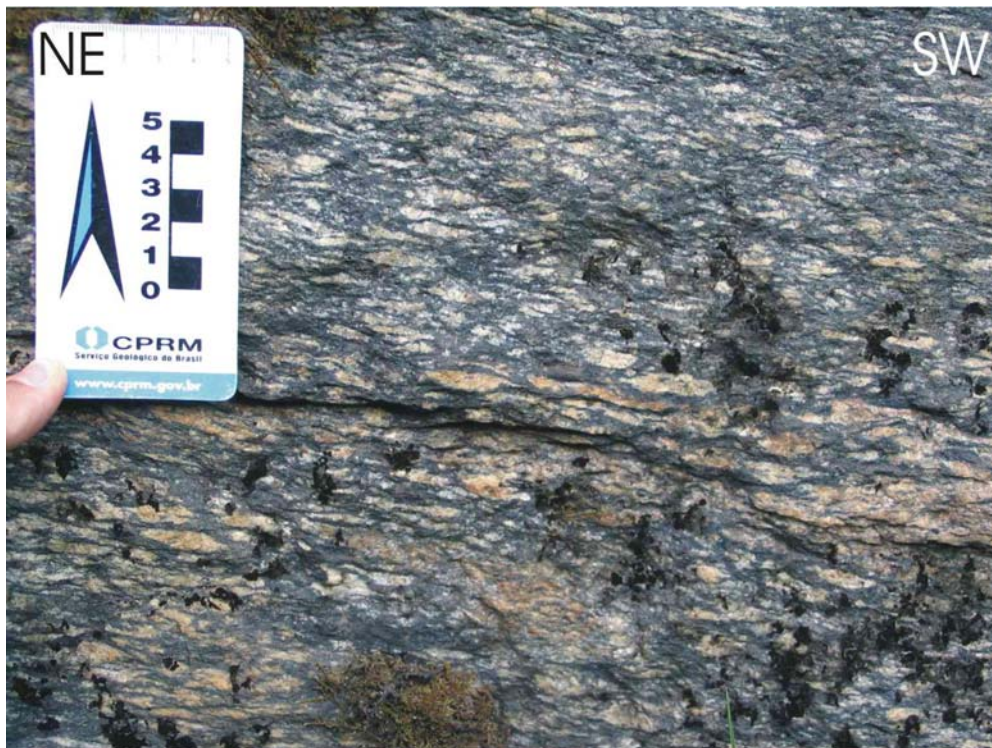


Figura 22: Granada-hornblenda gnaisse com vênulos félsicos paralelos à foliação principal. Ponto GI-038.

### *Petrografia*

As únicas duas lâminas delgadas analisadas foram coletadas em um afloramento próximo ao traço da Zona de Cisalhamento de Caxambu, onde níveis gnáissicos migmatíticos espessos, protomiloníticos, ocorrem intercalados com níveis médios miloníticos. A lâmina descrita neste item corresponde à porção migmatítica protomilonítica, pois é a que melhor representa a composição geral da unidade.

Trata-se de um gnaisse de composição quartzo-monzodiorítica (Fig. 27), máfico (i.c.~45%), porfirítico, com granulometria muito fina a fina e textura equigranular interlobada na matriz. Os porfiroclastos de plagioclásio, granada e hornblenda não ultrapassam 4mm de maior dimensão (Fig. 23) e estão envoltos por matriz com plagioclásio, quartzo, K-feldspato, biotita, hornblenda e opacos. A foliação é de caráter contínuo, definida pela orientação de grãos inequidimensionais de biotita e hornblenda. O plagioclásio não pôde ser definido quanto ao teor de anortita (An) porque em geral apresenta-se em grãos anédricos menores que 100µm na matriz, muito deformados, com extinção ondulante e lamelas de geminação dobradas e acunhadas. O K-feldspato é a microclina, que só ocorre em grãos anédricos (<1mm) com estrutura manto-e-núcleo e extinção ondulante nos vênulos félsicos, leucossomas. O quartzo também só ocorre nos leucossomas, em agregados de forma alongada constituídos de novos grãos e núcleos reliquias com extinção ondulante e subgrãos. O anfibólio é a hornblenda, que ocorre em grãos anédricos com pleocroísmo verde pálido a verde-musgo na matriz (<1mm) ou como porfiroclastos inequidimensionais orientados segundo a foliação principal. A biotita ocorre nas porções máficas em grãos anédricos (<1mm) em geral paralelos à foliação principal, ou discordantes, substituindo ou inclusa em hornblenda e preenchendo microfraturas em grãos de granada. A granada é anédrica, não ultrapassa 2mm de dimensão e ocorre nos níveis restíticos, mesossomáticos, tanto na matriz quanto na porção porfirítica. Os minerais opacos são anédricos (<1mm) e ocorrem tanto paralelos à foliação principal quanto inclusos em grãos de hornblenda. A apatita é muito comum e ocorre em grãos subédricos com até 500µm de dimensão maior na matriz e inclusa e grãos de hornblenda (Fig. 24) e granada. O zircão é raro e ocorre anédrico incluso em grãos de plagioclásio com dimensões que não ultrapassam 100µm. O epidoto é raro e pode ser observado associado com plagioclásio. A clorita ocorre como produto de alteração de biotita e granada.

GRANADA-HORNBLENDA GNAISSES	
Minerais	GI-038
<b>Act</b>	-
<b>Aln</b>	-
<b>Ap</b>	1
<b>Bt</b>	25
<b>Cal</b>	tr
<b>Chl</b>	tr
<b>Cpx</b>	-
<b>Ep</b>	tr
<b>Grt</b>	tr
<b>Hbl</b>	15
<b>Kfs</b>	5
<b>Ms</b>	-
<b>Opacos</b>	5
<b>Pl</b>	39
<b>Qtz</b>	10
<b>Ttn</b>	tr
<b>Zrn</b>	tr
<b>Q</b>	19
<b>A</b>	9
<b>P</b>	72

Tabela 5: Estimativa modal dos gnaisses com granada e hornblenda.

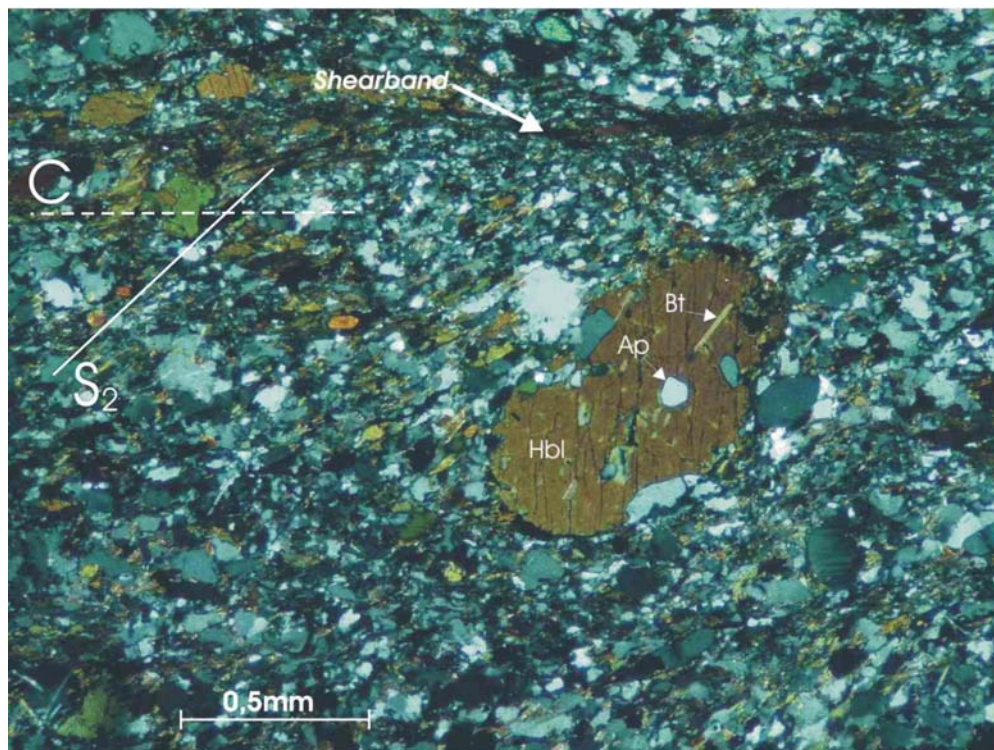


Figura 23: Porfiroclasto de hornblenda com inclusões de biotita e apatita alinhado segundo a foliação principal S<sub>2</sub>. Na parte superior da fotografia observar-se um *shearband* C da fase D<sub>4</sub> sobreposto à foliação principal. Ponto GI-038.



### 3.1.4 HORNBLENDA-BIOTITA ORTOGNAISSES GRANÍTICOS

Esta unidade abrange aproximadamente 20km<sup>2</sup> da área mapeada e é composta por granitos porfíricos com foliação tectônica bem desenvolvida (*augen* gnaisses) e em menor proporção por granitos com textura equigranular xenomórfica. Ambas as variedades são leucocráticas (i.c.~30%) com minerais máficos hornblenda e biotita e com fenocristais de feldspato oftálmicos que apresentam cor cinza podendo atingir 3cm (Fig. 24). A unidade está estruturada NE-SW com foliação principal mergulhando para SE e ocorre também cortada por zonas de cisalhamento e shearbands, delgadas e médias, com mergulho de alto ângulo para SE e NW.



Figura 24: *Augen* gnaisse com megacristais de K-feldspato na cor cinza. Feição típica dos litotipos da unidade. Ponta da lapiseira com 2cm de comprimento. Ponto GI-070.

### *Petrografia*

Trata-se de rochas em geral porfíricas, compostas de quartzo, K-feldspato e plagioclásio em proporções graníticas (Fig. 27), biotita, hornblenda e opacos (Figs. 25 e 26), acessórios apatita, zircão, allanita e titanita, e minerais secundários clorita e muscovita. Na matriz a granulometria é média a grossa e a textura predominante é inequigranular xenomórfica devido aos processos de recristalização que atuaram no corpo ígneo. O quartzo ocorre em grãos xenomórficos, alongados com a foliação principal, com dimensões que podem chegar a 1cm, apresentando extinção ondulante e subgrãos. O K-feldspato é a microclina, que ocorre em grãos xenomórficos submilimétricos até centimétricos na matriz e na porção porfírica, apresentando pertitas, extinção ondulante e estrutura manto-e-núcleo. Nos grãos de K-feldspato há pertitas e inclusões de biotita, hornblenda e apatita. O plagioclásio é o oligoclásio, que ocorre em grãos hipidiomórficos e xenomórficos com até 5mm de dimensão na matriz e na porção porfírica, nos quais há intercrescimentos mirmequíticos nas bordas em contato com K-feldspatos, lamelas de geminação dobradas e acunhadas e extinção ondulante. A biotita ocorre na matriz em grãos hipidiomórficos (<2mm) e inclusa em pórfiros de K-feldspato e plagioclásio. O anfibólio é hornblenda, que apresenta pleocroísmo amarelo pálido a verde-musgo, em grãos hipidiomórficos com clivagem bem desenvolvida e dimensões que podem chegar a 1cm. Os grãos de minerais opacos são xenomórficos e submilimétricos e podem ocorrer manteados por titanita. A apatita é o mineral acessório mais comum, ocorrendo em grãos bem desenvolvidos, hipidiomórficos, com até 1mm de maior dimensão, na matriz ou inclusos em grãos de quartzo e feldspato. O zircão é normalmente xenomórfico, submilimétrico, e ocorre incluso em grãos de feldspato e biotita. A allanita ocorre na matriz em grãos submilimétricos (<500µm) xenomórficos. A titanita ocorre normalmente em mantos ao redor de grãos de minerais opacos. A clorita é de caráter secundário, sempre observada ao longo das ranhuras de clivagem da biotita. A muscovita e a calcita só foram observadas preenchendo microfraturas em grãos de plagioclásio e K-feldspato.



HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSES			
Minerais	GI-070	GI-117	GI-139
<b>Aln</b>	tr	tr	tr
<b>Ap</b>	tr	tr	1
<b>Bt</b>	6,3	9,2	7,7
<b>Cal</b>	tr	-	-
<b>Chl</b>	tr	tr	tr
<b>Ep</b>	-	-	-
<b>Hbl</b>	7,6	3,2	2,7
<b>Kfs</b>	27,6	35,5	23,2
<b>Ms</b>	tr	tr	tr
<b>Opacos</b>	2	2,5	tr
<b>Pl</b>	26,6	21,5	36,2
<b>Qtz</b>	28,3	25,5	29
<b>Ttn</b>	0,6	2,5	tr
<b>Zrn</b>	tr	tr	tr
<b>Q</b>	34	31	33
<b>A</b>	33	43	26
<b>P</b>	32	26	41

Tabela 6: Composição modal (350 pontos) dos gnaisses com hornblenda e biotita.

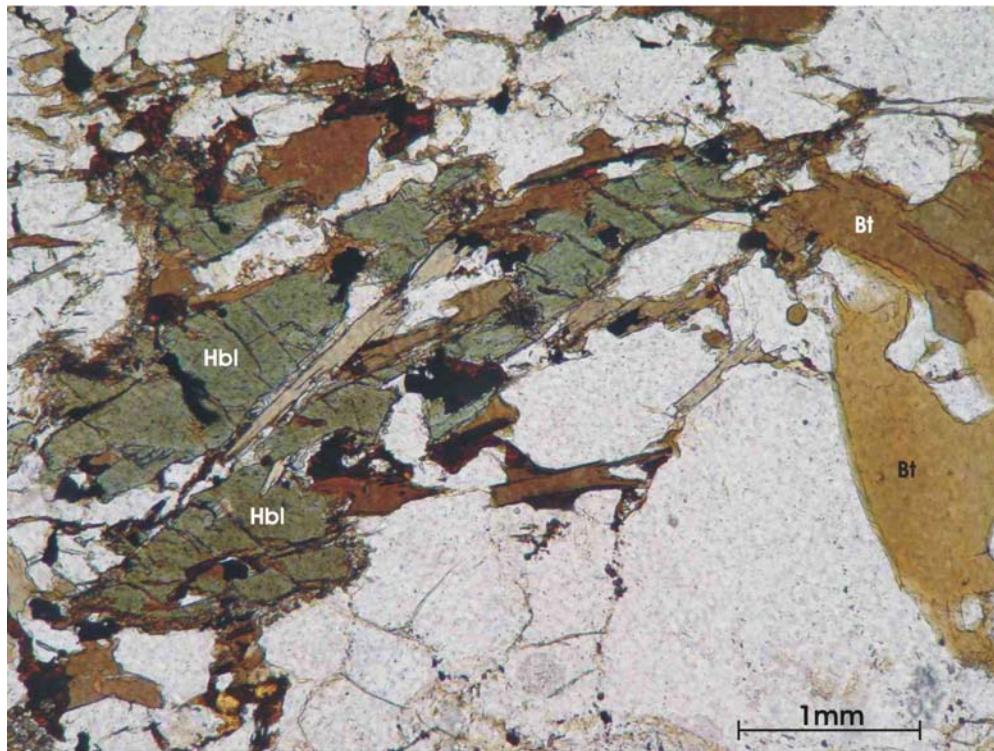


Figura 25: Grãos xenomórficos de hornblenda intercrescidos com biotita e minerais opacos. A matriz quartzo-feldspática, incolor, apresenta localmente textura granoblástica. Ponto GI-070.

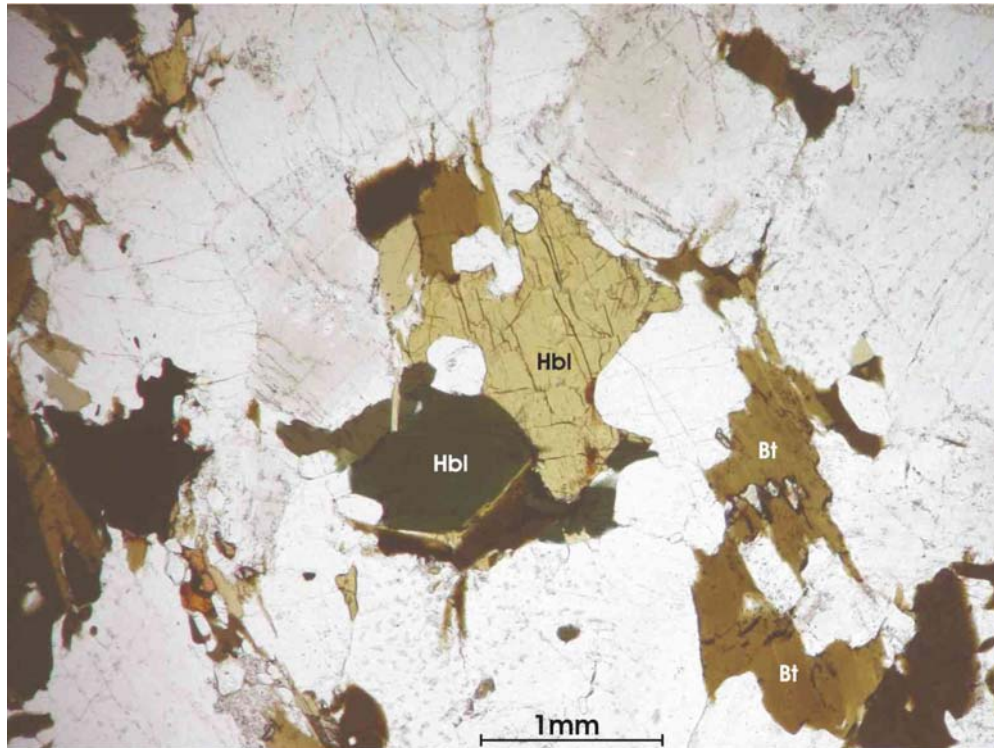


Figura 26: Grãos de hornblenda com pleocroísmo variando desde amarelo pálido até verde-musgo envoltos por matriz granítica com textura granoblástica. Ponto GI-139.

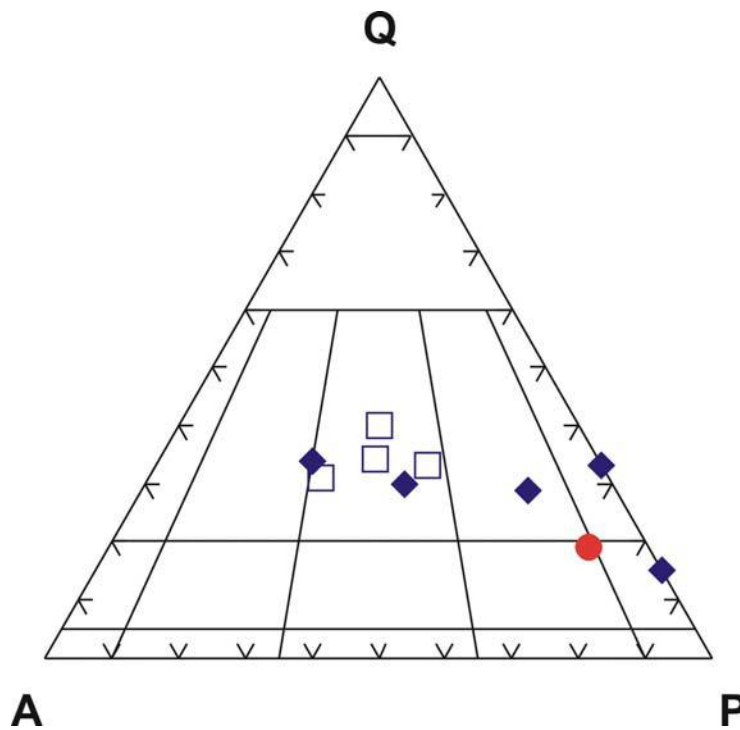


Figura 27: Diagrama QAP (Streckeisen, 1975): a) losango azul – ortognaisses migmatíticos; quadrado vazio – hornblenda-biotita ortognaisses graníticos; círculo vermelho – hornblenda-granada ortognaisses.

### 3.1.5 BIOTITA PARAGNAISSES COM ANFIBOLITO, QUARTZITO E MUSCOVITA XISTO

A unidade abrange aproximadamente 20km<sup>2</sup> e está segmentada em dois domínios: um ao norte da Zona de Cisalhamento de Caxambu e outro ao sul, ambos tectonicamente posicionados sobre as unidades da *Nappe* Socorro por zonas de cisalhamento reversas com mergulho de alto ângulo para SE (Anexo I). A unidade é constituída por níveis médios a muito espessos de biotita gnaisses bandados, predominantes, intercalados com corpos anfibolíticos lenticulares decamétricos (Fig. 28) e tabulares, médios a espessos, dobrados. Ocorrem ainda, intercalados com esta associação, níveis delgados a muito espessos de quartzito com biotita e raros níveis médios e espessos de muscovita xisto com porfiroblastos/porfiroclastos de feldspato.



Figura 28: Saibreira com biotita gnaisse intercalado com corpos anfibolíticos tabulares dobrados (cor-de-telha) e quartzito. Foliação principal (bandamento composicional) mergulhando para SE.

## *Petrografia*

**Bt gnaiss** A granulometria é fina e a rocha é porfírica com matriz protomilonítica com textura inequigranular interlobada. A foliação é de caráter contínuo, evidenciada pela orientação de agregados de quartzo policristalino alongados e trilhas de biotita. O quartzo ocorre em agregados equigranulares com trama poligonal e granulometria muito fina, alongados segundo a foliação principal. O plagioclásio não foi definido quanto ao teor de anortita (An) pois os grãos são muito finos (<500µm) e apresentam-se recristalizados, com limites irregulares, lamelas de geminação acunhadas e dobradas e forte extinção ondulante. O K-feldspato é a microclina, que se apresenta em grãos anédricos muito finos, com geminação tartan, extinção ondulante e estrutura manto-e-núcleo. A biotita ocorre subédrica (<1mm) na matriz e inclusa em grãos de plagioclásio. Os minerais opacos ocorrem anédricos e subédricos em prismas curtos, ambos menores que 500µm. A allanita ocorre subédrica, localmente manteada por epidoto. O zircão ocorre anédrico (<100µm), arredondado, incluso em grãos de feldspato e na matriz. A titanita ocorre subédrica (<100µm) na matriz e em mantos ao redor de minerais opacos. A apatita só ocorre subédrica, prismática (<100µm), inclusa em grãos de plagioclásio.

**Quartzito** A rocha é porfírica e a matriz tem textura equigranular poligonal (granoblástica) e granulometria fina a média (Figs. 29 e 30). A foliação é de caráter espaçado, caracterizada pela disposição de trilhas submilimétricas de biotita. Não foi possível reconhecer a mineralogia da porção porfírica, pois os moldes dos porfiroclastos estão preenchidos por sericita e muscovita, provavelmente pseudomórfos de feldspato. O quartzo, predominante, ocorre com limites geométricos em agregados fitados (*ribbons*) com textura equigranular poligonal. A biotita é submilimétrica e ocorre subédrica ao longo de trilhas paralelas a foliação. A muscovita é submilimétrica e ocorre em grãos sigmoidais. Os minerais opacos são anédricos e não ultrapassam 500µm. Os grãos de zircão são geralmente anédricos, arredondados, incluso nos porfiroclastos e na matriz. A titanita ocorre em mantos nos grãos de minerais opacos.



Minerais	QUARTZITO Bt-GNAISSE	
	GI-081	GI-127
<b>Aln</b>	-	1
<b>Ap</b>	-	tr
<b>Bt</b>	5	18
<b>Chl</b>	tr	tr
<b>Cpx</b>	-	-
<b>Ep</b>	tr	tr
<b>Grt</b>	-	-
<b>Hbl</b>	-	-
<b>Kfs</b>	3	15
<b>Ms</b>	1	
<b>Opacos</b>	1	1
<b>Pl</b>	-	40
<b>Qtz</b>	90	25
<b>Sil</b>	-	-
<b>Ttn</b>	tr	tr
<b>Zrn</b>	tr	tr

Tabela 7: Estimativa modal de quartzito e Bt gnaisse.

### *Interpretação*

Provavelmente esta unidade correlaciona-se a Seqüência Carrancas da Megasseqüência Andrelândia (Fig. 6). Esta associação, segundo Paciullo (1997), representa a sedimentação de arenitos feldspáticos terrígenos sob trato de sistema de mar baixo concomitante a atividade ígnea máfica de caráter toleítico e idade toniana.

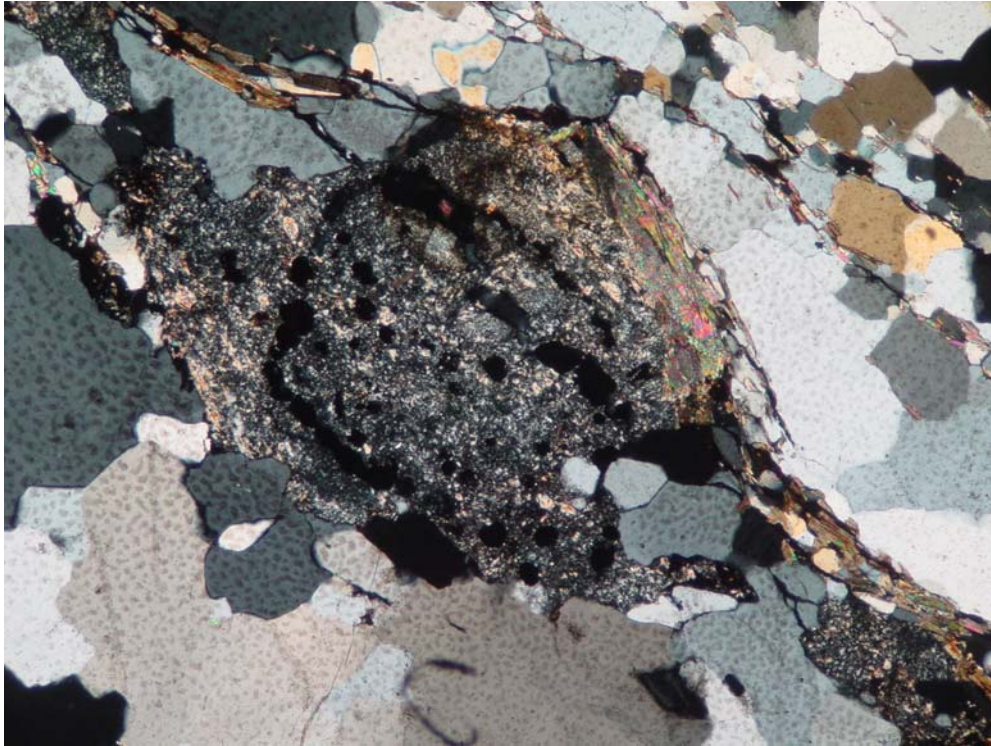


Figura 29: Porfiroclasto (no centro), pseudomorfo de feldspato envolto por matriz quartzítica com textura granoblástica. Ponto GI-081.

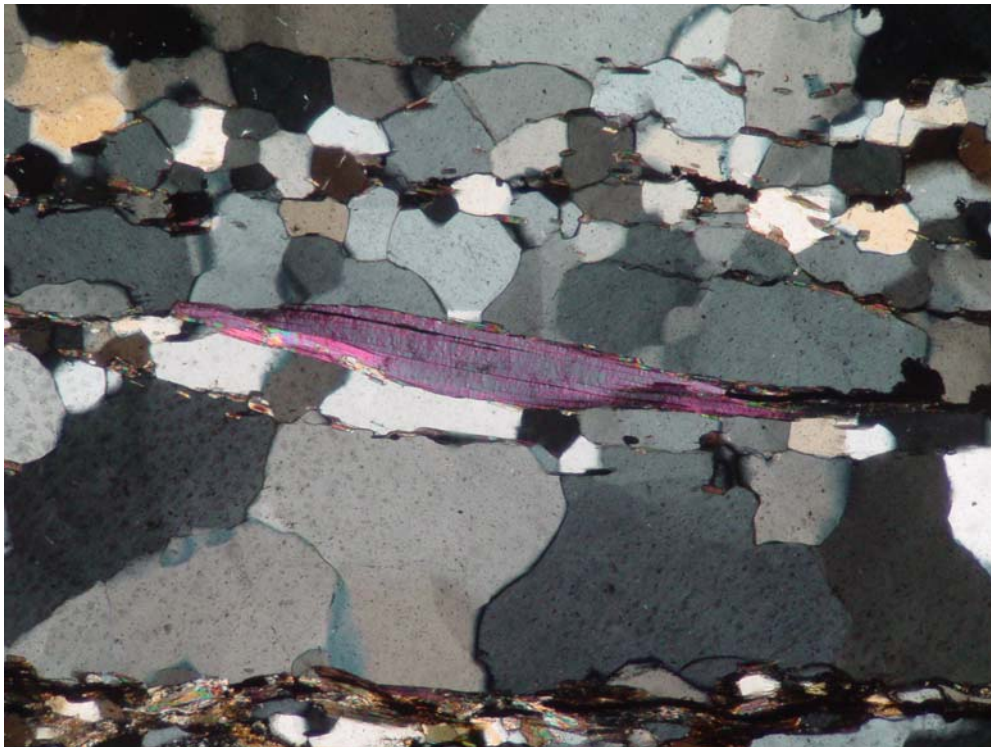


Figura 30: Grão sigmoidal (*fish*) submilimétrico de muscovita no centro da fotografia. Ponto GI-081.

### 3.1.6 GRANITOS PORFIRÍTICOS DEFORMADOS

Trata-se de S tectonitos e L-S tectonitos (Fig. 31) que ocorrem intrudidos nos metassedimentos da Megassequência Andrelândia no sul da área de mapeamento.



Figura 31: Granito com fenocristais amendoados de K-feldspato. Ponta da lapiseira com 2cm de comprimento. Ponto GI-081.

## 3.2 Geologia Estrutural e Microtectônica

A partir da análise de elementos como foliações, lineações, zonas de cisalhamento e dobras com diferentes morfologias, foi possível reconhecer quatro fases de deformação progressiva. As duas primeiras fases,  $D_1$  e  $D_2$ , são interpretadas como produto da orogênese Brasileira na Faixa Brasília e as duas últimas,  $D_3$  e  $D_4$ , são interpretadas como produto da interferência de eventos colisionais na Faixa Ribeira que redobraram e obliteraram localmente estruturas geradas na Faixa Brasília.

### 3.2.1 FASE DEFORMACIONAL D<sub>1</sub>

Desta fase restam apenas feições reliquias, como a foliação S<sub>1</sub> que está restrita a domínios lentiformes, submilimétricos a métricos, intercalados na foliação principal de gnaisses granitóides, granada-sillimanita gnaisses e biotita gnaisses com intercalações quartzíticas. Estes domínios representam porções de *low-strain* onde a foliação S<sub>1</sub> não foi transposta pela foliação principal S<sub>2</sub> durante a fase D<sub>2</sub>. As relíquias da foliação S<sub>1</sub> se manifestam como bandamento metamórfico dobrado (Fig. 37) e como arcos poligonais submilimétricos (Fig. 38). Considera-se que esta foliação metamórfica S<sub>1</sub> seja subparalela a algum tipo de foliação primária S<sub>0</sub>.

### 3.2.2 FASE DEFORMACIONAL D<sub>2</sub>

Os principais produtos desta fase são S-L tectonitos (gnaisses e xistos) com foliação S<sub>2</sub> e lineação L<sub>2</sub>. Localmente ocorrem dobras F<sub>2</sub> com eixos subparalelos a lineação L<sub>2</sub> (Figs. 34 e 35).

#### *Foliação S<sub>2</sub>*

Esta é a foliação principal na maior parte da área (Figs. 37 e 38). O mergulho predominante de S<sub>2</sub> é para SE com atitude média 157/49 (Fig. 33). Dependendo do litotipo onde se desenvolve, pode ser contínua ou zonada. Nos domínios de carácter contínuo é definida pela orientação planar de *ribbons* quartzo-feldspáticos e de grãos prismáticos de hornblenda, biotita e sillimanta, e nos domínios zonados é caracterizada por variações na intensidade de foliação. Considera-se que este plano seja aproximadamente paralelo ao plano XY do elipsóide de *strain* finito relacionado a esta fase. Os aspectos texturais dos agregados quartzo-feldspáticos dos S-L tectonitos da fase D<sub>2</sub> mostram um avançado grau de recristalização. Foi possível reconhecer tramas geradas pelos seguintes mecanismos de recristalização (Passchier & Trouw, 1996): *subgrain rotation* (Fig. 15), *grain boundary migration* (Fig. 14), *grain boundary area reduction* (Figs. 29 e 30). A granulometria fina a média indica que a deformação atuou sob condições de médio a alto grau metamórfico.



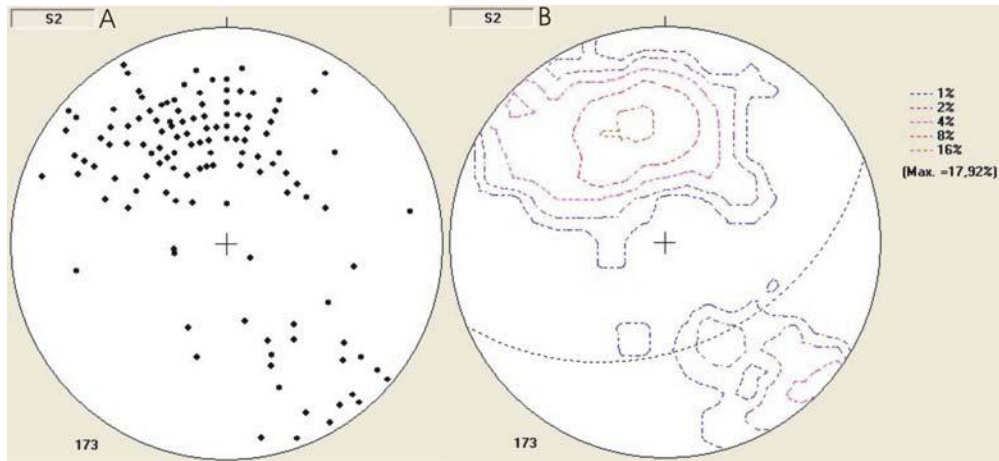


Figura 32: Estereogramas da foliação principal  $S_2$  (173 medidas). A – Pólos dos planos de foliação; B – Isolinhas de percentagens. A atitude média é 157/49. A dispersão das medidas foi causada por redobramentos relacionados a fases deformacionais posteriores.

### Lineação $L_2$

Em geral  $L_2$  é definida por agregados policristalinos quartzo-feldspáticos alongados, mas pode também ser definida pela orientação linear de grãos prismáticos de sillimanita. O caimento é principalmente para SW com atitude média 224/23 (Fig. 33). A dimensão maior destes agregados representa o eixo X do elipsóide de *strain* relacionado a fase D2. Em cortes perpendiculares à foliação e paralelos a lineação observa-se indicadores cinemáticos como porfiroclastos tipo  $\sigma$  (Figs. 22 e 37) e *shear-bands*  $C'$  (Fig. 39) que indicam transporte tectónico com topo para NE.

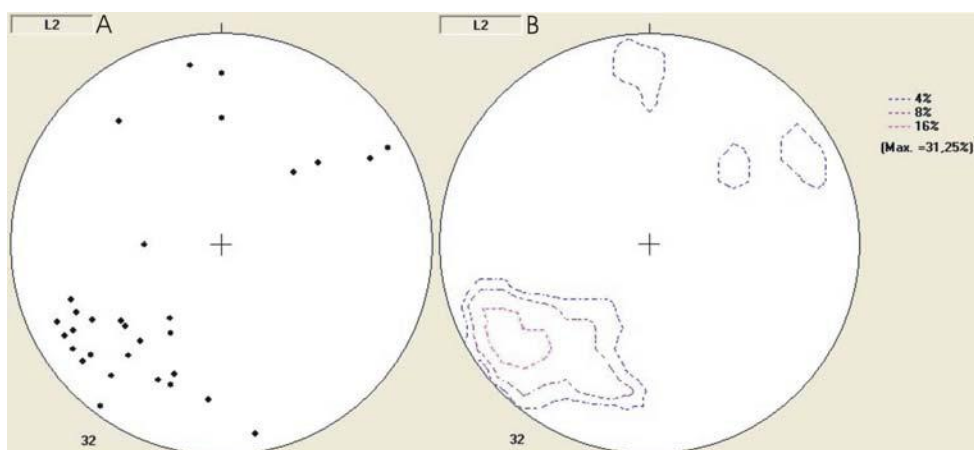


Figura 33: Estereogramas das lineações  $L_2$  (32 medidas). A – Projeção das lineações no hemisfério meridional; B – Isolinhas de percentagem. O caimento médio das lineações é 224/23.

### Dobras $F_2$

Trata-se de dobras intrafoliais (Figs. 35 e 36), apertadas a isoclinais, inclinadas e que apresentam forte espessamento na charneira. Estas estruturas têm dimensões desde submilimétricas até métricas. A foliação principal  $S_2$  é plano axial destas dobras que têm eixos com caimento subparalelo ao caimento da lineação  $L_2$  (Fig. 34). Esta característica indica que se trata de dobras em bainha (*sheath folds*) ou oblíquas (*oblique folds*). Em ambos os casos a geração destas dobras foi provavelmente concomitante à formação de  $S_2$  e  $L_2$ .

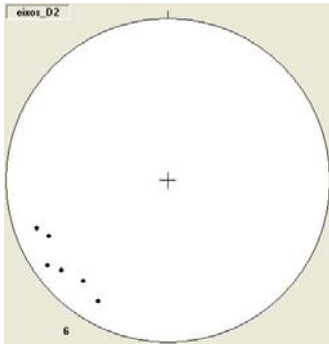


Figura 34: Projeções estereográficas dos eixos das dobras  $F_2$  (6 medidas).



Figura 35: Dobras intrafoliais apertadas ( $F_2$ ) com eixo subparalelo à lineação estiramento ( $L_2$ ). Ponto GI-177.



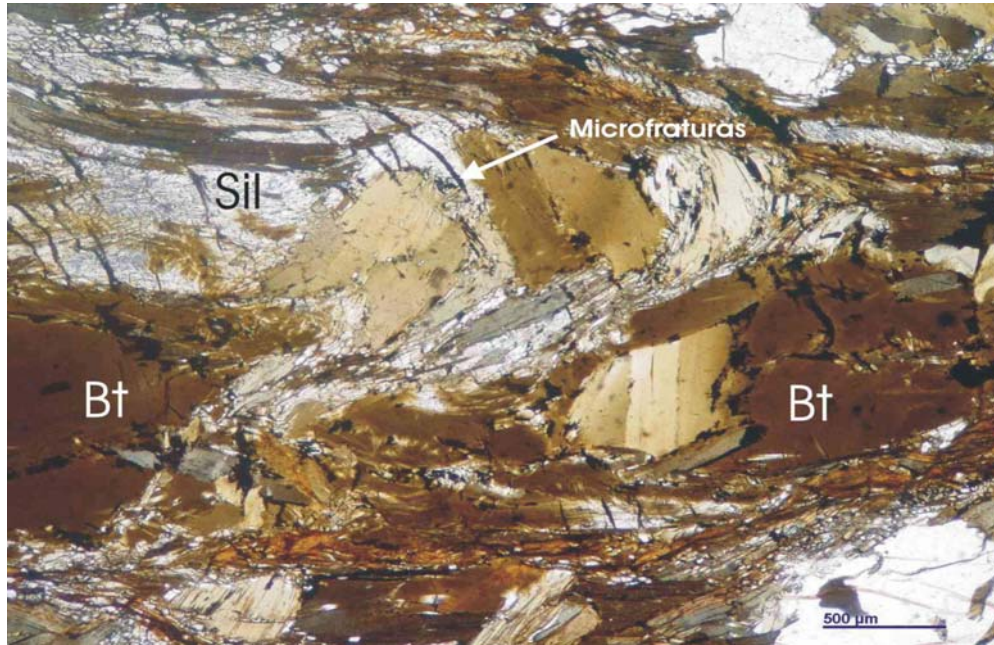


Figura 36: Arcos poligonais ( $F_2$ ) definidos por grãos de biotita recristalizados. Trata-se de um relicto da foliação  $S_1$ . Nota-se a interferência de deformação rúptil pela presença de microfraturas preenchidas de minerais opacos, oblíquas à foliação principal (horizontal). Lâmina de granada-sillimanita gnaiss. Corte perpendicular a foliação principal  $S_2$  e paralelo a lineação  $L_2$ . Ponto GI-218.



Figura 37: Foliação principal ( $S_2$ ) em gnaiss granitóide. Os porfiroclastos e os vênulos félsicos representam leucossomas deformados. Ponto GI-068.





Figura 38: Foliação  $S_2$  definida pelo bandamento composicional. Algumas camadas anfibolíticas estão boudinadas ao longo da foliação principal. Ponto GI-153.

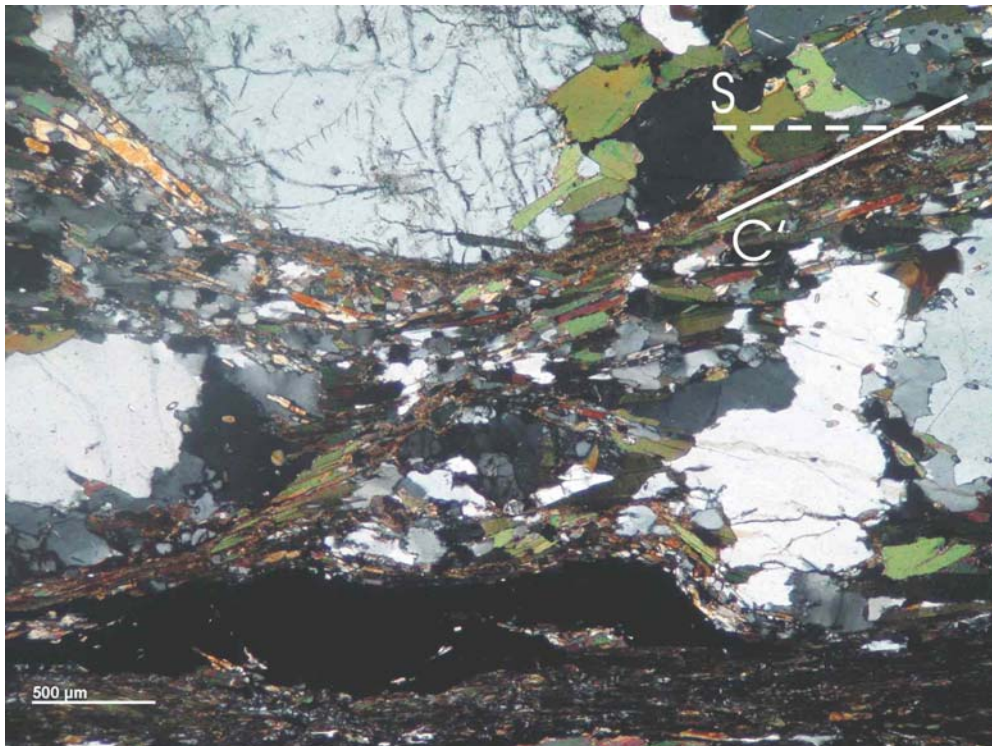


Figura 39: *Shear-band*  $C'$  truncando a foliação  $S_2$  e indicando componente sinistral de movimento. Os contornos subédricos dos grãos de biotita indicam recristalização estática (*grain boundary area reduction*). Corte perpendicular a  $S_2$  e paralelo a  $L_2$ . Ponto GI-112.

### 3.2.3 FASE DEFORMACIONAL D<sub>3</sub>

Nesta fase a foliação S<sub>2</sub> foi redobrada (F<sub>3</sub>) e obliterada ao longo de faixas miloníticas (S<sub>3</sub>) sob regime dúctil-rúptil. O contato tectônico de alto ângulo que posiciona os biotita gnaisses com intercalações de quartzito e muscovita xisto sobre os granada-sillimanta gnaisses e hornblenda-granada gnaisses (Anexo I) foi interpretado como produto deste evento.

#### *Foliação S<sub>3</sub>*

Esta foliação é caracterizada por faixas miloníticas subverticais, delgadas a médias, orientadas NNE-SSW, que apresentam componente de deslocamento sinistral em planta, mas contêm lineação de estiramento com caimento de alto ângulo. Os milonitos (Fig. 44) desta fase têm granulometria muito fina e trama planar definida pela orientação de *ribbons* policristalinos quartzo-feldspáticos, que estão defletidos ao redor de porfiroclastos tipos  $\sigma$ ,  $\delta$  e  $\Phi$ . A granulometria muito fina e os elementos texturais destes milonitos indicam que os mecanismos de deformação atuaram em condições de médio a baixo grau metamórfico.

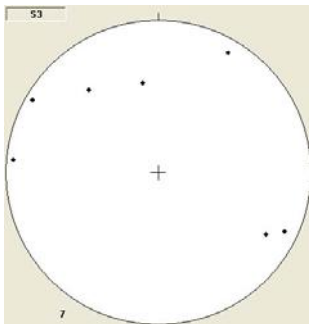


Figura 40: Estereograma da foliação S<sub>3</sub> (7 medidas).

#### *Lineação L<sub>3</sub>*

Esta lineação, contida na foliação S<sub>3</sub>, é caracterizada pela orientação de *ribbons* quartzo-feldspáticos e terminações (*wings*) de porfiroclastos, ambos alongados segundo a direção X de *strain*. O caimento médio de L<sub>3</sub> é de alto ângulo para SE (Fig. 41). Ao longo de cortes paralelos a lineação de estiramento, observa-se que os porfiroclastos tipos  $\delta$  e  $\sigma$  são raros. Os indicadores mais comuns são assimetrias de dobras e deflexões na foliação S<sub>2</sub> causadas por zonas de cisalhamento (Figs. 42 e 43), observadas nas escalas microscópica e de afloramento, que indicam transporte tectônico com topo para NW.



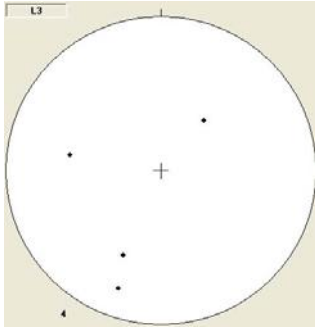


Figura 41: Estereograma (4 medidas) das lineações  $L_3$ .

### *Dobras $F_3$*

Estas estruturas podem ser observadas em escala métrica e em mapa (Anexo I). Não foi observada nenhuma feição que pudesse ser relacionada a uma foliação plano axial destas dobras, que são apertadas, assimétricas com vergência para NW e sem espessamento na charneira. O traço do contato entre os granada-sillimanita gnaisses e os gnaisses granitóides indica que as envoltórias das dobras  $F_3$  são mais abertas que suas parasíticas (*drag folds*) métricas (seção AB, Anexo II).



Figura 42: Pequena zona de cisalhamento com dobra associada  $F_3$  deslocando e defletindo a foliação  $S_2$  (bandamento composicional). Bloco de gnaiss granitóide, próximo ao ponto GI-204.





Figura 43: Zona de cisalhamento reversa ( $S_3$ ) com deslocamento sinistral em planta. Ponto GI-030.

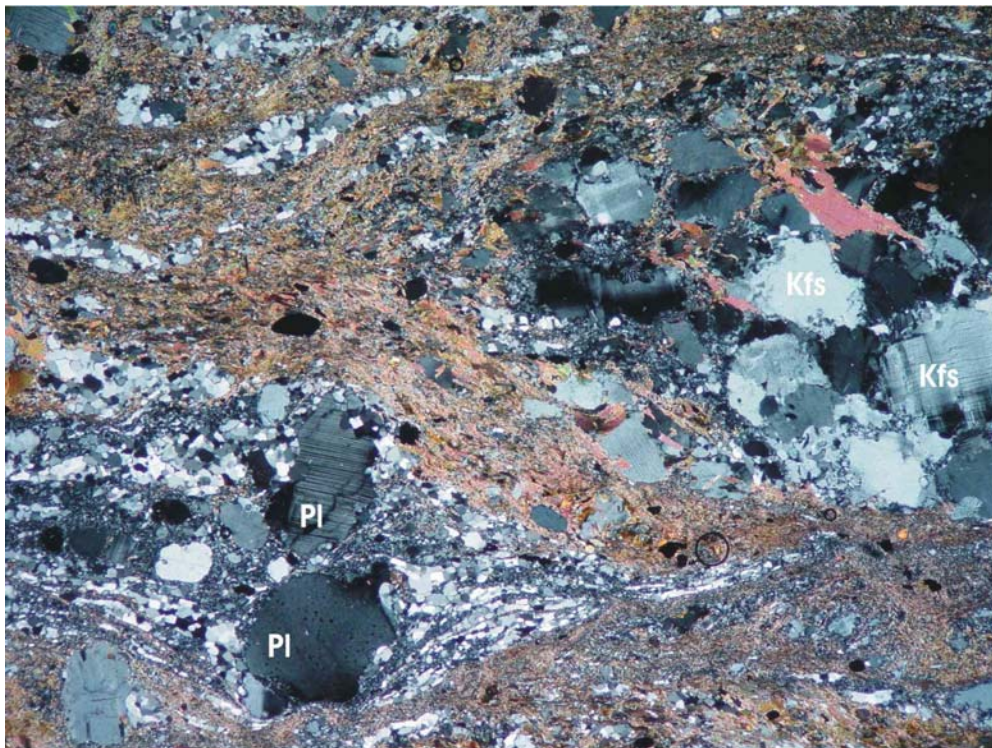


Figura 44: Foliação milonítica  $S_3$  em gnaiss granitóide. Nota-se a granulometria muito fina dos grãos de biotita e a granulometria seriada dos grãos de feldspato. Ponto GI-030.

### 3.2.4 FASE DEFORMACIONAL D<sub>4</sub>

Esta fase é caracterizada pela presença de zonas de cisalhamento transcorrentes destrais orientadas NE-SW (Zona de Cisalhamento Caxambu). A foliação milonítica S<sub>4</sub>, a lineação de estiramento L<sub>4</sub> e deflexões na foliação principal S<sub>2</sub>, representam os principais produtos da fase D<sub>4</sub>.

#### *Foliação S<sub>4</sub>*

Esta foliação ocorre ao longo de faixas miloníticas, com espessura desde submilimétrica (Fig. 23) até métrica, nas quais é caracterizada pela orientação de *ribbons* policristalinos e agregados poliminerálicos muito finos. Os planos S<sub>4</sub> têm mergulho íngreme para os quadrantes SE e NW e *strike* médio NNE-SSW (Fig. 45).

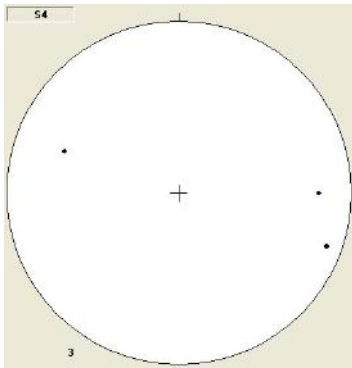


Figura 45: Estereograma da foliação S<sub>4</sub>.

#### *Lineação L<sub>4</sub>*

A lineação de estiramento L<sub>4</sub> é caracterizada pela orientação de *ribbons* quartzo-feldspáticos e terminações alongadas de porfiroclastos. O caimento é em geral de baixo ângulo para NE ou SW, caracterizando regime transcorrente de deformação. Ao longo de cortes paralelos a L<sub>4</sub> e perpendiculares a S<sub>4</sub>, os indicadores cinemáticos registram movimento destrai (Fig. 46). Não foi possível observar, dentro dos limites do mapeamento, nenhum deslocamento de contato entre as unidades ao longo da Zona de Cisalhamento Caxambu.



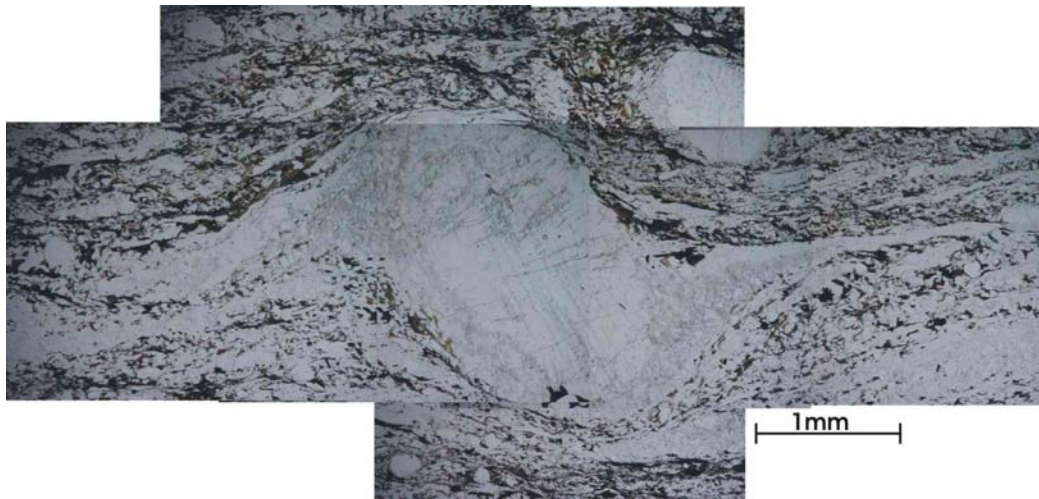


Figura 46: Porfiroclasto tipo **δ** de plagioclásio. Trata-se de um indicador cinemático destal da fase D<sub>4</sub>. Seção paralela a lineação L<sub>4</sub>. Ponto GI-038.

### 3.3 Metamorfismo

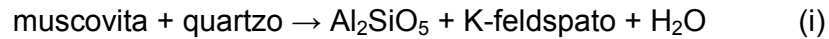
Na área foram reconhecidos dois eventos metamórficos: a) um metamorfismo principal em fácies anfibolito alto (Fig. 51); e b) um metamorfismo retrógrado. As associações minerais que caracterizam cada evento foram definidas a partir de dois litotipos principais: anfibolitos e ganada-sillimanita gnaisses.

#### 3.3.1 METAMORFISMO PRINCIPAL

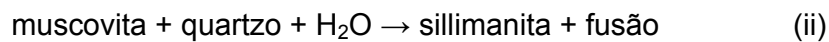
Este evento é caracterizado pelo crescimento de minerais metamórficos (e.g. sillimanita e granada) e pela geração de leucossomas e granitos anatéticos paralelos aos planos das foliações S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>. Em alguns casos, grãos prismáticos de sillimanita podem definir lineação mineral paralela a lineação de estiramento L<sub>2</sub>. O metamorfismo principal foi caracterizado como pré a sin-D<sub>2</sub> e possivelmente representa o metamorfismo sin-colisional na Faixa Brasília.

**Grt-Sil gnaisses** Neste litotipo, o metamorfismo principal é caracterizado pela associação granada + sillimanta + biotita + quartzo em paragneisses com porfiroblastos de K-feldspato. Tal associação (Figs. 20, 21 e 48) caracteriza pico de metamorfismo em condições de alta temperatura e pressão moderada, provavelmente fácies anfibolito alto/granulito devido aos grandes volumes de material anatético (Fig. 47). A presença de grãos de sillimanita prismáticos, bem desenvolvidos, paralelos a foliação S<sub>2</sub> e em

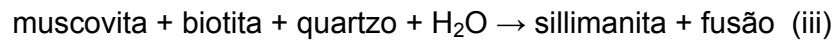
equilíbrio com megacristais de K-feldspato, provavelmente seja produto da reação:



Tal reação (i), concomitante a fase deformacional  $D_2$ , caracteriza o crescimento adicional de sillimanita a partir da quebra da muscovita sob alta temperatura, o que corrobora com a presença de veios e granitos anatéticos paralelos a  $S_2$ . Outras reações possíveis, sob condições de pressão moderada, são:



ou



As três opções (i, ii e iii) são possíveis, tendo em vista as variações na concentração de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) nos sistemas pelíticos.

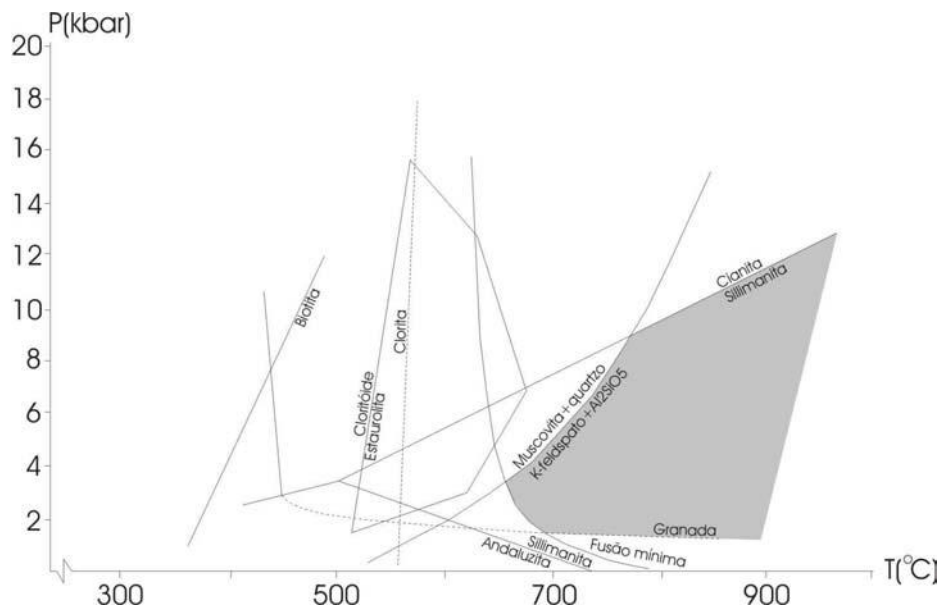


Figura 47: Gráfico de estabilidade das associações minerais do metamorfismo principal em granada-sillimanita gnaisses. O campo de estabilidade indica metamorfismo em fácies anfibolito alto/granolito sob pressão moderada.

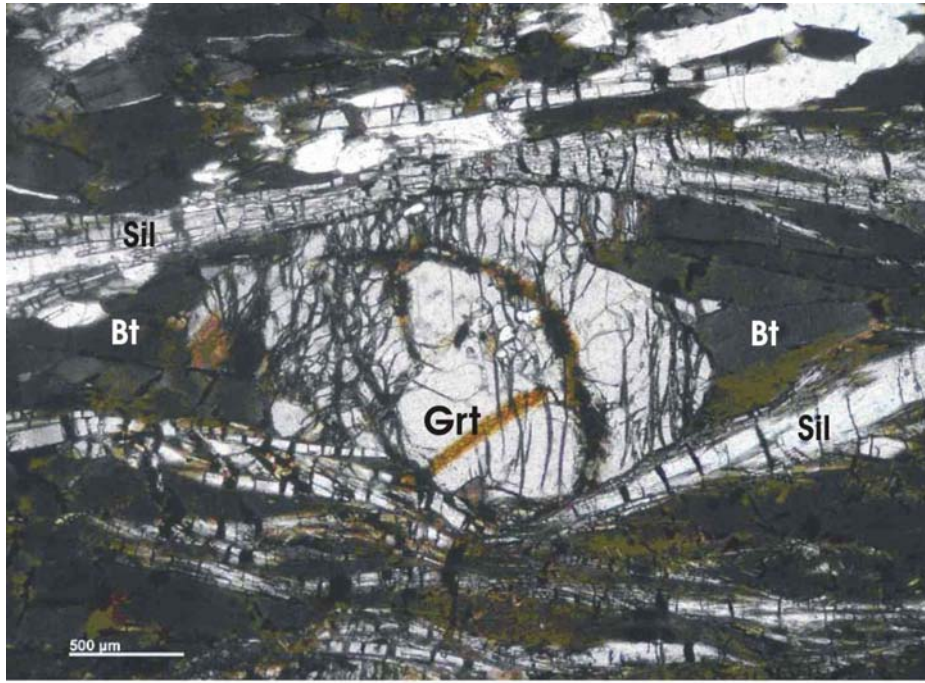


Figura 48: Porfiroblasto de granada com grãos prismáticos de sillimanita defletidos ao seu redor. Estas deflexões representam deformação dúctil relacionada a  $D_2$ . As microfraturas subverticais preenchidas de minerais opacos são interpretadas como feições deformacionais  $D_3$  e/ou  $D_4$ .

**Anfibolitos** Nestes litotipos, o metamorfismo principal é caracterizado pela associação plagioclásio (An~20) + hornblenda + biotita ± cpx (Fig. 50). Tal associação indica condições de alta temperatura (Fig. 49) em fácies anfibolito durante o pico de metamorfismo.

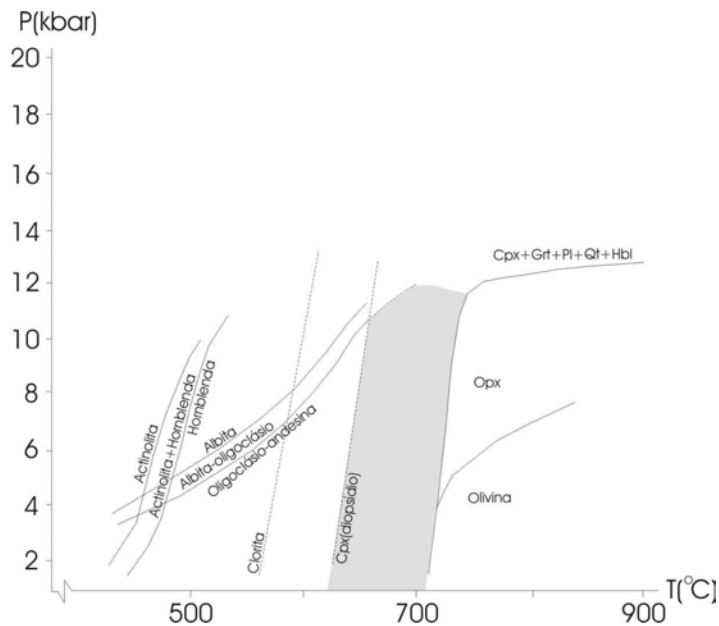


Figura 49: Gráfico de estabilidade das associações minerais essenciais dos anfibolitos com cpx.

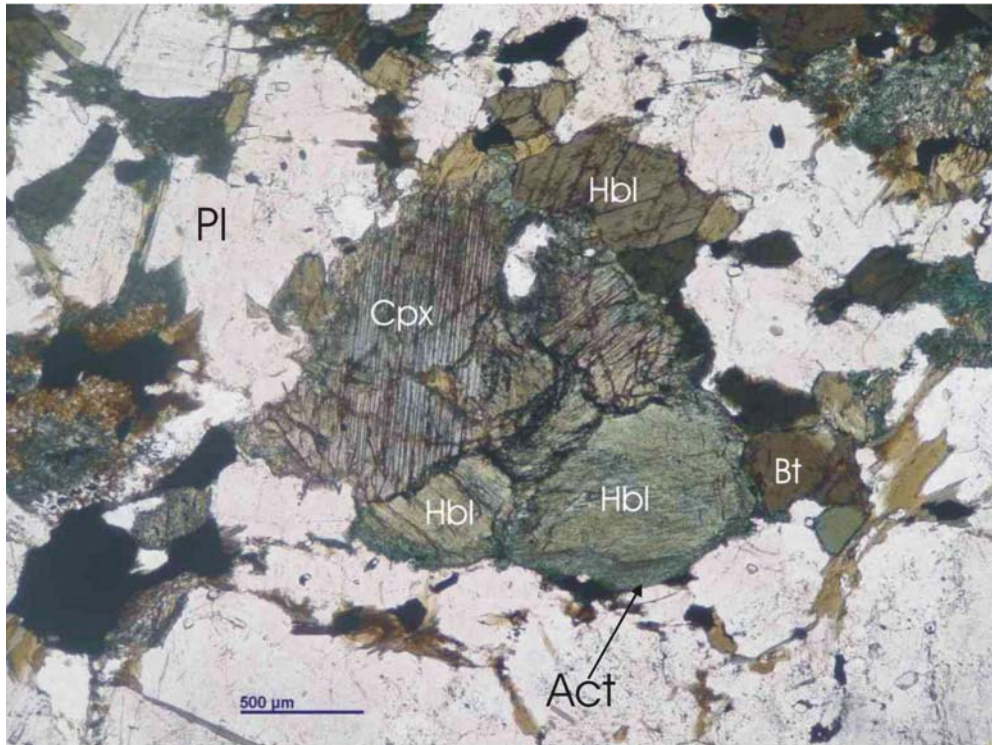


Figura 50: Agregado de clinopiroxênio e hornblenda envolto por matriz anfibolítica com textura granoblástica.

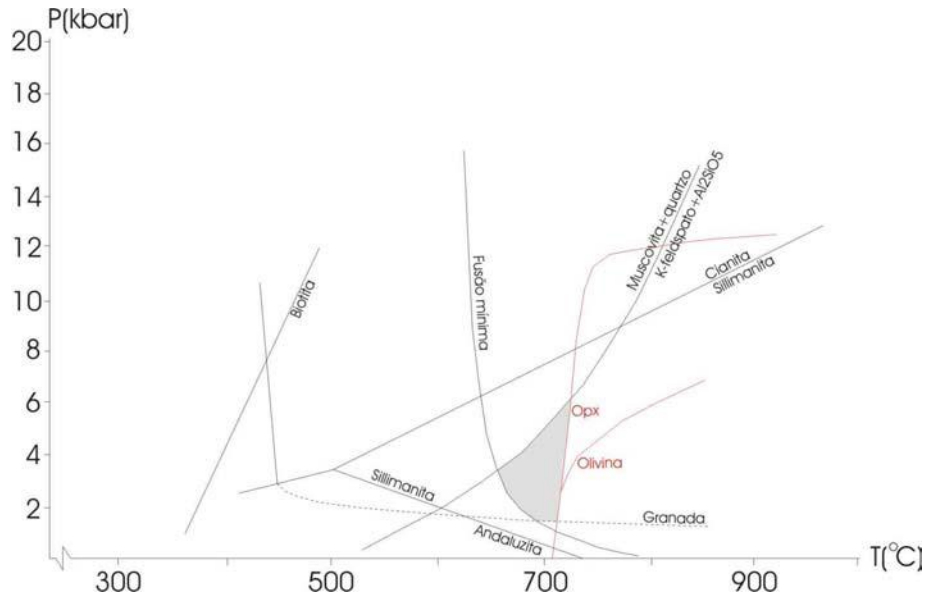


Figura 51: Campo de estabilidade (polígono cinza) a partir da interseção das associações minerais dos granada-sillimanita gnaisses e anfibolitos com cpx. Provavelmente este campo representa a faixa de condições de pressão e temperatura durante o pico do metamorfismo principal.



### 3.3.2 METAMORFISMO RETRÓGRADO

Este evento é caracterizado pela presença de minerais como hornblenda actinolítica (Figs. 17 e 50), clorita, epidoto (Fig. 52), calcita e muscovita em sítios de dilatação (microfraturas) e interstícios. Trata-se de um evento de nucleação e crescimento de minerais que foi concomitante as fases deformacionais D<sub>3</sub> e/ou D<sub>4</sub> que aturam em regime rúptil-ductil.

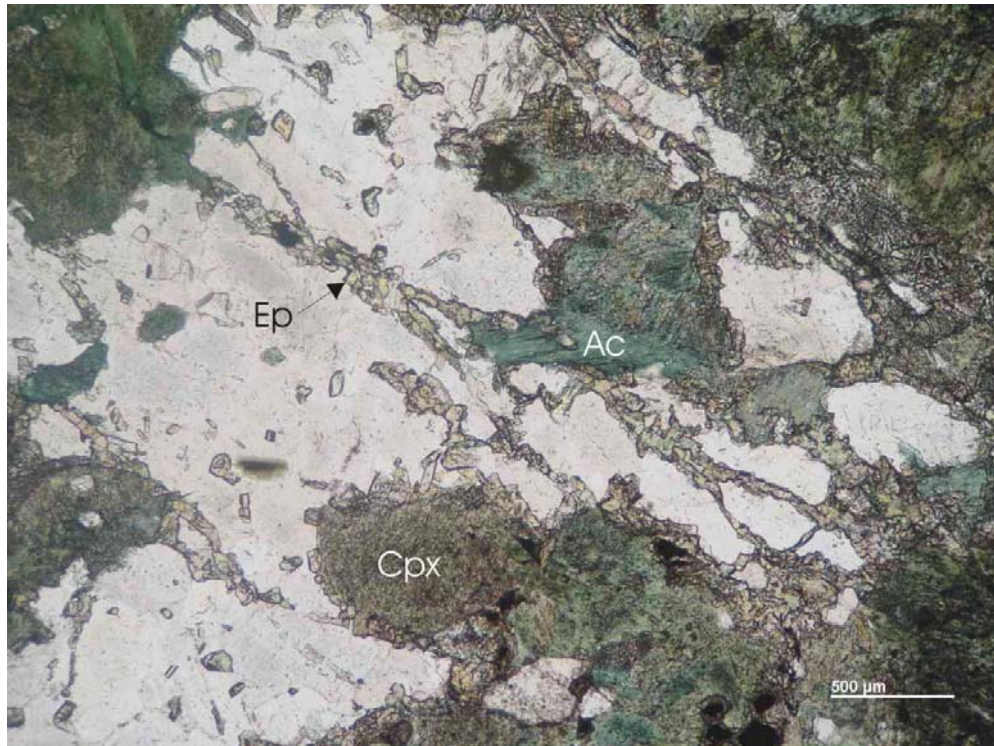


Figura 52: Grãos de epidoto anédricos, alinhados ao longo de microfraturas (do canto superior esquerdo ao canto inferior direito), e grãos anédricos de hornblenda actinolítica (Ac) com pleocroísmo verde-azulado substituindo clinopiroxênio.



#### 4. CONCLUSÕES

As unidades de mapeamento descritas neste trabalho representam, em sua maioria, segmentos do lobo Socorro da *Nappe* Socorro-Guaxupé (Fig. 5), com exceção dos biotita gnaisses com intercalações de quartzito, anfibolito e muscovita xisto (item 3.1.5) que pertencem a Seqüência Carrancas (Fig. 6) e dos granitos porfíricos deformados (item 3.1.6) que são produto de magmatismo neoproterozóico tardi a pós-D<sub>2</sub>. Os metassedimentos com granada, sillimanita e biotita (item 3.1.2) provavelmente são constituintes do Complexo Piracaia (Campos Neto & Basei, 1983) relacionado à Unidade Superior da *Nappe* Socorro-Guaxupé (Fig. 7). Os granada-hornblenda gnaisses (item 3.1.4) que ocorrem no sul da área podem também fazer parte do Complexo Piracaia, pois há raros níveis de granada-sillimanita gnaisses intercalados nesta unidade. Sobre estes granada-sillimanita gnaisses, estão os gnaisses granitóides com anfibolitos (item 3.1.1) que são possivelmente correlacionáveis com o Complexo Paraisópolis (Cavalcante *et al.*, 1979) relacionado à Unidade Intermediária da *Nappe* Socorro-Guaxupé (Fig. 7). Os hornblenda-biotita gnaisses graníticos (item 3.1.4) que ocorrem intrudidos nestas duas últimas unidades provavelmente sejam produtos de magmatismo neoproterozóico (sin-D<sub>2</sub>).

As fases deformacionais e os eventos metamórficos caracterizados na área de mapeamento representam manifestações localizadas dos principais estágios orogênicos que configuraram os orógenos Brasília e Ribeira. A fase D<sub>2</sub>, caracterizada pela foliação principal associada a transporte tectônico com topo para NE, e o metamorfismo principal ocorreram de forma síncrona e representam a evolução termo-tectônica relacionada ao Estágio Colisional I (ca. 630-610 Ma) da porção sul do Orógeno Brasília. Por fim, as fases D<sub>3</sub> e D<sub>4</sub>, caracterizadas por redobramentos e zonas de cisalhamento (Zona de Cisalhamento Caxambu), representam a superposição de tramas e estruturas nas unidades da Faixa Brasília ocasionada pelo Estágio Colisional II (ca. 590-560 Ma) que configurou a Faixa Ribeira.

## 5. 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.
- 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.
- 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.
- RIBEIRO, A., ANDREIS, R.R., TROUW, R.A.J., PACIULLO, F.V.P., VALENÇA, J. G. 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-

- 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., 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.
- VALENÇA, J.G. 1997. II. Megascopia: procedimentos para descrição de rocha fanerítica. Dep. de Geologia – UFRJ. p. 5
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. & GILBERT, C.M. 1985. Petrography – An introduction to the study of rocks in thin section. CBS Publ., N. Delhi, 2<sup>nd</sup> ed. 626p.



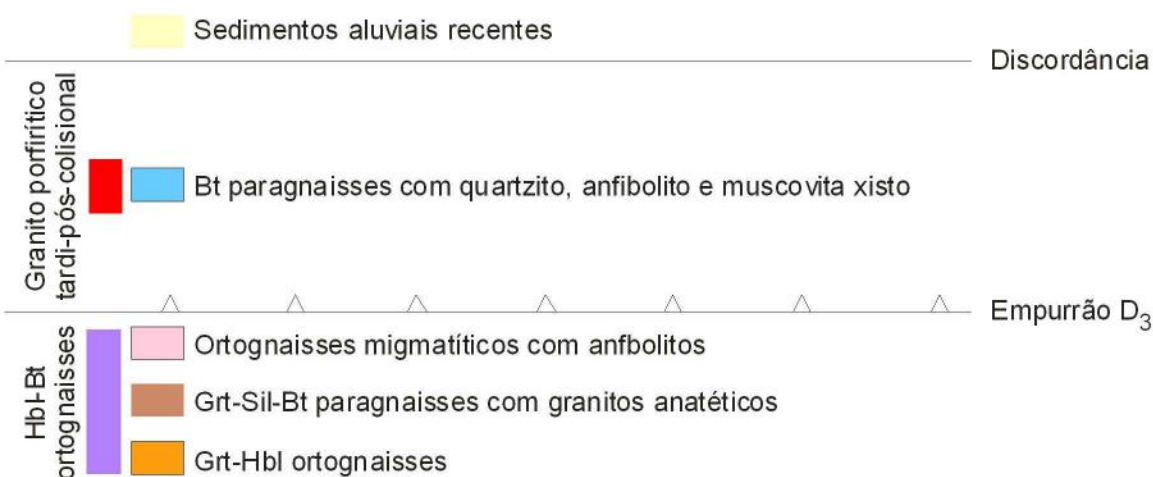
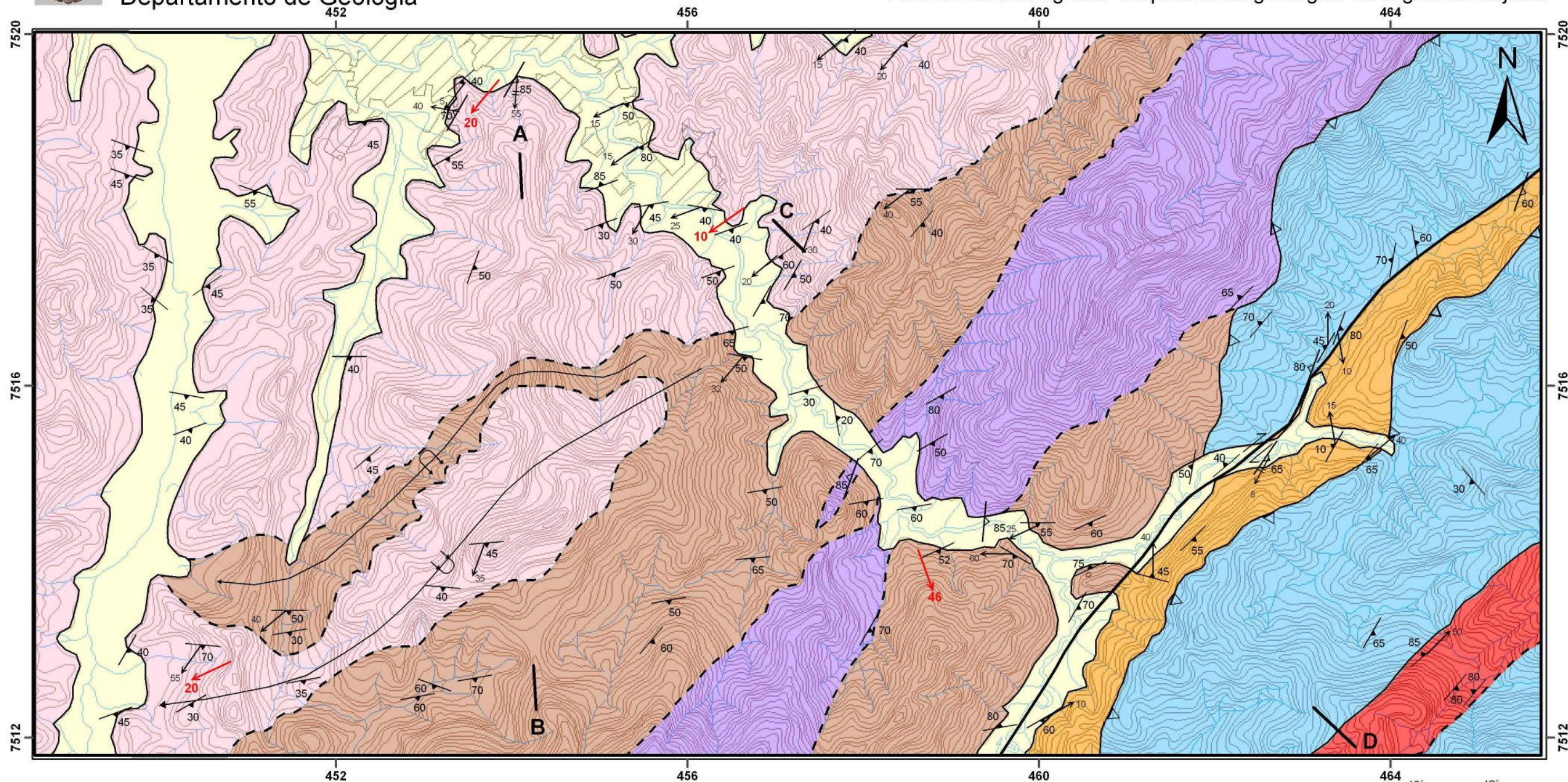
# Mapa geológico da região a sul de Itajubá



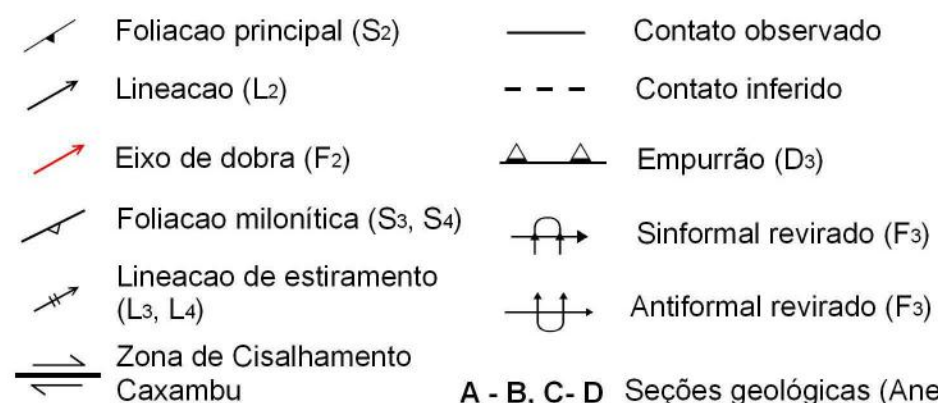
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza  
Departamento de Geologia

Autor: Gabriel Corrêa de Matos  
Orientador: Rudolph A. J. Trouw

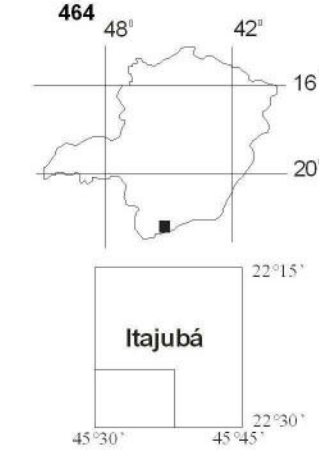
Anexo I da monografia "Mapeamento geológico da região de Itajubá"



## Estruturas



A - B, C - D Seções geológicas (Anexo II)



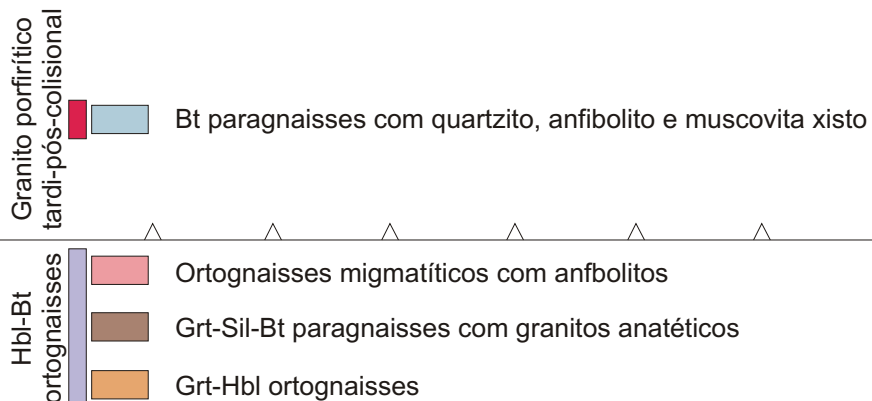
Articulação da folha Itajubá 1:50.000 com a localização da área mapeada



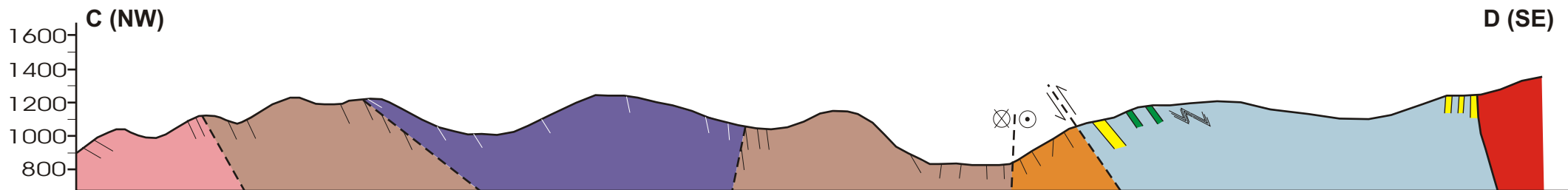
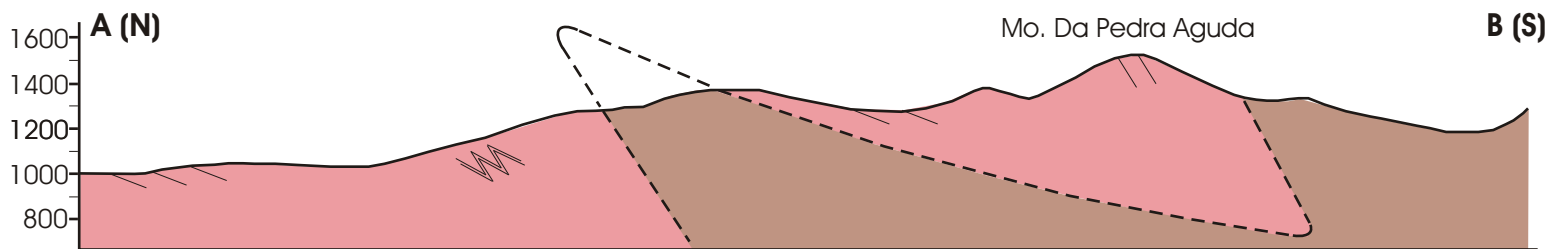
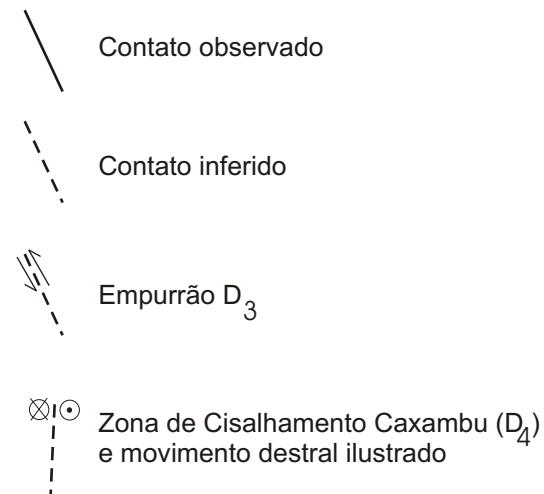
# Anexo II

## Seções Geológicas

### Legenda



### Estruturas



# Anexo III

pontos	X	Y	Unidade
0	449811	7516771	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
1	450128	7521222	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
2	450304	7515904	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
3	450336	7515520	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
4	449490	7512288	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
5	449565	7512347	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
6	449624	7513006	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
7	449910	7516791	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
8	449933	7516995	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
9	451085	7518225	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
10	452329	7519017	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
11	454116	7519515	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
12	454062	7519481	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
13	453937	7519418	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
14	453570	7519356	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
15	453428	7519476	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
16	451597	7520035	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
17	452081	7519141	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
18	453099	7518582	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
19	453112	7518699	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
20	453271	7518599	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
21	453416	7519061	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
22	453349	7519113	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
23	449031	7515541	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
24	450033	7517285	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
25	449982	7517454	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
26	449975	7517496	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
27	449629	7518411	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
28	449635	7518743	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
29	449759	7519413	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
30	451438	7520271	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
31	455023	7518267	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
32	455020	7517850	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
33	456973	7517351	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
34	457351	7515954	Hbl-Bt_ ortognaisse
35	458585	7514632	Hbl-Bt_ ortognaisse
36	459416	7514474	Granito anatótico
37	459950	7514188	Grt-Sil-Bt_ paragnaisse
38	462614	7515181	Grt-Hbl_ ortognaisse
39	455593	7518069	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
40	456658	7516343	Grt-Sil-Bt_ paragnaisse com Granito anatótico
41	457796	7515052	Hbl-Bt_ ortognaisse
42	458138	7514737	Grt-Sil-Bt_ paragnaisse
43	463085	7516194	Bt_ paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
44	464036	7517428	Bt_ paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
45	464278	7517628	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
46	465702	7518289	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
47	468331	7520360	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
48	468956	7520644	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
49	469894	7521147	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
50	470545	7521701	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
51	471154	7522277	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
52	472416	7523723	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
53	472665	7524086	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
54	457795	7519953	Ortognaisse migmatítico com anfibolito

55	458475	7519896	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
56	458948	7520288	Hbl-Bt_ortognaisse
57	461012	7520565	Hbl-Bt_ortognaisse
58	461249	7521276	Hbl-Bt_ortognaisse
59	461246	7521701	Hbl-Bt_ortognaisse
60	462371	7523077	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
61	462804	7523077	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
62	462265	7523555	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
63	457555	7520469	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
64	456602	7520469	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
65	457206	7524738	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
66	458902	7525013	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
67	459722	7524947	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
68	457198	7517269	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
69	456850	7516971	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
70	457689	7515635	Hbl-Bt_ortognaisse
71	458075	7515269	Hbl-Bt_ortognaisse
72	461760	7515080	Granito anatético
73	463369	7515304	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
74	456354	7517305	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
75	460265	7525168	Grt-Sil-Bt_paragnaisse com Granito porfirítico tardi-pós-colisional
76	460726	7525471	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
77	463161	7525631	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
78	463506	7525951	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
79	463473	7526095	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
80	468607	7525220	Granito porfirítico tardi-pós-colisional
81	464385	7512933	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
82	464960	7512515	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
84	460590	7513915	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
85	469791	7517102	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
86	465816	7515364	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
87	466389	7515377	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
88	468280	7516785	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
89	469791	7517102	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
91	469767	7517496	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
92	470509	7517098	Granito porfirítico tardi-pós-colisional
93	470725	7516510	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
94	470683	7516252	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
95	470796	7515714	Granito porfirítico sin-tardi-colisional
96	464949	7514919	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
97	464118	7516567	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
98	470359	7520750	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
99	470050	7520330	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
101	473334	7518174	Granito porfirítico tardi-pós-colisional
102	473105	7517906	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
103	473418	7518489	Granito porfirítico tardi-pós-colisional
104	472909	7516862	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
105	472065	7516430	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
106	471767	7516206	Granito porfirítico tardi-pós-colisional
107	453309	7517447	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
108	453554	7517352	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
110	452159	7516343	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
111	451640	7513993	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
112	451465	7513454	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
113	451634	7512657	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
114	462773	7525606	Hbl-Bt_ortognaisse

115	467428	7526421	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
116	467781	7526421	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
117	468475	7525414	Hbl-Bt_ortognaisse
119	472685	7525522	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
120	473035	7524934	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
121	472565	7523993	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
122	472340	7523586	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
123	471845	7522930	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
124	471357	7522571	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
125	469780	7512050	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
126	469903	7512258	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
127	469486	7512808	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
128	470480	7514727	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
129	470459	7514727	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
130	470383	7514727	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
131	470705	7515410	Granito porfírico sin-tardi-colisional
132	470792	7515719	Granito porfírico sin-tardi-colisional
133	469938	7517618	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
134	451018	7512422	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
135	456882	7514824	Granito anatótico
136	456843	7514077	Granito anatótico
137	455792	7513568	Granito anatótico
138	458065	7513233	Hbl-Bt_ortognaisse
139	457925	7513017	Hbl-Bt_ortognaisse
140	451473	7513513	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
141	451477	7513210	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
142	451611	7513063	Hbl-Bt_ortognaisse
143	452930	7512473	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
144	453132	7512607	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
145	453584	7512685	Grt-Sil-Bt_paragnaisse com Granito anatótico
146	452366	7515186	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
147	452931	7514908	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
148	460439	7513493	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
149	460042	7512215	Grt-Hbl_ortognaisse
150	460043	7512927	Grt-Hbl_ortognaisse
151	459560	7512110	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
152	463660	7515221	Grt-Hbl_ortognaisse
153	463807	7515166	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
154	464740	7512572	Granito porfírico tardi-pós-colisional
155	450598	7522611	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
156	451922	7526767	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
157	451298	7527438	Pedralva
158	451152	7527493	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
159	450108	7528002	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
160	450174	7528403	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
161	450007	7529240	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
162	449282	7531691	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
163	450748	7532133	Pedralva
165	455294	7532359	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
166	454878	7531391	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
167	455885	7520843	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
168	457350	7521651	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
169	457632	7521711	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
170	461284	7513819	Grt-Hbl_ortognaisse
171	463736	7515193	Grt-Hbl_ortognaisse
172	463794	7513201	Bt_paragnaises com quartzito, anfibolito e muscovita xisto



173	463412	7516658	Grt-Hbl_ortognaisse
174	462566	7515274	Grt-Hbl_ortognaisse
175	456199	7518034	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
176	456500	7517792	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
177	457468	7517894	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
178	458794	7515357	Hbl-Bt_ortognaisse
179	458810	7515822	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
180	458892	7515893	Hbl-Bt_ortognaisse
181	457054	7517487	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
182	460584	7514456	Granito anatótico
183	462529	7516701	Bt_paragnaisses com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
184	462301	7516992	Hbl-Bt_ortognaisse
185	463276	7516430	Bt_paragnaisses com quartzito, anfibolito e muscovita xisto
186	456504	7516628	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
187	459746	7514076	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
188	460217	7513277	Grt-Hbl_ortognaisse
189	461760	7514269	Grt-Hbl_ortognaisse
190	463161	7515467	Grt-Hbl_ortognaisse
191	463338	7515518	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
192	464530	7515665	
193	463935	7515425	
194	453223	7513720	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
195	453715	7514225	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
196	450535	7517154	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
197	455476	7518731	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
198	455312	7519222	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
199	458976	7520275	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
200	461256	7521297	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
201	463699	7522678	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
202	455435	7517634	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
203	455158	7517290	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
204	455158	7517290	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
205	456846	7513946	Granito anatótico
206	456747	7514049	Granito anatótico
207	455589	7513107	Granito anatótico
208	458773	7518597	Grt-Sil-Bt_paragnaisse com Granito anatótico
209	458578	7518248	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
210	458668	7517843	Granito anatótico
211	458697	7517181	Granito anatótico
212	458490	7519832	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
213	460337	7520374	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
214	461116	7520873	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
215	450353	7512389	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
216	450487	7513060	Ortognaisse migmatítico com anfibolito
217	458855	7514144	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
218	459696	7514156	Grt-Sil-Bt_paragnaisse
219	464050	7526029	Ortognaisse migmatítico com anfibolito