



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**Geologia e geoquímica da região de Itaocara, norte do  
Estado do Rio de Janeiro**

Dissertação de Mestrado

**OVÍDIO GONÇALVES MACHADO JÚNIOR**

**RIO DE JANEIRO  
NOVEMBRO, 2012**



UFRJ

**OVÍDIO GONÇALVES MACHADO JÚNIOR**

**Geologia e geoquímica da região de Itaocara, norte do Estado do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, para a obtenção de grau de mestre em Geologia.

**Orientadores: Julio Cezar Mendes**

**Rodrigo Peternel Machado Nunes**

**RIO DE JANEIRO  
NOVEMBRO, 2012**

Machado Júnior, O. G.

Geologia e geoquímica da região de Itaocara, norte do Estado do Rio de Janeiro

xv, 114 p. 29,7 cm

Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Geologia, 2012) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências (IGEO/UFRJ).

1. Itaocara, 2. Faixa Ribeira, 3. Complexo Serra da Bolívia, 4. Geoquímica.

**Geologia e geoquímica da região de Itaocara, norte do Estado do Rio de Janeiro**

por

**OVÍDIO GONÇALVES MACHADO JÚNIOR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Geologia da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, para a obtenção de grau de mestre em Geologia.

Aprovada em: 03.09.2012

Por:

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Julio Cezar Mendes – UFRJ (Orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Rodrigo Peternel Machado Nunes – UERJ (Co-orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. André Ribeiro – UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Beatriz Paschoal Duarte – UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata da Silva Schmitt – UFRJ

## AGRADECIMENTOS

- Agradeço aos meus pais Luzia e Ovídio pela formação do meu caráter e educação.
- À minha companheira Ana Carolina e minha filha linda Laura que sempre estão ao meu lado para me darem forças em tudo.
- Aos amigos, em especial Lucas Balsini e Hugo Henning Kussama, que sempre contribuíram para o meu aprendizado e este trabalho.
- Ao amigo Tarcísio Raymundo de Abreu pela paciência e colaboração na confecção das lâminas petrográficas desta pesquisa.
- Ao amigo Guilherme Eugênio pela impressão desta pesquisa no CENPES-PETROBRAS S. A.
- Aos amigos e orientadores Julio Cezar Mendes e Rodrigo Peternel, pelas discussões e ensinamentos geológicos.
- Aos professores Rudolph Allard Johanes Trouw e André Ribeiro que sempre me ajudaram na minha formação de Geólogo.
- Ao querido, mestre e amigo professor Joel Gomes Valença que sempre me aconselhou nos caminhos geológicos, seguimento e postura de vida.

MACHADO JÚNIOR, O.G. **Geologia e Geoquímica da região de Itaocara, norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2012. 115f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Geologia). Departamento de Geologia. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.

## RESUMO

A área estudada nesta dissertação situa-se na transição da Faixa Ribeira para Faixa Araçuaí, que inclui os Terrenos Ocidental e Oriental da Faixa Ribeira, separados por falha de empurrão segundo literatura. Nas imediações de Itaocara, norte do Estado do Rio de Janeiro foi identificadas e mapeadas seis unidades litológicas que ocorrem ao longo da direção NE-SW, que são: 1. Biotita-granada gnaiss bandado, fino a médio, textura inequigranular seriada e localmente milonítica, que fazem parte do Terreno Ocidental. 2. Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss de composição tonalítica a granodiorítica com textura inequigranular seriada a porfirítica, e localmente milonítica, correspondente ao Domínio Cambucí. 3. Ortognaisses do Complexo Serra da Bolívia, Domínio Cambucí, que inclui quartzo-dioritos, tonalitos, granodioritos, granito porfirítico. Dados geocronológicos prévios segundo literatura apontam idades de cristalização U-Pb em zircão de 596 milhões de anos, em amostra de gabronorito na Serra da Bolívia. 4. Paragnaiss bandado/quartzito que inclui gnaisses félsicos bandados intercalado com camadas quartzíticas fina com mica branca e biotita, pertencente ao Domínio Cambucí. 5. Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado que inclui gnaisses granodioríticos a graníticos com bandas félsicas e máficas. 6. Mármore branco intercalado com camadas delgadas de quartzito fino com biotita, mica branca e clorita. As observações de estruturas em campo e as análises microestruturais, permitiram reconhecer duas fases de deformação dúctil ( $D_n$  e  $D_{n+1}$ ) e uma família de estruturas rúpteis. A primeira fase dúctil ( $D_n$ ) foi responsável pela geração do sinclinal revirado Serra da Bolívia e suas dobras parasíticas, além da foliação tectono-metamórfica principal  $S_n$  paralela ao plano axial. O segunda fase também dúctil ( $D_{n+1}$ ), redobrou as dobras da fase  $D_n$  com dobras abertas assimétricas caindo para nordeste e plano axial subparalelo a  $S_n$ . Também desenvolveu zonas de cisalhamento predominantemente NE-SW destrais, com lineação mineral e estiramento subhorizontais. A família de estruturas rúptil, refere-se a superfícies de fraturas e/ou falhas centimétricas de orientação NW-SE, E-W e N-S. Os dados obtidos neste trabalho sugerem uma complexa variação na composição modal e química dos protólitos dos ortognaisses, que incluem duas famílias de rochas, uma de granitoides dioríticos e outra granítica tipicamente cálcio-alcálicos. Os de composição diorítica, mais empobrecidos em potássio, metaluminosos e mais ricos em ferro e magnésio, são possivelmente associados a arcos magmáticos. Já os de composição granítica, mais enriquecidos em potássio e fracamente peraluminosos, pode estar associados tanto à magmatismo sin-colisional quanto arco magmático. O metamorfismo alcançou fácies granulito, caracterizado, sobretudo por associações metamórficas nas unidades metassedimentares (K-feldspato/sillimanita/biotita/clorita) e protólito máfico (granada/biotita/piroxênio/anfibólio). Entretanto observa-se localmente fusão *in situ*, o que corrobora com tais condições metamórficas. Grande parte das rochas mapeadas apresenta desequilíbrio metamórfico para fácies anfíbolito, com biotita e hornblenda substituindo

piroxênio na borda dos grãos. A partir dessas observações conclui-se que essa região apresenta uma série de ortognaisses relacionados a arco magmático e ambiente colisional e granitos sin a pós colisionais, intercalado com paragnaisses de protólito pelítico e mármore, que foram intensamente dobrados, redobrados e metamorfisados durante o evento tectono-metamórfico Brasileiro que ocorreu durante o Neoproterozóico em toda a extensão do sudeste do Brasil denominada de Faixa de dobramentos Ribeira.

**Palavras-Chave:** Itaocara; Faixa Ribeira; Complexo Serra da Bolívia; Geoquímica.

MACHADO JR, O.G. Geology and geochemistry of the Itaocara region, northern Rio de Janeiro state. 2012. 115f. Dissertation (Graduate Studies in Geology). Department of Geology. Institute of Geosciences. Federal University of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.2012.

## ABSTRACT

The area studied in this thesis lies in the transition from Ribeira belt to Araçuaí belt, which includes Land East and West of the Ribeira Belt, separated by thrust fault second literature. In the vicinity of Itaocara, north of the State of Rio de Janeiro was identified and mapped six lithological units that occur along the NE-SW direction, which are: 1. Biotite-garnet gneiss banded, fine to medium texture inequigranular serial and locally mylonitic, which are part of the Western Land. 2nd. Pyroxene-hornblende-biotite orthogneiss of tonalitic to granodioritic composition with porphyritic texture inequigranular the serial, and locally mylonitic, corresponding to Domain cambuci. 3rd. Complex orthogneisses of Serra da Bolivia, Cambuci Domain, which includes quartz-diorite, tonalite, granodiorite, granite porphyry. Geochronological data second prior literature indicate crystallization ages of U-Pb zircon ages of 596 million years, in a sample of gabronorito Serra da Bolivia. 4th. Paragneiss banded / quartzite gneiss comprising layers intercalated with felsic banded quartz with fine white mica and biotite, owned by Domain cambuci. 5th. Hornblende-biotite-garnet gneiss banded granodioritic gneiss which includes the granitic felsic and mafic bands. 6th. White marble intercalated with thin layers of fine quartzite with biotite, white mica and chlorite. The observations of structures in the field and microstructural analyzes, allowed us to recognize two phases of ductile deformation (Dn and Dn +1) and a family of brittle structures. The first phase ductile (Dn) was responsible for generating the overturned syncline Serra da Bolivia and its parasitic folds, besides the tectonometamorphic foliation parallel to the main axial Sn. The second phase also ductile (Dn +1), redoubled the folding phase Dn with open asymmetric folds falling to the northeast and the axial plane sub parallel Sn. Also developed shear zones predominantly NE-SW dextral, with mineral and stretching lineation subhorizontal. The family of brittle structures refers to surfaces fractures and / or faults centimeter orientation NW-SE, NS and EW. The data obtained in this study suggest a complex variation in modal composition and chemistry of the protolith orthogneisses, including two families of rocks, a dioríticos of granitic and other calc-alkaline granitic typically. The dioritic composition, more potassium depleted, metaluminous and richer in iron and magnesium, are possibly associated with magmatic arcs. Since the composition of granite, more enriched in potassium and weakly peraluminous, can be associated to both the syn-collisional magmatism as magmatic arc. The granulite facies metamorphism reached, mainly characterized by associations metamorphic metasedimentary units (K-feldspato/sillimanita/biotita/clorita) and mafic protolith (garnet / biotite / pyroxene / amphibole). Entretato observed locally in situ fusion, which corroborates with such metamorphic conditions. Much of metamorphic rocks mapped imbalance presents to amphibolite facies with biotite and hornblende pyroxene replacing the edge grain. From these observations it is concluded that this region presents a series of orthogneisses related magmatic arc and collisional environment and the post

collisional granites sin, intercalated with pelitic paragneisses of protolith and marble, which were intensely folded, refolded and metamorphosed during the tectono-metamorphic event Brasiliano that occurred during the Neoproterozoic to the fullest extent of southeastern Brazil called Ribeira belt folding.

**Keywords:** Itaocara; Ribeira Belt, Serra da Bolivia Complex; Geochemistry.

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Objetivo e Metas.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Localização e Acesso .....</b>	<b>18</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Trabalhos de Campo .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Trabalhos de Escritório .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Trabalhos de Laboratório .....</b>	<b>21</b>
<b>3. GEOLOGIA REGIONAL .....</b>	<b>23</b>
<b>4. GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Unidades de Mapeamento.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1. Biotita-granada gnaisse bandado (Terreno Ocidental).....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.1.1. Petrografia.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2. Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (CSB, Terreno Oriental/Domínio Cambucí).....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.2.1. Petrografia.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.3. Ortognaises Serra da Bolívia (CSB, Terreno Oriental/DomínioCambucí).....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.3.1. Petrografia.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.4. Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambucí).....</b>	<b>59</b>
<b>4.1.4.1. Petrografia do Leucogranito alluminoso.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1.5. Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambucí).....</b>	<b>68</b>
<b>4.1.5.1. Petrografia.....</b>	<b>71</b>

4.1.6. Mámore intercalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambucí).....	76
4.1.6.1. Petrografia.....	79
5. GEOQUÍMICA DOS ORTOGNAISSES DO COMPLEXO SERRA DA BOLÍVIA.....	81
6. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	89
6.1. Fase Dn.....	89
6.1.2. Dobras Dn.....	90
6.2. Fase Dn+1.....	92
6.2.1. Dobras Dn+1.....	92
6.3. Família de estruturas rúpteis.....	98
7. METAMORFISMO.....	100
8. CONCLUSÕES .....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXO 1. Mapa Geológico da área de estudo.....	114
ANEXO 2. Tabela de pontos.....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área estudada. Fonte: <i>software</i> de Geoprocessamento ArcGis® versão 9.3., da ESRI. ....	18
Figura 2: Acesso à área de estudo. Fonte: <i>website</i> : <a href="http://www.googlemaps.com.br">www.googlemaps.com.br</a> . ....	19
Figura 3: Província da Mantiqueira, com suas respectivas faixas móveis. Extraído de Heilbron <i>et al.</i> (2004). ....	23
Figura 4: Contexto Geotectônico da área de estudo. Quadrado amarelo mostra localização da área. Extraído de Trouw <i>et al.</i> (2000). ....	24
Figura 5: Seção da Faixa Ribeira. Terreno Ocidental (1-6): 1 a 3 - Megassequência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora; 4 a 6 – Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); Klippe Paraíba do Sul (7-8): 7 – Grupo Paraíba do Sul; 8 – Complexo Quirino; Terreno Oriental (9-13): 9 – Sequência Cambuci; 10 – Sequência Italva; 11 – Sequência Costeiro; 12 – Arco Magmático Rio Negro; 13 – Granitos Colisionais; Terreno Cabo Frio (14-15): 14 – Sequências Búzios e Palmital; 15 – Complexo Região dos Lagos. Extraído de Trouw <i>et al.</i> (2000). ....	25
Figura 6: Domínios tectônicos do segmento setentrional da Faixa Ribeira, extraído de Tupinambá <i>et al.</i> (2007). Legenda: 1 – Terreno Ocidental, Domínio Juiz de Fora; 2 – Klippe Paraíba do Sul; Terreno Oriental, 3 a 5: 3 – Domínio Cambuci; 4 – Domínio Costeiro; 5 – Klippe de Italva; 6 a 8 - Rochas plutônicas mais ou menos gnaissificadas: 6 – Granitóides tipo-S ou híbridos meta a peraluminosos; 7 – Granitóides Tipo-I metaluminosos. Cidades mencionadas: Ca, Cantagalo; Sa, São Sebastião do Alto; Ic, Itaocara; Cb, Cambuci; Sp, Santo Antônio de Pádua; Re, Recreio; Iv, Italva; Jp, São João do Paraíso; Ub, São José de Ubá; Lm, Laje do Muriaé; Mu, Muriaé; Ip, Itaperuna; Bj, Bom Jesus do Itabapoana; Vs, Varre-Sai; Gu, Guaçuí; Ef, Espera Feliz. ....	29
Figura 7: Lajedo do biotita-granada gnaisse na encosta da colina. Ponto OSP-108. ....	31
Figura 8: Lajedo em colina do biotita-granada gnaisse. Ponto OSP-110. ....	32
Figura 9: Biotita-granada gnaisse com foliação subvertical (OSP-99). ....	32
Figura 10: Biotita-granada gnaisse mostrando bandamento delgado. Ponto OSP-110. ....	33
Figura 11: Lineação de estiramento subhorizontal e foliação subvertical no biotita- ....	33
Figura 12: Enclave máfico cortado por veio de quartzo no biotita-granada gnaisse ....	34
Figura 13: Porção máfica cortada por veio de quartzo no biotita-granada gnaisse. ....	34
Figura 14: Diagrama QAP para classificação de rochas ígneas plutônicas ....	36
Figura 15: Biotita definindo a xistosidade e granada na matriz no biotita- ....	37
Figura 16: Aspecto geral da matriz hipidiomórfica a xenomórfica no biotita- ....	37
Figura 17: Lajedo em drenagem do biotita-piroxênio-hornblenda ....	39
Figura 18: Lajedo rasteiro de biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse ....	39
Figura 19: Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse bandado com textura ....	40
Figura 20: Bandas félsicas dobradas no biotita-piroxênio-hornblenda ....	40
Figura 21: Textura milonítica com porfiroclastos de feldspato no. ....	41
Figura 22: Pegmatito truncando a foliação do biotita-piroxênio-hornblenda. ....	41
Figura 23: Diagrama QAP segundo Streckeisen 1976, ....	43
Figura 24: Matriz granoblástica com feldspato recristalizado e quartzo. ....	45
Figura 25: Fitas de quartzo estirado em matriz granoblástica com. ....	45
Figura 26: Biotita definindo a foliação e clinopiroxênio no biotita-piroxênio- ....	46
Figura 27: Clinopiroxênio, biotita e granada definindo a foliação no biotita- ....	46
Figura 28: Modo de ocorrência dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses ....	48
Figura 29: Bloco de enderbito na base da Serra da Bolívia. OSP-50. ....	48
Figura 30: Barranco alterado em corte de estrada com enderbitos, charnockitos. ....	49

Figura 31: Bloco mostrando a variação mesocrática dos enderbitos, .....	49
Figura 32: Fácies leucocrática dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses .....	50
Figura 33: Fácies porfirítica dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses .....	50
Figura 34: Enclave máfico anguloso na fácies leucocrática da unidade Serra .....	51
Figura 35: A: dique de granito fino na fácies leucocrática (OSP-41); B: pegmatito na fácies .....	51
Figura 36: Diagrama QAP segundo Streckeisen 1976, da unidade Serra da Bolívia.....	53
Figura 37: Fotomicrografia do ponto OSP-32, com mirmequita evidenciado.....	54
Figura 38: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando piroxênio envolvido por anfibólio ....	54
Figura 39: Fotomicrografia do ponto OSP-03 (pedreira), ortopiroxênios (Opx) rodeado .....	55
Figura 40: Fotomicrografia do ponto OSP-141, com anéis simplectíticos envolvendo .....	55
Figura 41: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando um cristal de hornblenda (Hbl) xenomórfico no enderbito. Pgc: plagioclásio. ....	56
Figura 42: Fotomicrografia do ponto OSP-141, dos enderbitos da Serra da Bolívia, evidenciando pelo circulo vermelho, com inclusões de zircão, apatita, biotita e minerais opacos. ....	56
Figura 43: Fotomicrografia do ponto OSP-32, com biotita marcando a foliação e minerais acessórios no ortognaisse. Circulo vermelho: zircão; circulo amarelo: titanita. Pgc: plagioclásio, Biot: biotita e Qtz: quartzo. ....	57
Figura 44: Fotomicrografia do ponto OSP-141, evidenciando granadas (Grn) xenomórficas com inclusões de minerais opacos no enderbiot da Serra da Bolívia. Biot: biotita, Opc: minerais opacos. ....	57
Figura 45: Fotomicrografia à polarizadores cruzados do ponto OSP-49B, do ortognaisse.....	58
Figura 46: Barranco alterado da unidade paragnaisse/quartzito (OSP-93). ....	60
Figura 47: Barranco semifresco do paragnaisse/quartzito (OSP-13). ....	60
Figura 48: Lajedo do Paragnaisse bandado (a: afloramento em lajedo (OSP-85); b: leucossoma e. ....	61
Figura 49: Foto do ponto OSP-03 (pedreira), no contato entre o enderbito (máfica) da Serra da ....	62
Figura 50: Fotomicrografias do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), apresentando características dos feldspatos. a: mesopertita, b: mirmequita e c: inclusões de quartzo no plagioclásio.....	64
Figura 51: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), com clorita e sillimanita. As setas em vermelho ressaltam cristais de quartzo recristalizado. Clo: clorita, Sill: sillimanita e Qtz: quartzo. ....	65
Figura 52: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando a secção basal da sillimanita (Sill). Além de Biot: biotita e Qtz: quartzo. ....	66
Figura 53: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), mostrando sillimanita (Sill) e biotita (Biot). ....	66
Figura 54: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando o espinélio (Esp) incluso no plagioclásio (Pgc). Qtz: quartzo, Biot: biotita e Opc: minerais opacos.....	67
Figura 55: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando granada xenomórfica. Qtz: quartzo, Pgc: plagioclásio e Grn: granada. ....	67
Figura 56: Barranco alterado do biotita-hbl-grn gnaisse bandado (OSP-05). ....	69
Figura 57: Bloco do biotita-hornblenda-granada gnaisse cortado por .....	69
Figura 58: Fotos do biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado, na pedreira Valão do Barro Preto (OSP-151). (a) visão da pedreira, (b): fenocristais de feldspato, (c): bandamento composicional. ..	70
Figura 59: Diagrama QAP segundo Streckeisen (1976), do biotita-hbl gnaisse .....	72
Figura 60: Fitas de quartzo com contatos suturados (setas amarelas), seta vermelha .....	73
Figura 61: Fotomicrografia a polarizadores cruzados do biotita gnaisse bandado .....	73
Figura 62: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaisse bandado .....	74
Figura 63: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaisse bandado .....	74

Figura 64: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaiss bandado .....	75
Figura 65: Pedreira desativada de mármore branco na Pedra do Cavalo, base sul .....	77
Figura 66: Pedreira inativa de mármore branco na Pedra do Cavalo, sul .....	77
Figura 67: Mármore intercalado com quartzito, e cortado por veio de quartzito.....	78
Figura 68: Mármore branco intercalado com camadas delgadas de quartzito.....	78
Figura 69: Fotomicrografia do ponto OSP-27, a: polarizadores paralelos e b: polarizadores cruzados: planos de biotita e aglomerados de quartzito define clivagem espaçada do quartzito, e mostra bandas de cisalhamento (“ <i>shear bands</i> “, Passchier & Trouw, 2005). Seta amarela muscovita e seta azul biotita, e seta vermelha feldspato. ....	80
Figura 70: Diagrama TAS para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Cox <i>et al.</i> , 1979).....	83
Figura 71: Diagrama AFM para as amostras do Complexo Serra da Bolívia.....	84
Figura 72: Diagrama ternário Ab x An x Or, para as amostras do .....	84
Figura 73: Diagrama para saturação em potássio, para as amostras do .....	85
Figura 74: Diagrama A/CNK-A/NK para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Shand 1943). .....	86
Figura 75: Diagrama SiO <sub>2</sub> x elementos maiores, para as amostras do Complexo Serra da Bolívia, de Harker 1909.....	87
Figura 76: Diagrama discriminante para ambiente tectônico, para as amostras do Complexo Serra	88
Figura 77: Dobra parasítica D <sub>n</sub> dobrando uma foliação pretérita Sn-1//Sn, em.....	89
Figura 78: Dobra apertada D <sub>n</sub> com Sn//So em mármore intercalado .....	90
Figura 79: Projeção estereográfica (densidade e polos) da foliação principal Sn.....	91
Figura 80: Projeção estereográfica do eixo de dobras da fase D <sub>n</sub> . ....	91
Figura 81: Dobra apertada D <sub>n</sub> redobrada por dobra D <sub>n+1</sub> em veio félsico no ortognaiss Serra da Bolívia (OSP-40). ....	93
Figura 82: Padrão de interferência de dobras do tipo bengala em enderbito Serra da Bolívia. OSP-153. ....	94
Figura 83: Indicadores de movimento do tipo delta com sentido .....	95
Figura 84: Estrutura do tipo delta em feldspato indicando movimento destal .....	95
Figura 85: Indicador de movimento destal do tipo antitético ou <i>book shelf</i> .....	96
Figura 86: Lineação de estiramento em biotita-granada gnaiss bandado (OSP-99).....	96
Figura 87: Projeção estereográfica; a: lineação de estiramento (qtz e feldspato) e b: .....	97
Figura 88: Fitas de quartzito ( <i>quartz ribbons</i> ) recristalizados e feldspato recristalizado .....	97
Figura 89: Plano de falha NW em ortognaiss Serra da Bolívia (OSP-94).....	98
Figura 90: Planos de fratura rúptil em biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss .....	99
Figura 91: Planos de fratura rúptil em biotita-granada gnaiss bandado do D. Juiz.....	99
Figura 92: Gráfico de metamorfismo para rochas metamáficas, associação .....	101
Figura 93: Gráfico de metamorfismo para rochas metapelíticas, e a associação mineral .....	102
Figura 94: Gráfico de fácies metamórfica (Yardley, 1991). ....	103
Figura 95: Aglomerados de sillimanita e biotita substituída por clorita em leucogranito aluminoso (OSP-03). ....	103
Figura 96: Clinopiroxênio reagindo para hornblenda e biotita em enderbito.....	104
Figura 97: Clinopiroxênio reagindo para hornblenda e cummingtonita em .....	104
Figura 98: Detalhe em nicóis paralelos de cpx substituído para biotita, hornblenda .....	105
Figura 99: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando piroxênio envolvido por anfibólio. Biot: biotita, Opx: ortopiroxênio, Hbl: hornblenda e Opc: minerais opacos, em enderbito Serra da Bolívia.....	105

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Moda baseada em % em volume de minerais. ....	36
Tabela 2: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos. ....	42
Tabela 3: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos. ....	52
Tabela 4: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos. ....	63
Tabela 5: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos. ....	71
Tabela 6: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos. ....	79
Tabela 7: Análise química para elementos maiores baseada em % em peso de óxidos.....	82
Tabela 8: Análise química de elementos traços em ppm.....	82

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos realizados nesta dissertação são vinculados ao projeto do orientador (Sigma 3567), que envolve pesquisa geológica integrada na porção centro-norte da Faixa Ribeira. Também é importante frisar que parte desta obra foi parcialmente financiada (junho 2011 a julho 2012) pelo *CNPq*, através de bolsa de estudo em pesquisa de dissertação de mestrado.

A área focalizada neste projeto, o norte do Estado do Rio de Janeiro, está inserida na porção centro-norte da Faixa de Dobramentos Ribeira, próxima da zona limítrofe com a Faixa Araçuaí. A Faixa Ribeira se estende por aproximadamente 1400 km ao longo da costa sudeste do Brasil, fazendo parte de uma série de faixas Neoproterozóicas / Eopaleozóicas geradas entre aproximadamente 700 e 480 Ma, durante a amalgamação do Super Paleocontinente Gondwana.

Na América do Sul, esses eventos são conhecidos como orogenia Brasiliana e os principais episódios orogênicos reportados para o Segmento Central da Faixa Ribeira são: a) 790 a 600 Ma – subducção e geração de arco magmático; b) 600 a 560 Ma - episódio colisional I; c) 530 a 510 Ma - episódio colisional II; d) 510 a 480 Ma - colapso orogênico (Machado *et al.*, 1996; Trouw *et al.*, 2000; Campos Neto 2000; Heilbron & Machado 2003; Schmitt *et al.*, 2004). Heilbron & Machado (2003) dividem a Faixa Ribeira nas seguintes unidades tectônicas: o Terreno Ocidental, a Klippe Paraíba do Sul, o Terreno Oriental e o Terreno Cabo Frio.

A região norte do Estado do Rio de Janeiro é geologicamente caracterizada pela disposição, em mapa, de extensas faixas de rochas gnáissicas orientadas NE-SW, que mostram um padrão estrutural complexo, forte imbricação tectônica e acentuado grau de migmatização, conferindo aos litotipos feições texturais e estruturais bastante heterogêneas.

São ortognaisses de variada composição, diorítica a granítica, localmente com domínios charnoquíticos e paragnaisses comumente apresentando paragênese aluminosa e intercalação com espessas camadas de mármore, além de pequenas lentes quartzíticas (Tupinambá *et al.*, 2007).

Parte deste conjunto está intensamente deformado por expressiva zona de cisalhamento dúctil dextral de orientação NE-SW, designada Zona de Cisalhamento Paraíba

do Sul - ZCPS (Brenner *et al.*, 1980; Campanha, 1981; Campanha & Ferrari 1984; Chrispim & Tupinambá 1989; Dayan & Keller 1989; Almeida 2000), que tem extensão ultrapassando 100 Km e largura variável de 5 Km em média.

Tupinambá *et al.* (2007) apontam na região a existência de litotipos ortoderivados (Complexos Rio Negro, Juiz de Fora e Suíte Serra da Bolívia) e paragneisses do Domínio Costeiro.

O mapeamento realizado permitiu a identificação dos litotipos presentes, sua disposição em planta e sua caracterização petrográfica e geoquímica, identificação das estruturas e correlação com fases de deformação já estabelecidas (Heilbron 1993; Trouw *et al.*, 2000; Schmitt *et al.*, 2004; Heilbron *et al.*, 2004; Heilbron *et al.*, 2008 e Tupinambá *et al.*, 2007). Além de apresentar novos dados geológicos em escala de detalhe sobre a região norte fluminense.

### **1.1. Objetivo e Metas**

O principal objetivo desta pesquisa é a compreensão da geologia através do estudo de diferentes tipos de estruturas e rochas que afloram na área investigada, contribuindo com novos dados geológicos, e correlacionar com processos de deformação, metamorfismo e granitização que ocorreram em toda a Faixa Ribeira. Para que tal objetivo fosse alcançado, as seguintes metas foram realizadas:

1. Confeção de mapa geológico da área em escala 1:36.400 com a identificação das rochas e estruturas;
2. Estudo petrográfico das rochas mapeadas e sua classificação modal;
3. Caracterização química preliminar dos litotipos ortoderivados e sua divisão conforme suas assinaturas geoquímicas;
4. Integração e interpretação de dados de campo e de laboratório.

## 1.2. Localização e Acesso

A área estudada encontra-se nos arredores das cidades de Itaocara e Aperibé, norte do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), situada na Folha Topográfica Santo Antônio de Pádua, articulação SF-23-X-D-VI-2 (IBGE, escala 1:50.000), abrangendo uma área de aproximadamente 300 km<sup>2</sup>.

O acesso a partir do Rio de Janeiro se dá por três caminhos: 1º: pela BR-101 até Itaboraí, direcionando-se pela RJ-116 passando por Cachoeira de Macacu, Nova Friburgo, Bom Jardim, Cordeiro e Macuco até a cidade de Itaocara; 2º: acessando a rodovia BR-040 até a cidade de Três Rios e por final direcionando-se pela RJ-158 até a cidade de Itaocara; 3º: ou pela BR-040, pegar saída para Magé, Teresópolis até Além Paraíba e acessar RJ-158 até Itaocara (Figura 2).

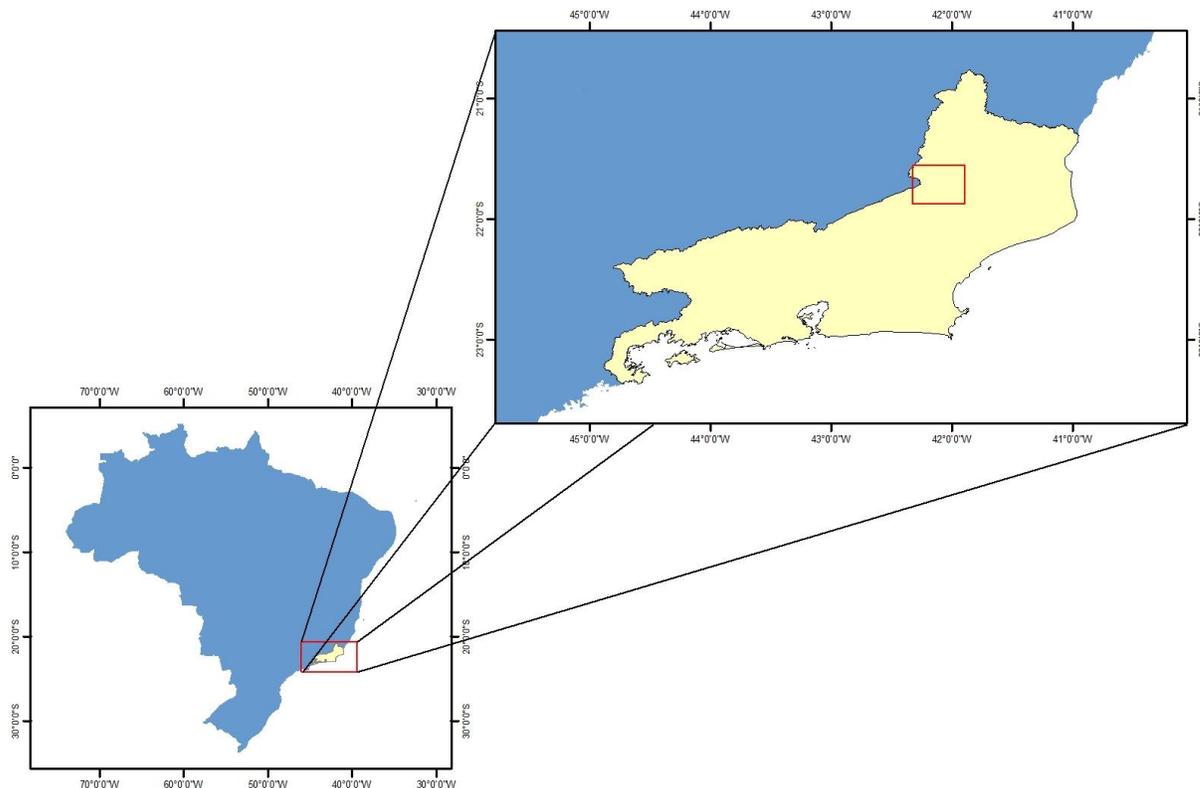


Figura 1: Localização da área estudada. Fonte: *software* de Geoprocessamento ArcGis® versão 9.3., da ESRI.



Figura 2: Acesso à área de estudo. Fonte: *website: [www.googlemaps.com.br](http://www.googlemaps.com.br)*.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia empregada é clássica em trabalhos de cunho geológico e incluiu:

- a) Trabalhos de campo, que compreendeu mapeamento geológico: perfis detalhados em afloramentos-chave e coleta de amostras para confecção de lâminas petrográficas e para análise química;
- b) Trabalhos de escritório, que constou de diversas atividades: pesquisa bibliográfica sobre a região e o assunto abordado, confecção de mapa e de seções geológicas, obtenção de foto micrografias, tratamento e interpretação dos dados analíticos e redação da dissertação de mestrado;
- c) Trabalhos de laboratório: descrições petrográficas das lâminas, preparação de amostras para análises geoquímicas e a obtenção dessas análises por FRX (elementos maiores e traços);

### **2.1. Trabalhos de Campo**

Foram feitas três visitas ao campo, duas durante o segundo semestre de 2010 e uma no segundo semestre de 2011, totalizando vinte e oito dias de mapeamento geológico, abrangendo uma área de aproximadamente 300 km<sup>2</sup>, situada na folha topográfica Santo Antônio de Pádua, articulação SF-23-X-D-VI-2 (IBGE, escala 1:50.000).

Foram realizadas descrições megascópicas das rochas, análises estruturais e metamórficas, além de seções geológicas perpendiculares aos lineamentos estruturais regionais, e coleta de amostras para análise petrográfica e geoquímica.

Para as medições, foi utilizada bússola geológica ProEclipse da marca Brunton, declinada 21°W. Já a plotagem dos pontos no mapa topográfico foi realizada utilizando o GPS da marca GARMIM modelo Etrex, com datum Córrego Alegre, fuso 23K.

## **2.2. Trabalhos de Escritório**

Os trabalhos de escritório foram desenvolvidos durante o segundo semestre de 2010, durante o ano de 2011 e primeiro semestre de 2012, alternando-se com as atividades de campo.

Nesta etapa, inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico produzido sobre a área. Foi realizado também o tratamento integrado dos dados obtidos nas etapas anteriores (mapeamento geológico, petrografia e geoquímica).

As análises químicas foram trabalhadas usando o software GCDKit da R<sup>®</sup> para confecção de diagramas de elementos maiores, menores e traços, além da classificação química das rochas e a interpretação de seu ambiente geotectônico. Para a plotagem das medidas de estruturas em estereograma foi utilizado o software GEORiente32.

Para digitalização do mapa e secção geológica foram utilizados os softwares CorelDRAW Graphics Suites X5<sup>®</sup> e ArcGis 10 da ESRI<sup>®</sup>.

Os trabalhos culminaram com a elaboração da presente dissertação de mestrado.

## **2.3. Trabalhos de Laboratório**

As amostras coletadas na etapa de campo foram selecionadas e preparadas para análise química (oito amostras) e laminação (vinte e uma amostras).

As amostras para geoquímica foram lavadas e posteriormente britadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Geologia da UFRJ, com o auxílio do técnico Osório de Moura Quintão.

Foi utilizado um britador de mandíbula com abertura máxima de 10 centímetros. Posteriormente as amostras foram quarteadas, novamente lavadas e foram moídas durante 1,5 minutos, em moinho de panela de tungstênio Siebtechnik, para atingir tamanho < 200 mesh.

As condições analíticas quantitativas levam em conta os elementos maiores (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e traços (V, Cr, Ni, Co, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba) que foram dosados com Espectrômetro de Fluorescência de raios X

Philips PW2400, com tubo de Rh. A perda ao fogo foi obtida através da pesagem da amostra antes e depois da mesma ser levada a 950°C por meia hora.

Os elementos maiores foram detectados a partir da fusão de 1,2g de pó do material com tetraborato de lítio. Os elementos traços foram determinados em 7g do pó da amostra, prensada com 1g de aglutinante wax.

Os elementos leves foram dosados com as seguintes condições: detector de fluxo, cristal analisador PET/Ge e potência do tubo 40 kV - 70 mA.

Os elementos pesados foram detectados com detector selado, cristais analisadores LIF200/LIF220 e potência do tubo 50 kV - 50 mA.

Com base em análises de padrões, o erro analítico relativo estimado é: Si, Al (<1%), Fe, Mg, Ca (1-2%), Ti, Na, K (3-5%), P e outros elementos traços ( $\leq 6\%$ ).

As curvas de calibração foram obtidas a partir da análise dos seguintes padrões internacionais: NIM-P, 521-84n, GBW07112, GIT-IWG, ANRT, BE-N GIT, PM-S GIT, CRPG BR, AN-G GIT, GBW07104, GBW07110, GBW07111, AC-E, GS-N, MA-N, CRPG GH.

As lâminas delgadas provenientes de amostras coletadas na etapa de campo foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da UFRJ, por Tarcísio Raymundo de Abreu. Posteriormente, foram descritas com auxílio do microscópio petrográfico binocular de luz transmitida da marca *Zeiss*, modelo *Axioplan*.

A análise mineralógica foi dividida em três grupos: Minerais Essenciais, Minerais Acessórios e Minerais Secundários. A classificação das rochas foi baseada no diagrama QAPF para rochas plutônicas (Streckeisen, 1976).

Para cada amostra selecionada, foi indentificada a composição mineralógica, textura, granulometria e a composição modal. Nas descrições petrográficas de campo e laboratório foi utilizada a seguinte norma para tamanho dos grãos: fina < 1mm, média 1-5mm, grossa 5-30mm e muito grossa > 30mm (Mackenzie *et al.*, 1982).

O índice de cor utilizado segue os limites definidos por Nockolds *et al.*, 1978: hololeucocrática (0-5% de minerais máficos), leucocrática (5-30% de minerais máficos), mesocrática (30-60% de minerais máficos), melanocrática (60-90% de minerais máficos), e hipermelânico (90-100% de minerais máficos).

### 3. GEOLOGIA REGIONAL

O Serviço Geológico do Brasil definiu, em 2003, que a Plataforma Sul-Americana corresponde à fração continental da placa homônima que permaneceu estável e funcionou como antepaís durante a evolução das faixas móveis do Caribe (a norte) e Andina (a oeste), ao mesmo tempo em que se processavam a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Sul, no Mesozóico/Cenozóico. O embasamento pré-cambriano dessa região foi dividido em escudos denominados: Guianas, Brasil-Central e Atlântico. Este último, por sua vez, abrange quatro grandes Províncias Estruturais: São Francisco, Borborema, Tocantins e Mantiqueira. O alvo do atual estudo localiza-se na parte oriental da Plataforma Sul-Americana, exposta na Província da Mantiqueira (Figura 3), mais precisamente na porção setentrional da Faixa móvel Ribeira.

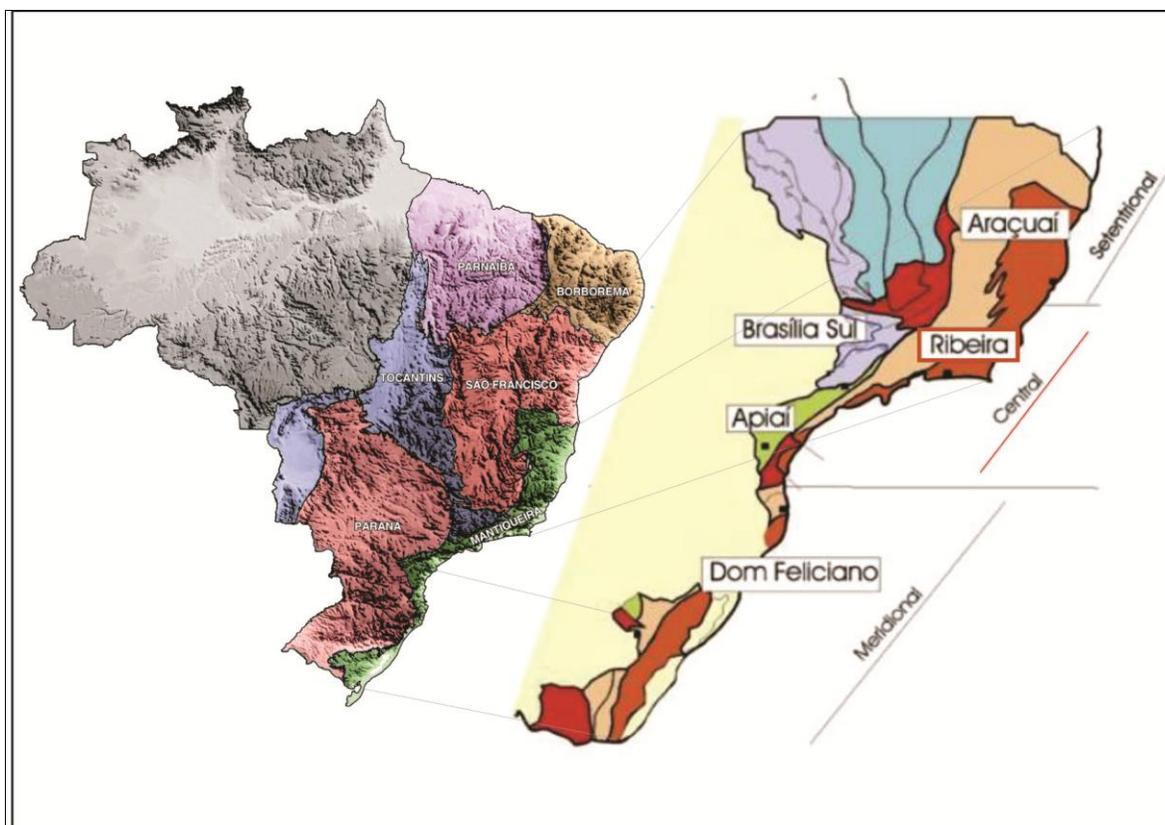


Figura 3: Província da Mantiqueira, com suas respectivas faixas móveis. Extraído de Heilbron *et al.* (2004).

Tal faixa móvel possui aproximadamente 1400 km de comprimento e 300 km de largura, com uma direção estrutural NE-SW (Figura 4). Os blocos envolvidos na colisão que originou esta faixa foram os paleocontinentes São Francisco, Congo e a microplaca Serra do mar, desenvolvendo arcos magmáticos e arcos de ilha (Tupinambá *et al.*, 1998; Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004).

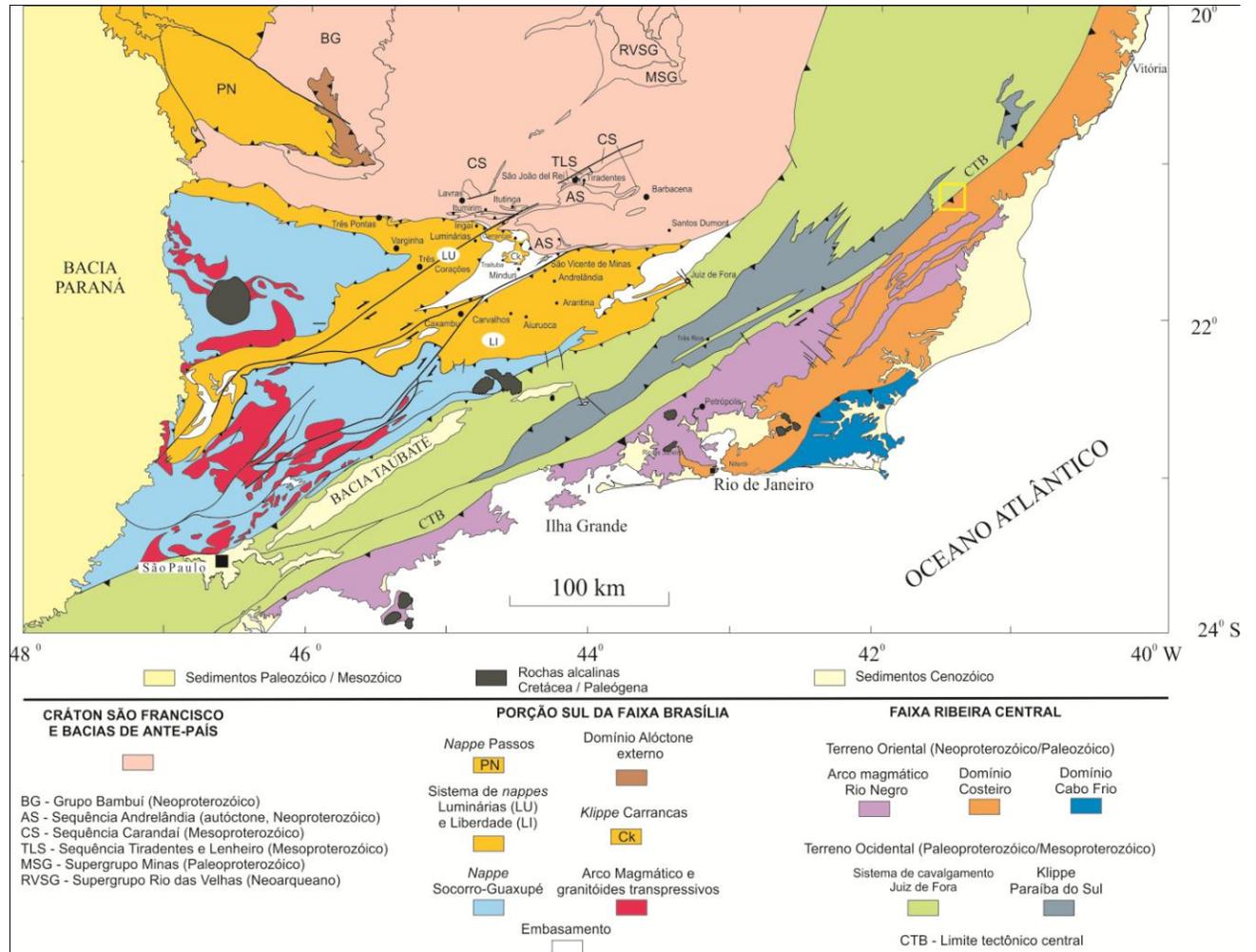


Figura 4: Contexto Geotectônico da área de estudo. Quadrado amarelo mostra localização da área. Extraído de Trouw *et al.* (2000).

Segundo Heilbron *et al.* (2004), a porção central da Faixa Ribeira é subdividida em quatro terrenos tectono-estratigráficos: Terreno Ocidental, *klippe* Paraíba do Sul, Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio (Figuras 5).

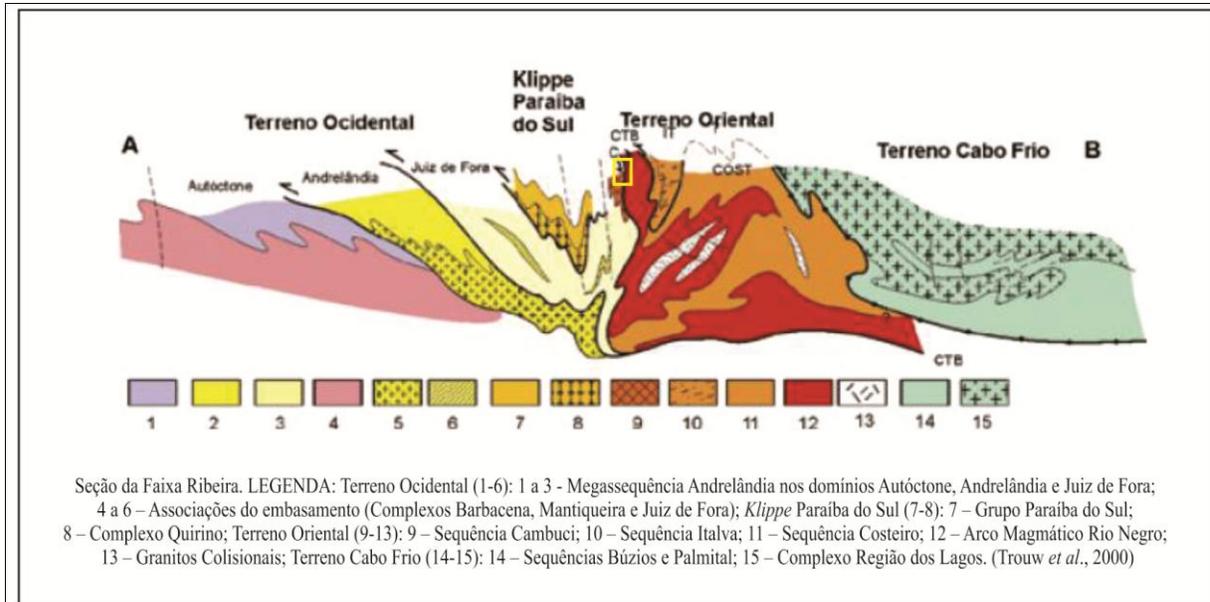


Figura 5: Seção da Faixa Ribeira. Terreno Ocidental (1-6): 1 a 3 - Megassequência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora; 4 a 6 - Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); Klippe Paraíba do Sul (7-8): 7 - Grupo Paraíba do Sul; 8 - Complexo Quirino; Terreno Oriental (9-13): 9 - Sequência Cambuci; 10 - Sequência Italva; 11 - Sequência Costeiro; 12 - Arco Magmático Rio Negro; 13 - Granitos Colisionais; Terreno Cabo Frio (14-15): 14 - Sequências Búzios e Palmital; 15 - Complexo Região dos Lagos. Extraído de Trouw *et al.* (2000).

Os terrenos e seus domínios estruturais são separados por importantes zonas de cisalhamento dúcteis com componente inverso e transpressivo dextral, geradas durante a deformação principal D1+D2 (Heilbron 1993; Heilbron *et al.* 1998, 2000, 2004a; Almeida 2000). A deformação possui um padrão complexo, e muitas vezes uma mesma zona de cisalhamento passa de empurrão para zona transcorrente dextral ao longo do *strike*, indicando convergência oblíqua (Heilbron 1993). Rochas miloníticas e uma forte lineação de estiramento ocorrem nestas zonas de maior deformação.

Duas fases de deformação tardias, D3 e D4, redobram a xistosidade principal e podem ser reconhecidas em toda a região da Faixa Ribeira, embora a distribuição espacial destas fases de deformação seja muito heterogênea. Caracterizam-se por dobras abertas a apertadas, associadas ao desenvolvimento de zonas de cisalhamento subverticais.

O Terreno Ocidental corresponde ao retrabalhamento da margem sudeste do cráton do São Francisco. Compreende os domínios: Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora, sendo limitados por grandes zonas de cisalhamento.

- O Domínio Autóctone é a extensão do Cráton do São Francisco, sendo composto por gnaisses de idades arqueanas e paleoproterozóicas, com coberturas supracrustais paleoproterozóicas (Heilbron *et al.*, 2004).
- No Domínio Andrelândia são observadas rochas metassedimentares sobre embasamento constituído por ortognaisses do Complexo Mantiqueira (e.g.: Megassequência Andrelândia; Ribeiro *et al.*, 1995; Paciullo, 1997 e Paciullo *et al.*, 2000).
- O Domínio Juiz de Fora apresenta ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora, intercalados com metassedimentos por sistemas de falhas de empurrão de médio a alto ângulo (Heilbron *et al.*, 2004).

A *klippe* Paraíba do Sul é um megassinformal com eixo NE-SW, possuindo padrão interno de dobramento complexo. Constitui-se de um embasamento com ortognaisses de composição granodiorítica a granítica do Complexo Quirino. Sobre tal embasamento, ocorrem paragnaisses do Grupo Paraíba do Sul, metamorfizados em fácies anfibolito (Heilbron *et al.*, 2004).

Segundo Almeida *et al.* (1998), o contato entre os Terrenos Oriental e Ocidental é delimitado por uma zona de cisalhamento de baixo a médio ângulo, denominada CTB - Limite Tectônico Central.

O Terreno Oriental (Figura 6) é subdividido em três domínios tectônicos (Tupinambá *et al.*, 2007): o Domínio Cambuci, composto em por uma sucessão metavulcanossedimentar metamorfisada em fácies anfibolito alto a granulito, sendo intrudida por sucessivos granitóides. Corresponde à base do Terreno Oriental.

Estratigraficamente sobreposto ao Domínio Cambuci, encontra-se o Domínio Costeiro, representado por duas sucessões metassedimentar em fácies anfibolito alto a granulito: unidade São Sebastião, na porção superior e unidade São Fidélis, em sua base (Tupinambá *et al.*, 2007). Este domínio é intrudido por diversas gerações de granitóides, como por exemplo, o Complexo Rio Negro, de idade Neoproterozoica, pré-colisional, composto por ortognaisses tonalíticos a granodioríticos, associados à leucogranitos, e o Batólito Serra dos Órgãos.

Na porção central e noroeste do estado do Rio de Janeiro, sobre o Terreno Oriental é observada a *klippe* Italva. Em sua base ocorrem gabros, dioritos e tonalitos do Complexo Rio Negro e, sobre eles, ocorre o Grupo Italva, composto por uma sucessão metavulcanossedimentar (Tupinambá *et al.*, 2007).

Empurrado sobre o Terreno Oriental por uma falha de empurrão de direção NE-SW encontra-se o Terreno Cabo Frio. Seu embasamento é composto por ortognaisses com intercalações anfibolíticas da Unidade Região dos Lagos com protólitos de idade de cristalização entre 2,03 e 1,96 bilhões de anos (Schmitt, 2001).

Intercaladas tectonicamente com Unidade Região dos Lagos, ocorrem duas sucessões supracrustais: Búzios e Palmital. Ambas consistem de rochas metassedimentares depositadas em ambiente de fundo oceânico. A unidade Palmital consiste de rochas metassedimentares quartzo feldspáticas com intercalações metapelíticas. Já a unidade Búzios é representada por rochas metapelíticas aluminosas, calcissilicáticas e anfibolitos. Estas unidades encontram-se metamorfisadas em fácies anfibolito alto a granulito, com indícios de fusão parcial das unidades (Schmitt, 2001).

A colocação do Terreno Cabo Frio sobre o Terreno Oriental correspondeu a uma orogenia colisional, durante o início do Paleozóico, denominada Orogenia Búzios (Schmitt, 2001, Schmitt *et al.*, 2004). Esta orogenia é o evento mais recente das faixas móveis brasileiras, sendo relacionada aos ajustes finais entre os paleocontinentes pré-cambrianos para a geração do Gondwana ocidental.

Heilbron *et al.* (2004), definem dois estágios colisionais relacionados à evolução da Faixa Ribeira, denominados de II e III. Tais eventos desenvolveram-se após o fechamento do paleoceanos Adamastor. Este fechamento foi gerado pela convergência entre a margem sudeste do Cráton do São Francisco (Terreno Ocidental) e o Terreno Oriental. Nesta convergência ocorreram a subducção para leste/sudeste da crosta oceânica, entre esses dois domínios. O arco magmático que se originou nesta fase corresponde ao Arco Rio Negro.

O Estágio Colisional II corresponde à colisão oblíqua entre dois blocos: o Paleocoincidente São Francisco – Congo, ao norte e, a leste/sudeste, o Terreno Oriental, com transporte tectônico para oeste/noroeste. O metamorfismo varia de fácies xisto verde (nas áreas mais próximas ao cráton) a granulito de média pressão (no interior da faixa móvel). O magmatismo deste estágio concentra-se no Domínio Juiz de Fora e no Terreno Oriental,

associado ao espessamento crustal gerado durante a colisão dos blocos continentais envolvidos, com diversas suítes granitoides (Heilbron *et al.*, 2004).

O Estágio Colisional III, denominado como Orogenia Búzios, é fruto da colisão entre o Terreno Cabo Frio e o Orógeno Ribeira, entre 525 e 495 Ma (Schimitt *et al.*, 2004). Neste estágio desenvolveram-se três fases de deformação, com lineações minerais e de estiramento com direção NW-SE, de baixo ângulo, e metamorfismo de pressões médias a altas, chegando à zona de transição entre as fácies anfíbolito e granulito (Heilbron *et al.*, 2004).

Ao término destes estágios orogênicos citados, iniciou-se uma extensão crustal, gerando o colapso gravitacional do orógeno. Com isso iniciou-se uma fase de magmatismo cálcioalcalino, com idades variando de 510 a 480 Ma (Heilbron *et al.*, 2004).

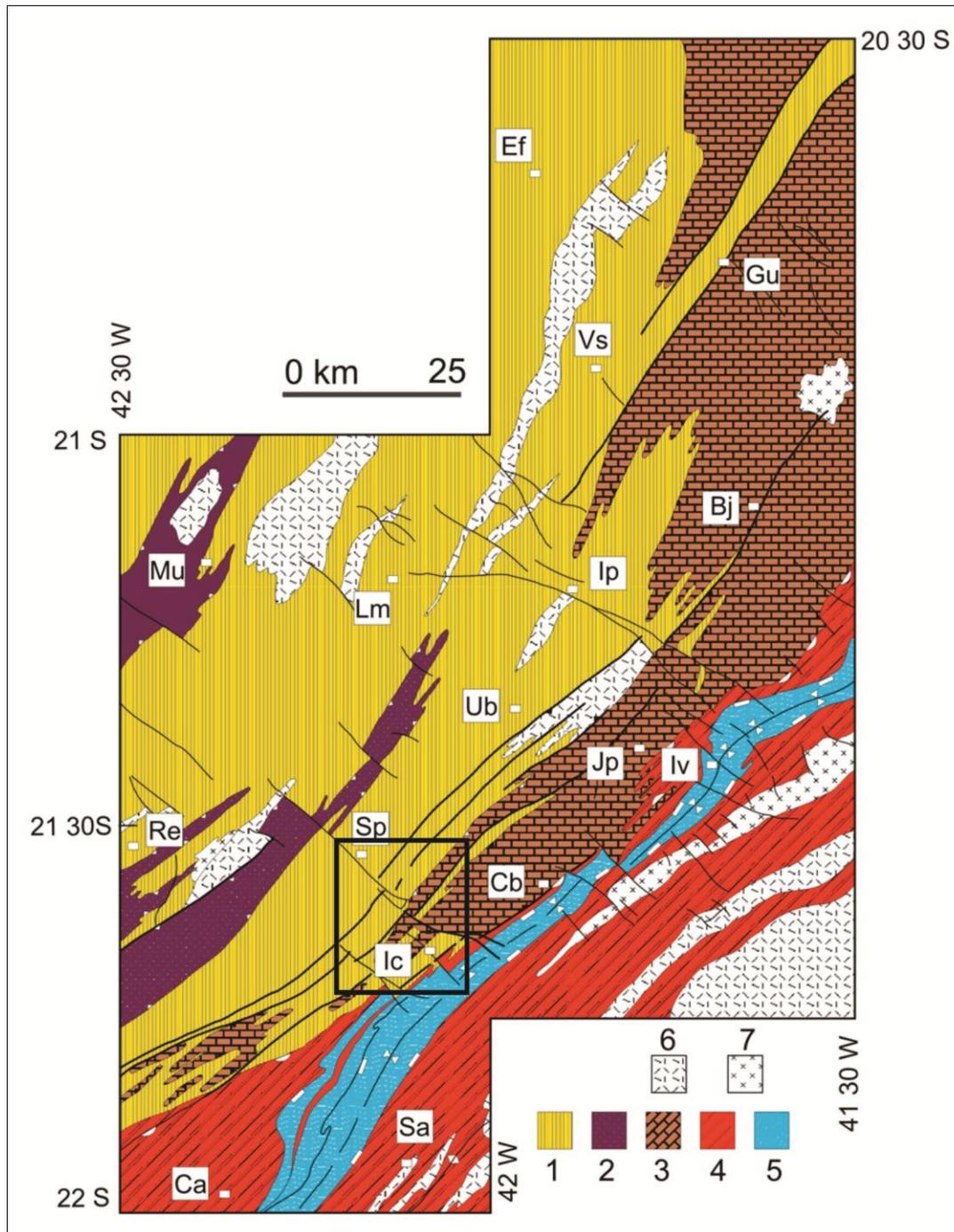


Figura 6: Domínios tectônicos do segmento setentrional da Faixa Ribeira, extraído de Tupinambá *et al.* (2007). Legenda: 1 – Terreno Ocidental, Domínio Juiz de Fora; 2 – Klippe Paraíba do Sul; Terreno Oriental, 3 a 5: 3 – Domínio Cambuci; 4 – Domínio Costeiro; 5 – Klippe de Italva; 6 a 8 - Rochas plutônicas mais ou menos gnaissificadas: 6 – Granitóides tipo-S ou híbridos meta a peraluminosos; 7 – Granitóides Tipo-I metaluminosos. Cidades mencionadas: Ca, Cantagalo; Sa, São Sebastião do Alto; Ic, Itacara; Cb, Cambuci; Sp, Santo Antônio de Pádua; Re, Recreio; Iv, Italva; Jp, São João do Paraíso; Ub, São José de Ubá; Lm, Laje do Muriaé; Mu, Muriaé; Ip, Itaperuna; Bj, Bom Jesus do Itabapoana; Vs, Varre-Sai; Gu, Guaçuí; Ef, Espera Feliz.

#### 4. GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA

A área de mapeamento inclui dois terrenos distintos (Terreno Ocidental a noroeste e Terreno Oriental a sudeste) separados por uma zona de cisalhamento com orientação estrutural nordeste-sudoeste de baixo a médio ângulo (CTB), denominada Limite Tectônico Central (Almeida *et al.*, 1998).

Através do trabalho de campo foram reconhecidos diversos litotipos agrupados em seis unidades litológicas pré-cambrianas deformadas durante o Brasiliano, de acordo com sua gênese, relações espaço-temporal e correlações regionais (Anexo 1 e 2).

A noroeste do contato entre os dois terrenos mencionados, aflora a unidade 1, correspondente ao Terreno Ocidental, e a sudeste do contato, afloram as outras cinco unidades associadas ao Terreno Oriental (Anexo 1).

Estas unidades ocorrem com forma alongada na direção NE-SW (Anexo 1) e a relação de contato entre elas não foi definida claramente, tendo sido inferida a partir das observações de campo. A limitação de acessos, escassez de afloramentos, alteração e principalmente a cobertura vegetal são fatores que dificultaram a definição precisa dos contatos e continuidade dos corpos.

Essas seis unidades foram nomeadas a partir da mineralogia e/ou aspectos texturais e estruturais observados em campo e suas descrições encontram-se a seguir.

##### 4.1. Unidades de Mapeamento:

- 1- Biotita-granada gnaisse bandado (Terreno Ocidental);
- 2- Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Terreno Oriental, Domínio Cambuci);
- 3- Ortognaisses Serra da Bolívia (Terreno Oriental, Domínio Cambuci);
- 4- Paragnaiss bandado/quartzito (Terreno Oriental, Domínio Cambuci);
- 5- Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado (Terreno Oriental, Domínio Cambuci);
- 6- Mármore intercalado com quartzito delgado (Terreno Oriental, Domínio Cambuci);

#### 4.1.1. Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental)

Essa unidade de mapeamento inclui as rochas referentes ao Terreno Ocidental.

O conjunto aflora principalmente na porção norte da área e do Limite Tectônico Central (CTB). Apresenta orientação estrutural e foliação segundo direção nordeste-sudoeste com mergulhos íngremes para sudeste e por vezes para noroeste. Afloram em lajedos nas encostas de colinas, drenagens, cortes de estrada e barrancos alterados (Figuras 7, 8 e 9).

São gnaisses bandados félsicos, de coloração amarelada devido à alteração, finos a médios, bastante deformados e dobrados. Sua mineralogia é dada por quartzo, feldspato, biotita e, localmente, granada. Apresentam bandamento caracterizado por camadas delgadas félsicas ricas em quartzo e feldspatos, intercaladas a camadas máficas ricas em biotita (Figura 10). Localmente, mostram foliação subvertical e forte lineação subhorizontal dada por quartzo e feldspatos estirados (Figura 11).

Apresentam enclaves máficos e veios de quartzo centimétrico (Figuras 12 e 13).



Figura 7: Lajedo do biotita-granada gnaiss na encosta da colina. Ponto OSP-108.

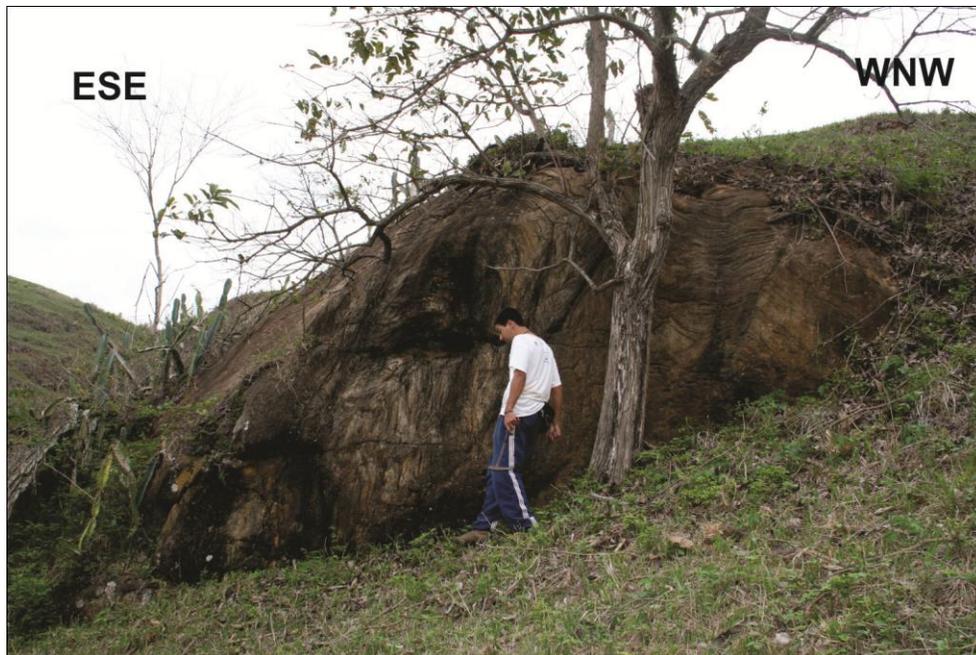


Figura 8: Lajedo em colina do biotita-granada gnaiss. Ponto OSP-110.



Figura 9: Biotita-granada gnaiss com foliação subvertical (OSP-99).



Figura 10: Biotita-granada gnaissse mostrando bandamento delgado. Ponto OSP-110.

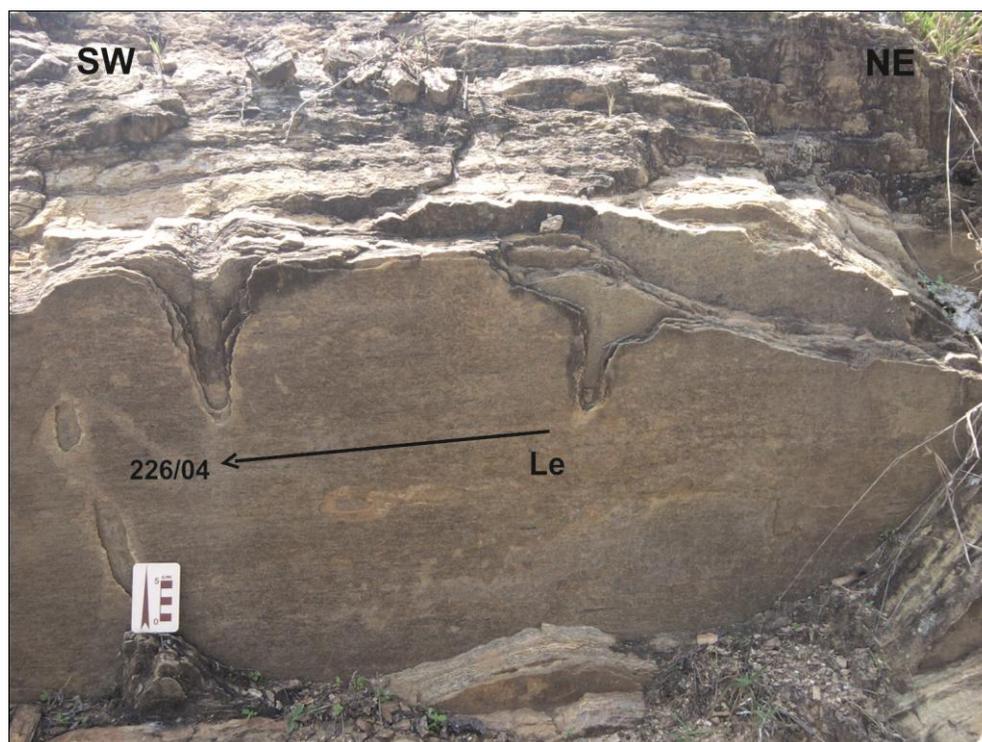


Figura 11: Lineação de estiramento subhorizontal e foliação subvertical no biotita-granada gnaissse. Ponto OSP-99.



Figura 12: Enclave máfico cortado por veio de quartzo no biotita-granada gnaiss (OSP-109).



Figura 13: Porção máfica cortada por veio de quartzo no biotita-granada gnaiss (OSP-109).

#### 4.1.1.1. Petrografia

Para esta unidade de mapeamento, foi obtida apenas uma seção delgada (OSP -67). A partir da análise modal e contagem de 800 pontos, foi possível classificar essa rocha segundo diagrama de classificação para rochas ígneas plutônicas de Streckeisen (1976) como um granodiorito (Tabela 1 e Figura 14).

O gnaiss é leucocrático com índice de cor 23%, granulometria variando de fina a média e textura granular xenomórfica bandada. A foliação é dada por orientação preferencial de cristais hipidiomórficos de biotita, feldspatos e quartzo policristalino (Figuras 15 e 16).

Sua composição mineralógica é dada por quartzo (28,8%), plagioclásio (35,2%), álcali-feldspato (12,6%), biotita (18,7%) e granada (4,3%), tendo como mineralogia acessória apatita (tr), zircão (tr) e opacos (tr).

O quartzo ocorre como grãos anédricos, compostos por um núcleo preservado e borda recristalizada a novos grãos e variam entre 0,2 e 1,0 mm de comprimento, ocupando os interstícios entre os demais minerais.

O plagioclásio aparece na forma de grãos subédricos a anédricos de granulometria entre 0,3 e 1,4 mm e apresenta geminação polissintética bem definida.

O álcali-feldspato (ortoclásio) apresenta-se como grãos subédricos a anédricos de granulometria entre 0,5 e 1,3 mm, não possuindo geminação e com inclusão de apatita e zircão.

A biotita ocorre como cristais subédricos inferiores a 0,8 mm, possui pleocroísmo marrom a marrom claro e, se orienta definindo a foliação e está inclusa em plagioclásio e granada.

A granada está dispersa na matriz, sendo subédrica e variando entre 0,2 e 1,5 mm. A apatita também ocorre dispersa na matriz e inclusa em plagioclásio, álcali-feldspato e granada, sendo subédrica subarredondada e variando entre 0,1 e 0,4 mm. O zircão apresenta-se como diminutos cristais, sendo prismáticos subédricos a euédricos, variando entre 0,1 e 0,2 mm inclusos em granada. Os opacos são anédricos variando entre 0,2 e 0,5 mm e estão dispersos na matriz e inclusos em biotita e granada.

Mineral	OSP 67
Plagioclásio	33,2
Quartzo	27,8
K-Feldspato	8,6
Biotita	25,7
Zircão	TR
Apatita	TR
Granada	4,3
Opacos	TR

Tabela 1: Moda baseada em % em volume de minerais.  
Contagem de 800 pontos.

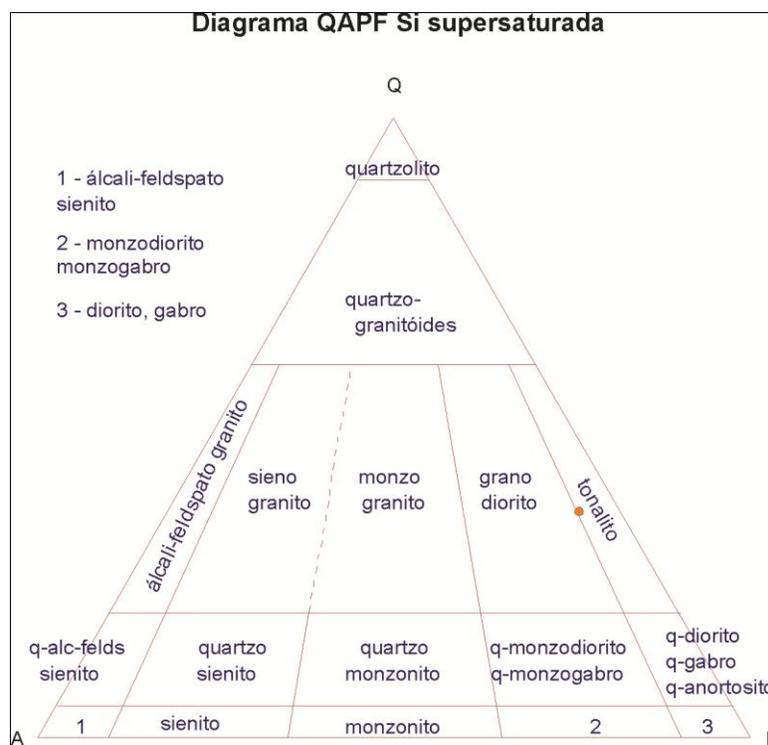


Figura 14: Diagrama QAP para classificação de rochas ígneas plutônicas segundo Streckeisen 1976, no biotita-granada gnaisse.

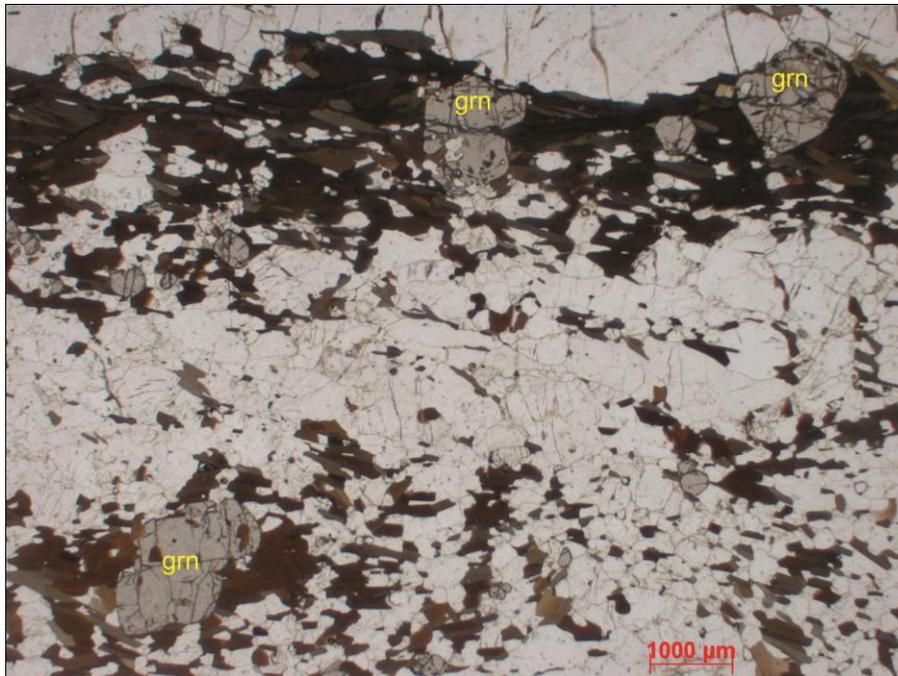


Figura 15: Biotita definindo a xistosidade e granada na matriz no biotita-granada gnaissse. Polarizadores paralelos; grn: granada.

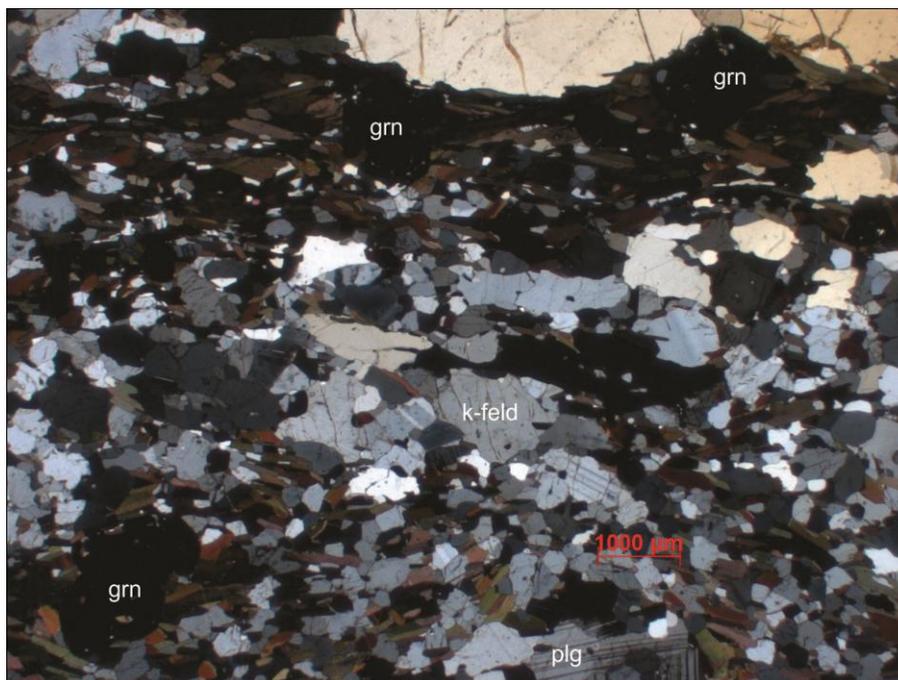


Figura 16: Aspecto geral da matriz hipidiomórfica a xenomórfica no biotita-granada gnaissse. Polarizadores cruzados; grn: granada; k-feld: álcali-feldspato; plg: plagioclásio.

#### **4.1.2. Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Terreno Oriental/Domínio Cambucí)**

Em contato tectônico, com a unidade anterior (Anexo 1), marcado por uma zona de cisalhamento de médio a alto ângulo, denominado limite tectônico central (Almeida *et al.*, 1998), aflora um gnaisse médio com fácies porfiríticas, bandadas e miloníticas, que apresenta foliação bem desenvolvida por aglomerados de quartzo e feldspatos intercalados com biotita, piroxênio e/ou hornblenda.

Esta unidade de mapeamento inclui as rochas referentes ao Complexo Serra da Bolívia, Domínio Cambucí do Terreno Oriental, de idade neoproterozóica (Tupinambá *et al.*, 2007). O conjunto apresenta orientação estrutural segundo direção nordeste- sudoeste. Afloram como lajedos em leito de rio (e.g.: Rio Paraíba do Sul), nas encostas de colinas, em drenagens, cortes de estrada e barrancos alterados (Figuras 17 e 18).

Nessa unidade, a deformação ocorre de forma bastante significativa próximo ao contato com a unidade anterior, com dobras apertadas e em algumas partes cortadas por diques graníticos de granulometria variada e direção predominantemente NW-SE, que cortam a foliação principal. Localmente ocorre biotita-piroxênio gnaisse com porfiroclastos de feldspato.

Este gnaisse de composição granodiorítica com ortopiroxênio. Apresenta uma grande variação granulométrica, com porções grossas espalhadas de forma aleatória, juntamente com porções finas a médias (Figuras 19 e 20) e fenocristais amendoados isolados que chegam até 8 centímetros de tamanho; apresenta também textura milonítica com porfiroclastos de feldspatos como indicadores cinemáticos (Figura 21).

Ocorre também dique de granito e aplito de espessura centimétrica (Figura 22).

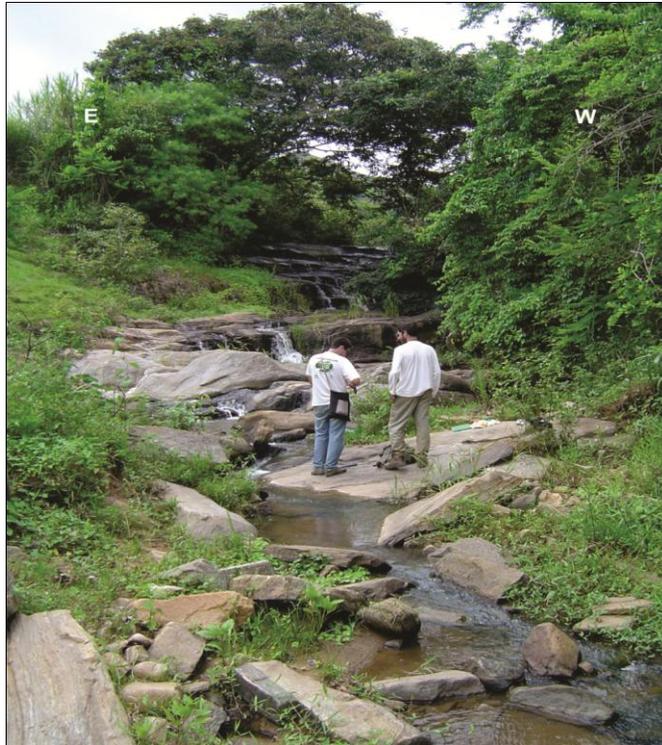


Figura 17: Lajedo em drenagem do biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse. Ponto OSP- 161.



Figura 18: Lajedo rasteiro de biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse cortado por dique de granito (OSP-159).



Figura 19: Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse bandado com textura migmatítica (OSP-165).



Figura 20: Bandas félsicas dobradas no biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse (OSP-158).



Figura 21: Textura milonítica com porfiroclastos de feldspato no biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (OSP-158).



Figura 22: Pegmatito truncando a foliação do biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (OSP-159).

#### 4.1.2.1. Petrografia

Estas rochas estão representadas pelas seções delgadas referentes aos pontos OSP-36 A e B, e OSP-90 (Tabela 2).

<b>Mineral</b>	<b>OSP 36A</b>	<b>OSP 36B</b>	<b>OSP 90</b>
<b>Plagioclásio</b>	25,9	24,1	41,1
<b>Quartzo</b>	30,3	32,7	32,3
<b>K-Feldspato</b>	35,2	33,5	4
<b>Biotita</b>	8,6	9,7	11,2
<b>Clinopiroxênio</b>	-	-	1,2
<b>Ortopiroxênio</b>	-	-	1,5
<b>Muscovita</b>	TR	TR	-
<b>Zircão</b>	TR	TR	TR
<b>Apatita</b>	TR	TR	TR
<b>Titanita</b>	-	-	TR
<b>Granada</b>	-	-	8,1
<b>Opacos</b>	TR	TR	TR

Tabela 2: Moda baseada em % em volume de minerais.  
Contagem de 800 pontos.

A partir da análise modal e contagem de 800 pontos, foi possível classificar essas rochas segundo diagrama (QAP) para classificação de rochas ígneas plutônicas de Streckeisen 1976, como tonalitos a granitos leucocráticos (I.C.: 8,6 a 28,9% de minerais máficos), fins a médios, inequigranulares hipidiomórficos a xenomórficos (Figura 23).

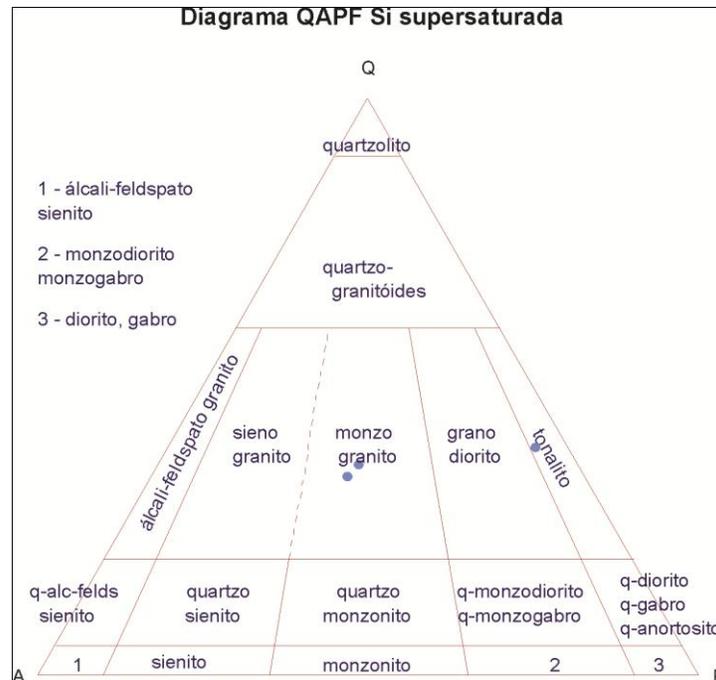


Figura 23: Diagrama QAP segundo Streckeisen 1976, do biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse.

Em geral, são gnaisses leucocráticos (I.C 8,6 a 28,9%) com granulometria variando de fina a média, e textura granular porfirítica a xenomórfica. A foliação é dada por orientação preferencial de cristais subédricos de biotita, feldspatos e quartzo policristalino estirados e recristalizados em matriz granoblástica quando bem deformadas, caracterizando o bandamento composicional da rocha (Figuras 24 e 25).

Sua mineralogia essencial é dada por quartzo (25 a 32,7%), plagioclásio (23,8 a 4,1%), álcali-feldspato (4 a 35,2%), biotita (8,6 a 22,1%), ortopiroxênio (1,5%), clinopiroxênio (1,2%) e granada (8,1%), e como acessórios em quantidade traço (< 1%) ocorrem muscovita, zircão, apatita, titanita e minerais opacos (Figuras 26 e 27).

O quartzo ocorre como grãos subédricos a anédricos que variam entre 0,3 e 1,6 mm de comprimento e também como grãos estirados e recristalizados.

O plagioclásio ocorre como grãos subédricos a anédricos de granulometria entre 0,4 e 1,8 mm e apresenta geminação polissintética bem definida, sendo também observado como cristais recristalizados na matriz.

O álcali-feldspato (microclina) mostra-se como grãos subédricos a anédricos devido à dissolução nas bordas dos cristais, de granulometria entre 0,2 e 3,0 mm, apresentando geminação tartan típica da microclina e possuindo inclusão de apatita e zircão.

Cristais de biotita são subédricos e inferiores a 1,0 mm, com pleocroísmo marrom a marrom claro e orientam-se definindo a foliação e estão inclusos em plagioclásio.

O ortopiroxênio ocorre como cristais granulares, com relevo alto, de cor rosa claro, levemente pleocróico. Varia de 0,8 a 2,0 mm de tamanho. O clinopiroxênio aparece na forma de cristais granulares de cor bege, com relevo alto, anédricos e com cores de interferência que podem chegar a 2º ordem. Varia de 0,5 a 1,5 mm de tamanho.

A granada ocorre dispersa, sendo subédrica e variando entre 0,2 e 1,5 mm. Muscovita está principalmente associada aos feldspatos, é subédrica e de tamanho inferior a 0,5 mm.

O zircão ocorre em diminutos grãos incolores, subédricos, que variam de 0,2 a 0,4 mm.

A titanita aparece em cristais granulares, por vezes prismáticos, de cor cinza, com fraco pleocroísmo. Apresenta não mais que 0,2 mm de tamanho e geralmente associada à biotita.

Apatita ocorre tanto dispersa quanto inclusa em plagioclásio, álcali-feldspato e granada. Trata-se de mineral subédrico, subarredondado, cujos grãos têm tamanho entre 0,1 e 0,4 mm.

Os minerais opacos são anédricos e seus grãos têm tamanho entre 0,2 e 0,5 mm, e estão dispersos e inclusos em biotita e granada.



Figura 24: Matriz granoblástica com feldspato recristalizado e quartzo estirado no biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse (OSP-36B). Polarizadores cruzados.

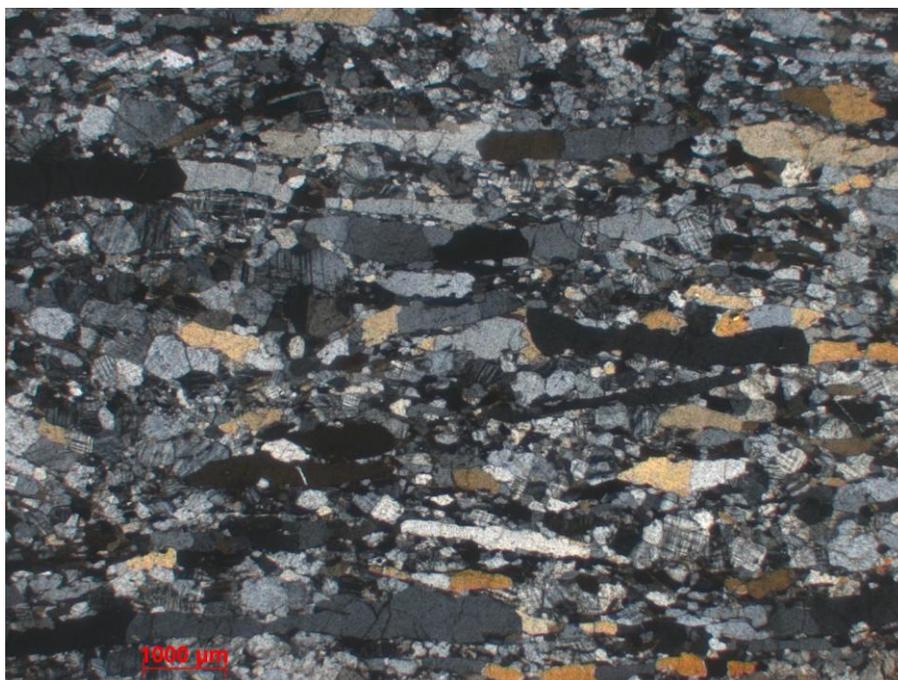


Figura 25: Fitas de quartzo estirado em matriz granoblástica com feldspato recristalizado no biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse (OSP-36A). Polarizadores cruzados.

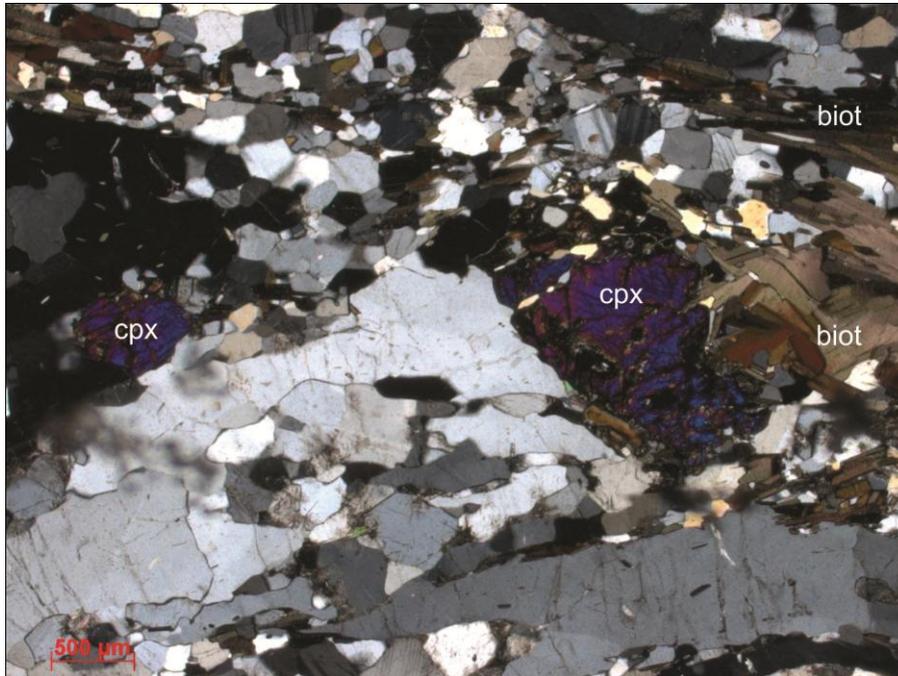


Figura 26: Biotita definindo a foliação e clinopiroxênio no biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (OSP-90). Polarizadores cruzados.

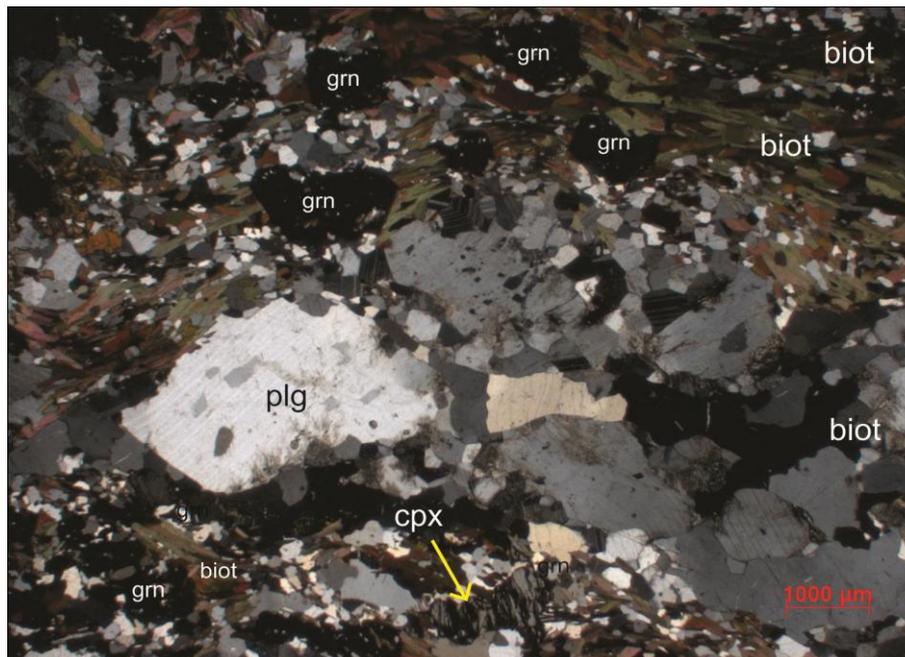


Figura 27: Clinopiroxênio, biotita e granada definindo a foliação no biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (OSP-49). Polarizadores cruzados.

#### 4.1.3 Ortognaisses Serra da Bolívia (Terreno Oriental/Domínio Cambuci)

Esta unidade de mapeamento inclui as rochas referentes ao Complexo Serra da Bolívia (CSB), correspondente ao Domínio Cambuci do Terreno Oriental de idade neoproterozóica (Tupinambá *et al.*, 2007). O conjunto apresenta orientação estrutural segundo direção nordeste-sudoeste, com foliação, dada por planos com orientação dos máficos (biotita) e bandas quartzo-feldspáticas. Esta foliação é bem mais desenvolvida próximo ao contato noroeste com a unidade anterior, e também em zonas de cisalhamento locais. Já na Serra da Bolívia (Anexo 1), a foliação é fraca, preservando mas a textura ígnea.

Afloram como lajedos nas encostas de colinas, serras (e.g. Serra da Bolívia, 2 a 3 km a oeste da cidade de Itaocara), pedreiras, blocos rolados, cortes de estrada e barrancos alterados (Figuras 28, 29 e 30, e Anexo 1).

São ortognaisses leucocráticos a mesocráticos, finos a médios, podendo ser porfiríticos. Possuem três fácies predominantes, uma mesocrática (enderbitos), que ocorrem como xenólitos nas outras duas fácies, rica em biotita, clinopiroxênio e ortopiroxênio, plagioclásio verde e pouco quartzo (Figura 31), e outras duas leucocráticas sendo uma fina a média equigranular (Figura 32), e outra fina a média porfirítica, com pórfiros de feldspato rosado, alcançando 5cm (Figura 33). Possuem xenólitos centimétricos, angulosos e arredondados anfibolíticos, dique de granito fino e pegmatito branco grosso, centimétrico, com biotita (Figuras 34 e 35).

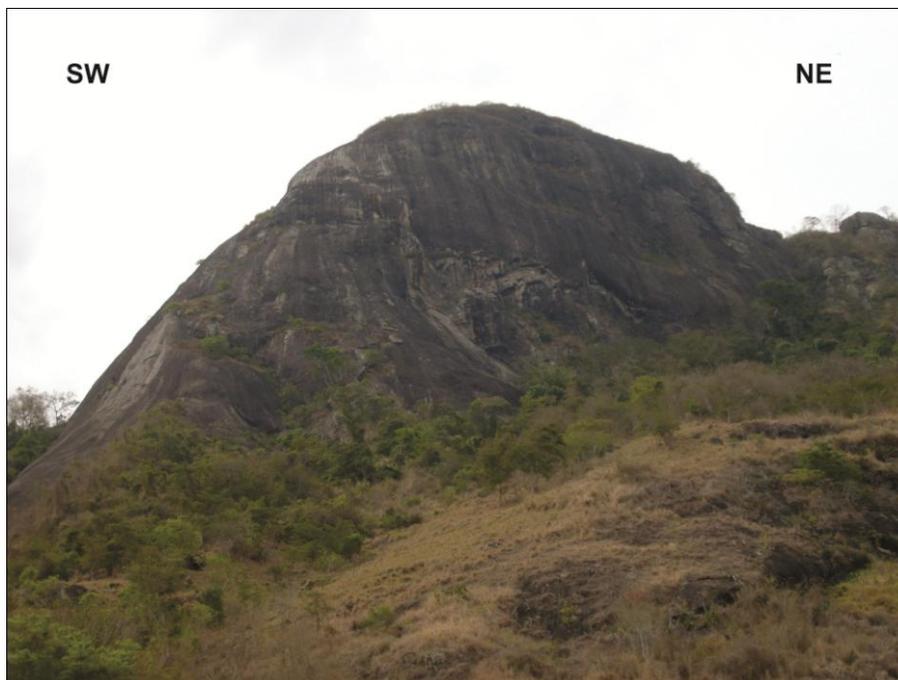


Figura 28: Modo de ocorrência dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses na Serra da Bolívia (OSP-45).



Figura 29: Bloco de enderbitos na base da Serra da Bolívia. OSP-50.



Figura 30: Barranco alterado em corte de estrada com enderbitos, charnockitos e ortognaisses (OSP-38).



Figura 31: Bloco mostrando a variação mesocrática dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses (OSP-39).



Figura 32: Fácies leucocrática dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses (OSP-39).



Figura 33: Fácies porfirítica dos enderbitos, charnockitos e ortognaisses (OSP-55).



Figura 34: Enclave máfico anguloso na fácies leucocrática da unidade Serra da Bolívia (OSP-153).

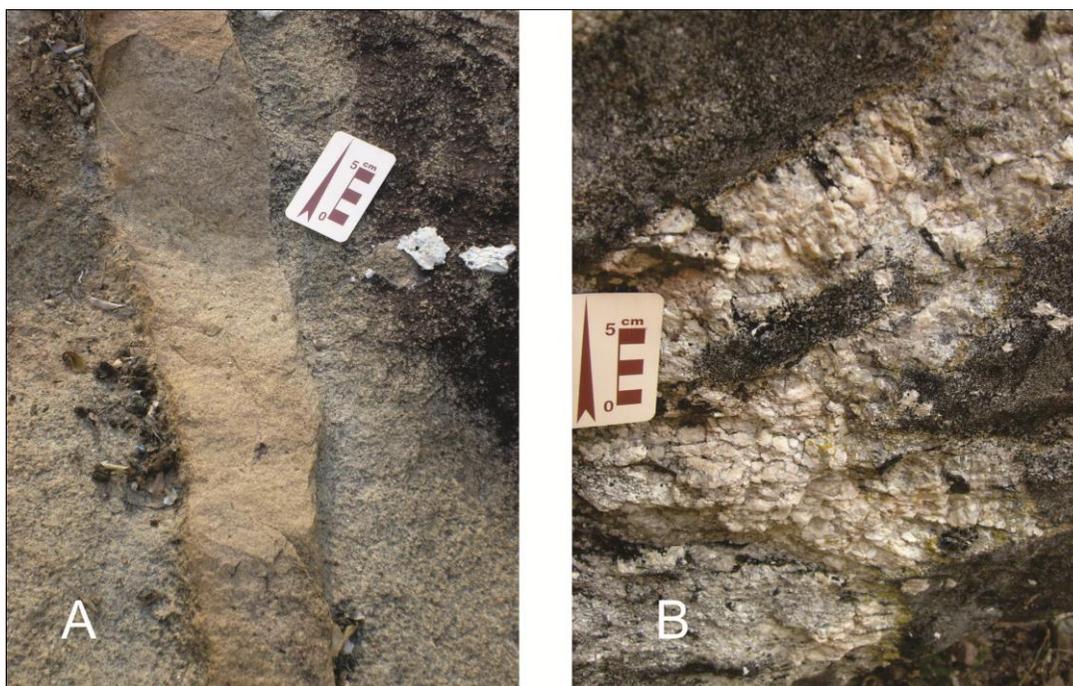


Figura 35: A: dique de granito fino na fácies leucocrática (OSP-41); B: pegmatito na fácies mesocrática (OSP-55), da unidade Serra da Bolívia.

#### 4.1.3.1. Petrografia

A partir da análise modal de dez seções delgadas (Tabela 3) foi possível identificar uma variação composicional no diagrama QAP, representada por quartzo-diorito, quartzo-gabro, tonalito, granodiorito e granito (Figura 36). São ortogneisses leucocráticos a mesocráticos (I.C 11,4 a 35,9%), de granulometria fina a média com textura granular a porfirítica e bandada quando estão mais deformadas.

São compostos essencialmente por quartzo (8,8 a 32,2%), plagioclásio (23,8 a 64,2%), álcali-feldspato (0,8 a 31,3%), biotita (9,2 a 24,1%), ortopiroxênio (2,1 a 6,6%), clinopiroxênio (2,2 a 8,2%), hornblenda (2,2 a 11,1%) e, localmente, granada (1,2 a 3,1%).

Como acessórios e em quantidade traço (< 1,0% em volume), ocorrem zircão, apatita, titanita, allanita, rutilo e minerais opacos, e muscovita e calcita são minerais secundários.

Mineral	OSP 03B	OSP 03C	OSP 03D	OSP 32	OSP 49A	OSP 49B	OSP 56	OSP 60	OSP 85	OSP 141
Plagioclásio	51,2	41,2	43,5	49,6	35,5	34,3	52,7	64,2	23,8	50,8
Quartzo	18,2	15,7	22,8	11,1	25	27,2	11,9	18,1	32,2	8,8
K-Feldspato	1,2	16,8	7,7	0,8	10,5	9,1	2,8	2,3	31,3	4,3
Biotita	9,3	24,1	12,1	20,6	22,1	21,4	15,7	9,2	10,5	15,8
Hornblenda	7,8	-	3,4	10,2	6,8	7,9	1,7	-	2,2	11,1
Clinopiroxênio	4,4	-	8,2	2,9	-	-	6,6	-	-	2,2
Ortopiroxênio	4,1	-	-	2,2	-	-	6,6	2,2	-	2,1
Muscovita	-	-	-	-	-	-	-	-	TR	-
Calcita	-	-	-	-	TR	TR	-	-	-	-
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Apatita	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Titanita	-	-	-	TR	TR	TR	-	-	TR	TR
Allanita	-	-	-	TR	TR	TR	-	-	-	TR
Rutilo	-	-	-	-	-	-	-	TR	TR	-
Granada	1,7	1,2	2,3	-	-	-	-	-	-	3,1
Opacos	1,1	TR	TR	TR	TR	TR	1,3	TR	TR	TR

Tabela 3: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos.

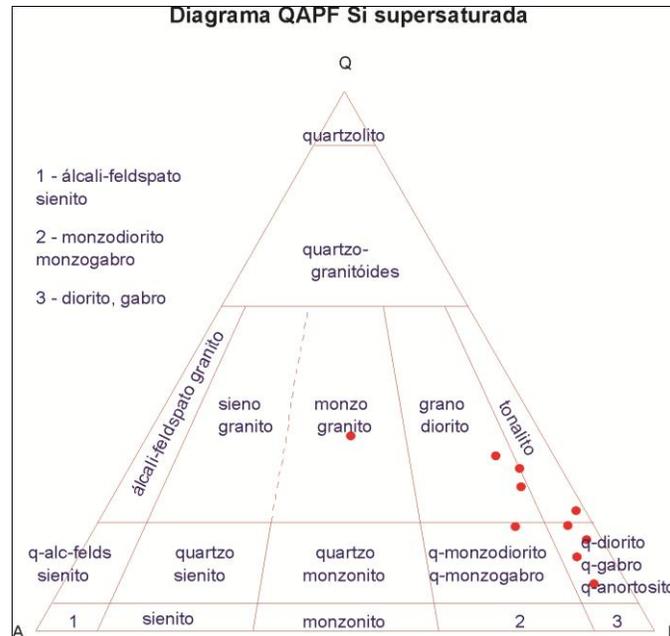


Figura 36: Diagrama QAP segundo Streckeisen 1976, da unidade Serra da Bolívia.

O plagioclásio é granular anédrico, com característica geminação polissintética (múltipla e complexa). Ocorre tanto como cristais isolados como agregados policristalinos de formas irregulares (porções recristalizadas), variando de submilimétricos a 8 milímetros de tamanho. Na maioria dos cristais é possível observar alterações nas bordas e inclusões de zircão e apatita.

Pelo método da dupla macla, utilizando-se a seção (100) (Deer *et al.*, 2002), em média com três análises por lâmina, obteve-se a composição andesina/labradorita para plagioclásio dessa unidade, com teor de anortita variando de 37 a 56%.

A biotita tem hábito lamelar e seu tamanho varia de 0,25 a 2,5 milímetros, ocorrendo como cristais isolados ou em agregados. Altera-se para mica branca e clorita. Possui inclusão de zircão, titanita e minerais opacos. Em alguns domínios é responsável por marcar a foliação metamórfica.

O quartzo se apresenta dividido em duas famílias: uma, fruto de recristalização metamórfica, formado por agregados granulares submilimétricos, a outra está espalhada na matriz e têm hábito granular com tamanho de 0,4 milímetros até 1,8 milímetros. Também é observado crescimento de quartzo nos contatos entre álcali-feldspato e plagioclásio (Figura 37). Em alguns domínios encontra-se incluso nos feldspatos.

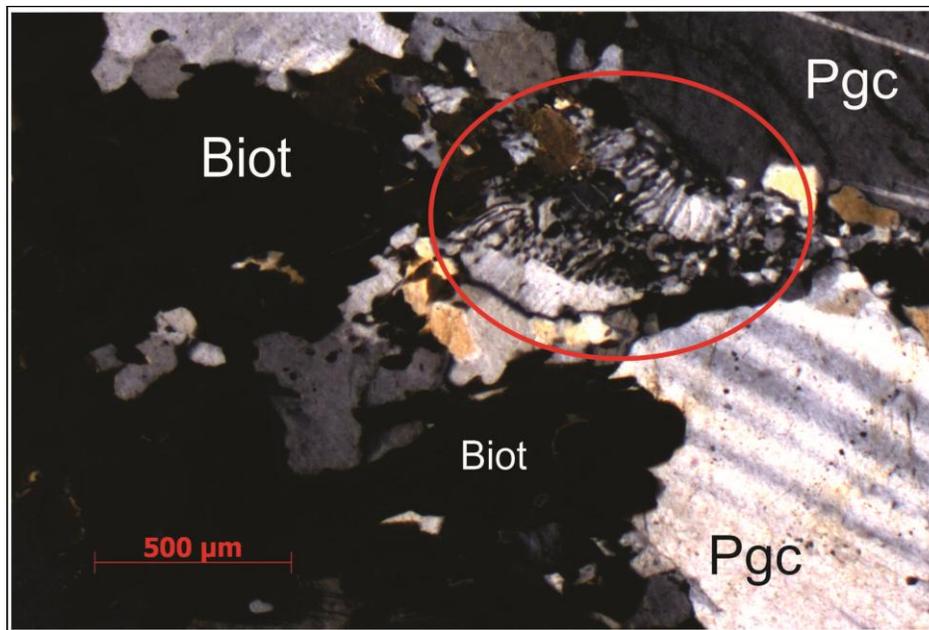


Figura 37: Fotomicrografia do ponto OSP-32, com mirmequita evidenciado pelo círculo vermelho, da fácies leucocrática não porfirítica. Biot: biotita, Pgc: plagioclásio.

O ortopiroxênio é anédrico de hábito granular incolor a rosa claro. Varia de submilimétrico a 1,0 milímetro de tamanho e alguns cristais mostram as duas direções de clivagem. Podem estar alterando nas bordas para anfibólios e biotita (Figuras 38 e 39).

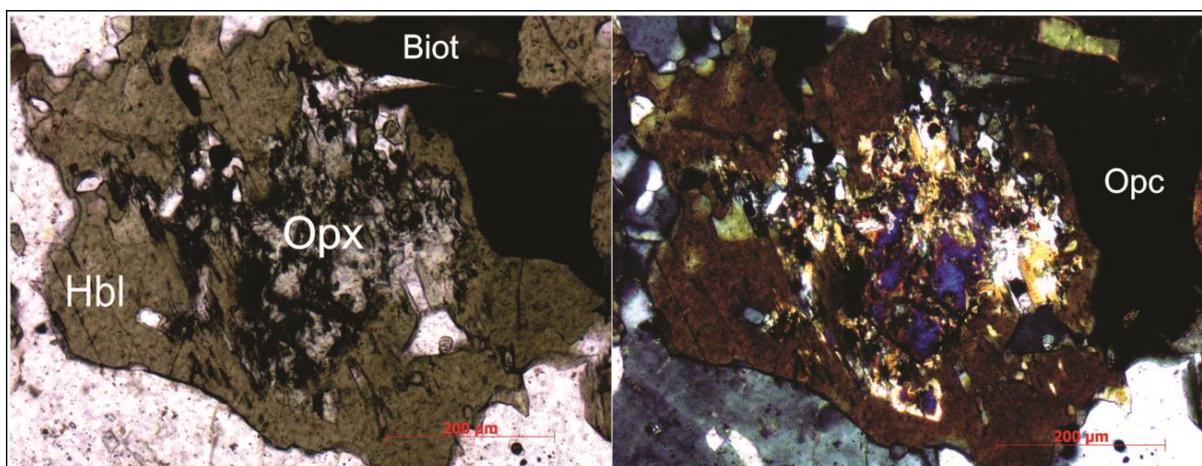


Figura 38: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando piroxênio envolvido por anfibólio em enderbite da Serra da Bolívia. Biot: biotita, Opx: ortopiroxênio, Hbl: hornblenda e Opc: minerais opacos.

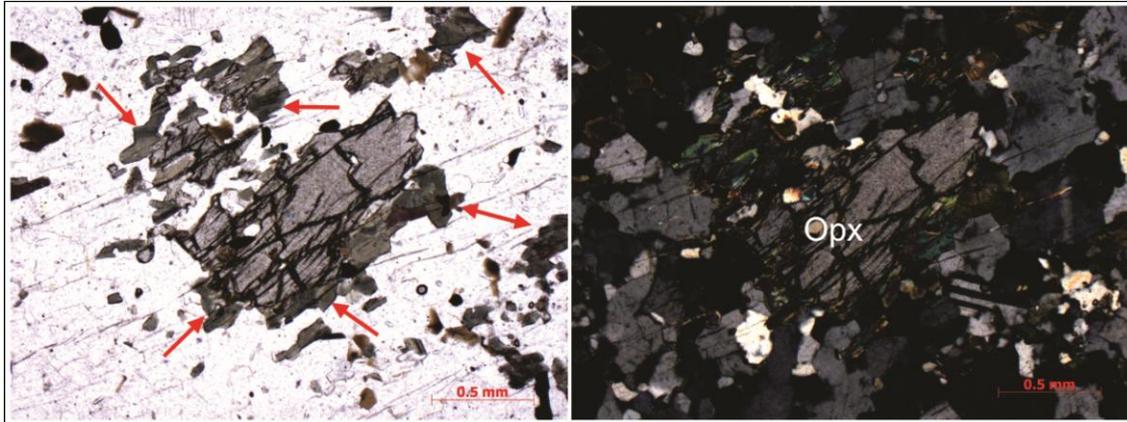


Figura 39: Fotomicrografia do ponto OSP-03 (pedreira), ortopiroxênios (Opx) rodeado de hornblenda, indicado pelas setas vermelhas no charnockito da Serra da Bolívia.

O clinopiroxênio apresenta-se de forma granular incolor com leve pleocroísmo verde. Varia de 0,4 até 2,3 milímetros de tamanho, diferenciando-se dos ortopiroxênios principalmente pela extinção oblíqua. Também em alguns cristais é possível observar anéis simplectíticos, que representam uma textura de intercrescimento entre plagioclásio e anfibólio ao redor do piroxênio (Figura 40).

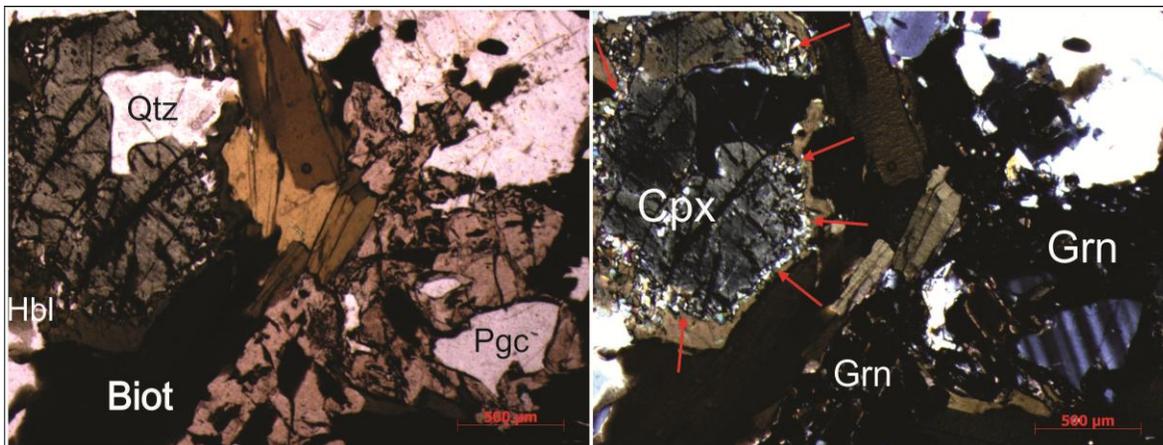


Figura 40: Fotomicrografia do ponto OSP-141, com anéis simplectíticos envolvendo clinopiroxênio indicado pelas setas vermelhas no enderbite. Grn: granada, Biot: biotita, Cpx: clinopiroxênio Qtz: quartzo e Pgc: plagioclásio.

A hornblenda é anédrica granular, de cor verde com leve pleocroísmo bege a verde. É encontrada geralmente substituindo os grãos de piroxênio e altera-se para biotita. Varia de submilimétrica a 1,3 milímetros de tamanho (Figura 41).

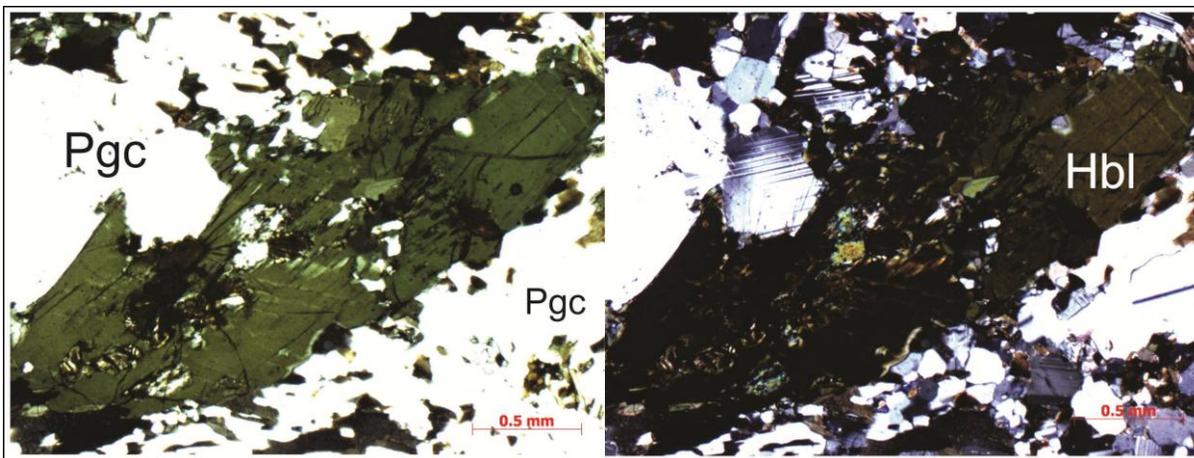


Figura 41: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando um cristal de hornblenda (Hbl) xenomórfico no enderbito. Pgc: plagioclásio.

A microclina com sua geminação *tartan* característica apresenta-se com hábito granular, em média com 0,7 milímetros de tamanho. Em algumas amostras da unidade é difícil a identificação dos feldspatos, entretanto sua existência fica comprovada pela presença de mirmequita.

O zircão aparece como diminutos grãos, por vezes na forma de bastões espalhados na matriz. Varia de subédrico a anédrico e se encontra, por vezes, incluso em feldspato, quartzo e piroxênio (Figura 42).

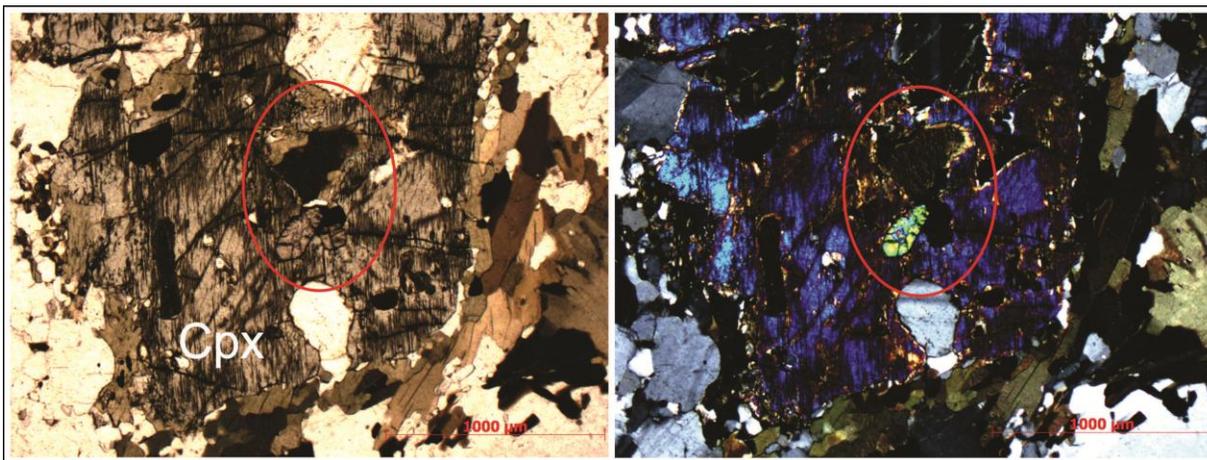


Figura 42: Fotomicrografia do ponto OSP-141, dos enderbitos da Serra da Bolívia, evidenciando pelo círculo vermelho, com inclusões de zircão, apatita, biotita e minerais opacos.

A titanita ocorre com hábito granular, por vezes prismática com até 0,2 milímetros de tamanho. Geralmente é anédrica e cresce próxima à biotita (Figura 43).

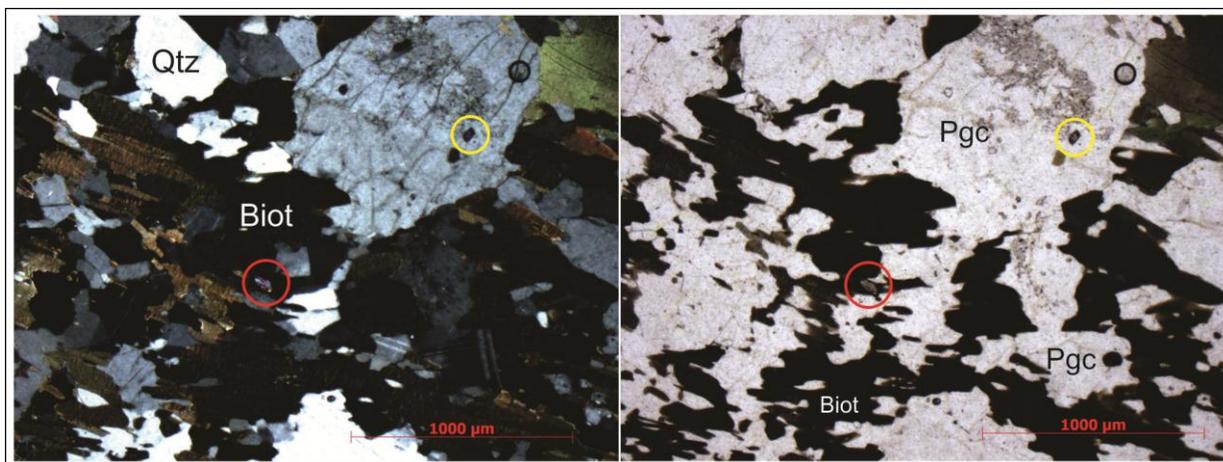


Figura 43: Fotomicrografia do ponto OSP-32, com biotita marcando a foliação e minerais acessórios no ortogneisse. Circulo vermelho: zircão; circulo amarelo: titanita. Pgc: plagioclásio, Biot: biotita e Qtz: quartzo.

A apatita se apresenta como diminutos grãos subédricos encontrados principalmente inclusos em plagioclásio. Minerais opacos encontram-se geralmente próximos da biotita, granada, piroxênios e anfibólio. São cristais submilimétricos e anédricos. A granada tem hábito granular, variando 0,8 até 2,5 milímetros de tamanho. É geralmente anédrica, com alguns cristais subédricos (Figura 44).

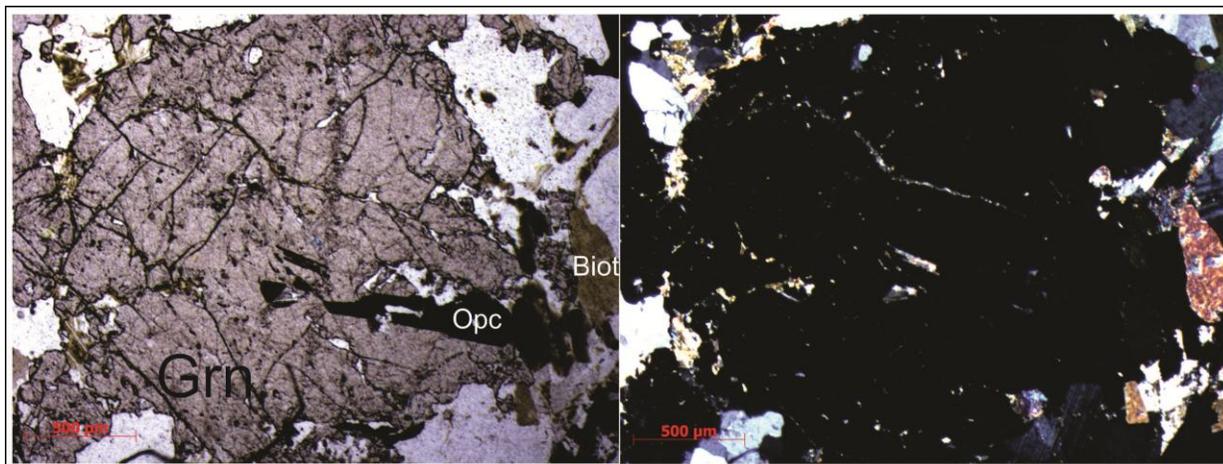


Figura 44: Fotomicrografia do ponto OSP-141, evidenciando granadas (Grn) xenomórficas com inclusões de minerais opacos no enderbiot da Serra da Bolívia. Biot: biotita, Opc: minerais opacos.

A muscovita ocorre principalmente associada aos feldspatos, é subédrica e de tamanho inferior a 1,0 mm. A calcita ocorre associada ao plagioclásio, muscovita e feldspato. É subédrica e não ultrapassa 1,0 milímetros de tamanho.

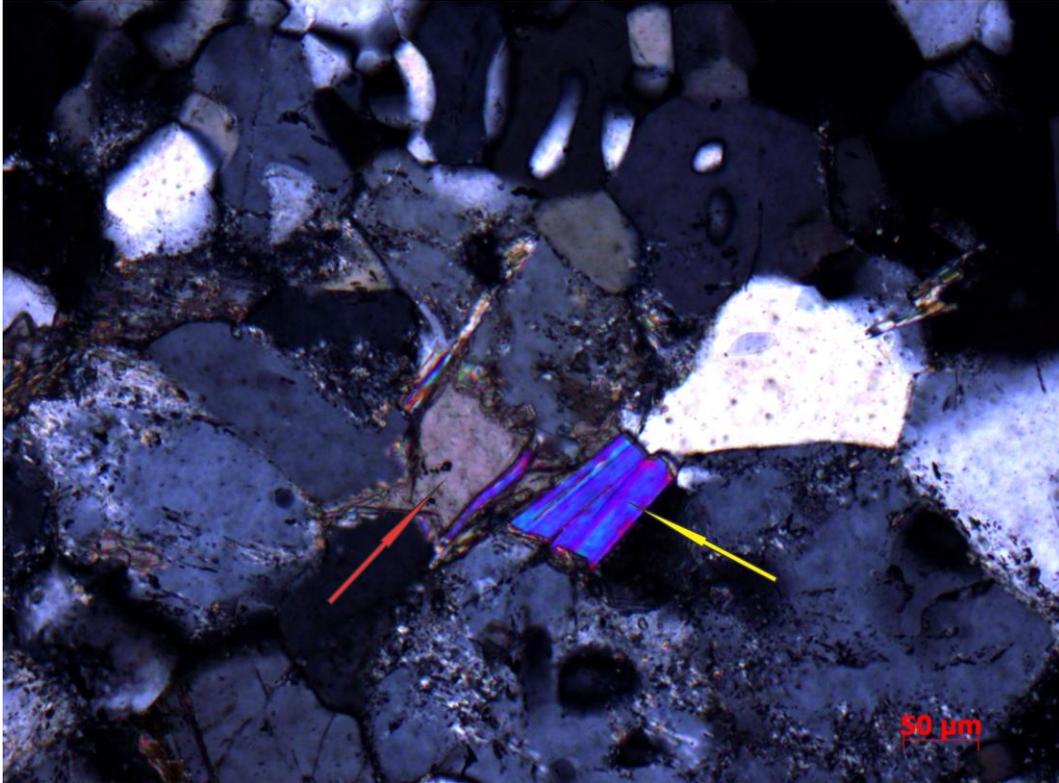


Figura 45: Fotomicrografia à polarizadores cruzados do ponto OSP-49B, do ortogneisse. Seta vermelha indicando calcita e amarela muscovita.

#### **4.1.4. Paragnaisse bandado/quartzito/leucogranito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci)**

Corresponde a biotita gnaisse cinza bandado, intercalado com camadas quartzíticas, que aflora nas proximidades de Aperibé, fazendo contato a noroeste e a sudeste com os ortognaisses do Complexo Serra da Bolívia (Anexo 1).

Em planta, tem forma alongada de direção nordeste-sudoeste e aflora em lajedos rasteiros e barrancos alterados, sendo cinza quando semifresco e amarelado quando alterado (Figuras 46 e 47).

Sua granulometria varia de fina a grossa, é leucocrático com textura granoblástica a porfiroblástica e estrutura migmatítica em alguns afloramentos, geralmente apresentando-se intensamente deformado (Figura 48).

O paragnaisse leucocrático possui, como mineralogia quartzo, feldspatos branco a amarelados, biotita e localmente granada.

O quartzito ocorre em camadas centimétricas a métricas, sua xistosidade é dada por planos micáceos ricos em mica branca.

Na pedreira do ponto OSP-03 ocorre leucogranito com sillimanita e granada e, pegmatito com turmalina, em contato irregular com rocha máfica (enderbitos e charnockitos) do Complexo Serra da Bolívia. Tal granito é aqui interpretado como um produto da fusão do paragnaisse bandado, isto é, representa um granito aluminoso associado a esse paragnaisse (Figura 49).



Figura 46: Barranco alterado da unidade paragneisse/quartzito (OSP-93).



Figura 47: Barranco semifresco do paragneisse/quartzito (OSP-13).

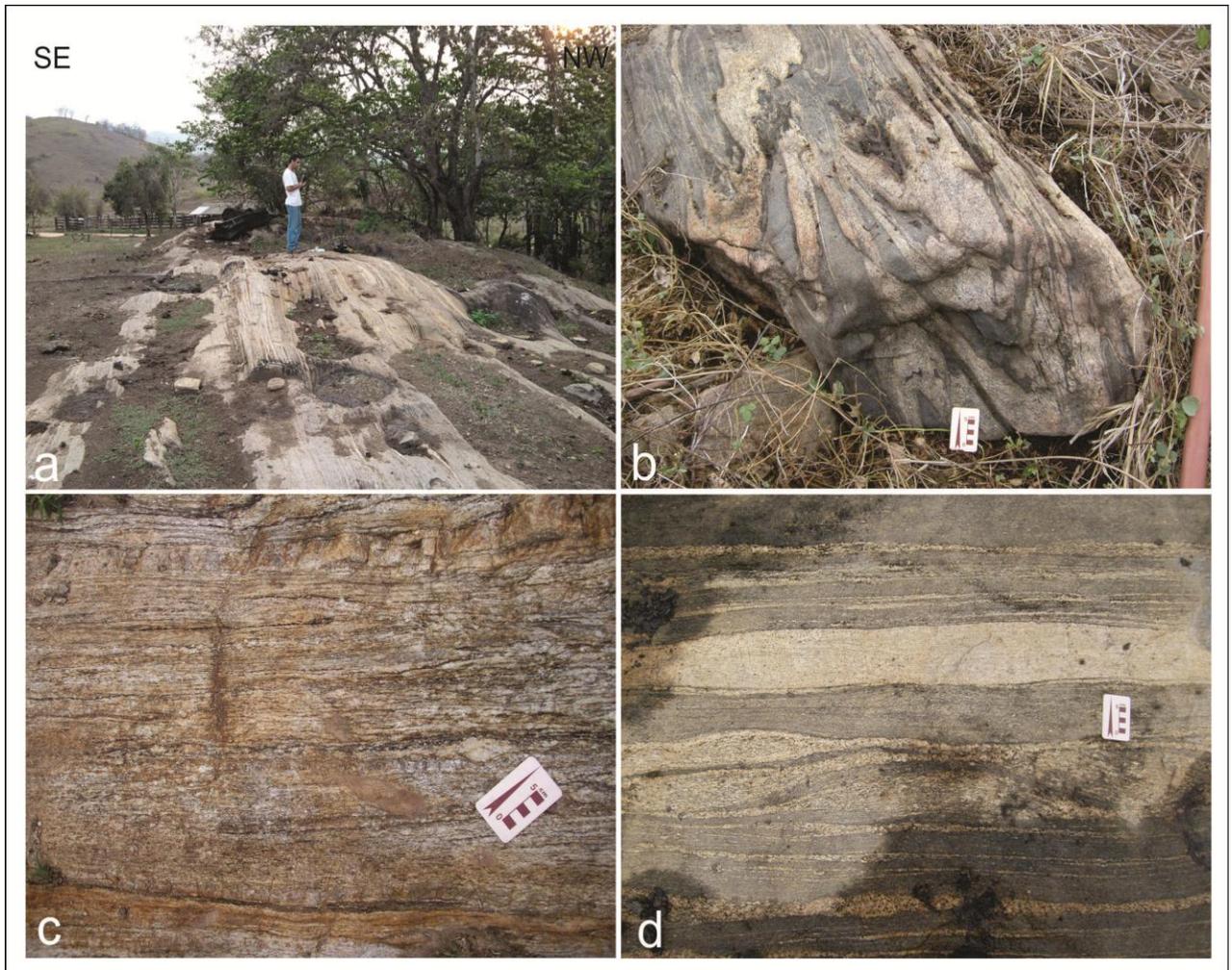


Figura 48: Lajedo do Paragneisse bandado (a: afloramento em lajedo (OSP-85); b: leucossoma e melanossoma dobrado (OSP-54); c: quartzo e feldspatos estirados (OSP13); d: bandamento composicional com banda máfica e banda félsica (OSP-53).



Enderbito: parte mesocrática

Leucogranito: parte leucocrática

Figura 49: Foto do ponto OSP-03 (pedreira), no contato entre o enderbito (máfica) da Serra da Bolívia, e o leucogranito com sillimanita da unidade paragnaisse/quartzito.

#### 4.1.4.1. Petrografia do leucogranito aluminoso

A petrografia foi obtida através de apenas uma seção delgada que corresponde ao leucogranito com sillimanita na pedreira referente ao ponto OSP-03 (Tabela 4).

Corresponde a granito homogêneo leucocrático, com índice de cor variando entre 4% e 8%. Apresenta textura variando de granular a inequigranular e localmente exhibe intercrescimentos como mirmequita e mesopertita. A granulação varia de fina a grossa, com porções recristalizadas submilimétricas.

Com exceção dessas porções recristalizadas, na mineralogia essencial os cristais variam de subédricos a anédricos representados por quartzo (25,5%), plagioclásio (36,5%), k-feldspato (29,1%), biotita (3,8%), granada (2,1%), sillimanita (1,7%) e acessórios (<1%) como: zircão, apatita, opacos, clorita e espinélio. Sua composição é análoga aos monzogranitos, entretanto essa rocha apresenta sillimanita em sua mineralogia, sugerindo tratar-se de granito gerado por fusão parcial de rocha cujo protólito é de origem sedimentar (pelítico).

Mineral	OSP-03A
Plagioclásio	36,5
Quartzo	25,5
K-Feldspato	29,1
Biotita	3,8
Muscovita	TR
Sillimanita	1,7
Zircão	TR
Apatita	TR
Granada	2,1
Espinélio	TR
Clorita	TR
Opacos	TR

Tabela 4: Moda baseada em % em volume de minerais.  
Contagem de 800 pontos.

O plagioclásio geralmente possui a característica geminação polissintética, sendo granular e subédrico. O tamanho dos grãos varia de submilimétricos até 2,3 mm, ocorrendo tanto como grãos maiores isolados quanto agregados policristalinos. São observadas inclusões de quartzo, biotita, zircão e minerais opacos. Importante ressaltar a presença de

feldspato pertítico e plagioclásio sódico-cálcico (mesopertita) que, nas porções mais alteradas da rocha, apresenta-se bastante sericitizado (Figura 50).

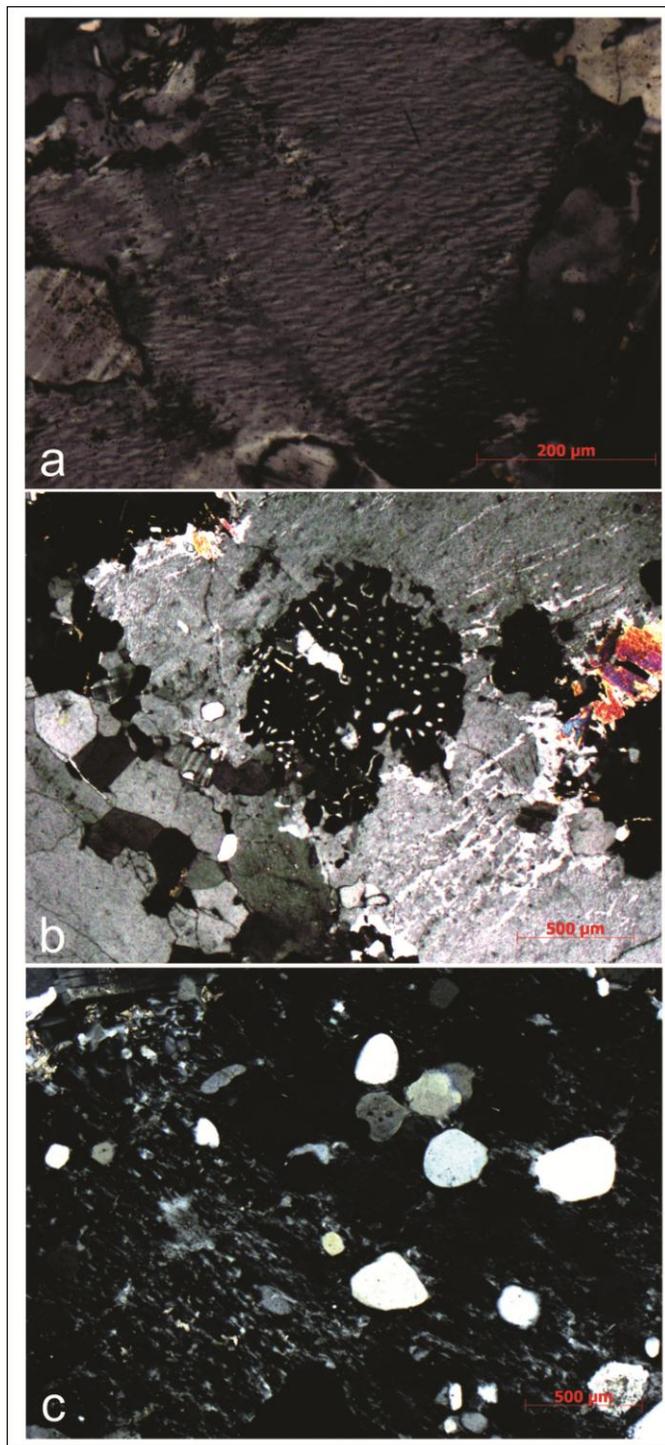


Figura 50: Fotomicrografias do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), apresentando características dos feldspatos. a: mesopertita, b: mirmequita e c: inclusões de quartzo no plagioclásio.

O quartzo apresenta-se granular bastante recristalizado, com contatos suturados, e alcançam 1,3 milímetros de tamanho. Também são observados dissolução de quartzo nos contatos entre álcali-feldspato e plagioclásio (mirmequita).

A microclina, com típica geminação *tartan*, aparece como diminutos cristais granulares anédricos. Forma agregado recristalizado juntamente com grãos de quartzo e plagioclásio.

A biotita apresenta-se em agregados com sillimanita, com hábito lamelar pleocróica e alguns cristais com o característico “*bird's eyes*”. Varia de 0,2 até 0,6 milímetros de tamanho. Possui inclusões de minerais opacos e zircão. Por vezes, encontra-se substituída por clorita (Figura 51).

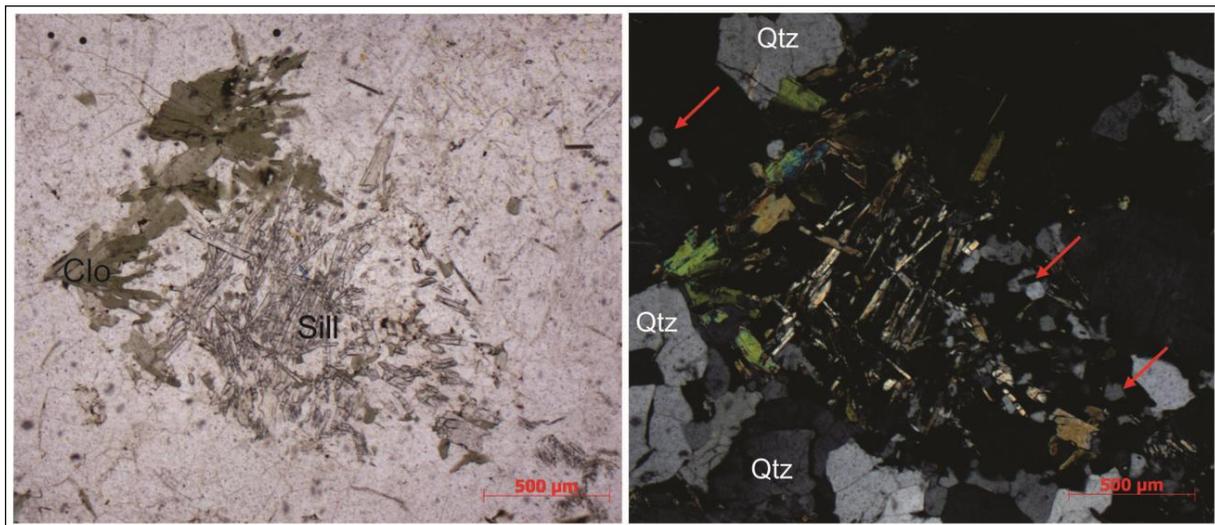


Figura 51: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), com clorita e sillimanita. As setas em vermelho ressaltam cristais de quartzo recristalizado. Clo: clorita, Sill: sillimanita e Qtz: quartzo.

A sillimanita ocorre tanto como cristais prismáticos alongados quanto quadráticos (secção basal). Varia de 0,1 até 0,7 milímetros de tamanho, sendo predominantemente euédrica a subédrica (Figuras 51, 52 e 53).

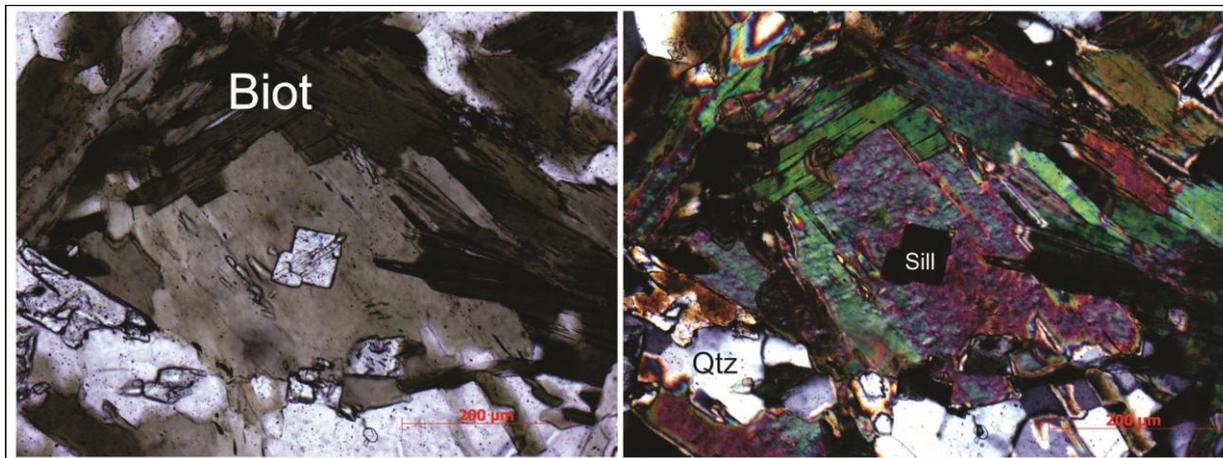


Figura 52: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando a secção basal da sillimanita (Sill). Além de Biot: biotita e Qtz: quartzo.

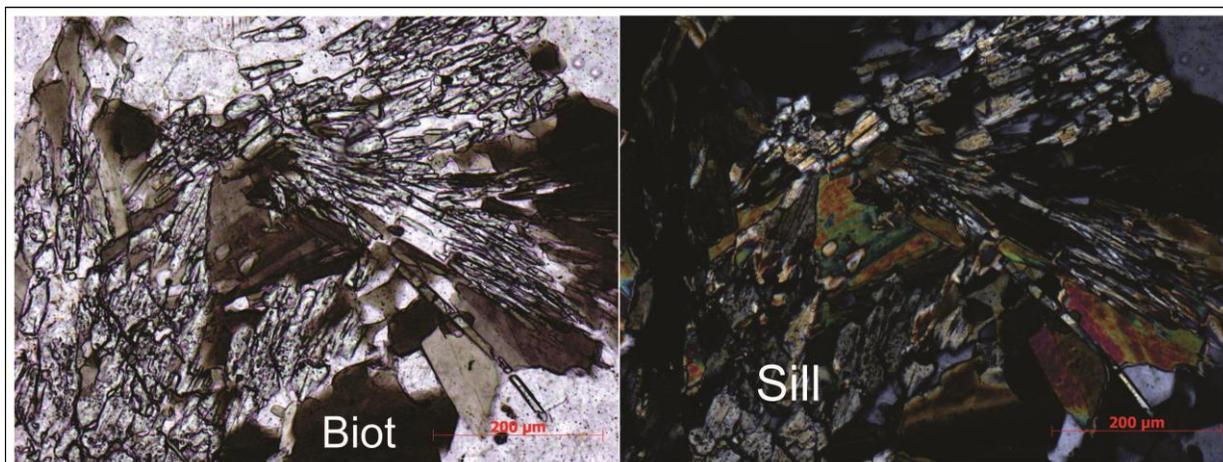


Figura 53: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), mostrando sillimanita (Sill) e biotita (Biot).

A apatita se apresenta como diminutos grãos incolores subédricos, encontrados principalmente inclusos em plagioclásio. O zircão ocorre como diminutos grãos, por vezes alongados, variando de subédrico a anédrico, e está, predominantemente, incluso em microclina e quartzo. O espinélio foi observado num único cristal verde isotrópico anédrico. Possui aproximadamente 220 µm de tamanho e está incluso em plagioclásio (Figura 54). Minerais opacos estão geralmente próximos da biotita e granada. Ocorre em grãos submilimétricos e anédricos, e estão inclusos em plagioclásio (Figura 54). A granada tem hábito granular, variando 0,8 até 2,5 milímetros de tamanho. Geralmente é anédrica, com alguns cristais subédricos (Figura 55).

A muscovita ocorre principalmente como produto de alteração dos feldspatos, é subédrica e de tamanho inferior a 1,0 mm. A clorita ocorre associada à biotita e sillimanita, como substituição da biotita, sendo anédrica com pleocroísmo verde claro e inferior a 1,0 milímetros.

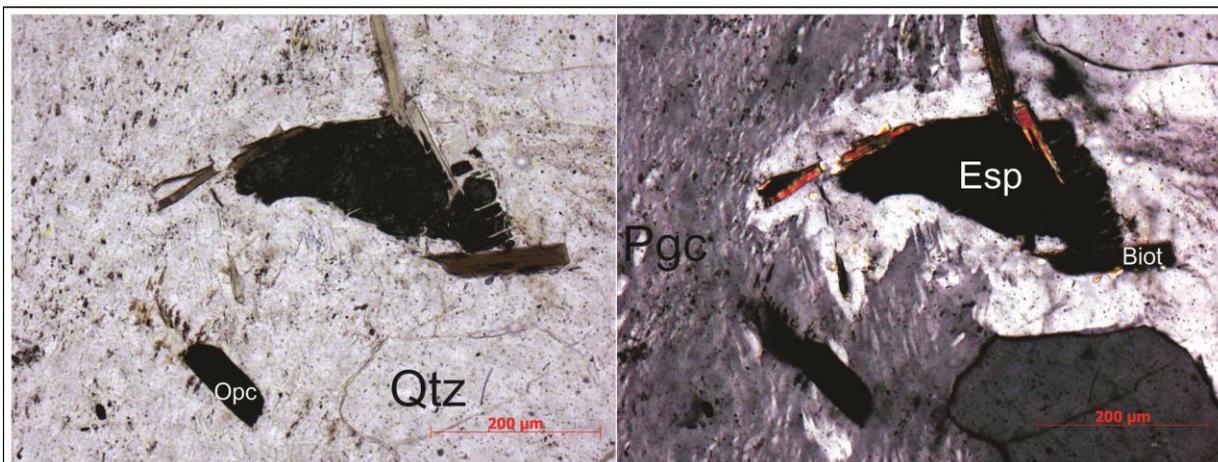


Figura 54: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando o espinélio (Esp) incluído no plagioclásio (Pgc). Qtz: quartzo, Biot: biotita e Opc: minerais opacos.

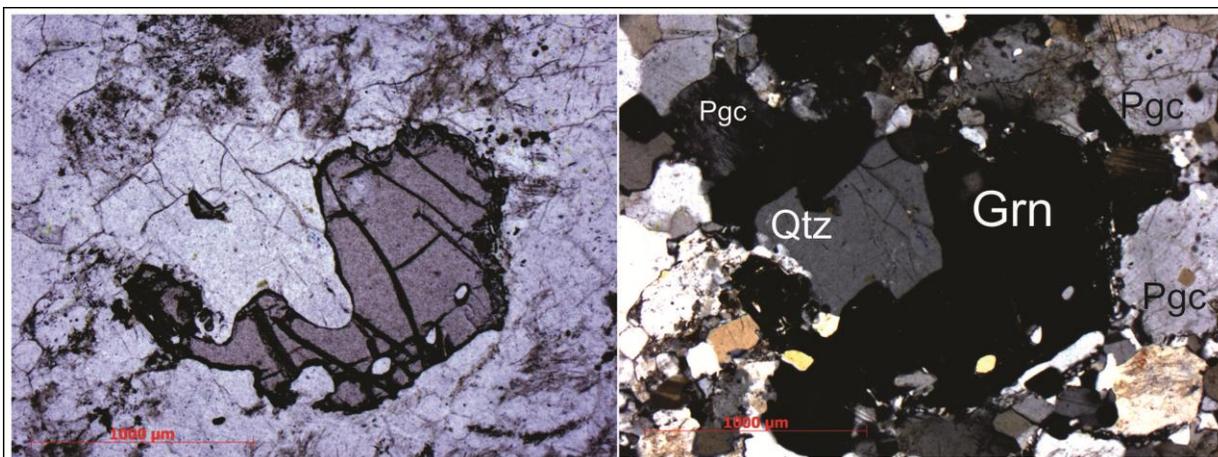


Figura 55: Fotomicrografia do leucogranito aluminoso OSP-03 (pedreira), evidenciando granada xenomórfica. Qtz: quartzo, Pgc: plagioclásio e Grn: granada.

#### **4.1.5. Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci)**

Esta unidade de mapeamento inclui as rochas, que aqui neste trabalho foram correlacionadas às rochas referentes ao Domínio Cambuci do Terreno Oriental (Tupinambá *et al.*, 2007). O conjunto apresenta orientação estrutural segundo direção nordeste-sudoeste e foliação tectônica mergulhando predominante para sudeste e subordinadamente para noroeste, marcada por aglomerados de biotita e aglomerados de quartzo e feldspatos dispostos em bandas félsicas e máficas, marcando o bandamento composicional da rocha.

Afloram principalmente no sul da área, como pedreiras abandonadas, lajedos alterados, cortes de estrada e barrancos alterados (Figuras 56 e 57, Anexo 1).

No afloramento da pedreira Valão do Barro Preto (ponto OSP-151), foi possível uma melhor visualização da unidade (Anexo 1, e Figura 58).

Essa unidade corresponde a gnaisses bandados félsicos, de coloração cinza, finos a médios, com textura milonítica próximo ao contato com a unidade biotita-piroxênio-hornblenda gnaiss, e bandado com camadas ricas em quartzo, plagioclásio e feldspato, e camadas ricas em biotita. Sua mineralogia é dada por quartzo, feldspato, biotita e localmente granada. Possuem enclaves máficos (aglomerados de biotita), anfíbolito e pegmatito (Figuras 58).

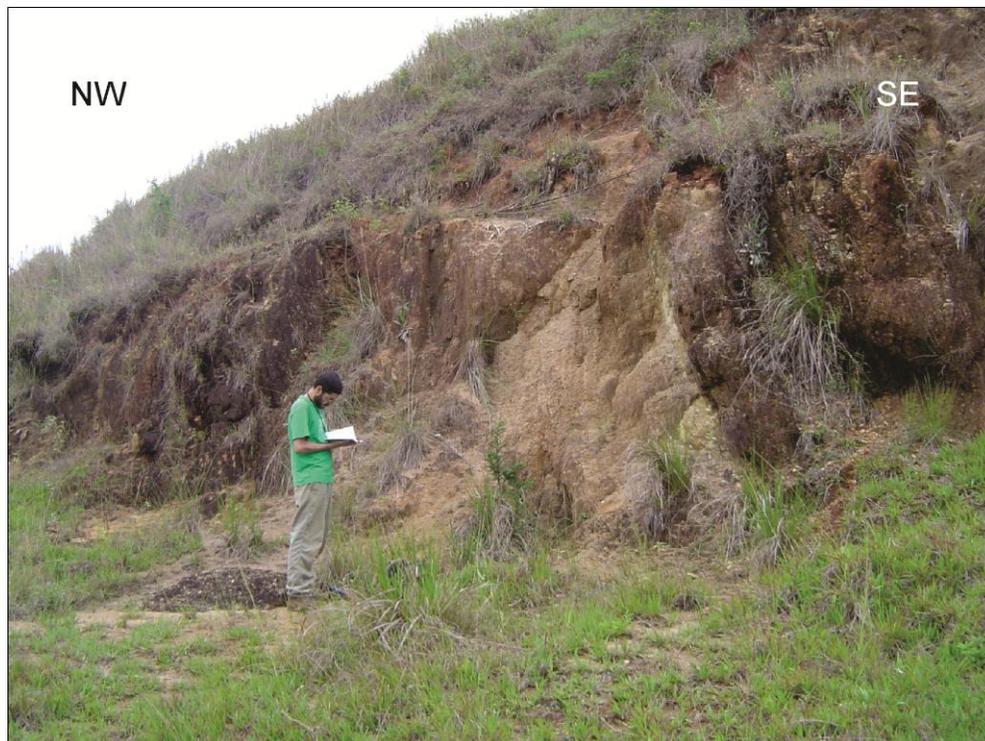


Figura 56: Barranco alterado do biotita-hbl-grn gnaissse bandado (OSP-05).



Figura 57: Bloco do biotita-hornblenda-granada gnaissse cortado por pegmatito, na pedreira Valão do Barro Preto (OSP-151).

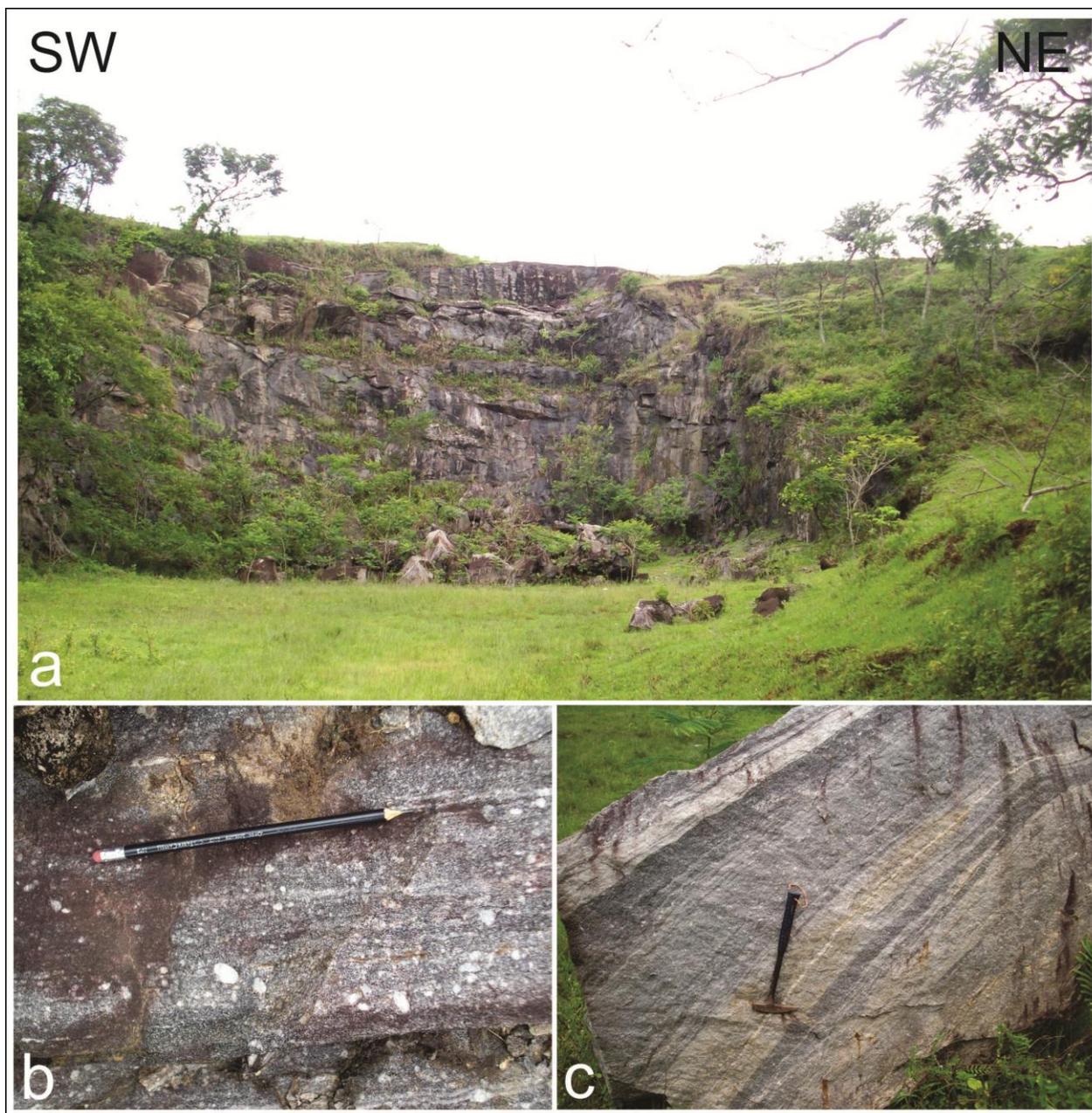


Figura 58: Fotos do biotita-hornblenda-granada gnaissse bandado, na pedreira Valão do Barro Preto (OSP-151). (a) visão da pedreira, (b): fenocristais de feldspato, (c): bandamento composicional.

#### 4.1.5.1. Petrografia

A petrografia desta unidade foi obtida com cinco seções delgadas referentes aos pontos OSP-05, OSP-19, OSP-21 e OSP-24A e B (Tabela 5).

Essa unidade inclui gnaisses de composição modal granodiorítica a monzogranítica (Figura 59), leucocráticos com índice de cor entre 8,3 e 25,8%. Sua granulometria é fina a média com grãos variando de submilimétricos a 2,0 milímetros, a textura é granular anédrica bandada e milonítica, localmente com porções porfiríticas. Sua mineralogia essencial é dada por quartzo, álcali-feldspato (microclina e ortoclásio), plagioclásio, biotita, hornblenda e localmente granada, e os acessórios são representados por zircão, apatita e minerais opacos, e como secundários ocorre muscovita.

Mineral	OSP 05	OSP 19	OSP 21	OSP 24A	OSP 24C
Plagioclásio	16,1	23,4	35,3	28,6	26,2
Quartzo	35,2	37,6	30,2	35,4	32,8
K-Feldspato	30,1	28,1	8,7	27,7	28,3
Biotita	8,6	7,4	10,4	8,3	12,7
Hornblenda	-	-	5,3	-	-
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR
Apatita	TR	TR	TR	TR	TR
Granada	TR	3,5	10,1	TR	TR
Opacos	TR	TR	TR	TR	TR

Tabela 5: Moda baseada em % em volume de minerais. Contagem de 800 pontos.



Figura 59: Diagrama QAP segundo Streckeisen (1976), do biotita-hbl gnaiss.

O quartzo apresenta-se granular, bastante recristalizado, em fitas estiradas com contatos suturados alcançando 0,8 milímetros de tamanho (Figura 60).

O feldspato alcalino comum nessas rochas é a microclina, mas ocorre também ortoclásio perítico, com típica geminação *tartan*, aparecendo como diminutos cristais granulares anédricos e também grãos de até 2,0 milímetros dispersos na matriz, com bordas corroídas por dissolução e recristalizados (Figura 61).

O plagioclásio geralmente possui a característica geminação polissintética, sendo granular e anédrico (Figura 61). O tamanho dos cristais varia de submilimétricos até 1,1 milímetros, ocorrendo tanto na forma de cristais maiores isolados quanto em agregados policristalinos. São observadas inclusões de biotita, zircão e minerais opacos.

A biotita tem hábito lamelar e pleocroísmo em tons de marrom. Varia de 0,2 até 0,5 milímetros de tamanho e se orientam definindo a foliação (Figura 62). Possui inclusões de minerais opacos e zircão.

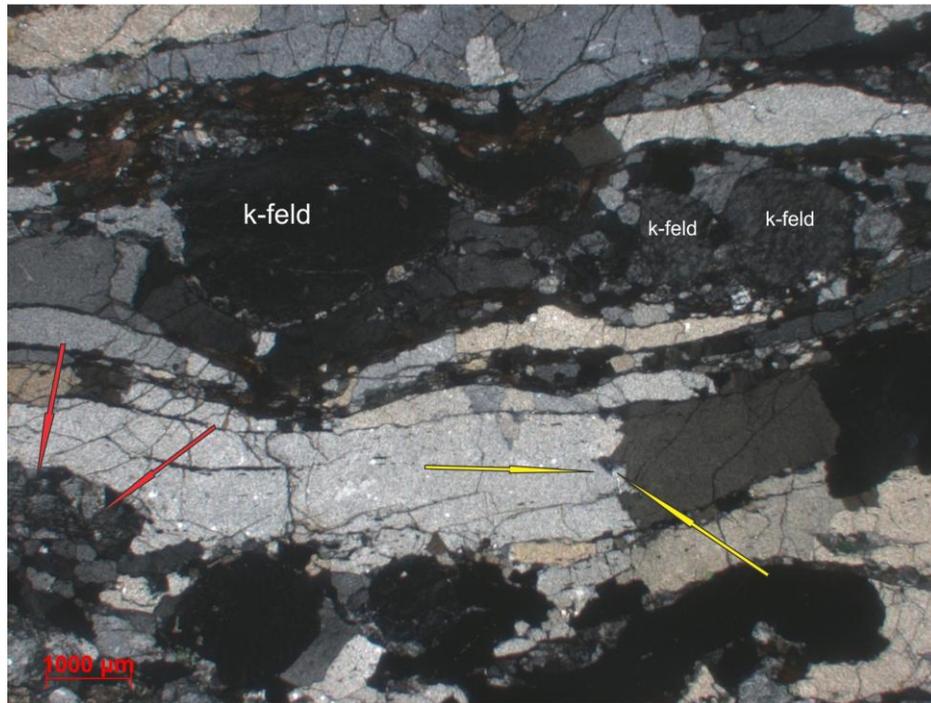


Figura 60: Fitas de quartzo com contatos suturados (setas amarelas), seta vermelha mostra ortoclásio, em biotita-hbl-grn gnaissse bandado (OSP-19), k-feld: ortoclásio.

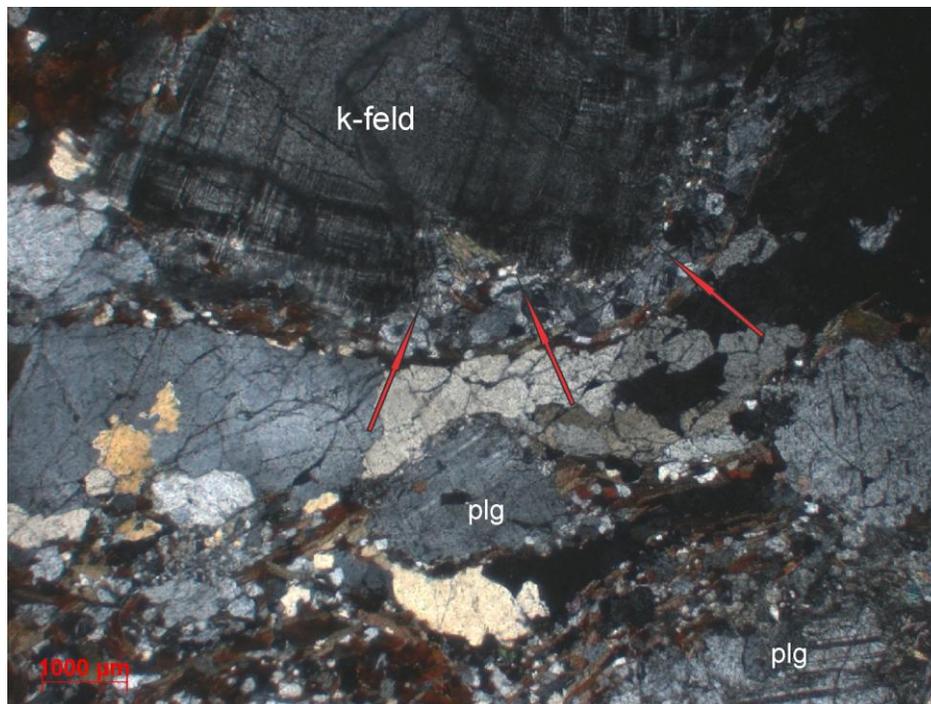


Figura 61: Fotomicrografia a polarizadores cruzados do biotita gnaissse bandado (OSP-24C). Setas vermelhas mostram recristalização de feldspato por *subgrain rotation* (Passchier & Trouw, 2005); k-feld: microclina, plg: plagioclásio.

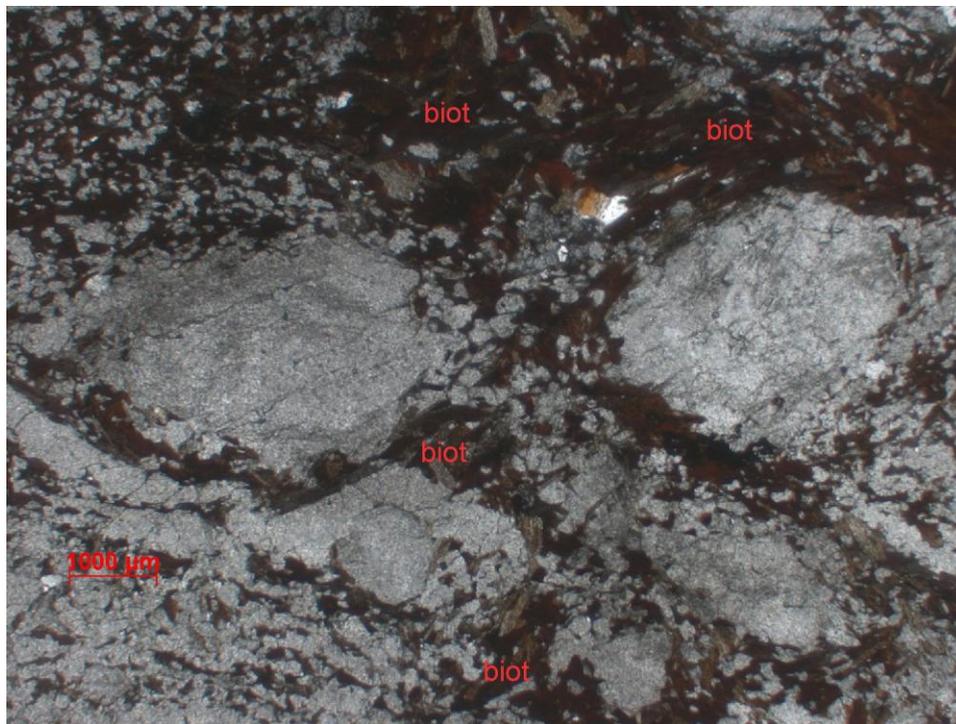


Figura 62: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaiss bandado (OSP-24C), mostrando foliação definida por biotita.

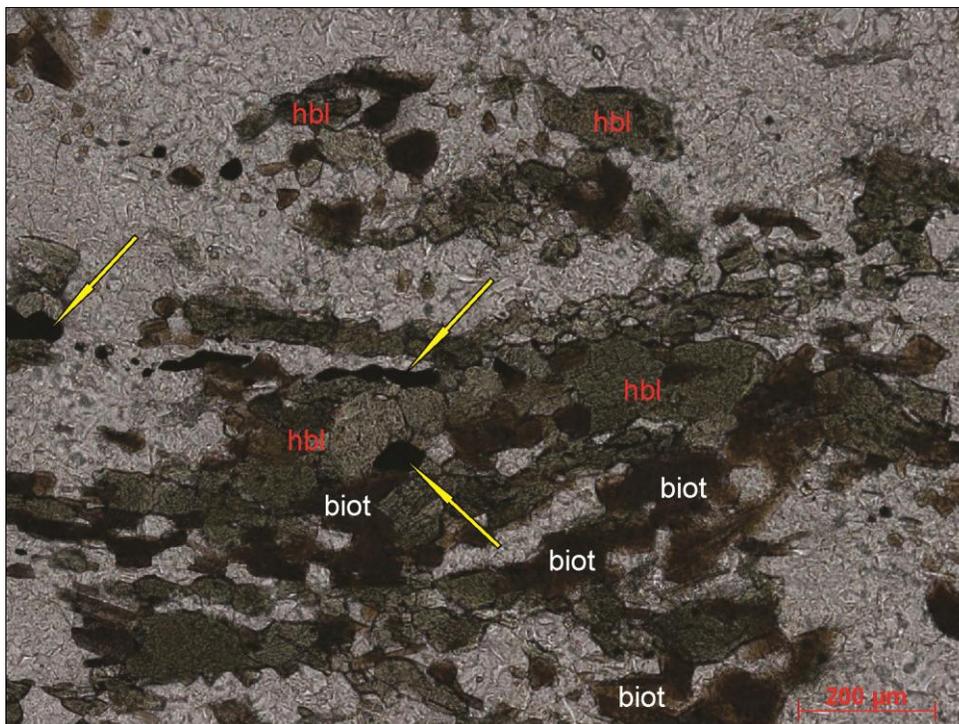


Figura 63: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaiss bandado (OSP-21), com cristais de hornblenda. Setas amarelas minerais opacos; hbl: hornblenda, biot: biotita.

A hornblenda é anédrica de hábito granular e pleocroísmo bege a verde. São encontradas geralmente em agregados com biotita. Tem tamanho variando de 0,3 a 0,7 milímetros (Figura 63).

A granada tem hábito granular, variando de 0,2 até 0,5 milímetros de tamanho. Geralmente é anédrica e ocorre em agregados com biotita e minerais opacos (Figura 64).

O zircão apresenta-se como diminutos grãos, por vezes alongados. Varia de subédrico a anédrico e está predominantemente incluso em ortoclásio e quartzo. A apatita aparece como diminutos grãos subédricos que são encontrados principalmente inclusos em plagioclásio. Minerais opacos ocorrem em grãos submilimétricos, e estão geralmente associados à biotita, granada e hornblenda, e estão inclusos em granada e hornblenda (Figuras 63 e 64).

A muscovita ocorre principalmente como substituição de alteração dos feldspatos, sendo subédrica, alcançando 0,5 mm de tamanho.

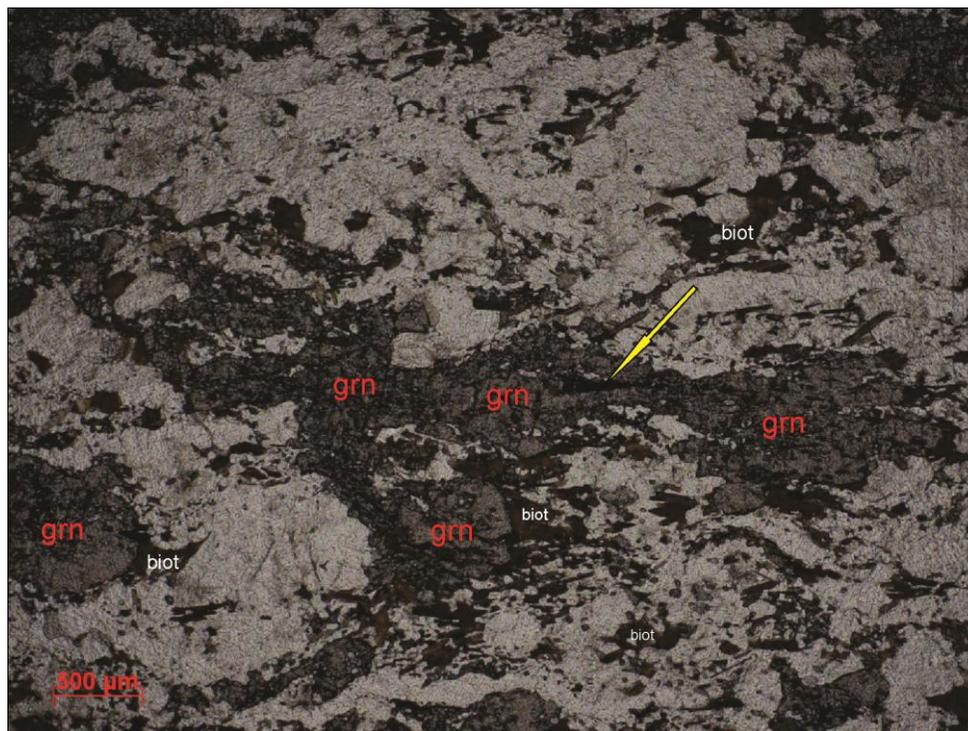


Figura 64: Fotomicrografia a polarizadores paralelos do biotita gnaiss bandado (OSP-21). Seta amarela mostra minerais opacos inclusos em granada; biot: biotita, grn: granada.

#### **4.1.6. Mármore intercalado com quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambucí)**

Esta unidade de mapeamento inclui as rochas referentes ao Domínio Cambucí do Terreno Oriental (Tupinambá *et al.*, 2007). Apresenta orientação estrutural segundo direção nordeste-sudoeste, e plano defoliação tectônica marcada por micas, com mergulhos íngremes, ora para sudeste ora para noroeste.

Aflora principalmente no sul da área em pedreiras abandonadas e principalmente lajedos sustentando serras (e.g.: Serra da Caledônia, Anexo 1 e, Figuras 65 e 66).

Trata-se de mármore de coloração branca, fino a médio, com quartzo, biotita e muscovita, intercalado com camadas centimétricas de quartzito fino com mica branca e biotita. O quartzito é fino, de cor amarela clara, com planos de acamamento definido por mica branca e biotita. Aflora principalmente na base norte da Serra da Caledônia, e grada para topo, intercalando-se com camadas delgadas de mármore branco e quartzito delgado. Veios de quartzo centimétricos cortam a xistosidade, e pegmatitos centimétricos ricos em feldspato rosado também cortam a xistosidade, assim como camadas centimétricas de anfíbolito paralelo a xistosidade (Figuras 67 e 68).



Figura 65: Pedreira desativada de mármore branco na Pedra do Cavalo, base sul da Serra da Caledônia. OSP-168.



Figura 66: Pedreira inativa de mármore branco na Pedra do Cavalo, sul da Serra da Caledônia (OSP-168).



Figura 67: Mármore intercalado com quartzito, e cortado por veio de quartzito (OSP-168).



Figura 68: Mármore branco intercalado com camadas delgadas de quartzito fino (OSP-152).

#### 4.1.6.1. Petrografia do quartzito

Foi descrita uma lâmina delgada correspondente ao ponto OSP-27 (Tabela 6, Anexo 2), cujo afloramento está localizado na folha Cambuci, onde aflora uma encosta de quartzito.

<b>Mineral</b>	<b>OSP 27</b>
<b>Quartzo</b>	79,8
<b>Plagioclásio</b>	2,1
<b>K-Feldspato</b>	2,7
<b>Biotita</b>	10,6
<b>Muscovita</b>	3,3
<b>Zircão</b>	TR
<b>Opacos</b>	TR

Tabela 6: Moda baseada em % em volume de minerais.  
Contagem de 800 pontos.

A rocha é um quartzito fino a médio, de coloração amarelada, com textura granoblástica dada por recristalização de quartzo e feldspato. A xistosidade é dada por planos de biotita e muscovita intercalados com aglomerados de quartzo recristalizado.

È composta principalmente por grãos recristalizados de quartzo (79,8%) milimétricos alcançando 1,5 milímetros. Esses grãos recristalizados intercalam-se com aglomerados de biotita e muscovita, marcando a foliação (Figura 69).

O álcali-feldspato (2,7%) comum é a microclina com sua geminação *Tartan* típica (Figura 69), grãos anédricos alongados devido à deformação e que se orientam segundo a foliação, sendo predominantemente inferiores a 1,0 mlímetro.

O plagioclásio (2,1%) geralmente possui a característica geminação polissintética, sendo granular e anédrico. O tamanho dos grãos varia de submilimétricos até 1,3 milímetros, ocorrendo tanto como cristais maiores isolados quanto em agregados policristalinos.

A biotita (10,6%) apresenta-se de forma lamelar, com pleocroísmo marrom escuro e alguns grãos com os característicos “*bird's eyes*”. Varia de 0,1 a 0,4 milímetros de tamanho e se orienta definindo a foliação (Figura 69). A muscovita (tr) ocorre principalmente em meio a aglomerados de biotitas, são subédricas e alcançam 0,5 mm de tamanho (Figura 69).

O zircão apresenta-se como diminutos grãos, por vezes alongados, subédricos e inclusos em microclina e quartzo. Minerais opacos estão geralmente associados à biotita e a muscovita, como cristais subédricos xenomórficos.

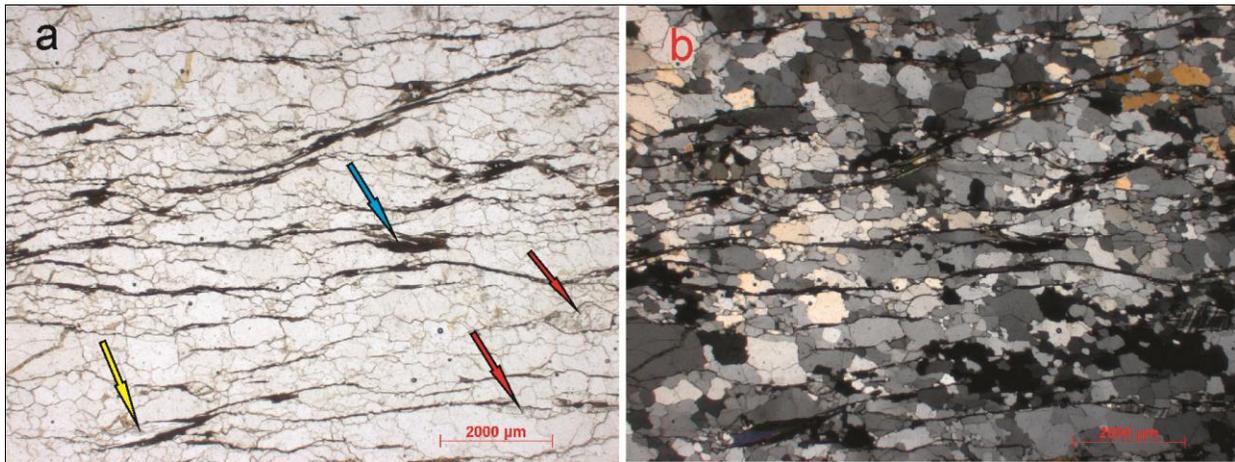


Figura 69: Fotomicrografia do ponto OSP-27, a: polarizadores paralelos e b: polarizadores cruzados: planos de biotita e aglomerados de quartzo define clivagem espaçada do quartzito, e mostra bandas de cisalhamento (“*shear bands*”, Passchier & Trouw, 2005). Seta amarela muscovita e seta azul biotita, e seta vermelha feldspato.

## 5. GEOQUÍMICA DOS ORTOGNAISSES DO COMPLEXO SERRA DA BOLÍVIA

As análises químicas de rocha total apresentadas nesse trabalho foram obtidas através do método Fluorescência de Raios-X e perfazem elementos maiores e traços. Foram analisadas oito amostras (OSP-03B, OSP-32, OSP-39, OSP-49, OSP-51, OSP-56A e B, OSP-141) de rochas referentes ao Complexo Serra da Bolívia (Tabelas 7 e 8).

Observa-se que o grupo de rochas formado pelas amostras OSP-32, OSP-51 e OSP-56A (ortognaisse leucocrático) apresenta uma variação dos teores de SiO<sub>2</sub>, de 65,28 a 73,69 por cento, associando-as então a litotipos de natureza ácida. Nessas rochas, chamam a atenção teores mais elevados de óxido de potássio, óxido de sódio, contrastando com conteúdos mais baixos de óxido de alumínio, óxido de ferro, óxido de cálcio, óxido de magnésio, óxido de titânio, óxido de fósforo, óxido de manganês (Tabelas 7 e 8).

Já os dados do grupo de rochas OSP-39, OSP-141, OSP-56B, OSP-49 e OSP-03B (enderbito), mostram variação de SiO<sub>2</sub> entre 53,03 e 58,88 por cento, caracterizando-as como litotipos intermediários. Neste grupo, são realçados os teores mais elevados de óxido de alumínio, óxido de ferro, óxido de cálcio, óxido de magnésio, óxido de sódio (Tabelas 7 e 8).

O que reflete as características marcantes de duas famílias de rochas distintas, tanto no índice de cor e mineralogia em campo, quanto em características química, com uma família máfica rico em ferro e magnésio, e outra família félsica rica em potássio e sódio.

Com os dados obtidos foram produzidos diagramas de classificação para rochas plutônicas e de caracterização do magmatismo.

No diagrama TAS para classificação de rochas ígneas (Cox *et al.*, 1979) as rochas variam quimicamente de gabro, diorito, granodiorito a granito, ficando evidenciada a existência de dois ou três conjuntos de amostras quimicamente separados no campo de rochas subalcalinas (Figura 70).

Um grupo de rocha ácida, com valores acima de 65% de sílica (símbolos vermelhos), plotando no campo do Granito (duas amostras) e Qtz-diorito/Granodiorito (1 amostra). E outra grupo de rocha intermediária, com valores de sílica variando entre 50% e

60% (símbolos azuis), que plotam predominantemente no campo do Diorito (quatro amostras) e Gabro (uma amostra).

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P.F.	Total
<b>OSP-39</b>	53,03	19,021	9,207	0,139	3,522	8,062	3,075	1,207	1,812	0,45	0,67	99,20
<b>OSP-141</b>	55,498	18,511	8,351	0,126	3,857	7,192	2,939	1,921	1,212	0,239	0,75	100,60
<b>OSP-56B</b>	55,741	18,716	8,592	0,123	3,519	6,943	3,255	1,558	1,357	0,259	0,17	100,23
<b>OSP-49</b>	58,483	18,164	7,781	0,137	2,151	6,036	3,972	1,705	1,037	0,29	0,25	100,01
<b>OSP-03B</b>	58,876	17,996	7,923	0,126	3,101	6,059	2,935	1,097	1,207	0,253	0,42	99,99
<b>OSP-32</b>	65,28	14,845	5,549	0,085	2,858	4,79	3,281	1,693	0,807	0,275	0,33	99,79
<b>OSP-51</b>	72,525	15,028	0,974	0,016	0,344	0,927	2,443	7,317	0,141	0,047	0,25	100,01
<b>OSP-56A</b>	73,699	14,178	2,071	0,034	0,399	1,812	2,969	4,869	0,258	0,054	0	100,34

Tabela 7: Análise química para elementos maiores baseada em % em peso de óxidos.

Amostra	V	Cr	Co	Ni	Zn	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
<b>OSP-39</b>	30	-28	6	36	59	26	138	251	23	165	20	1078
<b>OSP-141</b>	100	84	23	42	73	23	78	441	21	184	14	653
<b>OSP-56B</b>	165	-28	34	31	75	19	40	488	18	84	6	456
<b>OSP-49</b>	116	16	32	32	84	21	57	450	20	284	8	910
<b>OSP-03B</b>	146	6	32	33	79	21	58	463	19	182	7	675
<b>OSP-32</b>	17	-39	1	36	45	27	283	207	28	110	22	796
<b>OSP-51</b>	133	5	34	35	79	19	67	444	20	130	6	597
<b>OSP-56A</b>	116	16	32	32	84	21	57	450	20	284	8	910

Tabela 8: Análise química de elementos traços em ppm.

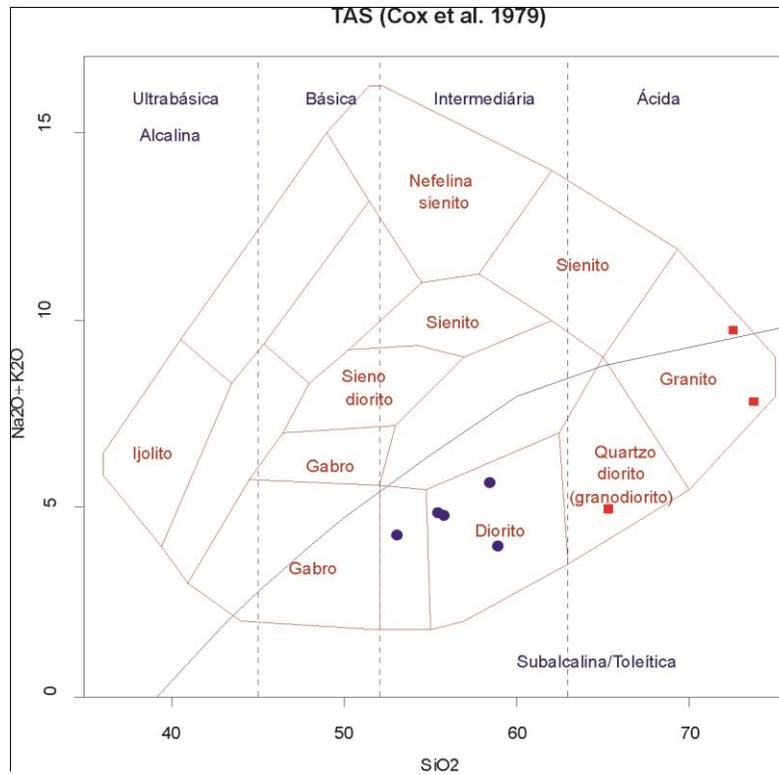


Figura 70: Diagrama TAS para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Cox *et al.*, 1979).

No diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971), as amostras se alinham segundo dois grupos da série cálcioalcalina, caracterizando uma porção enriquecida em álcalis (óxido de sódio + óxido de potássio) e depletado em óxido de ferro total e óxido de magnésio. O outro conjunto é menos evoluído, com valores intermediários de álcalis, óxido de ferro total e óxido de magnésio. Com base neste diagrama, as rochas analisadas podem ser consideradas como pertencentes à série cálcioalcalina (Figura 71).

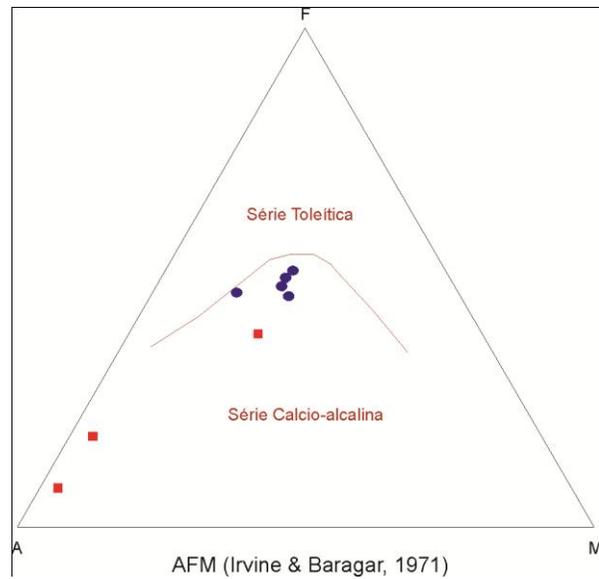


Figura 71: Diagrama AFM para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Irvine & Baragar, 1971).

No diagrama normativo Ab-Na-Or de O'Connor (1965), as amostras analisadas se dividem em pelo menos dois grupos distintos. Um é mais empobrecido em anortita, variando de quartzo-monzonito a granito, enquanto o outro é pobre em ortoclásio, posicionando-se no campo do granodiorito (Figura 72).

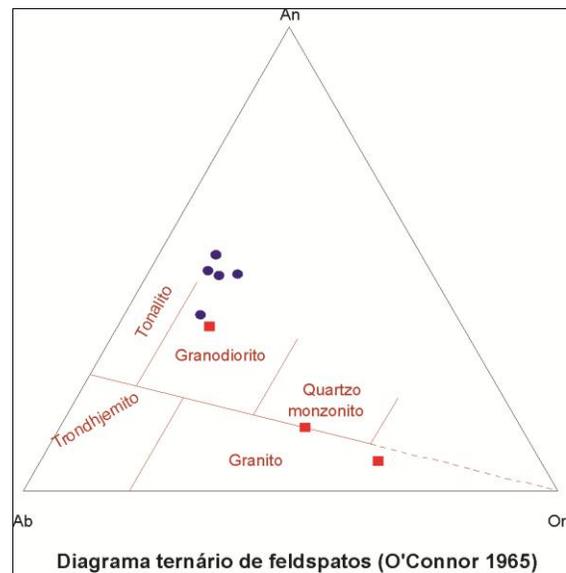


Figura 72: Diagrama ternário Ab x An x Or, para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (O'Connor 1965).

O diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), de saturação em potássio ratificou a afinidade cálcioalcalina das amostras analisadas e a divisão nos dois grupos distintos apontados anteriormente. Nele as amostras estão separadas em uma série com altos valores de potássio e sílica e outra com valores mais baixos de potássio e sílica (Figura 73).

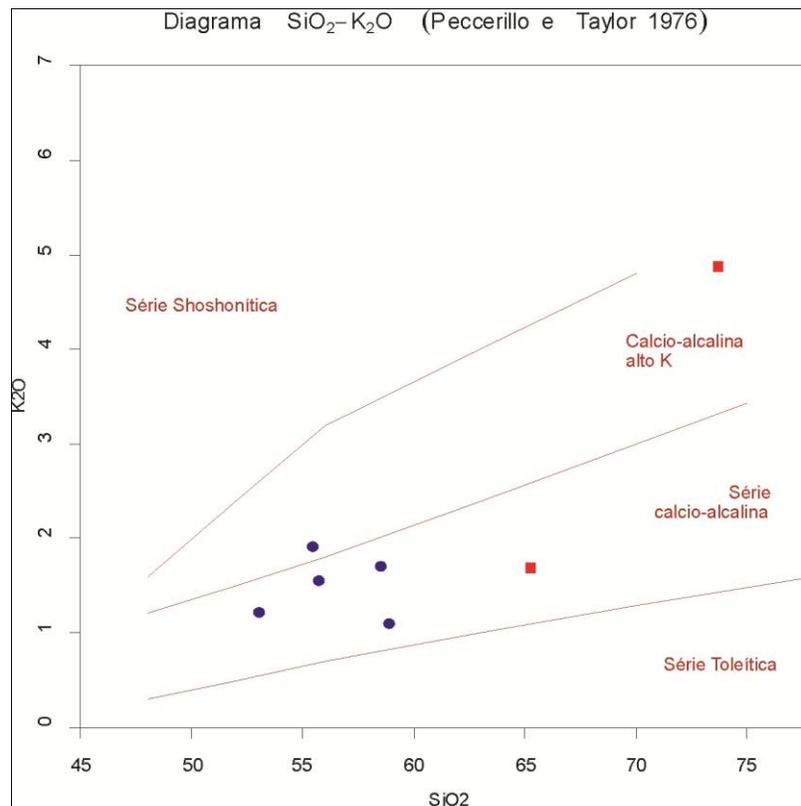


Figura 73: Diagrama para saturação em potássio, para as amostras do Complexo Serra da Bolívia, de Peccerillo & Taylor (1976).

O índice de saturação de alumínio obtido com o diagrama de Shand (1943) definiu um caráter predominantemente metaluminoso para as amostras do conjunto pobre em sílica, contrastando com caráter fracamente peraluminoso para as amostras mais ricas em sílica (Figura 74).

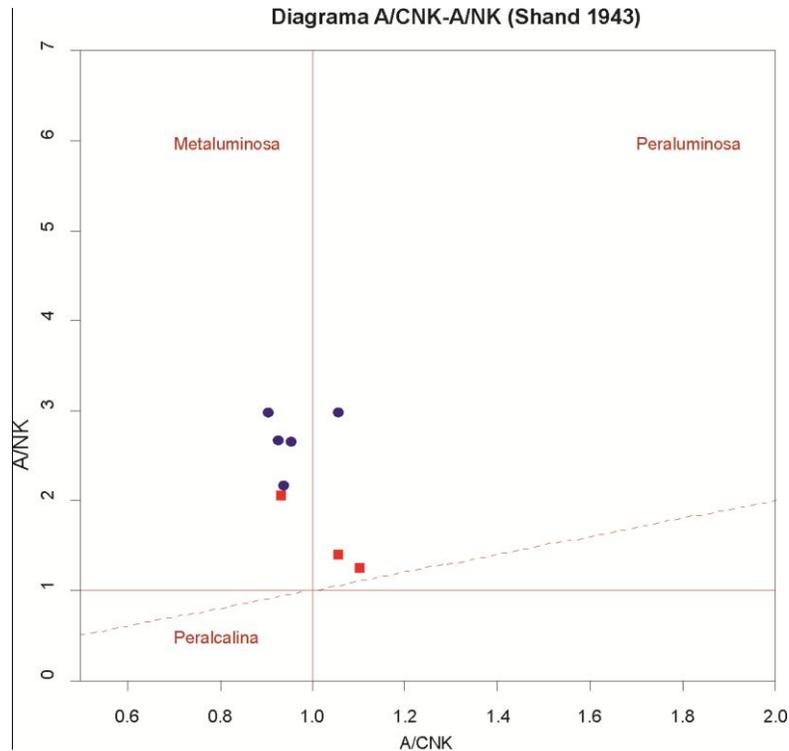


Figura 74: Diagrama A/CNK-A/NK para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Shand 1943).

Os diagramas de Harker (1909), mostrados na figura 75, apresentam o comportamento de diferentes óxidos quando plotados contra o teor de sílica.

Os dois grupos de amostras analisados apresentam pequena variação dos teores de  $\text{SiO}_2$ , impossibilitando a observação de *trends* evolutivos. Ainda assim, referente às amostras mais pobres em sílica é possível observar a diminuição dos teores de óxido de titânio, óxido de alumínio, óxido de ferro, óxido de cálcio, óxido de magnésio e óxido de manganês com o aumento do teor de sílica.

O decréscimo de óxido de titânio pode estar relacionado ao fracionamento da titanita e ilmenita. A partição preferencial do ferro para as fases minerais hornblenda, biotita e (Ti) magnetita, com relação ao líquido que está enriquecendo em sílica, pode ter causado o decréscimo do óxido de ferro, e a cristalização do plagioclásio, hornblenda e apatita possivelmente causaram o decréscimo de óxido de cálcio e óxido de fósforo, levando-se em consideração que seja evolução de um mesmo magma, o que não reflete os dados obtidos, que apontam origem distinta para as duas famílias (félsica e máfica).

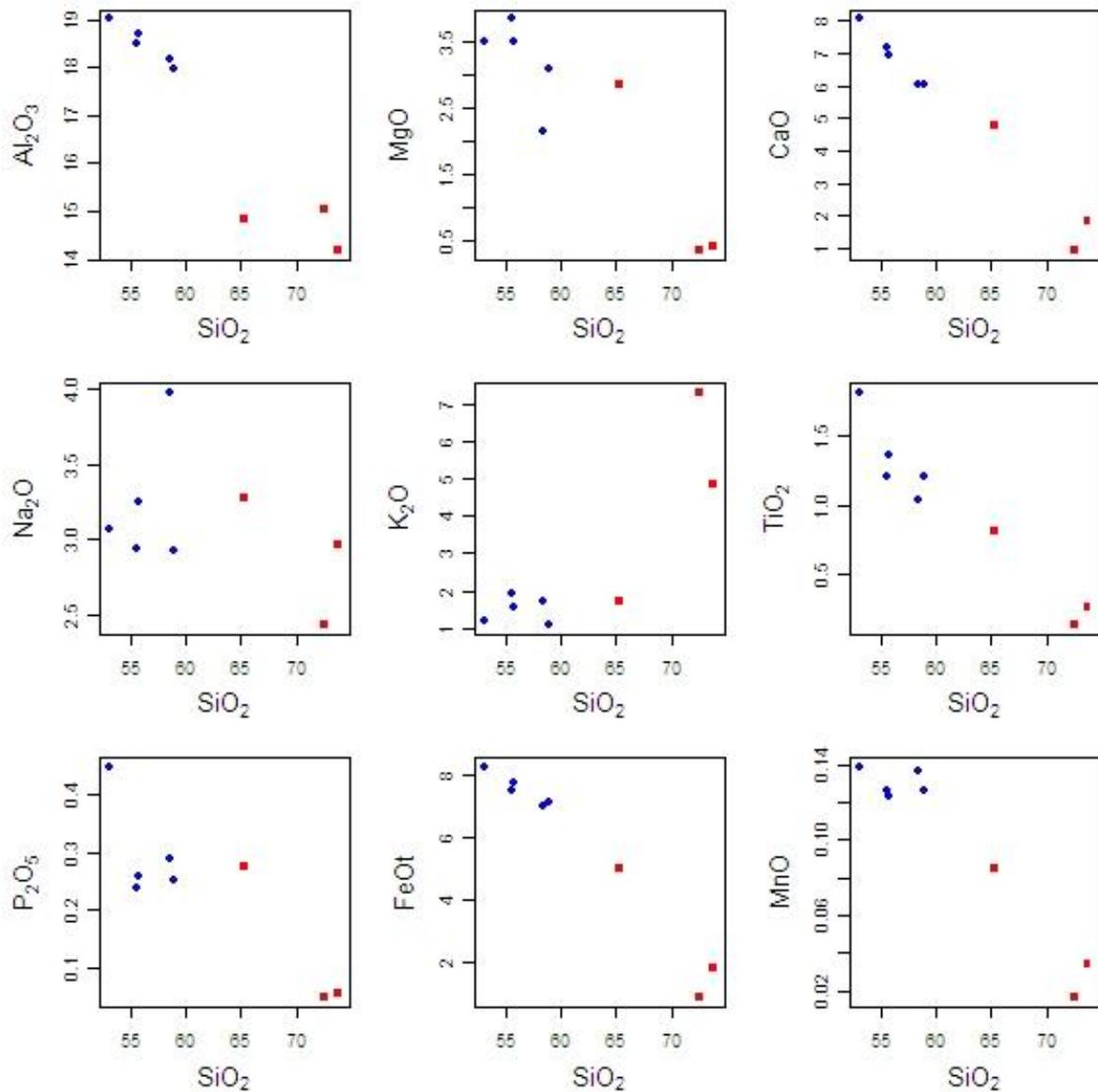


Figura 75: Diagrama  $\text{SiO}_2$  x elementos maiores, para as amostras do Complexo Serra da Bolívia, de Harker 1909.

A partir da interpretação quanto ao ambiente geotectônico com base no diagrama de Pearce *et al.*, (1984), as amostras analisadas plotam em campos distintos: aquelas do grupo quimicamente intermediário são consideradas como correlatas a uma formação associada a um ambiente de arco magmático.

Enquanto que as rochas de composição granítica plotam nos campos de granitos sin-colisionais a intra-placa, revelando sua natureza mais evoluída, de provável caráter crustal, onde seus teores mais elevados de elementos incompatíveis (Rb, Y e Nb) deslocam algumas amostras para assinaturas químicas esperadas para rochas intra-placa (Figura 76).

Entretanto esses dois grupos de rochas, um máfico e outro félsico, mostram evidências, tanto em campo com relações de contato, xenólitos angulosos máfico nas fácies félsica, quanto quimicamente, que sugere origem distinta de magmas.

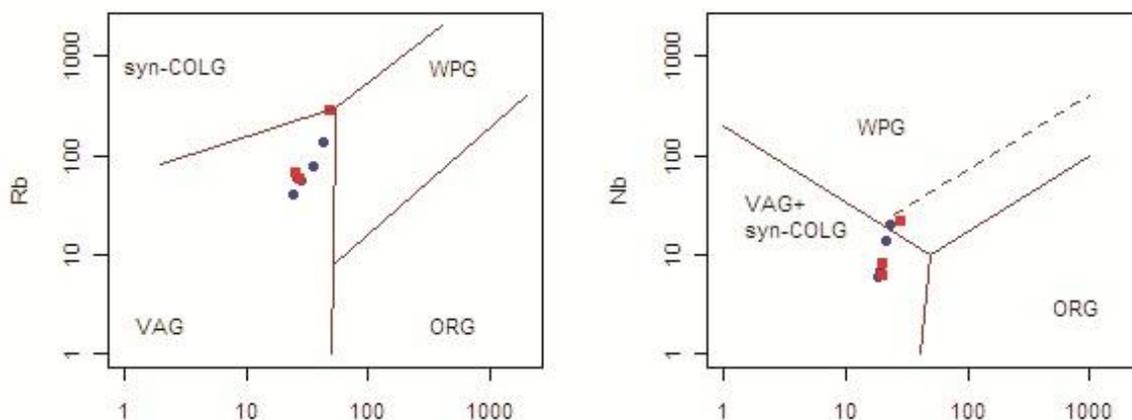


Figura 76: Diagrama discriminante para ambiente tectônico, para as amostras do Complexo Serra da Bolívia (Pearce *et al.*, 1984).

## 6. GEOLOGIA ESTRUTURAL

As observações de estruturas em campo e as análises microestruturais, permitiram reconhecer duas fases de deformação dúctil ( $D_n$  e  $D_{n+1}$ ) e uma família de estruturas rúpteis, contemporâneas a evolução da Faixa Ribeira e que se assemelham as estruturas observadas em trabalhos anteriores por toda Faixa Ribeira (Heilbron 1993; Heilbron *et al.*, 1998; Almeida 2000; Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004a; Peternel *et al.*, 2005).

Com relação às estruturas observadas, predominam direção das camadas NE-SW, com foliação metamórfica marcada principalmente pela biotita, definindo essa direção, e mergulhos predominando para sudeste superior a  $45^\circ$  (seção geológica no Anexo 1).

### 6.1. Fase $D_n$

A primeira fase dúctil ( $D_n$ ) foi responsável pela geração do sinclinal revirado Serra da Bolívia (vide seção geológica no Anexo 1), e suas dobras parasíticas, além da foliação tectono-metamórfica principal  $S_n$  (Figuras 77, 78 e 79).

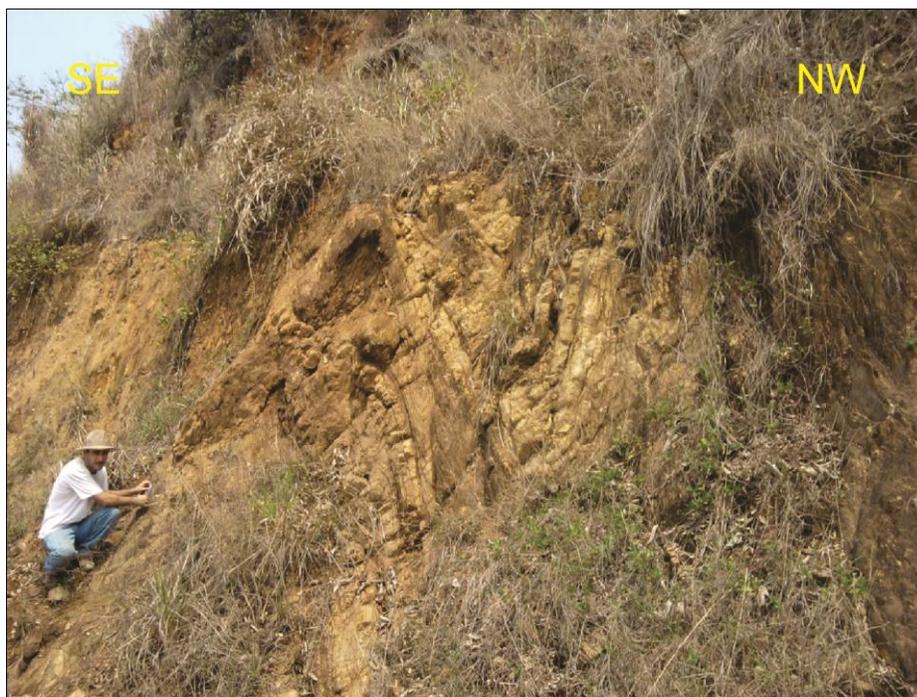


Figura 77: Dobra parasítica  $D_n$  dobrando uma foliação pretérita  $S_{n-1} // S_n$ , em biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse do C. Serra da Bolívia (OSP-152).

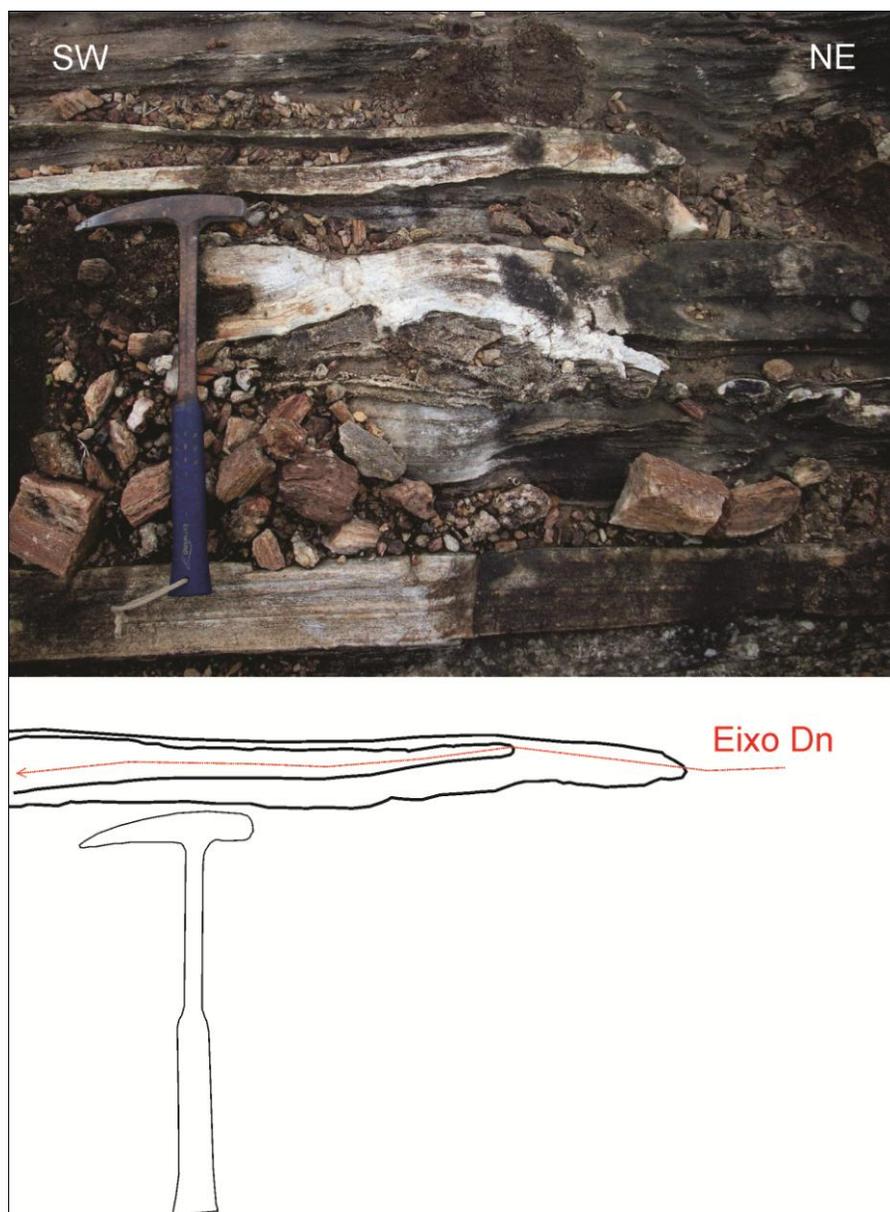


Figura 78: Dobra apertada Dn com Sn//So em mármore intercalado com quartzito. OSP-34.

### 6.1.1. Dobras Dn

As dobras Dn foram observadas em várias escalas e possuem planos axiais paralelos à foliação Sn, e eixo caindo predominantemente para SW (Figura 80). Apresentam forte assimetria e vergência para NW, variando de abertas a apertadas.

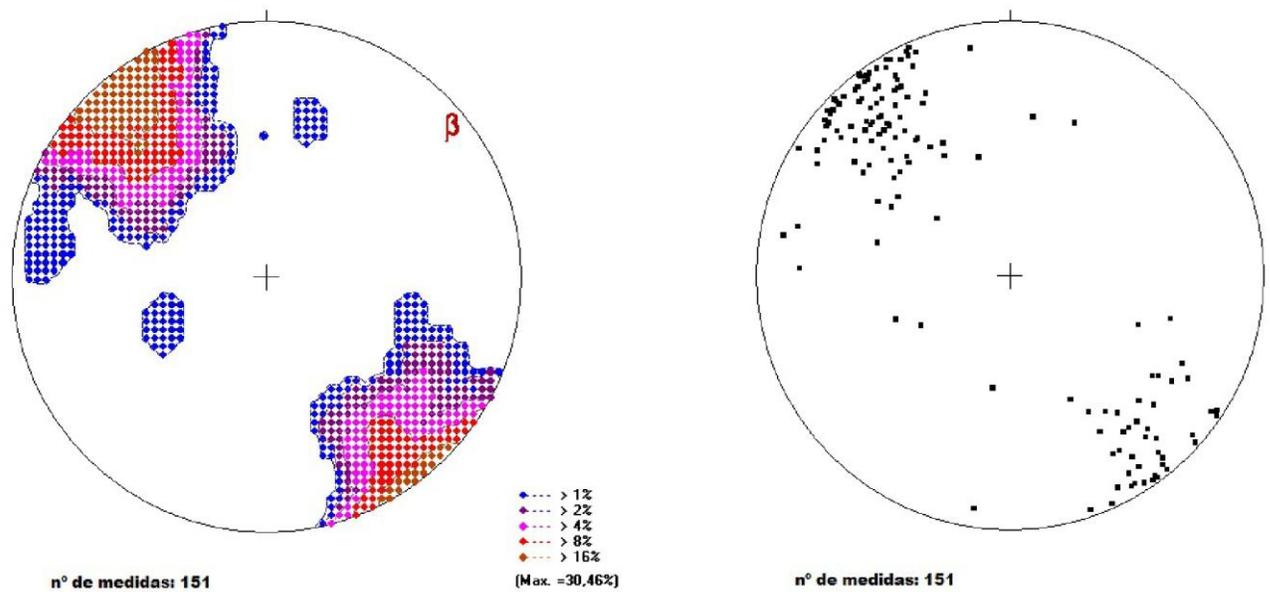


Figura 79: Projeção estereográfica (densidade e polos) da foliação principal Sn.

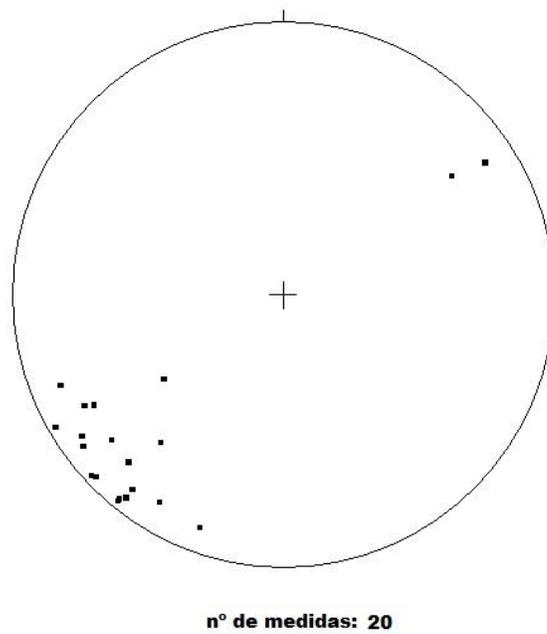


Figura 80: Projeção estereográfica do eixo de dobras da fase Dn.

## 6.2. Fase D<sub>n+1</sub>

As estruturas referentes à segunda fase dúctil (D<sub>n+1</sub>) redobraram as dobras da primeira fase (D<sub>n</sub>) em dobras abertas e suaves, a apertadas quando próximas a zonas de cisalhamento.

### 6.2.1. Dobras D<sub>n+1</sub>

As dobras D<sub>n+1</sub> foram observadas por toda área mapeada, são abertas a apertadas assimétricas de superfície axial subvertical subparalela à S<sub>n</sub>, com eixo caindo predominantemente para nordeste (Figuras 81 e 82). Entretanto este redobramento é mais bem visualizado em charneiras de dobras D<sub>n</sub>.

Em projeção estereográfica, as orientações dos eixos das dobras (D<sub>n</sub>) caem predominantemente para sudoeste e ocasionalmente para nordeste, e o caimento varia entre 3° e 15°. Já a orientação dos eixos das dobras (D<sub>n+1</sub>) cai para nordeste, variando entre 3° e 30° (Figuras 80 e 87).

Também nesta fase desenvolveu-se zona de cisalhamento dúctil subvertical, com componente oblíquo dextral (e.g.: Zona de Cisalhamento Paraíba do Sul; Brenner *et al.*, 1980; Campanha, 1981; Campanha & Ferrari 1984; Chrispim & Tupinambá 1989; Dayan & Keller 1989; Almeida 2000), e porfiroclastos de feldspatos como indicadores de movimentos do tipo delta, sigma, *book shelf* e *shear bands* (Figuras 83, 84 e 85).

Desenvolveu-se uma foliação milonítica subvertical, lineação de estiramento marcada por quartzo e feldspatos estirados e recristalizados, e lineação mineral marcada por cristais de biotita orientados nordeste sudoeste (Figuras 86, 87 e 88).

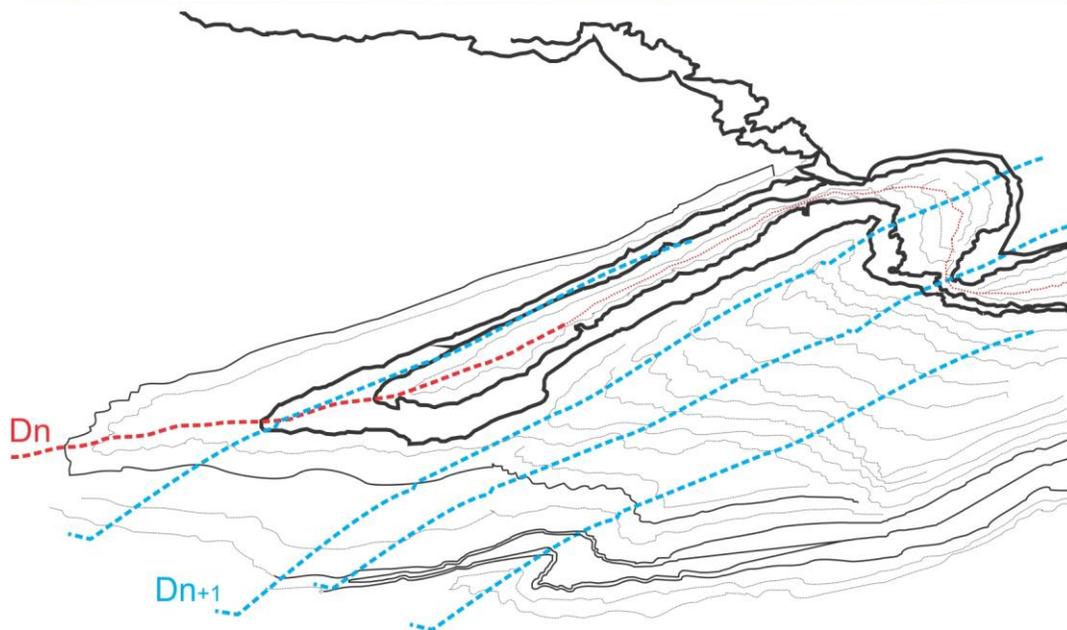


Figura 81: Dobra apertada  $D_n$  redobrada por dobra  $D_{n+1}$  em veio félsico no ortognaisse Serra da Bolívia (OSP-40).

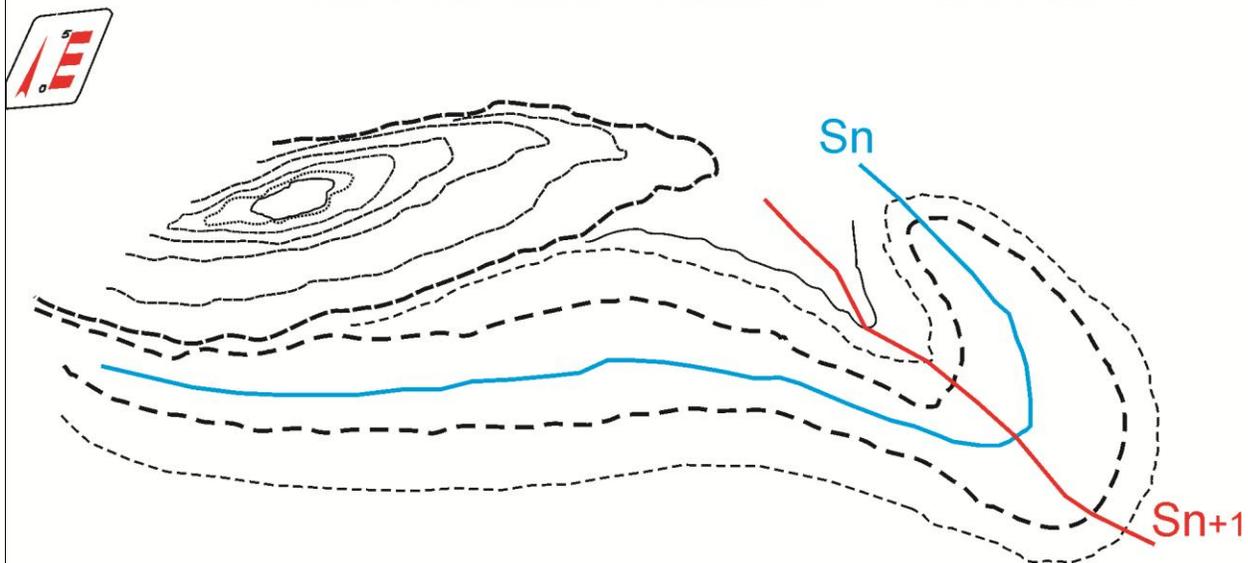


Figura 82: Padrão de interferência de dobras do tipo bengala em enderbito Serra da Bolívia. OSP-153.



Figura 83: Indicadores de movimento do tipo delta com sentido destral em biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse. OSP-158.

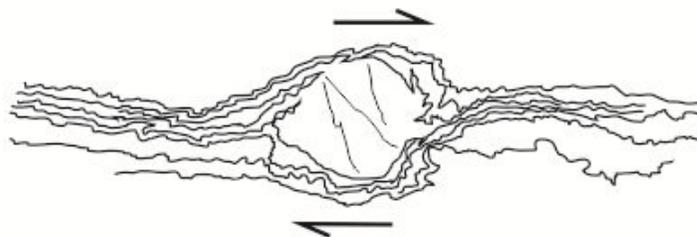


Figura 84: Estrutura do tipo delta em feldspato indicando movimento destral em biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (OSP-64).

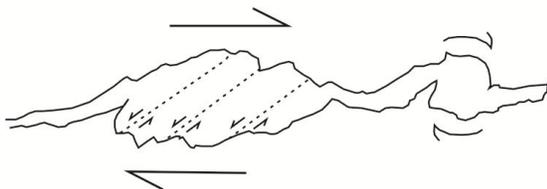


Figura 85: Indicador de movimento distal do tipo antitético ou *book shelf* em biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse (Passchier & Trouw, 2005; Trouw, Passchier and Wiersma, 2010). OSP-64.

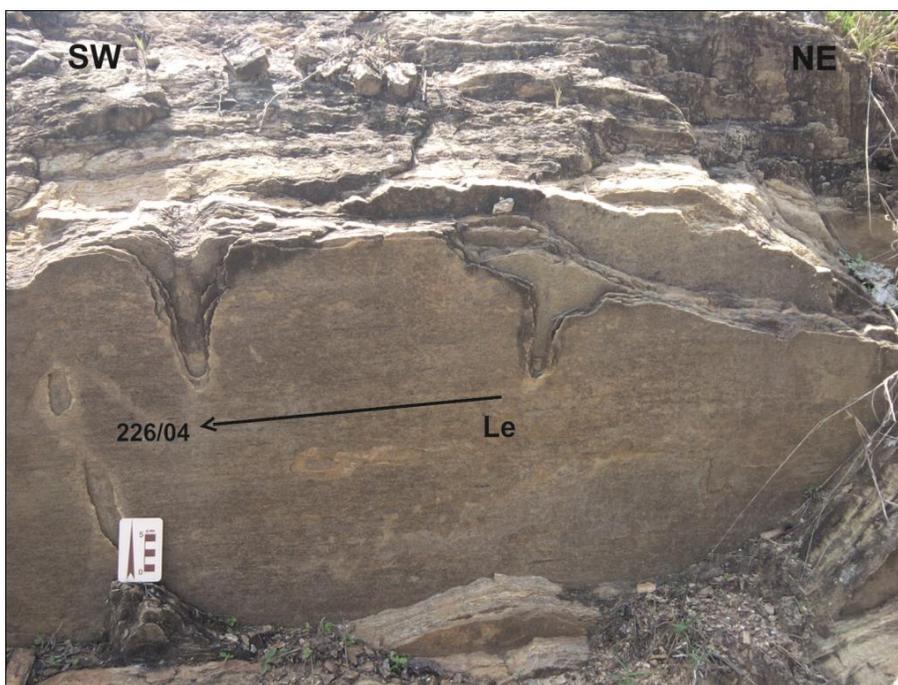


Figura 86: Lineação de estiramento em biotita-granada gnaiss bandado (OSP-99).

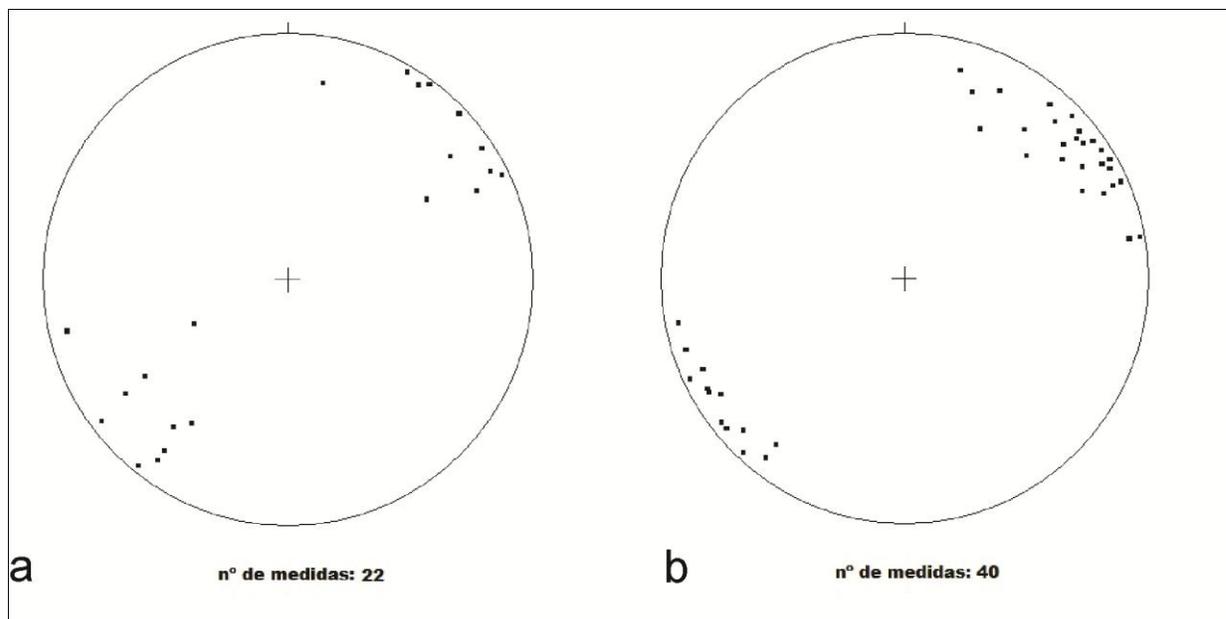


Figura 87: Projeção estereográfica; a: lineação de estiramento (qtz e feldspato) e b: lineação mineral (biotita).

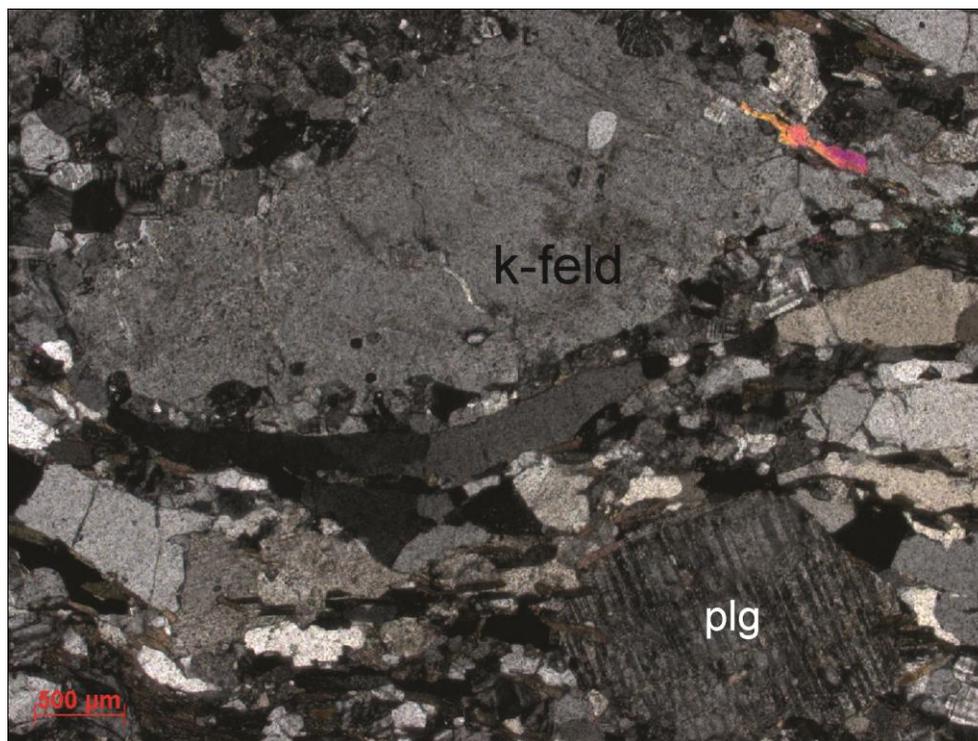


Figura 88: Fitas de quartzo (*quartz ribbons*) recristalizados e feldspato recristalizado por rotação de subgrãos na borda em biotita gnaise bandado com hornblenda e granada (*sub grain rotation recrystallization*, Passchier & Trouw, 2005; Trouw, Passchier and Wiersma, 2010). Ponto OSP-36B; k-feld: ortoclásio; plg: plagioclásio.

A relação de superposição dessas duas fases se adequa ao padrão convergente-divergente, bengala ou Tipo três de Ramsay & Huber (1987).

Estas relações implicam que, embora as superfícies axiais das dobras da primeira fase tornem-se encurvados pelo redobramento, seus eixos não serão marcadamente defletidos, ou seja, os eixos tanto da primeira fase como da segunda fase de dobramentos serão aproximadamente paralelos (coaxiais), produzindo o padrão em forma de “bengala” (Figuras 81 e 82).

### 6.3. Família de estruturas rúpteis

As estruturas rúpteis são representadas por diversos planos de fraturas e/ou falhas que integram um ou mais estágios evolutivo do arranjo estrutural, sob-regime rúptil. Ocorrem fraturas centimétricas com orientações noroeste-sudeste, norte-sul, leste-oeste e norte-nordeste, que truncam as unidades mapeadas próximo ao contato entre os Terrenos Ocidental e Oriental, no norte da área (Figuras 89, 90 e 91). Além de zonas de cisalhamento métricas, locais de direção NW-SE que deflete a foliação.



Figura 89: Plano de falha NW em ortogneisse Serra da Bolívia (OSP-94).



Figura 90: Planos de fratura rúptil em biotita-piroxênio-hornblenda ortogneisse (OSP-165).



Figura 91: Planos de fratura rúptil em biotita-granada gnaissse bandado do D. Juiz de Fora (OSP-110).

## 7. METAMORFISMO

O metamorfismo que atuou nas rochas pesquisadas foi caracterizado preliminarmente pelo crescimento de minerais metamórficos (granada, biotita, hornblenda, cpx e opx) e pela formação de leucossomas e granitos anatóticos que estão dispostos paralelamente à foliação tectônica principal Sn. O metamorfismo principal foi interpretado como sendo pré a sin Dn, representando o metamorfismo sin-colisional na Faixa Ribeira, alcançando fácies anfibolito alto a granulito com fusão parcial e retrometamorfismo para fácies anfibolito.

Segundo Tupinambá *et al.*, 2007, as rochas pertencentes ao Terreno Oriental/Domínio Cambucí compreendem uma sucessão metavulcanossedimentar metamorfizada em fácies anfibolito alto a granulito, invadida por diversas gerações de granitoides.

Para a caracterização do metamorfismo que atingiu as rochas da área de estudo foram levados em consideração rochas de protólito máfico e protólito pelítico (leucogranito aluminoso).

Nas rochas ortoderivadas, o predomínio de clinopiroxênios, a presença de andesina como plagioclásio e a associação Cpx+Grn+Plag+Qtz+Hbl, caracterizam condições metamórficas em fácies granulito (Yardley, 1991; O'Brien & Rötzler, 2003). E a presença de hornblenda e biotita como reação na borda dos piroxênios (clinopiroxênio e ortopiroxênio), indicam condições de retrometamorfismo para fácies anfibolito. A figura 92 apresenta o campo de variação do metamorfismo para rochas máficas, com a associação mineral Cpx+Opx+Grn+Plag+Qtz+Hbl.

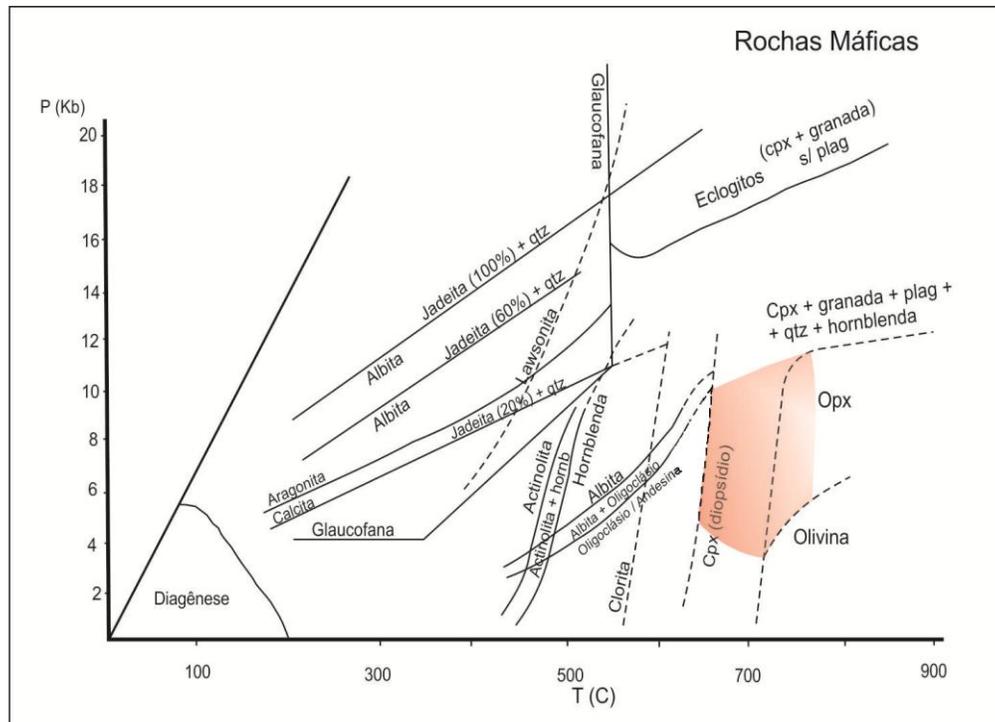
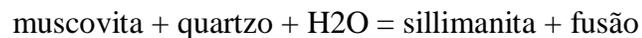


Figura 92: Gráfico de metamorfismo para rochas metamáficas, associação mineral Cpx+Opx+Grn+Plag+Qtz+Hbl.

O metamorfismo nas rochas metassedimentares foi caracterizado levando em consideração a ausência de muscovita primária e a presença de feldspato potássico em equilíbrio com sillimanita que evidenciam fácies granulito. No leucogranito o equilíbrio entre a sillimanita, K-feldspato e fusão parcial, que pode ser relacionada às seguintes reações de quebra da muscovita (Yardley, 1991):



A figura 93 apresenta o campo de variação do metamorfismo para rochas pelíticas, com a associação mineral K-feldspato+Biot+Grn+Sill+Clo.

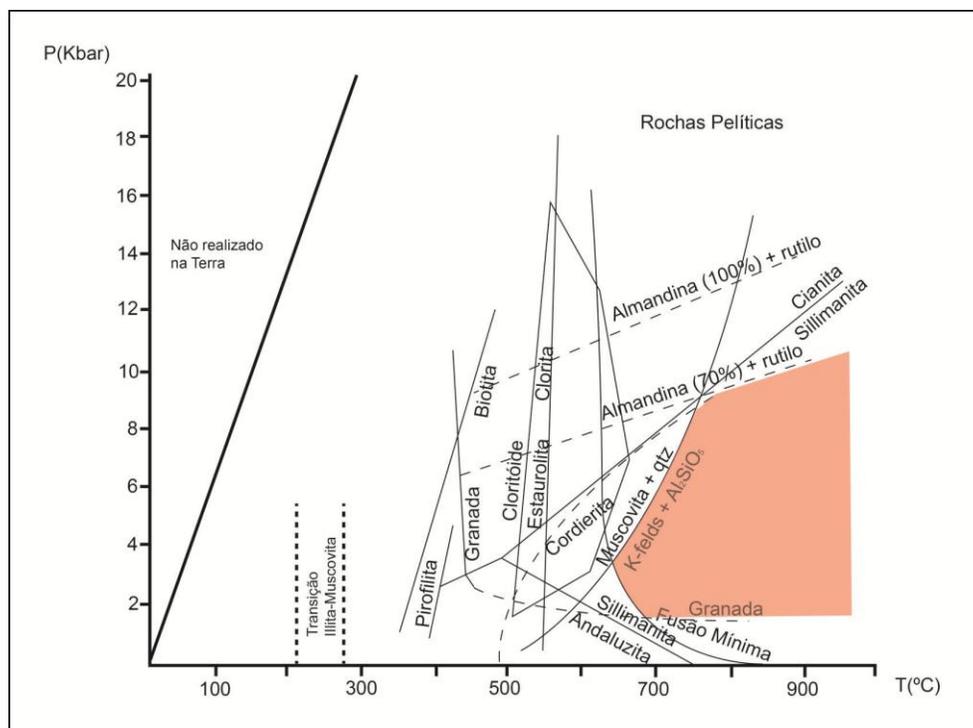


Figura 93: Gráfico de metamorfismo para rochas metapelíticas, e a associação mineral com K-feldspato+Biot+Grn+Sill+Clo). Modificado de Yardley, 1991.

Grande parte das rochas mapeadas apresenta desequilíbrio metamórfico evidenciado pela alteração da biotita para clorita no leucogranito (Figura 95). Nas rochas da Unidade Serra da Bolívia, os piroxênios mostram reações nas bordas para hornblenda e biotita ratificando o retrometamorfismo para fácies anfibolito (Figuras 96, 97, 98 e 99). O gráfico de fácies metamórfico da figura 94 a seguir evidencia esse desequilíbrio.

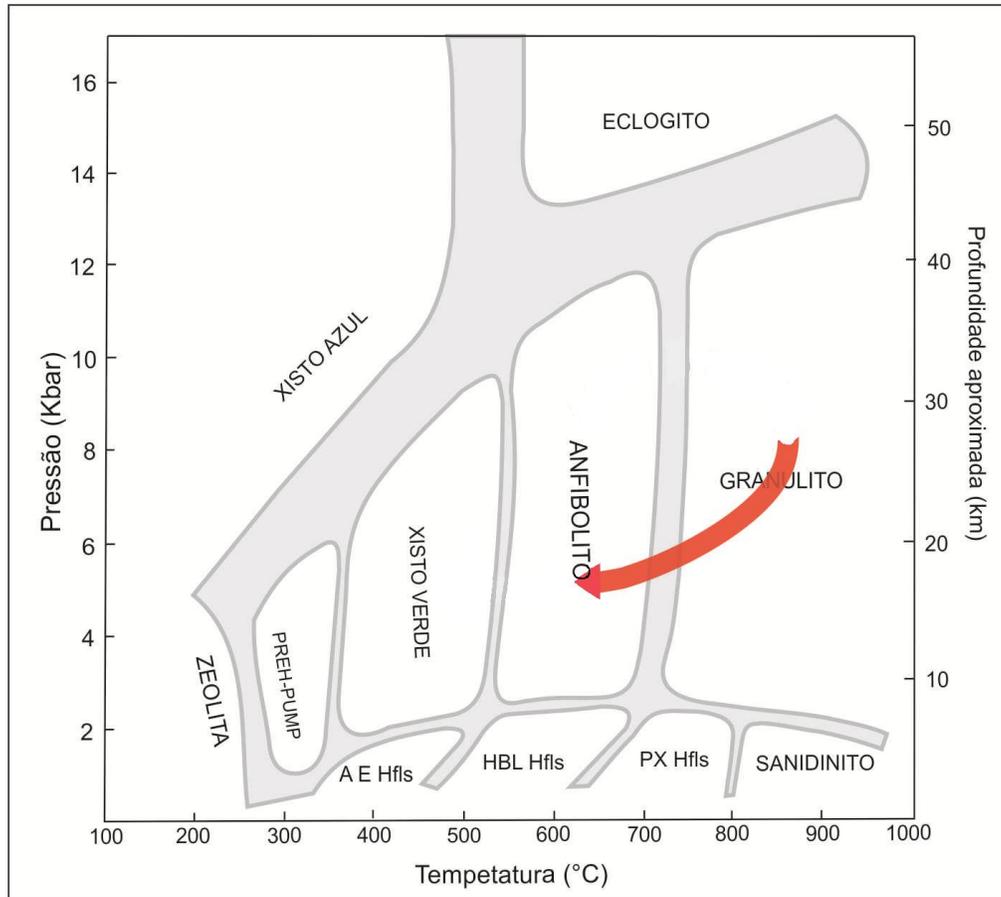


Figura 94: Gráfico de fácies metamórfica (Yardley, 1991).

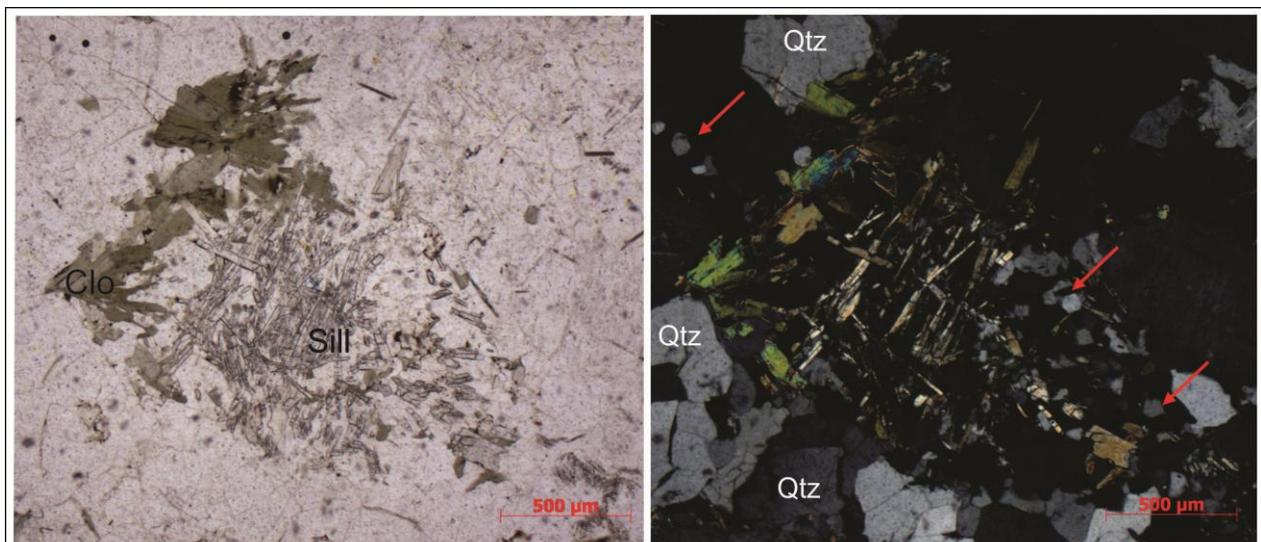


Figura 95: Aglomerados de sillimanita e biotita substituída por clorita em leucogranito aluminoso (OSP-03).

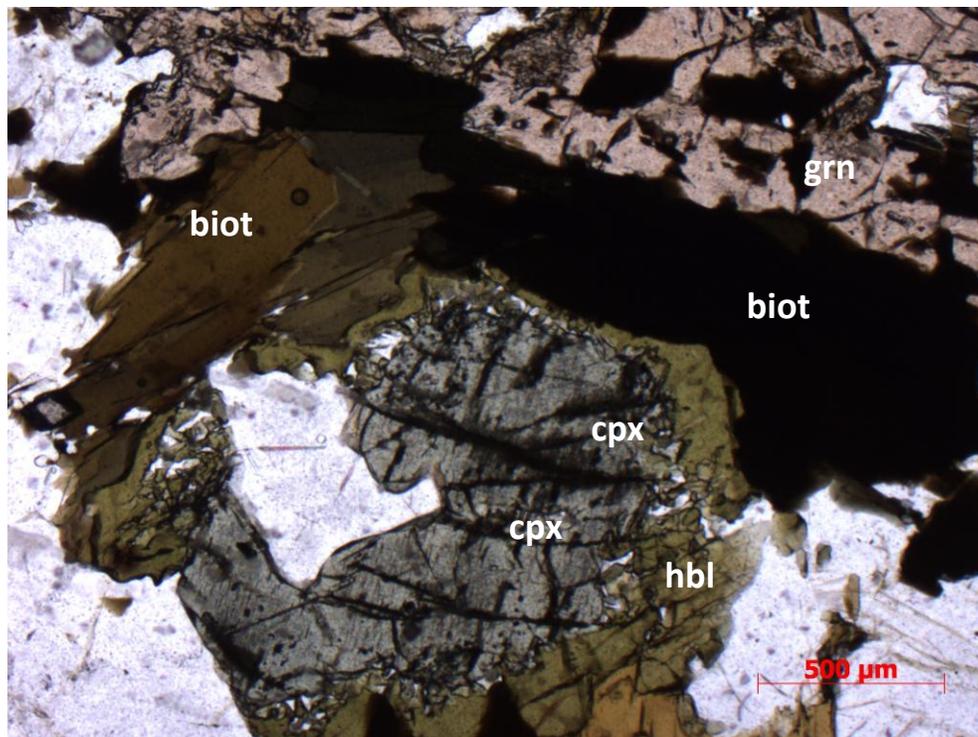


Figura 96: Clinopiroxênio reagindo para hornblenda e biotita em enderbite Serra da Bolívia (OSP-141).

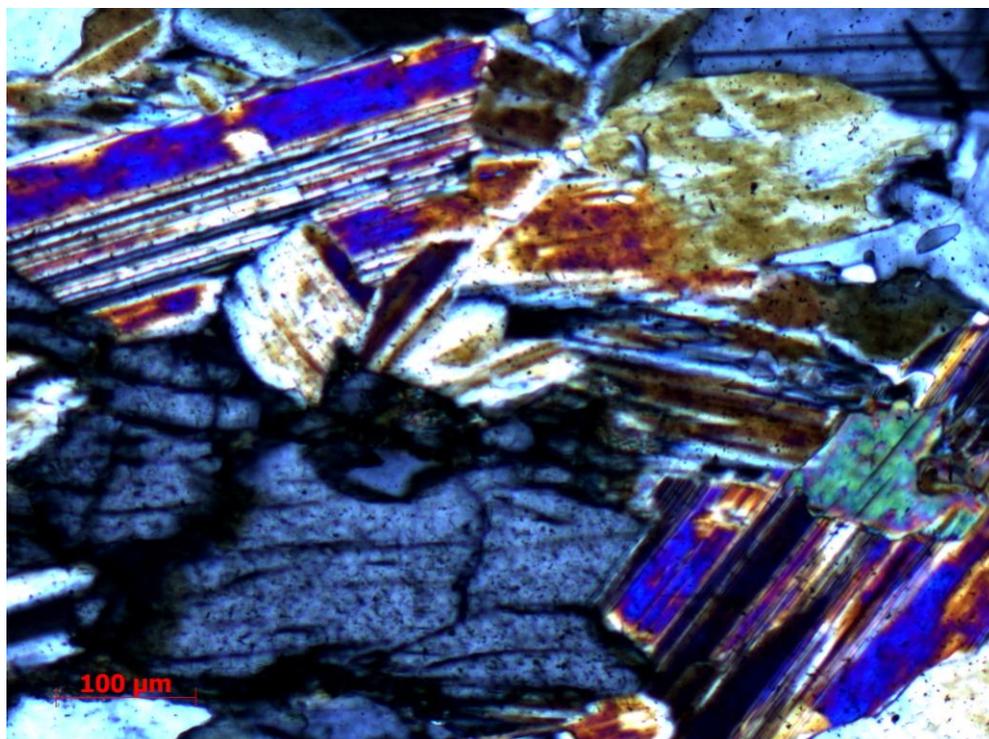


Figura 97: Clinopiroxênio reagindo para hornblenda e cummingtonita em enderbite Serra da Bolívia (OSP-03).

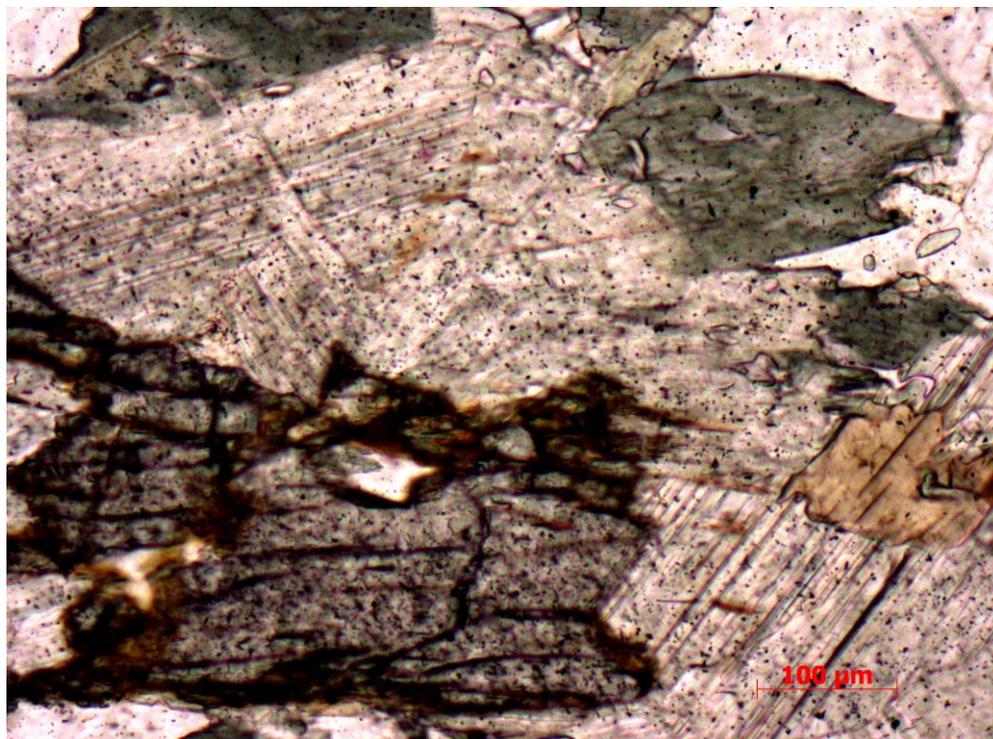


Figura 98: Detalhe em nicóis paralelos de cpx substituído para biotita, hornblenda e cummingtonita em enderbito Serra da Bolívia (OSP-03).

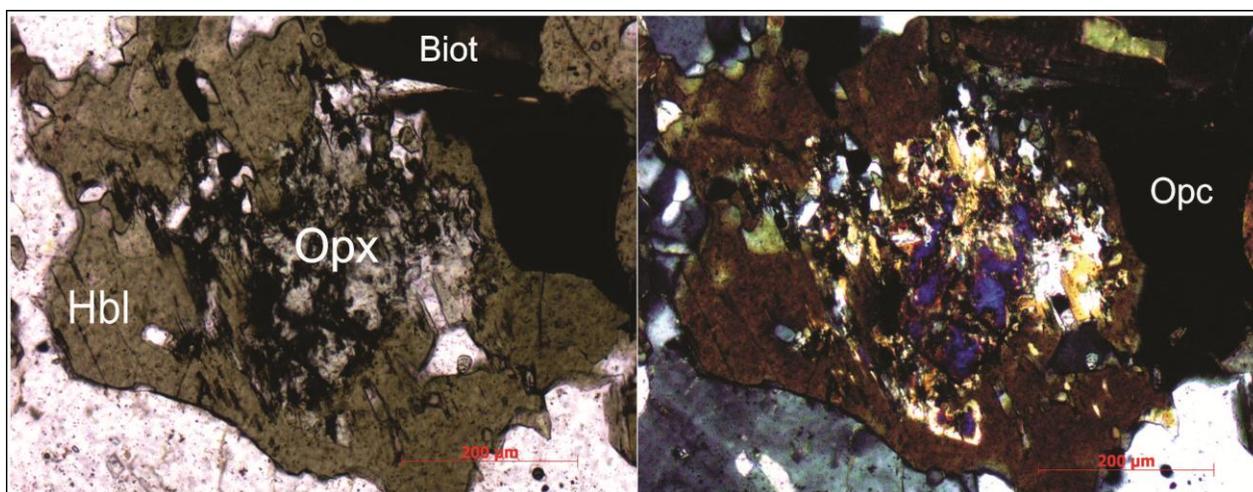


Figura 99: Fotomicrografia do ponto OSP-32, evidenciando piroxênio envolvido por anfibólio. Biot: biotita, Opx: ortopiroxênio, Hbl: hornblenda e Opc: minerais opacos, em enderbito Serra da Bolívia.

## 8. CONCLUSÕES

O conjunto de dados obtidos nesta dissertação possibilitou vislumbrar uma região de grande complexidade para a individualização e correlação entre os gnaisses estudados, devido à intensa deformação e metamorfismo sofrido pelos protólitos ígneos e sedimentares, conferindo assim uma similaridade tanto mineralógica quanto textural para os litotipos.

Nas imediações dos municípios de Itaocara e Aperibé foram mapeadas e individualizadas seis unidades geológicas semelhantes às unidades reconhecidas em trabalhos anteriores noutros setores da Faixa Ribeira (Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004; Tupinambá *et al.*, 2007).

O mapeamento em escala de detalhe permitiu identificar diferença no mapa geológico, uma vez que nestes trabalhos anteriores algumas unidades apresentavam-se deslocadas por falhas NW-SE, na escala de centenas de metros de rejeito. Aqui nessa pesquisa foram identificados planos de fraturas e/ou falhas NW-SE, E-W e N-S que mostram pequenos rejeitos em escala centimétrica de afloramento.

As unidades mapeadas e delimitadas em mapa afloram com forma alongada na direção nordeste-sudoeste. O contato entre os terrenos Ocidental e Oriental (Heilbron *et al.*, 1995 e 1998) foi reconhecido na área de trabalho, e é uma zona de cisalhamento com foliação milonítica vertical e lineação de estiramento subhorizontal, e a unidade disposta no extremo noroeste do mapa geológico (Anexo 1), aqui denominada de Biotita-granada gnaiss bandado, representa o Terreno Ocidental. As outras cinco unidades pertencem ao Terreno Oriental/Domínio Cambuci (Tupinambá *et al.*, 2007) que está tectonicamente sobreposto ao Terreno Ocidental. As unidades mapeadas e descritas neste trabalho foram:

1. Biotita-granada gnaiss mesocrático fino bandado, com textura bandada e milonítica, representando o Terreno Ocidental.

2. Biotita-piroxênio ortognaisse tonalítico a granodiorítico, com textura porfirítica bandada e milonítica, em contato tectônico com a unidade Biotita-granada gnaiss, sendo, portanto, correlacionável as rochas do Complexo Serra da Bolívia (Tupinambá *et al.*, 2007), pertencente ao Domínio Cambuci do Terreno Oriental, assim como as outras unidades a seguir.

3. Ortognaisses Serra da Bolívia que inclui enderbito mesocrático e granitos de composição quartzo-diorítica, tonalítica a granítica com textura porfirítica e bandada localmente, principalmente próximo às zonas de cisalhamento locais. Os litotipos desta unidade juntamente com o Biotita-piroxênio ortognaisse do item 2 anterior, estão no contexto do Complexo Serra da Bolívia de Tupinambá et al. (2007).

4. Paragnaisse bandado, localmente com granada e intercalado com camadas centimétricas a decamétricas de quartzito recristalizado, com bandamento composicional dado por leucossoma centimétrico rico em quartzo e feldspato e melanossoma rico em biotita, sugerindo anatexia. Nesta unidade ocorre um Leucogranito com sillimanita, muscovita e granada próximo ao contato com a unidade 3, e apresenta xenólitos de enderbito dessa unidade, e interpretado aqui como resultado da fusão do paragnaisse.

5. Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado de composição granodiorítica a monzogranítica, localmente com níveis bandados sugerindo anatexia.

6. Mármore branco intercalado com camadas centimétricas de quartzito fino e lentes de anfibolito e pegmatitos, correspondente ao Domínio Cambuci do Terreno Oriental.

As análises químicas de rocha total obtida na unidade 3 (enderbito e ortognaisse porfirítico) revelaram afinidade subalcalina com caráter cálcio-alcálico para essas rochas, com pelo menos dois conjuntos quimicamente distintos. Um com caráter predominante metaluminoso, com baixos valores de potássio e sílica, empobrecida em ortoclásio, que apresenta composição quartzo-diorítica a granodiorítica. E outro fracamente peraluminoso, com valores elevados de potássio e sílica, empobrecidos em anortita, que revela composição variando no campo de quartzo-monzonito a granito.

As rochas do conjunto metaluminoso (intermediária a levemente ácida) apontam para ambiente geotectônico similar a arco magmático, enquanto que as outras rochas (francamente ácidas) são possivelmente relacionadas a ambiente colisional.

Em relação às estruturas observadas, predomina direção das camadas alongadas nordeste-sudoeste, com foliação tectono-metamórfica de médio a alto mergulho (>40°) predominantemente para sudeste e noroeste, e subvertical próximo ao contato entre os Terrenos Ocidental e Oriental, acompanhando essa direção. Apresentam também zonas de cisalhamento pontuais (NW-SE, NE-SW e E-W), fraturas e/ou falhas normais e reversas centimétricas a métricas que afetaram todas as unidades de mapeamento.

A deformação ocorrida na área apresenta, pelo menos, duas fases deformacionais dúcteis ( $D_n$  e  $D_{n+1}$ ) e é correlacionável aos padrões deformacionais ocorridos por toda a Faixa Ribeira (Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004; Peternel *et al.*, 2005). A primeira fase ( $D_n$ ) foi responsável por gerar dobras reviradas, apertadas a isoclinal com eixo sub-horizontal principalmente para sudoeste e foliação  $S_n$  paralela à superfície axial.

A segunda ( $D_{n+1}$ ) redobrou as dobras da fase ( $D_n$ ) com dobras assimétricas abertas a suave com superfície axial subvertical e eixo caindo poucos graus para nordeste, e também gerou zonas de cisalhamento subvertical com componente oblíquo dextral, com desenvolvimento de foliação milonítica, lineação de estiramento dada por orientação de quartzo e feldspato estirado, e lineação mineral marcada principalmente por biotita orientada.

Essas texturas miloníticas são mais evidentes quanto mais próximos do contato entre o Terreno Ocidental e o Terreno Oriental, denominado de *Central Tectonic Boundary* (Almeida *et al.*, 1998) que confere uma foliação milonítica subvertical, dobras apertadas e forte lineação de estiramento e/ou mineral.

Para o metamorfismo da área de estudo foram levados em consideração rochas de protólito máfico, com o predomínio de clinopiroxênio, a presença de andesina como plagioclásio e associação Cpx+Grn+Plag+Qtz+Hbl, caracterizando a fácies como sendo granulito (Yardley, 1991; O'Brien & Rötzler, 2003).

Também foram consideradas rochas de protólito pelítico a semipelítico, cujo grau metamórfico foi caracterizado levando-se em consideração a ausência de muscovita primária e a presença de feldspato potássico em equilíbrio com sillimanita, que evidencia a fácies granulito (Yardley, 1991). Em muitos pontos a presença de estruturas migmatíticas evidencia temperaturas que caracterizam o pico do metamorfismo (fusão *in situ*).

É também notável o desequilíbrio observado a partir de reações retrometamórficas que ocorreram nessas rochas, com a biotita sendo substituída por clorita no leucogranito com sillimanita e granada, e piroxênios substituídos para anfibólio e biotita nos litotipos ortoderivados.

A partir dessas observações, tanto em campo quanto em laboratório, conclui-se que essa região apresenta uma série de gnaisses ortoderivados relacionados a arco magmático e ambiente colisional e granitos sin a pós colisionais, intercalado com paragneisses de

protólito pelítico e mármore, que foram intensamente dobrados, redobrados e metamorfisados durante o evento tectono-metamórfico Brasileiro que ocorreu durante o Neoproterozóico em toda a extensão do sudeste do Brasil denominada de Faixa de dobramentos Ribeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. Boletim Divisão Geologia Mineralogia, Rio de Janeiro, n. 241, p. 1-36, 1967.
- ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M ; HEILBRON, M., TROUW, R. Geometric and kinematic analysis at the Central Tectonic Boundary of the Ribeira belt, Southeastern Brazil, *In: Annals Brazilian Congress of Geology, Belo Horizonte, 39, pp. 32, 1998.*
- Almeida J.C.H. 2000. Zonas de cisalhamento dúctil de alto grau do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Tese de Doutorado, IGCE, Universidade Estadual Paulista, 190 pp.
- BRENNER, T.L., FERRARI, AA.L. & PENHA, H.M. Lineamentos estruturais no norte do Estado do Rio de Janeiro. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Balneário de Comburui, Anais. V. 5, pp. 2551-2564, 1980.
- CAMPANHA, G.A.C. O Lineamento de Além Paraíba na área de Três Rios. *Rev. Bras. Geoc.*, 11 (3): 159-171, 1981.
- CAMPANHA, G.A.C.& FERRARI, A.L. 1984. Lineamento Além Paraíba: um exemplo de zona de cisalhamento. *In: congresso brasileiro de Geologia, 38, Rio de Janeiro, 1984, Anais... Rio de Janeiro, RJ ,SBG. v. 12: 5425-5432.*
- CAMPOS NETO, M. C.; CABY, R. Terrane Accretion and Upward Extrusion Of High-Pressure Granulites In The Neoproterozoic Nappes Of Southeast Brazil: Petrologic And Structural Constraints. *Tectonics (Washington), Estados Unidos, v. 19, n. 4, p. 669-687, 2000.*
- COX, K.G, BELL, J.D. & PANKHURST, R.J. The interpretation of igneous rocks. George Allen and Unwin, London, 450 p., 1979.
- CHRISPIM, S. e TUPINAMBÁ, M.A. (1989) Observações sobre o caráter transpressivo da deformação entre as zonas de cisalhamento do Paraíba do Sul (RJ) e Guaçuí (ES). *IN: Simpósio de Geologia do Sudeste, I, Anais...., Rio de Janeiro, SBG/RJ, pp. 120-121.*
- DAYAN, H. & KELLER, J.V.A. 1989. A Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul nas vizinhanças de Três Rios (RJ): Uma análise da deformação dada por algumas feições estruturais. *Rev. Brás. Geoc.*, 19(4):494-506.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A., ZUSSMAN, J. *Minerais Constituintes das Rochas – Uma Introdução.* 2ª Ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 727 pp., 2002.
- HARKER, A. The natural history of igneous rocks. New York, MacmillianPublishing Co., Inc., 384 p., 1909.

HEILBRON, M., VALERIANO, C.M., VALLADARES, C., MACHADO, N. 1995. A orogênese Brasileira no segmento central da Faixa Ribeira. *Rev. Bras. Geoc.*, 25 (4): 249-266.

HEILBRON, M. 1993. Evolução tectono-metamórfica da Seção Bom Jardim de Minas (MG) -Barra do Pirai (RJ). Setor Central da Faixa Ribeira. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, 268 p.(inédito).

HEILBRON, M., TUPINAMBÁ, M., ALMEIDA, J.C., VALERIANO, C.M., VALLADARES, C., DUARTE, B. 1998. New constraints on the tectonic organization and structural styles related to the Brasiliano collage of the central segmento of the Ribeira belt, SE Brazil. In: Abstracts of the International Conference on Precambrian and Craton Tectonics, Ouro Preto, MG. Extended Abstracts, pp. 15-17.

HEILBRON, M., VALERIANO, C.M., TASSINARI, C.C.G., ALMEIDA, J., TUPINAMBÁ, M., SIGA Jr, O., TROUW, R.A.J. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B., de Wit, M.J. (eds) *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. Geological Society, London, Special Publications, 294: 211-237, 2008.

HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M.C., SILVA, L.C.da, TROUW, R.A.J., JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: Mantesso-Neto *et al.*, (2004), *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Marques de Almeida*.p. 203-234, 2004.

HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M., SILVA, L.C., TROUW, R.A.J., JANASI, V.C., 2004a. A Província Mantiqueira. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito Neves (eds.) *O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Ed. Beca, cap. XIII, p. 203-234.

HEILBRON M. & MACHADO N. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil). *Precambrian Res.*, 125: 87-112, 2003.

IRVINE, T.N., BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8:523-548, 1971.

MACHADO, N., VALLADARES, C., HEILBRON, M. & VALERIANO, C. U-Pb Geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero southe São Francisco craton, Brasil. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 104, 1221-1227, 1996.

MACKENZIE, W.S., DONALDSON, C.H. & GUILFORD, C. Atlas of igneous rocks and their textures. Logman, 148p, 1982.

NOCKOLDS, S.R., KNOX, R.W.O'B., CHIMER, G.A. *Petrology*: London, Cambridge. University Press, 435p, 1978.

O'BRIEN, P. J.; RÖTZLER, J. High-pressure granulites: formation, recovery of peak conditions and implications for tectonics. *Journal of Metamorphic Geology*, v. 21, p. 3-20, 2003.

O'CONNOR, J.T. A classification of quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. U.S. Geological Survey Professional Paper, 525-B: 79-84, 1965.

PACIULLO, F.V.P. 1997. A sequência Depositional Andrelândia. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ 248 p.

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.

PEARCE, C.W, HARRIS, N., TINDLE, A. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*. 25:956-983, 1984.

PECERILLO, A. & TAYLOR, S. R., 1976 Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamanu area, northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58: 63-81.

PETERNEL, R.; TROUW, R.A.J; SCHMITT, R.S. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das Faixas Brasília e Ribeira no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.35 (3), p. 297-310, 2005.

RAMSAY, J.G. & HUBBER, M.I. 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology*, vol. 2. Academic Press, 700pgs.

RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R. ; TROUW, R. A. J.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. G. 1995. Evolução das Bacias Proterozóicas e Termotectonismo Brasileiro na Margem Sul do Craton do São Francisco.

SCHMITT, R.S. Orogenia Búzios – Um evento tectono-metamórfico cambroordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira – sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, IG/UFRJ. 273p., 2001.

SCHMITT, R. S.; TROUW, R. A. J.; SCHMUS, W. R. V.; PIMENTEL, M. M. Late amalgamation in the central part of West Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collisional orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Research*, Amsterdam, Holanda, v. 133, p.29-61, 2004.

SHAND, S. J. *Eruptive Rocks* 2nd ed. Wiley, New York, 1943.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Science Reviews*, vol. 12, p. 1-33, 1976.

TROUW, R. A. J., HEILBRON, M., RIBEIRO, A., PACIULLO, F. V. P., VALERIANO, C. M., ALMEIDA, J. C. H., TUPINAMBÁ, M. & ANDREIS, R. R. 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. P287 -310, 2000.

TROUW, R.A.J. & PASSCHIER, C.W. *Microtectonics*. Second Edition. Spring, 2005.  
TROUW, R.A.J.; PASSCHIER, C.W.; WIERSMA, D.J. *Atlas of Mylonites and related microstructures*. Spring, 2010.

TUPINAMBÁ, M., TEIXEIRA, W., HEILBRON, M. The Pan African/ Brasiliano Arc-related Magmatism at the Costeiro Domain of the Ribeira Belt, southeastern Brazil, In: *Abstract of the 14th International Conference on Precambrian and Craton Tectonics*, Ouro Preto, MG, 12-14, 1998.

TUPINAMBÁ, M., HEILBRON, M., DUARTE, B.P., NOGUEIRA, J.R., VALLADARES, C., ALMEIDA, A., SILVA, L.G.E., MEDEIROS, S.R., AMEIDA, C.G., MIRANDA, A., RAGATKY, C.D., MENDES, J., LUDKA, I. *Geologia da Faixa Setentrional: Estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí*. *Geonomos, revista de geociências*, Volume XV, Número 1, pag.67-79, 2007.

YARDLEY, B.W.D., 1991. *An introduction to metamorphic petrology*. New York: Longman: Earth Science Series. 248p.

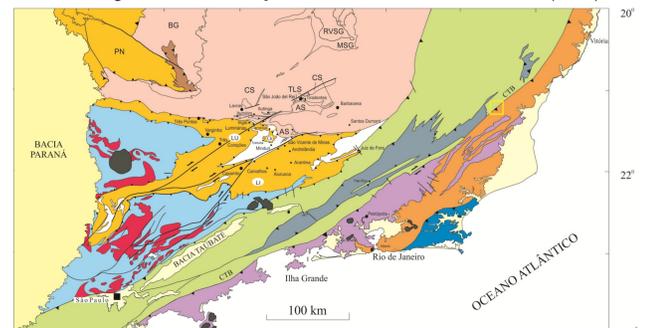
# **ANEXO 1**

## **Mapa Geológico da área de estudo**

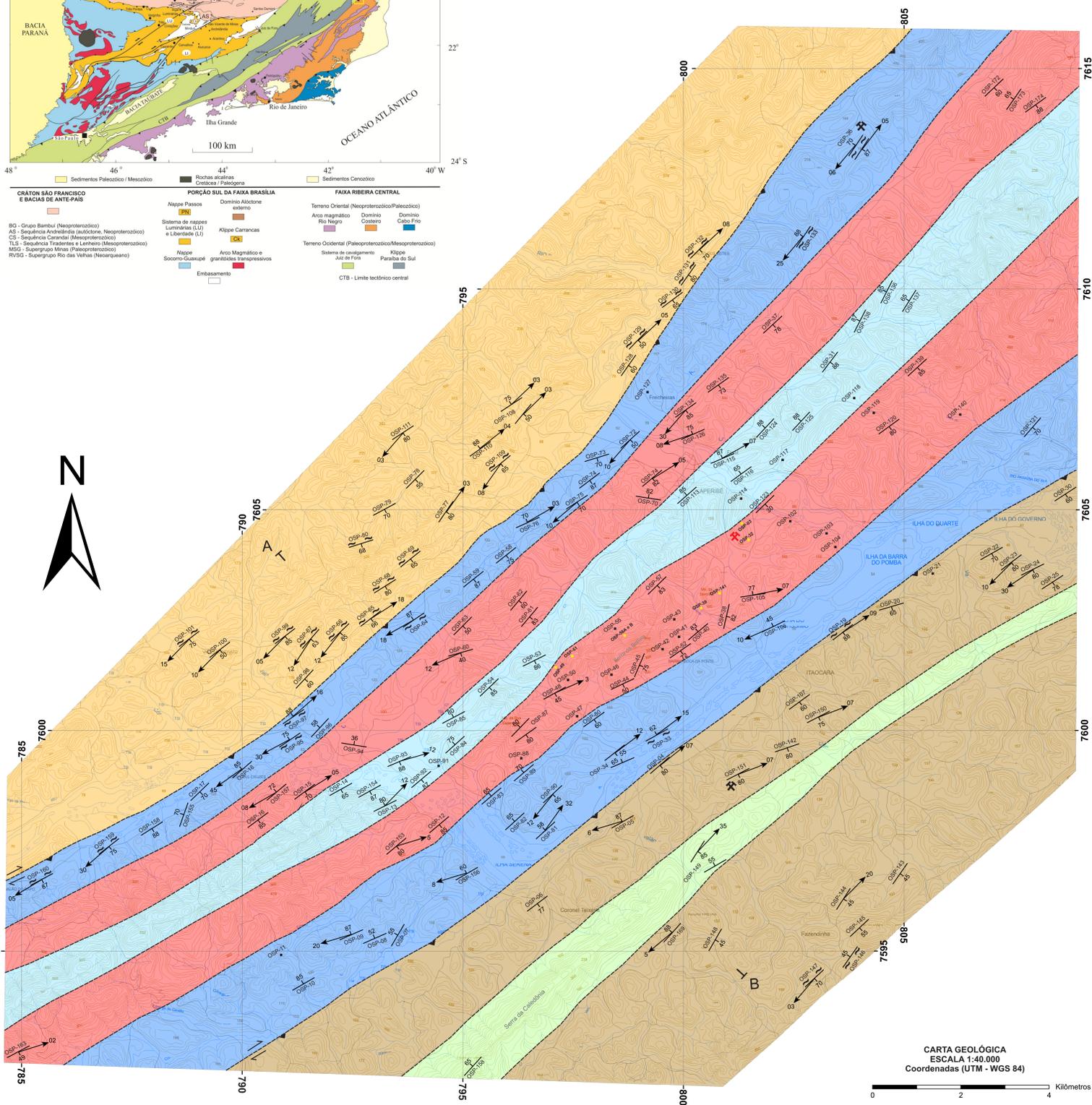


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

Contexto Regional com localização da área extraído de Trouw et al. (2000)



Mapa Geológico da área de estudo na Folha Santo Antônio de Pádua (SF-23-X-D-VI-2)  
 Elaborado durante curso de Mestrado - Ovídio Gonçalves Machado Júnior (2010-2012)



**Litologia**

**TERRENO ORIENTAL/DOMÍNIO CAMBUCÍ (Neoproterozóico)**

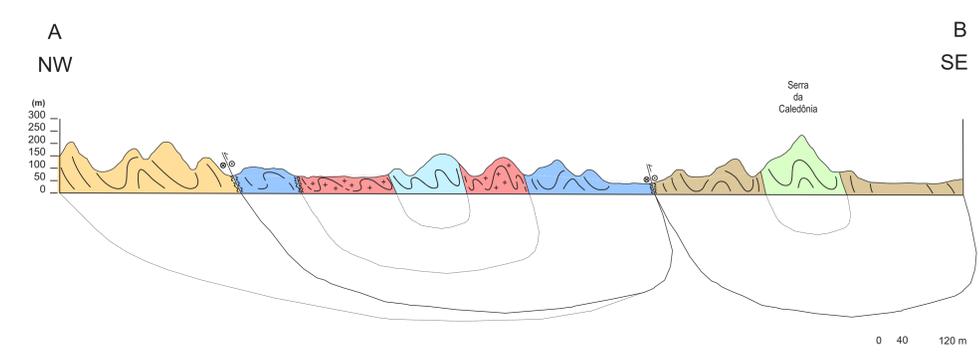
- Ortognaisses Serra da Bolívia (Complexo Serra da Bolívia)
- Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia)
- Paragnaisse bandado/quartzito delgado e localmente leucogranito com granada
- Mármore branco intercalado com camada delgada de quartzito e anfibolito
- Biotita-hornblenda gnaiss bandado

**TERRENO OCIDENTAL (Paleoproterozóico + Neoproterozóico)**

- Biotita-granada gnaiss bandado

**Convenções Geológicas**

- Foliação tectônica
- Contato tectônico
- Pedreira sem atividade
- Foliação milonítica
- Contato inferido
- Pedreira em atividade
- Lineação mineral
- Amostras para análise química de rocha total



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

PALMA	MIRACEMA	SÃO JOÃO DO PARAISO
RECREIO	<b>SANTO ANTONIO DE PÁDUA</b>	CAMBUCI
CANTAGALO	SANTA MARIA MADALENA	RENASCENÇA



CARTA GEOLÓGICA  
 ESCALA 1:40.000  
 Coordenadas (UTM - WGS 84)

**AUTOR:**  
 Ovídio Gonçalves Machado Júnior

**COLABORADORES:**  
 Rodrigo Peternel Machado Nunes  
 Hugo Henning Kussama  
 Lucas Balsini

## **ANEXO 2**

### **Tabela de pontos**

Ponto	x	y	z	Azimute	Mergulho	Estrutura	Litologia	Observações
OSP-01	792585	7613652	103	129	75	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Ponto no norte da folha Santo Antônio de Pádua.
OSP-01	792585	7613652	103	227	3	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Ponto no norte da folha Santo Antônio de Pádua.
OSP-02	795000	7612000	70	124	80	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Ponto no norte da folha Santo Antônio de Pádua.
OSP-03	801474	7604990	101				Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Pedreira (em atividade) de leucogranito com granada e enclaves máficos.
OSP-04	799514	7599162	63	139	80	Sn	Biotita gnaiss bandado com hornblenda e granada (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-04	799514	7599162	63	50	7	Ln	Biotita gnaiss bandado com hornblenda e granada (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-05	798393	7597907	67	142	75	Sn	Biotita gnaiss bandado com hornblenda e granada (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-06	797000	7596000	58	143	77	Sn	Biotita gnaiss bandado com hornblenda e granada (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento atrás do cemitério em Coronel Teixeira.
OSP-07	793452	7595179	75	285	55	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-08	793216	7595091	78	330	52	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-09	793079	7595192	80	324	87	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-09	793079	7595192	80	240	20	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-10	791399	7594285	59	330	85	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a SW de Itaocara.
OSP-11	790862	7594865	120				Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo em colina a SW de granito com pórfiros de feldspato, granada e enclaves máficos.
OSP-12	794556	7597830	65	140	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento em corte de estrada a oeste de Itaocara de biotita granito/gnaiss.
OSP-12	794556	7597830	65	60	7	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento em corte de estrada a oeste de Itaocara de biotita granito/gnaiss.
OSP-13	793624	7598450	71	326	80	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a oeste de Itaocara de paragnaisse e bandas de quartzito.
OSP-13	793624	7598450	71	45	30	Ln	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a oeste de Itaocara de paragnaisse e bandas de quartzito.
OSP-14	792589	7598665	84	141	65	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada a oeste de Itaocara de paragnaisse com granada.
OSP-15	791725	7598631	90	138	70	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado de pegmatito branco com enclaves máficos.
OSP-15	791725	7598631	90	54	5	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado de pegmatito branco com enclaves máficos.
OSP-16	790364	7597964	91	144	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado de biotita gnaiss com enclaves máficos.
OSP-17	789511	7598714	81	140	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na estrada em Porto das Cruzes a oeste de Itaocara de biotita gnaiss com granada.
OSP-18	790113	7599155	81	321	85	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na estrada em Porto das Cruzes a oeste de Itaocara de biotita gnaiss com granada.
OSP-18	790113	7599155	81	235	45	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na estrada em Porto das Cruzes a oeste de Itaocara de biotita gnaiss com granada.
OSP-19	803583	7602231	80	321	88	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss com granada e porfiroclastos de feldspato e lentes máficas.
OSP-20	804053	7602520	70	153	65	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss com granada e porfiroclastos de feldspato e lentes máficas.
OSP-21	805532	7603618	63				Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de rocha esverdeada fina máfica com granada e esfoliação esferoidal.
OSP-22	807255	7603930	53	150	70	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada de granito gnaiss médio e feldspato branco.
OSP-23	807519	7603725	53	143	85	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado em corte de estrada de biotita gnaiss bandado.
OSP-23	807519	7603725	53	235	10	Ln	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado em corte de estrada de biotita gnaiss bandado.
OSP-24	807720	7603734	62	144	87	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-24	807720	7603734	62	220	30	Ln	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-25	808230	7603562	51	150	78	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Corte de estrada a leste de Itaocara de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-26	809919	7603814	54	155	87	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco de quartzito com mica branca na margem sul do Rio Paraíba do Sul a sudeste de Itaocara.
OSP-26	809919	7603814	54	240	3	Ln	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco de quartzito com mica branca na margem sul do Rio Paraíba do Sul a sudeste de Itaocara.
OSP-27	192787	7606345	40	125	87	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na Folha Cambuci em corte de estrada de paragnaisse intercalado com quartzito.
OSP-27	192787	7606345	40	37	5	Ln	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na Folha Cambuci em corte de estrada de paragnaisse intercalado com quartzito.
OSP-28	190246	7605122	41	333	85	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na Folha Cambuci em corte de estrada de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-28	190246	7605122	41	226	40	Eixo	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na Folha Cambuci em corte de estrada de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-29	189684	7604801	51				Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na Folha Cambuci em lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-30	809472	7604926	61	140	60	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de granito gnaiss com lentes máficas.
OSP-31	803221	7608470	79	135	88	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss na estrada a nordeste de Aperibé.
OSP-32	801402	7604334	138	61	33	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Pedreira (em atividade) gnaiss verde máfico com feldspato verde e granito félsico e pegmatito intrudindo.
OSP-33	799418	7599892	78	320	80	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado em corte de estrada de biotita gnaiss bandado, dobrado e enclaves máficos.
OSP-34	798607	7599226	69	328	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Corte de estrada a oeste de Itaocara de biotita gnaiss bandado com granada alterado e dobrado.
OSP-34	798607	7599226	69	55	25	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Corte de estrada a oeste de Itaocara de biotita gnaiss bandado com granada alterado e dobrado.
OSP-35	798122	7601500	71				Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na base sul da Serra da Bolívia de gnaiss fino bandado e enclaves máficos e pegmatito.
OSP-36	803810	7612914	190	121	87	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Pedreira São Sebastião de gnaiss fino bandado com enclaves máficos e fitas de quartzito.
OSP-36	803810	7612914	190	300	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Pedreira São Sebastião de gnaiss fino bandado com enclaves máficos e fitas de quartzito.
OSP-36	803810	7612914	190	218	6	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Pedreira São Sebastião de gnaiss fino bandado com enclaves máficos e fitas de quartzito.
OSP-37	801755	7609216	96	130	78	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com lentes máficas.
OSP-38	800898	7202415	48	92	72	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada para Aperibé de biotita gnaiss bandado com lentes máficas.

OSP-39	800462	7602734	90				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na base leste da Serra da Bolívia de gnaiss verde máfico e porções félsicas com granada.
OSP-40	800251	7602114	98	320	83	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na base da Serra da Bolívia de gnaiss verde máfico bandado com enclaves ultramáficos.
OSP-41	799999	7602020	131				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na Serra da Bolívia de gnaiss verde máfico bandado com lentes máficas e dique de granito.
OSP-42	799670	7601908	249				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na Serra da Bolívia de gnaiss verde máfico bandado com lentes máficas.
OSP-43	799717	7602417	181	126	65	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de gnaiss bandado com lentes máficas.
OSP-43	799717	7602417	181	44	12	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de gnaiss bandado com lentes máficas.
OSP-44	798914	7601016	91	138	50	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na base sul da Serra da Bolívia de gnaiss máfico com ortogneiss porfirítico.
OSP-44	798914	7601016	91	58	15	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na base sul da Serra da Bolívia de gnaiss máfico com ortogneiss porfirítico.
OSP-45	798943	7601311	149	103	75	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na base sul da Serra da Bolívia de gnaiss máfico cortado por dique de granito e pegmatito.
OSP-45	798943	7601311	149	20	20	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na base sul da Serra da Bolívia de gnaiss máfico cortado por dique de granito e pegmatito.
OSP-46	798568	7601198	196				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro na Serra da Bolívia de gnaiss máfico com plagioclásio verde, granada e lentes máficas.
OSP-47	797624	7600383		100	80	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada de gnaiss máfico com lentes máficas.
OSP-47	797624	7600383		15	13	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado em corte de estrada de gnaiss máfico com lentes máficas.
OSP-48	797034	7600881	90	151	45	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito ocre com níveis brancos de caolim em corte de estrada.
OSP-48	797034	7600881	90	66	3	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito ocre com níveis brancos de caolim em corte de estrada.
OSP-49	796867	7601329	95	120	77	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no pasto de biotita gnaiss com lentes máficas e granada.
OSP-49	796867	7601329	95	39	23	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no pasto de biotita gnaiss com lentes máficas e granada.
OSP-50	797228	7601525	127				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Bloco de gnaiss félsico bandado com lentes máficas e granada.
OSP-51	797399	7601430	187	188	53	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento de gnaiss félsico bandado com lentes máficas e granada, e pegmatitos.
OSP-52	800140	7602014	90	137	72	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de gnaiss máfico com plagioclásio verde e bandas félsicas.
OSP-53	796613	7601565	106	155	85	Sn	Paragneiss bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com feldspato estirado e granada.
OSP-54	795586	7600834	147	149	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento de biotita gnaiss fino com porções graníticas porfiríticas.
OSP-55	798551	7602345	117				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos de gnaiss fino máfico intercalado com granito porfirítico.
OSP-56	798680	7602274	160				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos de gnaiss fino máfico intercalado com granito porfirítico.
OSP-57	799158	7603334	76	130	83	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de gnaiss máfico com plagioclásio verde e granada.
OSP-58	795912	7603739	110	150	75	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato em forma de olho e granada.
OSP-59	795261	7603254	114	135	87	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato em forma de olho e granada.
OSP-60	794994	7602007	136	165	40	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de gnaiss máfico com plagioclásio verde e bandas félsicas porfiríticas.
OSP-60	794994	7602007	136	248	12	Eixo	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de gnaiss máfico com plagioclásio verde e bandas félsicas porfiríticas.
OSP-61	796609	7602441	100	129	83	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento de gnaiss félsico porfirítico e enclaves máficos.
OSP-62	796348	7602717	126				Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento de gnaiss félsico porfirítico e enclaves máficos.
OSP-63	795924	7602265	129	130	50	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Afloramento de gnaiss félsico porfirítico e enclaves máficos.
OSP-64	793761	7603163	91	143	89	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato como indicador de movimento.
OSP-64	793761	7603163	91	230	18	Eixo	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato como indicador de movimento.
OSP-65	792963	7602499	92	141	66	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss com feldspato e quartzo estirados, enclaves máficos e granada.
OSP-65	792963	7602499	92	53	18	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss com feldspato e quartzo estirados, enclaves máficos e granada.
OSP-66	792508	7602295	105	141	85	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo rasteiro de leucogneiss bandado com granada e feldspato estirado.
OSP-66	792508	7602295	105	227	10	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo rasteiro de leucogneiss bandado com granada e feldspato estirado.
OSP-67	792163	7602126	103	139	52	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato verde e localmente granada.
OSP-67	792163	7602126	103	218	8	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato verde e localmente granada.
OSP-68	793128	7603151	211	140	80	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss félsico fino com quartzo em fitas e granada.
OSP-69	793669	7603815	252	139	65	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Afloramento de gnaiss félsico com feldspato e quartzo estirado e granada.
OSP-70	799502	7605277	88	9	82	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco de biotita gnaiss com lentes máficas.
OSP-71	799438	7605641	84	133	75	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss com porções porfiríticas e lentes máficas.
OSP-71	799438	7605641	84	46	5	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortogneisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss com porções porfiríticas e lentes máficas.
OSP-72	798531	7605983	79	130	50	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco de biotita gnaiss com feldspato em forma de olho, granada e lentes máficas.
OSP-72	798531	7605983	79	218	10	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco de biotita gnaiss com feldspato em forma de olho, granada e lentes máficas.
OSP-73	797923	7605695	88	324	88	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com quartzo e feldspato estirados.
OSP-74	798048	7605410	103	147	87	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato em forma de olho.
OSP-75	797557	7605023	114	135	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato em forma de olho.
OSP-75	797557	7605023	114	200	10	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com feldspato em forma de olho.
OSP-76	796395	7604652	94	330	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com feldspato stirado e localmente granada.
OSP-76	796395	7604652	94	60	3	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortogneiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com feldspato stirado e localmente granada.

OSP-77	794817	7605325	157	126	80	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de gnaiss fino bandado estirado com lentes máficas.
OSP-77	794817	7605325	157	36	2	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de gnaiss fino bandado estirado com lentes máficas.
OSP-78	793861	7605703	107	134	55	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss fino bandado com lentes máficas.
OSP-79	793186	7604958	112	146	70	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Afloramento de biotita gnaiss fino bandado com lentes máficas.
OSP-80	792850	7604323	140	155	68	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss fino bandado com feldspato estirado e lentes máficas.
OSP-81	796272	7597681	82	322	58	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de gnaiss fino estiradocom lentes máficas cortado por pegmatitos.
OSP-81	796272	7597681	82	27	32	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de gnaiss fino estiradocom lentes máficas cortado por pegmatitos.
OSP-82	795826	7597931	76	324	65	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no leito do Rio Paraíba do Sul de gnaiss fino estirado com lentes máficas.
OSP-83	795537	7598340	70	319	65	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss com granada e porções félsica porfirítica.
OSP-84	794773	7599773	90	318	75	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-85	794808	7600297	84	327	87	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato estirado.
OSP-85	794808	7600297	84	245	55	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato estirado.
OSP-86	797645	7600155	74	144	60	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita-granada gnaiss com foliação fraca e lentes máficas.
OSP-87	796375	7599983	190	69	40	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos no Morro da Boa Esperança de biotita gnaiss localmente com granada e lentes máficas.
OSP-87	796375	7599983	190	314	60	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos no Morro da Boa Esperança de biotita gnaiss localmente com granada e lentes máficas.
OSP-87	796375	7599983	190	145	80	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos no Morro da Boa Esperança de biotita gnaiss localmente com granada e lentes máficas.
OSP-87	796375	7599983	190	146	55	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos no Morro da Boa Esperança de biotita gnaiss localmente com granada e lentes máficas.
OSP-88	796308	7599390	92				Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss com granada e lentes máficas.
OSP-89	796143	7698780	76	328	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco de gnaiss porfirítico com lentes máficas.
OSP-90	796967	7598444	85	137	65	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada cortado por dique de granito.
OSP-90	796967	7598444	85	211	12	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada cortado por dique de granito.
OSP-91	794237	7599099	70				Paragnaiss bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento alterado de biotita gnaiss com granada.
OSP-92	793917	7598835	66	145	87	Sn	Paragnaiss bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Corte de estrada de leucognaiss com biotita e granada.
OSP-93	793640	7599105	66	156	88	Sn	Paragnaiss bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco de paragnaiss intercalado com quartzito com mica branca e granada.
OSP-93	793640	7599105	66	67	12	Ln	Paragnaiss bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco de paragnaiss intercalado com quartzito com mica branca e granada.
OSP-94	792653	7599665	76	9	37	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-94	792653	7599665	76	333	83	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-95	791761	7599899	74	326	75	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de gnaiss fino máfico bandado com granada, feldspato como indicador de movimento.
OSP-95	791761	7599899	74	236	30	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de gnaiss fino máfico bandado com granada, feldspato como indicador de movimento.
OSP-96	791761	7599766	72	305	58	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes máficas.
OSP-97	791355	7600064	77	143	88	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada, dobrado e feldspato como indicador de movimento.
OSP-97	791355	7600064	77	241	17	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada, dobrado e feldspato como indicador de movimento.
OSP-98	791406	7601241	89	128	60	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss máfico com feldspato verde e gemnação polissintética.
OSP-99	791197	7601992	139	140	85	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo na colina de biotita gnaiss bandado com granada e lineação de estiramento em marcada.
OSP-99	791197	7601992	139	226	4	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo na colina de biotita gnaiss bandado com granada e lineação de estiramento em marcada.
OSP-100	789533	7601856	120	148	50	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado de gnaiss máfico com feldspato verde intercalado com granito porfirítico.
OSP-100	789533	7601856	120	216	10	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado de gnaiss máfico com feldspato verde intercalado com granito porfirítico.
OSP-101	789533	7601856	120	140	74	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado em corte de estrada de gnaiss bandado com granada e lineação bem marcada.
OSP-101	789533	7601856	120	216	15	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado em corte de estrada de gnaiss bandado com granada e lineação bem marcada.
OSP-102	802371	7604809	68	104	45	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no leito do Rio Paraíba do Sul de gnaiss fino máfico estirado com lentes ultramáficas.
OSP-103	803190	7604393	62				Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes de rocha máfica.
OSP-104	803484	7604200	65				Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de leucognaiss com granada e feldspato branco.
OSP-105	801532	7603056	76	325	55	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito de biotita gnaiss bandado com feldspato branco.
OSP-105	801532	7603056	76	80	7	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito de biotita gnaiss bandado com feldspato branco.
OSP-106	802014	7602471	64	334	45	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Corte aletrado de estrada ao norte de Itaocara de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-106	802014	7602471	64	246	10	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Corte aletrado de estrada ao norte de Itaocara de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-107	802500	7600600	90	125	60	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado o quintal do Hotel Jothouris de biotita gnaiss bandado localmente com granada.
OSP-108	795851	7606703	187	119	50	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de gnaiss fino máfico bandado com granada, feldspato e quartzo estirados.
OSP-108	795851	7606703	187	30	3	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de gnaiss fino máfico bandado com granada, feldspato e quartzo estirados.
OSP-109	795750	7606115	113	134	65	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de gnaiss fino bandado com feldspato verde e lentes anfíbolíticas.
OSP-109	795750	7606115	113	210	8	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de gnaiss fino bandado com feldspato verde e lentes anfíbolíticas.
OSP-110	795675	7606514	161	325	88	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo na colina de biotita gnaiss bandado, dobrado cortado por pegmatito.
OSP-110	795675	7606514	161	53	9	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo na colina de biotita gnaiss bandado, dobrado cortado por pegmatito.
OSP-111	793464	7606878	131	132	85	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado de gnaiss fino bandado com dobras apertadas.
OSP-111	793464	7606878	131	219	3	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo alterado de gnaiss fino bandado com dobras apertadas.

OSP-112	794713	7608087	93	132	87	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss fino bandado com lentes máficas.
OSP-112	794713	7608087	93	219	3	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss fino bandado com lentes máficas.
OSP-113	800013	7605383	65	329	80	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-114	801300	7605365	62				Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de leucogranito com biotita e granada e lentes máficas.
OSP-115	800941	7606276	73	341	87	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo em Funil, Aperibé de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-115	800941	7606276	73	66	7	Ln	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo em Funil, Aperibé de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-116	801230	7605880	91	322	65	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita granada gnaiss bandado.
OSP-116	801230	7605880	91	27	15	Ln	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita granada gnaiss bandado.
OSP-117	802230	7606137	71				Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Blocos de biotita gnaiss fino bandado.
OSP-118	803911	7607493	114	203	55	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada, dobrado e com zonas de cisalhamento.
OSP-119	804358	7607220	104				Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos de rocha fina máfica localmente com granada.
OSP-120	804747	7606805	84	144	80	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss com lentes máficas.
OSP-121	808019	7606802	61	131	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes de rocha máfica.
OSP-122	810271	7606621	64	137	86	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes de rocha máfica.
OSP-123	801822	7605036	59	128	30	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo alterado de biotita gnaiss porfirítico com feldspato verde e lentes máficas cortado por pegmatito.
OSP-124	801635	7605990	107	312	88	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado e lentes máficas.
OSP-125	802547	7606906	90	312	88	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado e lentes máficas.
OSP-126	799925	7606750	67	149	75	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no Rio Pomba de biotita gnaiss bandado porfirítico com granada e lentes máficas e ultramáficas.
OSP-126	799925	7606750	67	233	8	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo no Rio Pomba de biotita gnaiss bandado porfirítico com granada e lentes máficas e ultramáficas.
OSP-127	799016	7607516	71				Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos no pasto de granito fino cinza com allanita.
OSP-128	798669	7608092	70	125	60	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Barranco alterado de biotita gnaiss com lentes máficas com granada.
OSP-129	799098	7609040	69	133	50	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com foliação milonítica.
OSP-129	799098	7609040	69	56	5	Ln	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com foliação milonítica.
OSP-130	799490	7609510	73	145	65	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com foliação milonítica.
OSP-131	799821	7609953	74	123	80	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com foliação milonítica.
OSP-132	800457	7610827	76	135	70	Sn	Biotita-granada gnaiss bandado (Terreno Ocidental/D. Juiz de Fora).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com foliação milonítica.
OSP-133	802650	7611265	96	304	88	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro alterado de biotita gnaiss com allanita bandado e com feldspato estirado.
OSP-133	802650	7611265	96	218	25	Ln	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro alterado de biotita gnaiss com allanita bandado e com feldspato estirado.
OSP-134	800049	7607195		311	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada bem deformado com feldspato em forma de olho.
OSP-134	800049	7607195		214	30	Ln	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada bem deformado com feldspato em forma de olho.
OSP-135	800745	7607860	95	141	70	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss bandado com granada bem deformado com feldspato em forma de olho.
OSP-136	804500	7609975	114	304	85	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato como indicador de movimento.
OSP-137	804777	7609811	104	297	65	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato como indicador de movimento.
OSP-138	803936	7609176	93	303	87	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss bandado com granada e feldspato como indicador de movimento.
OSP-139	805196	7608151	129	133	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes de rocha máfica cortado por pegmatito.
OSP-140	806375	7607285	99				Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes de rocha máfica cortado por pegmatito.
OSP-141	800850	7603025	81				Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Blocos de rocha média máfica com feldspato verde.
OSP-142	802982	7599073	78	150	80	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-143	805024	7596697					Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-144	803674	7596106	141	125	45	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Blocos no pasto alterado de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-145	803888	7595297	189	145	55	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Afloramento na base norte da Serra Vermelha de biotita gnaiss bandado com granada e lentes máficas.
OSP-146	803586	7594756	112	291	45	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaiss fino verde com bandas delgadas félsicas.
OSP-147	803265	7594554		137	70	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo no pasto de biotita gnaiss milonítico com lentes máficas e granada.
OSP-148	800838	7595205	96	120	45	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Saprólito de biotita gnaiss bandado com feldspato branco e lentes máficas.
OSP-149	800647	7497163	124	330	70	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Quartzito delgado na base sul da Serra da Caledônia intercalado com mármore branco e anfibólito.
OSP-150	801288	7598935	146	155	80	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Pedreira inativa de biotita gnaiss bandado com granada cortado por dique de granito e pegmatito.
OSP-151	802749	7600490		144	75	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaiss bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco alterado 100m a sudeste do Hotel Jothouris de biotita gnaiss bandado com granada.
OSP-152	800762	7597601		330	60	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Lajedo na Serra da Caledônia de mármore branco intercalado com quartzito delgado e anfibólito.
OSP-153	793735	7597263	132	170	80	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaisses (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo de biotita gnaiss porfirítico com granada e lentes máficas.
OSP-154	792721	7598629		151	87	Sn	Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Barranco de leucognaiss bandado com granada e mica branca.
OSP-155	788926	7598317	124	318	70	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaiss (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na margem sul do Rio Paraíba do Sul de biotita gnaiss bandado com feldspato estirado.

OSP-156	795061	7596863		330	60	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo na margem sudoeste do Rio Paraíba do Sul de biotita gnaisse bandado com feldspato estirado.
OSP-157	790934	7598537		320	72	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de biotita gnaisse porfirítico com granada e lentes de rocha máfica.
OSP-158	788446	7598030	106	150	88	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaisse bandado com feldspato como indicador cinemático cortado por pegamito.
OSP-159	787442	7597466	92	148	75	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Lajedo rasteiro de biotita gnaisse bandado, dobrado cortado por pegamito.
OSP-160	784234	7595630	138	149	85	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Folha Recreio, lajedo milonítico de biotita gnaisse bandado com feldspato como indicador cinemático.
OSP-161	783930	7594921		336	88	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Folha Recreio, contato do biotita gnaisse bandado com biotita granito porfirítico e lentes máficas.
OSP-162	784017	7593879	183				Paragnaisse bandado/quartzito (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Folha Recreio, barranco alterado de leucognaisse bandado com lentes máficas e calcissilicáticas.
OSP-163	784024	7593676		157	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Folha Cantagalo, barranco alterado de gnaisse com lentes máficas com plagioclásio verde.
OSP-164	784464	7592399	226	153	49	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Folha Cantagalo, barranco alterado de biotita gnaisse com lentes máficas.
OSP-165	787303	7591420	125	153	85	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Folha Sta. Maria Madalena, milonito de biotita gnaisse com pórfiros de feldspato com indicador cinemático.
OSP-166	788509	7591300		329	85	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Folha Sta. Maria Madalena, biotita gnaisse bandado com granada e lentes máficas.
OSP-167	791202	7590487		304	60	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Folha Sta. Maria Madalena, saprólito de biotita gnaisse bandado com granada.
OSP-168	795068	7592154		312	65	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Folha Sta. Maria Madalena, Serra da Caledônia de mámore branco intercalado com quartzito e anfibolito.
OSP-169	799647	7595548		312	88	Sn	Biotita-hornblenda-granada gnaisse bandado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Biotita gnaisse fino bandado localmente com granada.
OSP-170	799823	7596666	156	320	83	Sn	Mármore branco intecalado com quartzito delgado (Terreno Oriental/Domínio Cambuci).	Mármore branco intercalado com camadas delgadas de quartzito e anfibolito.
OSP-171	799506	7609520	75	130	85	Sn	Biotita-piroxênio-hornblenda ortognaisse (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito em corte de estrada de granito/gnaisse médiobandado com biotita definindo a foliação.
OSP-172	807135	7614508	160	135	60	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Saprólito rasteiro de gnaisse fino com bandas e lentes máficas.
OSP-173	807671	7614353		303	65	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco alterado de gnaisse fino a médio com lentes máficas.
OSP-174	807813	7614499		135	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Barranco de anfibolito e gnaisse fina a médio com lentes máficas.
OSP-175	807934	7614156	173	130	85	Sn	Enderbitos, charnockitos e ortognaises (Complexo Serra da Bolívia/Domínio Cambuci).	Biotita gnaisse fino a médio bandado com feldspato verde e localmente granada.