



UFRJ

Hugo Henning Kussama

**Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais.**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

(Bacharelado em Geologia)

Rio de Janeiro

Agosto de 2010



UFRJ

**Hugo Henning Kussama**

**Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais.**

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

Orientador:  
Fábio V. P. Paciullo

Rio de Janeiro

Agosto de 2010



UFRJ

**Hugo Henning Kussama**

**Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais.**

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

Orientador(es):  
Fábio V. P. Paciullo

Aprovada em: 26.08.2010  
Por:

---

Orientador: Fábio V. P. Paciullo (UFRJ)

---

André Ribeiro (UFRJ)

---

Renata da Silva Schmitt (UFRJ)



UFRJ

"O tempo é ventre fecundo aonde tudo é gerado, se o tempo fosse parado nada existia no mundo"



## ***Agradecimentos***

Agradeço aos meus pais, Osvaldo e Ligia, pelo apoio incondicional; à minha namorada Tainá por agüentar tantos momentos de saudade durante esses longos 6 anos ao meu lado; ao meu irmão, Jonas, pelo apoio e identidade visual dessa tese; aos geólogos Alexandre Oliveira, Alexandre Nascimento, André Ribeiro, Hugo Polo, Marcos Vinicius de Carvalho, Ovídio Gonçalves, Paulo Roberto Moura, Paulo Ricardo dos Santos, Rodrigo Peternel, Rodrigo Vinagre, Rudolph Trouw e Thompson Pereira pela companhia e ajuda nessa caminhada; ao meu orientador Fábio Paciullo pela ajuda em campo, dados cedidos e tantos aprendizados sobre a vida e a geologia; a todos os amigos de longa data, sejam da UFRJ ou da vida; à Tarcísio Raymundo de Abreu por todo o trabalho; aos professores do Departamento de Geologia da UFRJ por tantos conhecimentos transmitidos.

Agradeço ao convênio CPRM-UFRJ pelo apoio financeiro à etapa de campo.

Gostaria de agradecer, especialmente, ao grande professor Joel Gomes Valença que me ensinou a amar as rochas e, sobretudo, as pessoas que vivem nessa Terra.

"Rocha é rocha, mas pra gente quase que fala"  
Joel Gomes Valença (*in memoriam*)

## **Resumo**

KUSSAMA, Hugo. **Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais**. 2010. XVI, 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A área de estudo está inserida no limite do cráton do São Francisco com a faixa Brasília, mais especificamente entre as *nappes* Passos e Luminárias. A principal unidade aflorante é o Complexo Campos Gerais de idade arqueana/paleoproterozóica, representado por ortognaisses migmatíticos. O granito Porto dos Mendes, ocorre na parte NE do local de estudo, possui composição sieno à monzo granítica e textura equigranular e inequigranular seriada. Um corpo satélite com aproximadamente 25 km<sup>2</sup> foi mapeado a sudeste da cidade de Boa Esperança apresentando intensa textura milonítica, em sua borda sul. Diques de rocha metamáfica com composição gabróica cortam tanto o granito quanto os ortognaisses. Por último ocorrem diques de rocha máfica não deformada intrudindo as demais unidades. O cinturão de cisalhamento Campo do Meio é composto de diversas zonas de cisalhamento, de baixo grau metamórfico, com transporte tectônico de topo para leste provavelmente associadas aos empurrões que originaram a nappe Luminárias. A deformação associada ao evento Brasileiro é tão intensa que oblitera a maioria das texturas e estruturas das rochas pré-existentes.

Palavras-chave: Mapeamento geológico; Zonas de cisalhamento; Complexo Campos Gerais.

## ***Abstract***

KUSSAMA, Hugo. **Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais.** 2010. XVI, 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The study area is included within the limits of the São Francisco craton with Brasília Belt, more specifically between the Passos and Luminárias nappes. The main unit is the Campos Gerais complex of Archean / Paleoproterozoic ages, represented by migmatitic orthogneisses. The granite of Porto Mendes, occurs in the NE part of the study site, has monzonitic to syenitic granite composition and equigranular and inequigranular seriate texture. A satellite body with approximately 25 km<sup>2</sup> was mapped to the southeast of the town of Boa Esperança with intense mylonitic texture in its southern border. Dykes of mafic rocks with composition Gabbroic cut both the granite as the orthogneisses. Finally occur dykes of undeformed mafic rock intruded in the other units. The Campo do Meio shear belt is composed of several shear zones with low-grade metamorphic rocks and tectonic transport from the top to the east probably associated with thrust fault that originated the Luminárias nappe. The deformation associated with the Brasiliano event is so intense that obliterates most of the textures and structures of pre-existing rocks.

Key-Words: Geological mapping, Shear zones, Campos Gerais complex;.

## ***Lista de Figuras***

- FIGURA 1 – ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS CAMPOS GERAIS (SF-23-I-I-1) E BOA ESPERANÇA (SF-23-V-D-II-2), ESCALA: 1:50.000 1
- FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE BOA ESPERANÇA (A) E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO. EXTRAÍDO DO SOFTWARE GOOGLE MAPS..... 2
- FIGURA 3 – IMAGEM LANDSAT DO SUDESTE DO BRASIL MOSTRANDO A ÁREA DE ESTUDO COMO POLÍGONO VERMELHO. SC= SERRA DA CANASTRA, QF= QUADRILÁTERO FERRÍFERO E PC= POÇOS DE CALDAS. PROJEÇÃO UTM, DATUM WGS 1984. ESCALA APROXIMADA: 1:1.500.000. (MODIFICADO: NASA. PROJETO: MRSID ). ..... 5
- FIGURA 4 – COMPOSIÇÃO DE MDE MOSTRANDO O LIMITE DA ÁREA MAPEADA (POLÍGONO VERMELHO) E OS PONTOS PLOTADOS. LEGENDA DOS PONTOS, BRANCO: PONTO DE CONTROLE; VERDE CLARO: DIQUES DE DIABÁSIO; VERDE ESCURO: DIQUES DE METAGABRO; VERMELHO: GRANITO PORTO DOS MENDES; MARROM: COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PROJEÇÃO UTM, DATUM WGS 1984. ESCALA APROXIMADA DE EXIBIÇÃO: 1:150.000..... 7
- FIGURA 5 – DIAGRAMA QAP DE STRECKEISEN (1976) PARA AS ROCHAS PLUTÔNICAS COM QUARTZO. 1 – QUARTZOLITO. 2 – GRANITÓIDES RICOS EM QUARTZO. 3 – ALCALI-FELDSPATO GRANITO. 4A – SIENOGANITO. 4B – MONZOGRANITO. 5 – GRANODIORITO. 6 – TONALITO/TRONDHJEMITO. 7 – ÁLCALI-FELDSPATO QUARTZO SIENITO. 8 – QUARTZO SIENITO. 9 – QUARTZO MONZONITO. 10 – QUARTZO MONZODIORITO/QUARTZO MONZOGABRO. 11 – QUARTZO DIORITO/QUARTZO GABRO. 12 – ÁLCALI-FELDSPATO SIENITO. 13 – SIENITO. 14 – MONZONITO. 15 – MONZODIORITO/MONZOGABRO/MONZONORITO. 16 – DIORITO/GABRO/NORITO..... 8
- FIGURA 6 – DIAGRAMA DE STRECKEISEN (1976) PARA ROCHAS GABRÓICAS. .... 9
- FIGURA 7 – MAPA REGIONAL DA BORDA MERIDIONAL DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. MODIFICADO DE CAMPOS ET AL. 2003 (APUD. CAMPOS E CARNEIRO, 2008). LEGENDA: 1 = TERRENOS ARQUEANOS E PALEOPROTEROZÓICO INDIVISOS ; 2 = SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS (NEOARQUEANO); 3 = SUITE SAMAMBAIA-BOM SUCESSO; 4 = SUITE SALTO PARA OPEBA-BABILÔNIA; 5 = SUITE MÁFICA-ULTRAMÁFICA RIBEIRÃO DOS MOTAS (NEOARQUEANO) E MORRO DAS ALMAS; 6 = ROCHAS DIORÍTICAS E GABROICAS (DIQUES E SOLEIRAS) DO NEOARQUEANO, PALEOPROTEROZÓICO E MESOPROTEROZÓICO; 7 = SUPERGRUPO MINAS (PALEOPROTEROZÓICO); 8 =

SEQUENCIAS TIPO 'GREENSTONE' INDISCRIMINADAS DO PALEOPROTEROZÓICO; 9 = SUITE CASSITERITA-TABUÕES; 10 = SUITE RITÁPOLIS; 11 = GRANITOS PÓS 2.0 GA; 12 = GRUPOS SÃO JOÃO DEL REI E ANDRELÂNDIA (MESOPROTEROZÓICO); 13 = COBERTURA CRATÔNICA INDIVISA (NEOPROTEROZÓICO); 14 = FALHAS E FRATURAS (CSZ = ZONA DE CISALHAMENTO CLÁUDIO; JBSZ = ZONA DE CISALHAMENTO JECEABA-BOM SUCESSO; CG L = LINEAMENTO CONGONHAS); 15 = EIXOS DE DOBRA; 16 = PRINCIPAIS LITOTIPOS: GR BS = GRANITO BOM SUCESSO; GR SP = GRANITO SALTO PARAOPEBA; GR M = GRANITO MACHADOS; GR MM = GRANITO MÃE MARIA; GR B = GRANITO BABILÔNIA; Gd SAA = HIPERSTÊNIO-GRANODIORITO SANTO ANTÔNIO DO AMPARO; TN AM = TONALITO ALTO MARANHÃO; GR RS = GRANITO RESSAQUINHA; Td C = TONALITO/TRONDHJEMITO CASSITERITA; Td T = TRONDJEMITO TABUÕES; GR R = GRANITO RITÁPOLIS; GR I = GRANITO ITUTINGA; GR PM = GRANITO PORTO DOS MENDES; BH = CIDADE DE BELO HORIZONTE. (EXTRAÍDO DE CAMPOS & CARNEIRO, 2008; TRADUÇÃO LIVRE).....	16
FIGURA 8 – COLAGEM DE MAPAS GEOLÓGICOS NA ESCALA 1:100.000 DO PROJETO PRONAGEO DA CPRM EM PARCERIA COM AS UNIVERSIDADES (UFRJ, UERJ E UFOP). FOLHAS ALPINÓPOLIS, GUAPÉ, CAMPO BELO, ALFENAS (INÉDITA) E NEPOMUCENO (CEDIDO POR FÁBIO PACIULLO). .....	17
FIGURA 9 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. COM TEXTURA MILONÍTICA. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: N-S. ....	19
FIGURA 10 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS MOSTRANDO BANDAMENTO COMPOSICIONAL COM INTERCALAÇÕES MÁFICAS (COR OCRE). PONTO 97. ORIENTAÇÃO: N-S. ....	19
FIGURA 11 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS EXIBINDO BANDAMENTO COMPOSICIONAL COM INTERCALAÇÕES QUARTZO-FELDSPÁTICAS (COR CINZA). PONTO 97. ORIENTAÇÃO: W-E.....	20
FIGURA 12 – ASPECTO MIGMATÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS MOSTRANDO TEXTURA TIPO <i>SCHLIEREN</i> . PONTO 32. ORIENTAÇÃO: SE-NW.....	21
FIGURA 13 – ASPECTO MIGMATÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS COM TEXTURA <i>SCHOLLEN</i> . PONTO 33. ORIENTAÇÃO: SE-NW. ....	21
FIGURA 14 – HORNBLENDA ORTOGNAISSE FOLIADO MOSTRANDO LENTES MÁFICAS E NIVEIS QUARTZO-FELDSPÁTICOS CONCORDANTES. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.....	22

FIGURA 15 – HORNBLENDA ORTOGNAISSE E HORNBLENDA GRANITO COM CONTATO GRADACIONAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. NOTAR A ESTRUTURA ESTICTOLÍTICA. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: S-N.....	22
FIGURA 16 – ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS CORTADO POR ZONAS DE CISALHAMENTO DE ALTA TEMPERATURA. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: SE-NW. ....	23
FIGURA 17 - DIAGRAMA QAP DE STRECKEISEN (1976) PARA AS ROCHAS PLUTÔNICAS COM QUARTZO COM AS RESPECTIVAS ANÁLISES MODAIS. QUADRADO MARROM – LITOFÁCIES HORNBLENDA GNAISSE ; TRIANGULO MARROM – LITOFÁCIES HORNBLENDA GRANITO; CIRCULO MARROM – LITOFÁCIES GRANODIORITO; CIRCULO VERMELHO – GRANITO PORTO DOS MENDES. 1 – QUARTZOLITO. 2 – GRANITÓIDES RICOS EM QUARTZO. 3 – ALCALI-FELDSPATO GRANITO. 4A – SIENOGANITO. 4B – MONZOGRANITO. 5 – GRANODIORITO. 6 – TONALITO/TRONDHJEMITO. 7 – ÁLCALI-FELDSPATO QUARTZO SIENITO. 8 – QUARTZO SIENITO. 9 – QUARTZO MONZONITO. 10 – QUARTZO MONZODIORITO/QUARTZO MONZOGABRO. 11 – QUARTZO DIORITO/QUARTZO GABRO. 12 – ÁLCALI-FELDSPATO SIENITO. 13 – SIENITO. 14 – MONZONITO. 15 – MONZODIORITO/MONZOGABRO/MONZONORITO. 16 – DIORITO/GABRO/NORITO.....	24
FIGURA 18 - CONTATO ENTRE A LITOFÁCIES GRANODIORITITO E O GNAISSE FOLIADO NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.....	26
FIGURA 19 –GNAISSE FOLIADO CORTADO PELA LITOFÁCIES PEGMATÍTICA. NOTAR A DEFLEXÃO DA FOLIAÇÃO A ESQUERDA DA FOTO. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.....	26
FIGURA 20 – TEXTURA EQUIGRANULAR DO GRANITO PORTO DOS MENDES. OBSERVAR O XENÓLITO DE ORTOGNAISSE A DIREITA (FOTO: FABIO PACIULLO). PONTO 63. ....	28
FIGURA 21 – TEXTURA INEQUIGRANULAR PORFIRÍTICA DO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: NE-SW. ....	29
FIGURA 22 – XENÓLITO DE ROCHA MÁFICA NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: NE-SW.....	29
FIGURA 23 – ENCLAVE NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: S-N. ....	30
FIGURA 24 – XENÓLITOS DE ORTOGNAISSE NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 63. ....	31
FIGURA 25 – DETALHE DO XENÓLITO A DIREITA NA FIGURA 17. PONTO 63. ....	31
FIGURA 26 – DETALHE DO XENÓLITO A ESQUERDA NA FIGURA 17. PONTO 63.....	32

FIGURA 27 – IMAGEM LANDSAT MOSTRANDO OS PRINCIPAIS LINEAMENTOS INTERPRETADOS DA REGIÃO. ....	34
FIGURA 28 – DOBRAS ISOCLINAIS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 125. ORIENTAÇÃO: S-N.....	35
FIGURA 29 – DOBRAS ISOCLINAIS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 18. ORIENTAÇÃO: SSE-NNw. (FOTO: FABIO PACIULLO). ....	35
FIGURA 30 – ESTEREOGRAMA DOS POLOS DA FOLIAÇÃO SN. EM VERMELHO O PLANO MÉDIO QUE CONTÉM OS DOIS FLANCOS DAS DOBRAS SN+1 E SEU PÓLO (EIXO DA DOBRA LN+1=275°/15°).....	36
FIGURA 31 – CRENULAÇÃO SN+1 COM PLANO AXIAL SUB-VERTICAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 97. ORIENTAÇÃO: W-E.....	36
FIGURA 32 – DOBRA SN+1 COM PLANO AXIAL SUB-VERTICAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 99. ORIENTAÇÃO: S-N. ....	37
FIGURA 33 – LINEAÇÃO DE ESTIRAMENTO (LN+1), PARALELA AO LÁPIS, E LINEAÇÃO DE CRENULAÇÃO (LN+2) NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. LÁPIS APONTA PARA O LESTE. LN=91°/10 E LN+1=145°/7°. PONTO 26. ....	38
FIGURA 34 – ESTEREOGRAMA DAS LINEAÇÕES DE ESTIRAMENTO (LN). EM VERDE O PLANO AXIAL DAS DOBRAS SIMÉTRICAS (SN+2) E SEU RESPECTIVO PÓLO. EM VERMELHO O PLANO QUE CONTÉM OS DOIS FLANCOS DESSAS DOBRAS E SEU PÓLO (EIXO). SN+2=97°/79° E LN+2=8°/8°.....	39
FIGURA 35 – FALHAS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W. ..	40
FIGURA 36 – FALHAS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: NW-SE.. ..	40
FIGURA 37 – PLANO DE FALHA REVERSA OBLÍQUA PREENCHIDO POR CLORITA MOSTRANDO ESTRIAS (293°/15°) E 'SLICKENSIDE' INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA ESE, NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.....	41
FIGURA 38- FALHAS E FRATURAS NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: S-N.....	41
FIGURA 39 – PLANO DE FALHA REVERSA PREENCHIDO POR CLORITA NO GRANITO PORTO DOS MENDES (CEDIDA POR FÁBIO PACIULLO). PONTO 39. ORIENTAÇÃO: SSE-NNw.....	42
FIGURA 40 – PLANO DE FALHA PREENCHIDO POR CLORITA MOSTRANDO ESTRIAS (313°/75°) E 'SLICKENSIDE' INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA SE, NO GRANITO PORTO DOS MENDES. DETALHE DA FIGURA 39. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: NE-SW. ....	43



FIGURA 44 – ESTILPOMELANO E EPÍDOTO SUBSTITUÍDO HORNBLENDA NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33.....	45
FIGURA 45 – HORNBLENDA MARROM SOBRESCRESCIDA POR HORNBLENDA VERDE, ACTINOLITA E ESTILPOMELANO FORMANDO UMA TEXTURA EM CORONA. DIQUE DE METAGABRO. PONTO 38. ....	46
FIGURA 46 – BIOTITA PARCIALMENTE SUBSTITUÍDA POR CLORITA E EPÍDOTO NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33.....	47
FIGURA 47 – PLAGIOCLÁSIO ALTERANDO PARA SERICITA, EPIDOTO E CALCITA, COM INCLUSÃO DE BIOTITA E MUSCOVITA NA BORDA. COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ....	48
FIGURA 48 – INDICADOR CINEMÁTICO DO TIPO SIGMA SINISTRAL, INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA NW. COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: NW-SE.....	49
FIGURA 49 – PLANO C' CORTA A FOLIAÇÃO MILONÍTICA INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE. ORTOGNAISSE GRANÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 144. ORIENTAÇÃO: S-N.....	50
FIGURA 50 – <i>SHEAR BAND</i> SINISTRAL EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS (FOTO: FÁBIO PACIULLO). PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW. ....	51
FIGURA 51 – ESTRUTURA EM DOMINÓ COM MOVIMENTO DESTAL INTERNO E SINISTRAL EXTERNO, INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA ENE. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW. ....	52
FIGURA 52 – SIGMA E DOBRAS ASSIMÉTRICAS DESTRAIS, COM TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 26. ORIENTAÇÃO: W-E. ....	53
FIGURA 53 – DELTA DESTAL, COM TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 26. ORIENTAÇÃO: W-E .....	54
FIGURA 54 – 'PEIXE' DE FOLIAÇÃO (BIOTITA) DESTAL E FOLIAÇÃO OBLIQUA (QUARTZO) SINISTRAL. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW.....	55
FIGURA 55 – PROCESSO DE <i>BOUDINAGE</i> EM PORFIROCLASTO DE PLAGIOCLÁSIO COM <i>KINK BANDS</i> E FRATURAMENTO TIPO MOSAICO. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 29. ORIENTAÇÃO: E-W.....	56
FIGURA 56 – PLANO C' INDICANDO MOVIMENTO DE TOPO PARA ENE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW.....	57

FIGURA 57 – FALHAS CORTANDO A FOLIAÇÃO MILONÍTICA EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114.....	58
FIGURA 58 – FALHAS DE ALTO ANGULO DE MERGULHO CORTANDO FALHAS DE MAIS BAIXO ANGULO DE MERGULHO EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114. ....	59
FIGURA 59 – BRECHA DE FALHA EM GNAISSE MILONÍTICO COM PREENCHIMENTO DE CLORITA EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114 . ....	60
FIGURA 60 – PLANO DE FALHA PREENCHIDO POR CLORITA, EXIBINDO UM CISALHAMENTO ASSOCIADO À REATIVAÇÃO DESSAS FALHAS. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114. ....	61
FIGURA 61 – CRISTAL DE QUARTZO COM EXTINÇÃO ONDULANTE E RECRISTALIZAÇÃO DINÂMICA DO TIPO <i>BULGING</i> . GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ....	62
FIGURA 62 – CRISTAIS DE QUARTZO RECRISTALIZADOS POR <i>SUBGRAIN ROTATION</i> E <i>BULGING</i> NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 135.....	63
FIGURA 63 – CRISTAIS DE QUARTZO RECRISTALIZADOS POR <i>BULGING</i> E <i>SUBGRAIN ROTATION</i> NO GRANITO PORTO DOS MENDES. O CRISTAL DE MICROCLINA APRESENTA RECRISTALIZAÇÃO POR <i>SUBGRAIN ROTATION</i> . PONTO 83. ....	64
FIGURA 64 – PORFIROCLASTO DE MICROCLINA FRAGMENTADO EM MOSAICO NO GRANITO PORTO DOS MENDES. CRISTAIS DE QUARTZO MOSTRAM INTENSA RECRISTALIZAÇÃO POR <i>BULGING</i> E <i>SUBGRAIN ROTATION</i> . PONTO 83.....	65

## ***Lista quadros***

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DO TAMANHO DOS CRISTAIS (WILLIAMS <i>ET AL.</i> , 1970). .....	10
QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE COR. PERCENTUAL DE MINERAIS MÁFICOS. STRECKEISEN (1976). .....	10
QUADRO 3 – CLASSIFICAÇÃO DA TEXTURA MILONÍTICA EM RELAÇÃO AO PERCENTUAL DE MINERAIS RECRISTALIZADOS SEGUNDO SIBSON, 1977 ( <i>APUD</i> . TROUW <i>ET AL.</i> 2010). ..	10
QUADRO 4 – CLASSIFICAÇÃO DAS TEXTURAS MILONÍTICAS EM RELAÇÃO AO GRAU METAMÓRFICO SEGUNDO TROUW <i>ET AL.</i> (2010). .....	11
QUADRO 5 – PRINCIPAIS EVENTOS TECTONOMAGMÁTICOS ARQUEANOS NA PARTE SUL DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, BASEADOS EM DADOS U/Pb E Sm/Nd.(EXTRAÍDO DE TEIXEIRA ET AL. 2000; TRADUÇÃO LIVRE) .....	13
QUADRO 6 – PARAGÊNESES METAMÓRFICAS EM ROCHAS MÁFICAS. (EXTRAÍDO DE YARDLEY, 2004). .....	44

## **Sumario**

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA QUADROS</b> .....	<b>XV</b>
<b>SUMARIO</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. LOCALIZAÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVO .....	2
1.3. METODOLOGIA .....	2
1.3.1 <i>Trabalhos de Escritório</i> .....	2
1.3.2 <i>Trabalhos de Campo</i> .....	5
1.3.3 <i>Trabalhos de Laboratório</i> .....	7
<b>2. GEOLOGIA REGIONAL</b> .....	<b>12</b>
<b>3. UNIDADES DE MAPEAMENTO</b> .....	<b>18</b>
3.1 COMPLEXO CAMPOS GERAIS .....	18
3.2 GRANITO PORTO DOS MENDES.....	27
3.3 DIQUES DE METAGABRO .....	32
3.4 DIQUES DE ROCHA MÁFICA NÃO DEFORMADOS .....	33
<b>4. GEOLOGIA ESTRUTURAL</b> .....	<b>34</b>
<b>5. METAMORFISMO</b> .....	<b>44</b>
<b>6. ANÁLISE CINEMÁTICA</b> .....	<b>49</b>
6.1 COMPLEXO CAMPOS GERAIS .....	50
6.2 GRANITO PORTO DOS MENDES.....	61
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>68</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>72</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>73</b>

## 1. Introdução

O presente trabalho mostra o resultado do mapeamento geológico, realizado no segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010, para a disciplina Estágio de Campo IV (IGL U08), sob orientação do professor D.Sc. Fábio Vito Pentagna Paciullo.

### 1.1. Localização

A área possui aproximadamente 260 km<sup>2</sup> e está localizada ao sul do estado de Minas Gerais, entre os paralelos 21°00'S – 21°15'S e os meridianos 45°30'W – 46°00'W (Fig. 1). As principais cidades da região são: Campos Gerais, Campo do Meio e Boa Esperança, sendo a BR 369 e MG 167 as rodovias mais importantes (Fig. 2).

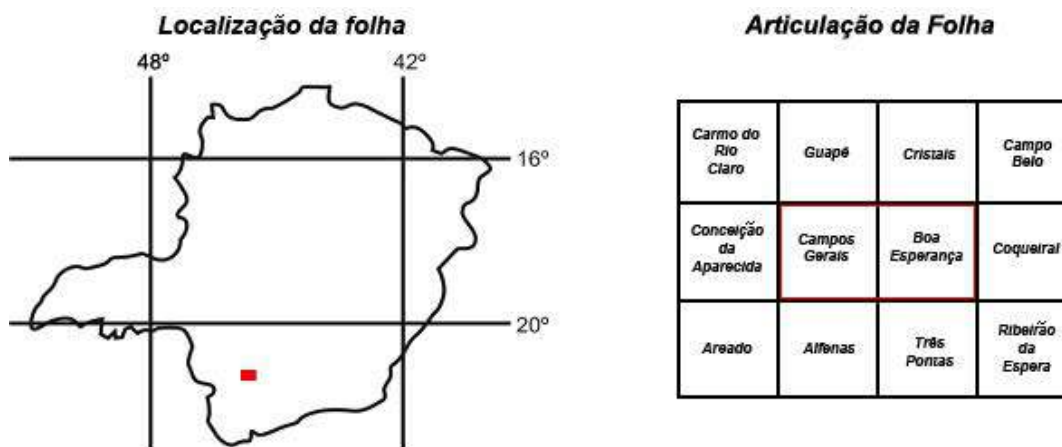


FIGURA 1 – ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS CAMPOS GERAIS (SF-23-I-I-1) E BOA ESPERANÇA (SF-23-V-D-II-2), ESCALA: 1:50.000



FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE BOA ESPERANÇA (A) E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO. EXTRAÍDO DO SOFTWARE *GOOGLE MAPS*.

## 1.2. Objetivo

O principal enfoque deste trabalho é a caracterização das unidades litológicas, das diversas fases deformacionais, eventos metamórficos e cinemática das zonas de cisalhamento que ocorrem na área de estudo. Assim como, gerar dados para serem integrados a uma das linhas de pesquisa do Setor de Geologia Regional, do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sobre a evolução geotectônica pré-cambriana ao sul do estado de Minas Gerais.

## 1.3. Metodologia

### 1.3.1 Trabalhos de Escritório

Os trabalhos de gabinete foram desenvolvidos antes e depois das etapas de campo. Consistiram nas seguintes atividades:

- levantamento bibliográfico;
- aquisição da base topográfica;
- análise das imagens de satélite (*LANDSAT*) e do modelo digital de elevação (MDE);
- produção de mapa geológico 1:50.000 no programa SIG (anexo 1);
- confecção de estereogramas utilizando o programa *StereoWin 1.2*;

- elaboração do Relatório Final e apresentação.

A base topográfica utilizada possui escala 1:50.000 e está inserida nas folhas Campos Gerais (SF-23-I-I-1) e Boa Esperança (SF-23-V-D-II-2), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram analisadas imagens de satélite do projeto *GeoCover Landsat* (Fig. 3) e modelos digitais de elevação do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), ambos da NASA, para visualização e interpretação de estruturas e contatos geológicos além de apresentação dos dados.

As informações obtidas em campo foram inseridas na plataforma *ARCGIS 9.3* e georreferenciados no sistema de coordenadas *WGS 1984* em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM). Os dados estruturais foram plotados no programa *Stereowin 1.2*, com projeção estereográfica no hemisfério inferior em rede de equiárea. As informações estruturais descritas nesse trabalho (texto e legendas) estão no formato azimute do sentido de mergulho/mergulho, já as figuras retiradas do programa *Stereowin 1.2* possuem anotações direção/mergulho mas que são devidamente convertidas ao final de suas respectivas legendas.

Todas as figuras foram editadas no programa *Adobe Photoshop*. O relatório final foi digitado no programa *Microsoft Word* e posteriormente convertido em *Portable Document Format (PDF)*. A apresentação foi feita no programa *Adobe InDesign* no formato *PDF*.



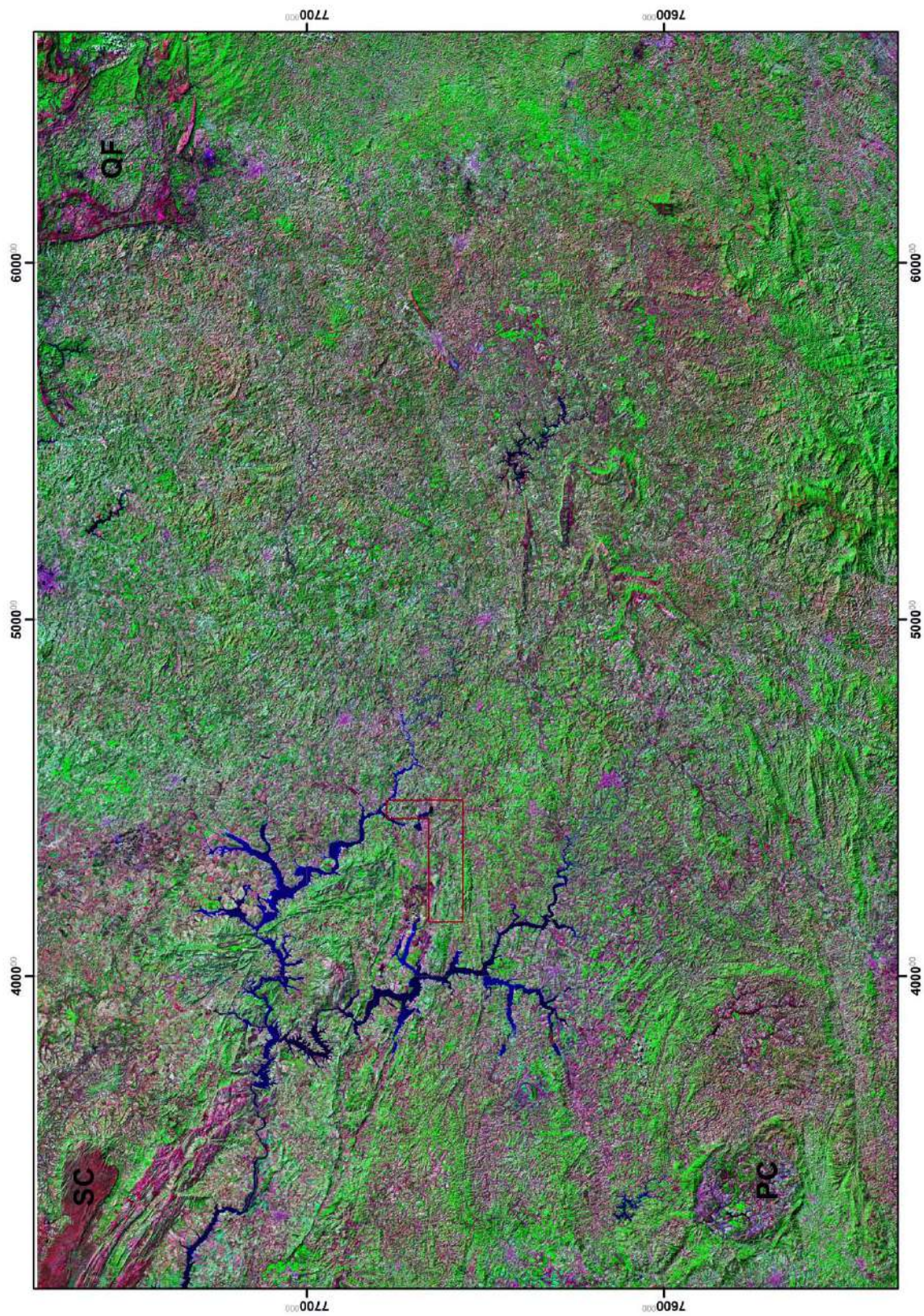




FIGURA 3 – IMAGEM *LANDSAT* DO SUDESTE DO BRASIL MOSTRANDO A ÁREA DE ESTUDO COMO POLÍGONO VERMELHO. SC= SERRA DA CANASTRA, QF= QUADRILÁTERO FERRÍFERO E PC= POÇOS DE CALDAS. PROJEÇÃO UTM, DATUM *WGS 1984*. ESCALA APROXIMADA: 1:1.500.000. (MODIFICADO: NASA. PROJETO: *MRSID* ).

### 1.3.2 Trabalhos de Campo

Foram realizadas duas etapas de campo, em setembro de 2009 e abril de 2010, totalizando 20 dias de trabalho, 144 pontos marcados (Fig. 4), 126 amostras coletadas e 33 laminas confeccionadas. Para as atividades de campo os equipamentos específicos utilizados foram: martelo geológico (*Estwing e Picard*), marreta de 3Kg, bússola *Brunton (Eclipse Pro)*, lupa de 10x e 20x (*Bausch & Lomb*), *GPS Garmin (e-trex summit)*, peróxido de hidrogênio e um magneto. A escala de mapeamento escolhida foi de 1:50.000 pois a região possui poucos afloramentos, exceto nas serras do Amargoso, das Pedras e do Leitão onde afloram rochas com menor grau de alteração.

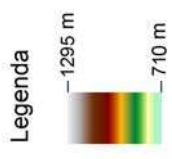
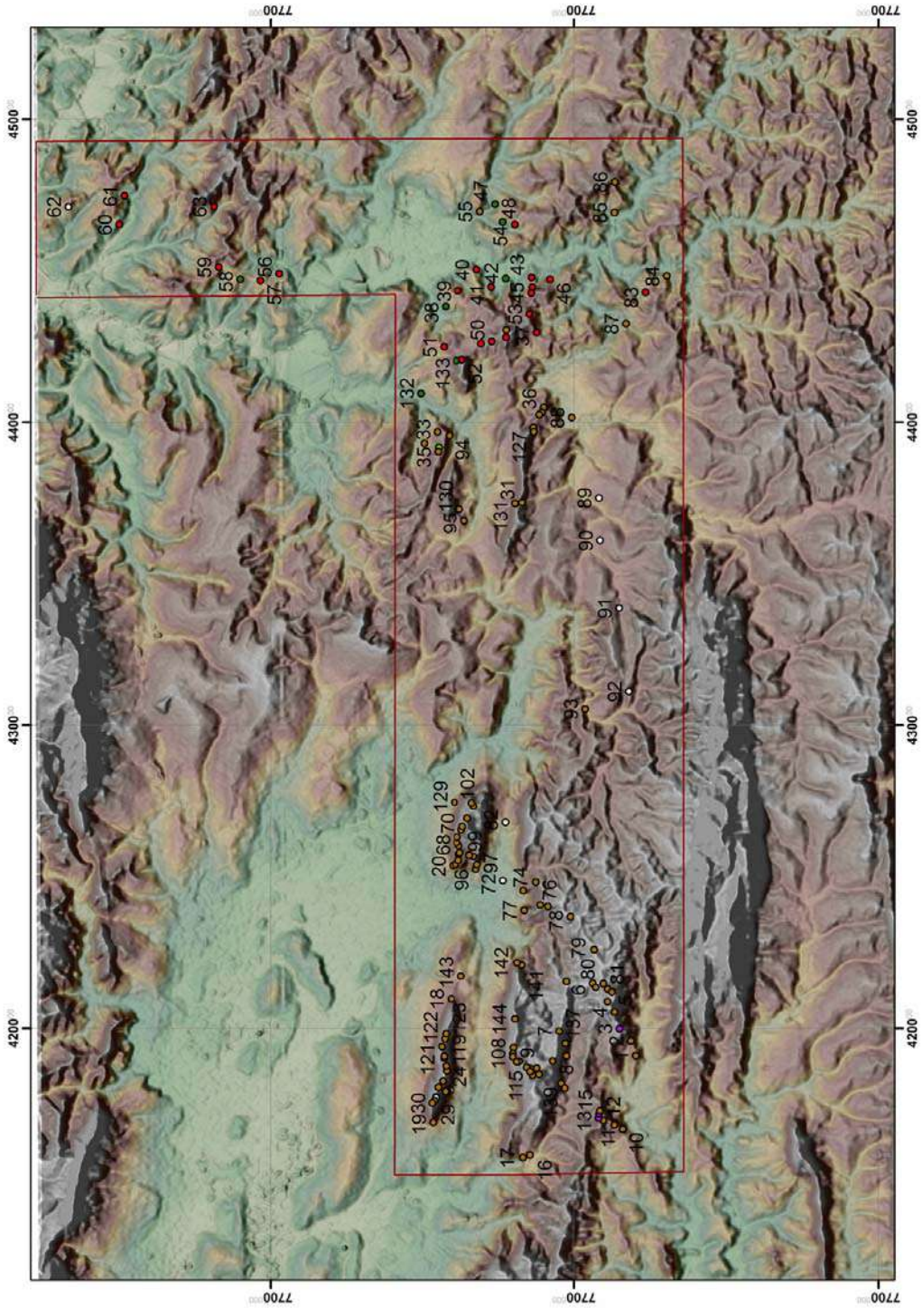


FIGURA 4 – COMPOSIÇÃO DE MDE MOSTRANDO O LIMITE DA ÁREA MAPEADA (POLÍGONO VERMELHO) E OS PONTOS PLOTADOS. LEGENDA DOS PONTOS, BRANCO: PONTO DE CONTROLE; VERDE CLARO: DIQUES DE DIABÁSIO; VERDE ESCURO: DIQUES DE METAGABRO; VERMELHO: GRANITO PORTO DOS MENDES; MARROM: COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PROJEÇÃO UTM, DATUM WGS 1984. ESCALA APROXIMADA DE EXIBIÇÃO: 1:150.000.

### **1.3.3 Trabalhos de Laboratório**

Esta atividade foi realizada durante o primeiro semestre de 2010, no Laboratório de Microscopia e na sala J2-020 do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e inclui a análise petrográfica e cinemática das 30 lâminas confeccionadas por Tarcísio Raymundo de Abreu, no Laboratório de laminação do Departamento de Geologia. As descrições foram feitas em microscópio Ortoplan Zeiss, modelo L e Nikon modelo Eclipse.

Nas amostras onde a deformação não é tão intensa foram realizadas análises modais, de 8 visadas por lâmina. Nas descrições petrográficas de campo e laboratório foram utilizados os seguintes critérios para classificação de rochas ígneas (Fig. 5 e 6), tamanho dos cristais (Quadro 1), índice de cor (Quadro 2), para o grau de recristalização (Quadro 3), e quanto ao grau metamórfico das texturas miloníticas (Quadro 4).

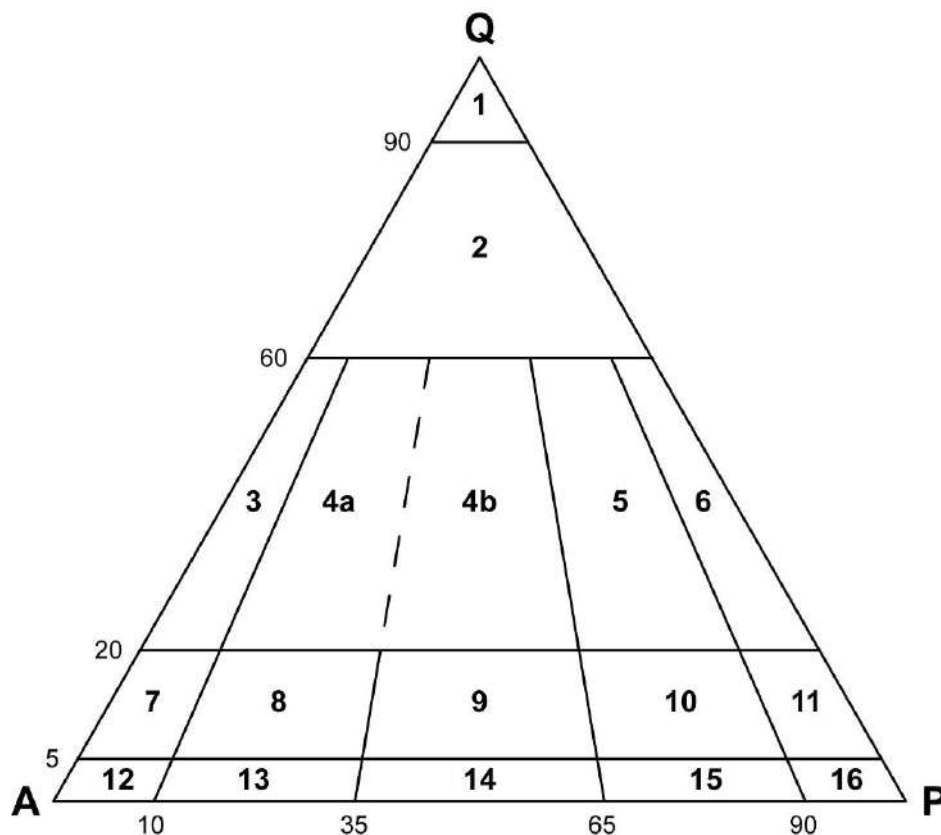


FIGURA 5 – DIAGRAMA QAP DE STRECKEISEN (1976) PARA AS ROCHAS PLUTÔNICAS COM QUARTZO. 1 – QUARTZOLITO. 2 – GRANITÓIDES RICOS EM QUARTZO. 3 – ÁLCALI-FELDSPATO GRANITO. 4A – SIENOGANITO. 4B – MONZOGANITO. 5 – GRANODIORITO. 6 – TONALITO/TRONDHJEMITO. 7 – ÁLCALI-FELDSPATO QUARTZO SIENITO. 8 – QUARTZO SIENITO. 9 – QUARTZO MONZONITO. 10 – QUARTZO MONZODIORITO/QUARTZO MONZOGABRO. 11 – QUARTZO DIORITO/QUARTZO GABRO. 12 – ÁLCALI-FELDSPATO SIENITO. 13 – SIENITO. 14 – MONZONITO. 15 – MONZODIORITO/MONZOGABRO/MONZONORITO. 16 – DIORITO/GABRO/NORITO.

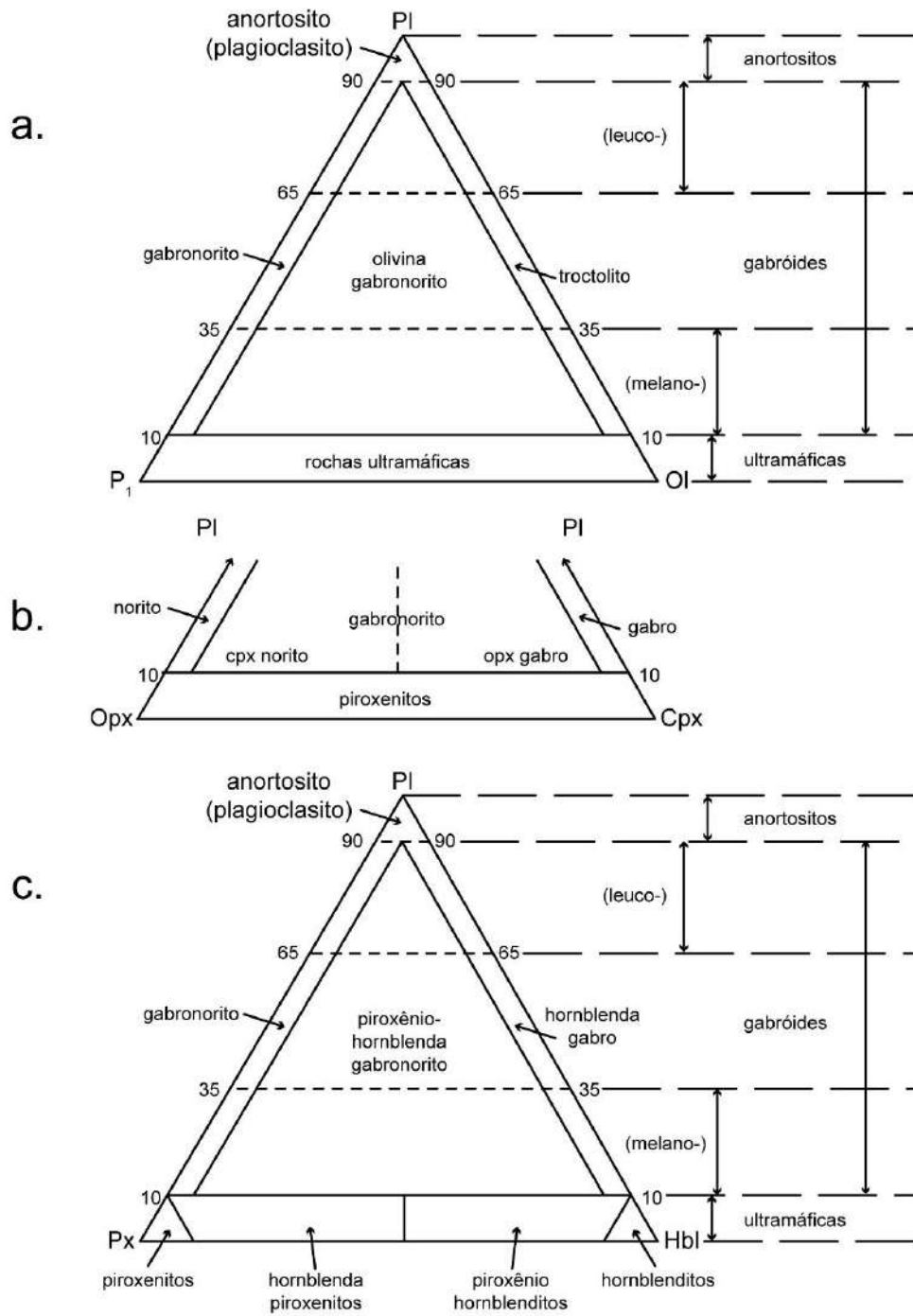


FIGURA 6 – DIAGRAMA DE STRECKEISEN (1976) PARA ROCHAS GABRÓICAS.

<b>Classificação</b>	<b>Tamanho dos cristais</b>
Fina	< 1 mm
Média	1 – 5 mm
Grossa	5 mm – 3 cm
Muito grossa	> 3 cm

Quadro 1 – Classificação do tamanho dos cristais (Williams *et al.*, 1970).

<b>Classificação</b>	<b>Percentual de minerais máficos</b>
Hololeucocrática	0 – 5 %
Leucocrática	5 – 35 %
Mesocrática	35 – 65 %
Melanocrática	65 – 90 %
Ultramáfica	90 – 100 %

Quadro 2 – Classificação do índice de cor. Percentual de minerais máficos. Streckeisen (1976).

<b>Classificação</b>	<b>Percentual de minerais recristalizados</b>
Protomilonito	10 – 50 %
Milonito	50 – 90 %
Ultramilonito	> 90 %

Quadro 3 – Classificação da textura milonítica em relação ao percentual de minerais recristalizados segundo Sibson, 1977 (*apud*. Trouw *et al.* 2010).

<b>Classificação</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Aspectos</b>
Baixo grau	250 – 500 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Feldspatos fraturados;</li> <li>– Quartzo com recristalização tipo <i>bulging</i>, raramente tipo <i>subgrain rotation</i>, e extinção ondulante;</li> <li>– Contatos bruscos entre protomilonitos, milonitos e ultramilonitos.</li> </ul>
Médio grau	500 – 650 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Recristalização total dos cristais de quartzo, normalmente por <i>subgrain rotation</i>;</li> <li>– Feldspatos recristalizados formando estruturas manto-núcleo e com extinção ondulante.</li> </ul>
Alto grau	> 650 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fitas de quartzo recristalizados por <i>grain boundary migration</i>;</li> <li>– Feldspatos recristalizados em agregados cristaloblásticos poligonais e com rara ou nenhuma estrutura manto-núcleo;</li> <li>– Indicadores cinemáticos simétricos;</li> <li>– Recristalização de hornblenda e ortopiroxênio.</li> </ul>

Quadro 4 – Classificação das texturas miloníticas em relação ao grau metamórfico segundo Trouw *et al.* (2010).

## **2. Geologia Regional**

A área de estudo está inserida no limite do cráton do São Francisco (Almeida 1967; 1977; *apud.* Alkmin 2004), pois exhibe deformação Brasiliana em quase toda a sua extensão, exceto no setor NE. No âmbito da faixa Brasília corresponde ao domínio do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio (Morales & Hasui, 1993) exibindo intensa deformação dúctil e rúptil, e no limite entre a nappe Passos e a nappe Luminárias.

Os complexos metamórficos da borda sul do cráton do São Francisco registram a evolução crustal arqueana conforme o modelo de Teixeira et al. 2000 (Quadro 5), resumidos em três estágios de crescimento de populações de zircão associados à geração de magmas. Posteriormente durante a Orogenia Rio das Velhas ocorre retrabalhamento da crosta, intrusão de diques gabro-noríticos associados à corpos máficos-ultramáficos, seguidos de granitogênese e migmatização encerrando os eventos arqueanos.

O principal modelo evolutivo paleoproterozoico para área cratônica, proposto por Campos (2004), divide dois fragmentos crustais separados pela zona de cisalhamento Jeceaba-Bom Sucesso (Fig. 7): a noroeste ocorre um terreno Arqueano de evolução policíclica representado pelos complexos Campo Belo, Belo Horizonte, Bonfim, Campos Gerais e 'Greenstone Belts' Rio da Velhas e Piumhi; a sudeste, um terreno Paleoproterozóico composto por granitóides (Suítes Cassiterita-Tabuões, Ritápolis e São Tiago), seqüências tipo 'Greenstone' (Rio das Mortes e Barbacena) e diques de meta-gabro denominado Cinturão Mineiro por Teixeira & Figueiredo (1991). Ainda segundo Campos a evolução tectônica paleoproterozoica desse cinturão envolve uma dupla subducção; a primeira com mergulho para sudoeste formando um arco no continente arqueano, que posteriormente colidiu com um arco de ilhas (tipo islândico). A segunda com mergulho para nordeste culminou com uma colisão do tipo arco-continente onde o Lineamento Jeceaba-Bom Sucesso funcionou como uma falha de transferência.



Idade (Ma)	Características da evolução crustal da borda sul do cráton do São Francisco
3.205 ± 25	Surgimento da crosta continental antiga, compatível com as idades $T_{DM}$ de 3,25 Ga. Formação do <i>greenstone belt</i> Piumhi e correlatos.
3.047 ± 25	(1) Maior geração de crosta do complexo Campo Belo e acreção magmática progressiva. Os gnaisses possuem assinatura dos isótopos de Pb compatível com evolução mantélica em estágio único, produzindo idades $T_{DM}$ entre 3,0 e 2,9 Ga. Origem dos protólitos do gnaiss Belo Horizonte (3), assim como parte dos protólitos do gnaiss Bonfim. Metamorfismo em fácies granulito.
2.860 ± 10 à 2.839 ± 17	(1) Cristalização do material do neossoma nos migmatitos, assim como retrabalhamento da crosta TTG (2 e 3).
2.778 – 2.698	Formação da suíte TTG Bonfim e <i>greenstone belt</i> Rio das Velhas (incluindo Congonhas e Caeté). A orogenia Rio das Velhas (2). Retrabalhamento crustal e intrusão de corpos máficos-ultramáficos e diques gabro-noríticos (1). Granitóides intrusivos em todo terreno (1 e 2) e migmatização regional (2). Colagem progressiva do terreno começando a 2.780 Ma.
2.612 – 2.593	Intrusões de granitóides pós-tectônicos após amalgamentos e estabilização final da crosta.
Dados compilados de: Carneiro et al. 1998a; Teixeira et al. 1996, 1998a; Noce et al. 1998.	
Obs: (1) Terreno migmatítico Campo Belo; (2) Domo Bonfim; (3) Domo Belo Horizonte	

Quadro 5 – Principais eventos tectonomagmáticos arqueanos na parte sul do cráton do São Francisco, baseados em dados U/Pb e Sm/Nd. (Extraído de Teixeira *et al.* 2000; tradução livre)

O complexo Campos Gerais, denominado por Cavalcante *et al.* (1979), é composto por gnaisses, anfíbolitos e metassedimentos e constitui a principal unidade lito-estratigráfica da região. Uma subdivisão em três domínios é proposta, sendo o domínio Conceição da Aparecida o que inclui o presente estudo, e Jacuí e Nova Resende os demais. Posteriormente Machado Filho *et al.* (1983) mantém a denominação do complexo para o conjunto de rochas de milonito-gnaisses, filonitos, granitóides cataclásados, metabasitos e calcossilicatadas que se estendem, ao norte

das cidades de Alfenas, São Sebastião até Lavras. Wernick & Fiori (1981) descrevem uma faixa com reativação de zonas de fraqueza da cidade de Cássia até Barbacena, passando por Campo do Meio, nomeada Zona Rúptil Cássia-Barbacena; renomeada posteriormente por Wernick *et al.* (1981) para Zona Rúptil Nova Resende-Barbacena (*apud.* Machado Filho *et al.* 1983).

Na década de 1990 Szabó *et al.* (1993) separam rochas metamáficas e metassedimentares da parte sul do complexo e as denominam de Complexo Petúnia; e Morales & Hasui (1993) denominam a Zona Rúptil de Nova Resende-Barbacena de Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio na área de estudo.

Paciullo *et al.* (2007) consideram os Complexos Campos Gerais e Campo Belo como a mesma unidade estratigráfica (Fig. 8) diferindo apenas em fácies metamórficas anfíbolito e granulito, respectivamente, para os complexos. Além disso, excluí as unidades metassedimentares mais jovens considerando apenas os ortognaisses com intercalações de anfíbolito e biotita-xistos como pertencentes ao complexo Campos Gerais.

Turbay (2009) considera o Complexo Campos Gerais como ortognaisses Mesoarqueanos (unidades litoestratigráficas Campos Gerais e Mamdembo), granitóides Neoarqueanos (unidade litoestratigráfica Metatonalito) e granitos Paleoproterozóicos (unidades litoestratigráficas Grão Mongol e Itapixé), mantendo a classificação proposta por Paciullo e colaboradores de exclusão das unidades metassedimentares.

O granito Porto dos Mendes, unidade aflorante na área mapeada, foi denominado por Cavalcante *et al.* (1979) e individualizado por Machado Filho *et al.* (1983) como uma unidade distinta do Complexo Lavras. É considerado por diversos autores como um corpo pós-tectônico, em relação ao Evento Transamazônico, e área tectonicamente estável durante o evento Brasileiro. Noce *et al.* (2000) classificam o granito como peraluminoso, de idade  $T_{dm}$  entre 3,07 e 2,62 Ga além de isócrona de Rb-Sr entre 2124 e 2041 Ma, sugerem ainda uma mistura de fontes mantélicas e crustais.

Diversos diques máficos cortam as unidades de litotipos variados. Carneiro *et al.* (2006) separam três famílias de diques de composição gabróica em dois sistemas diferentes denominados Timboré e Lençóis (1 e 2).

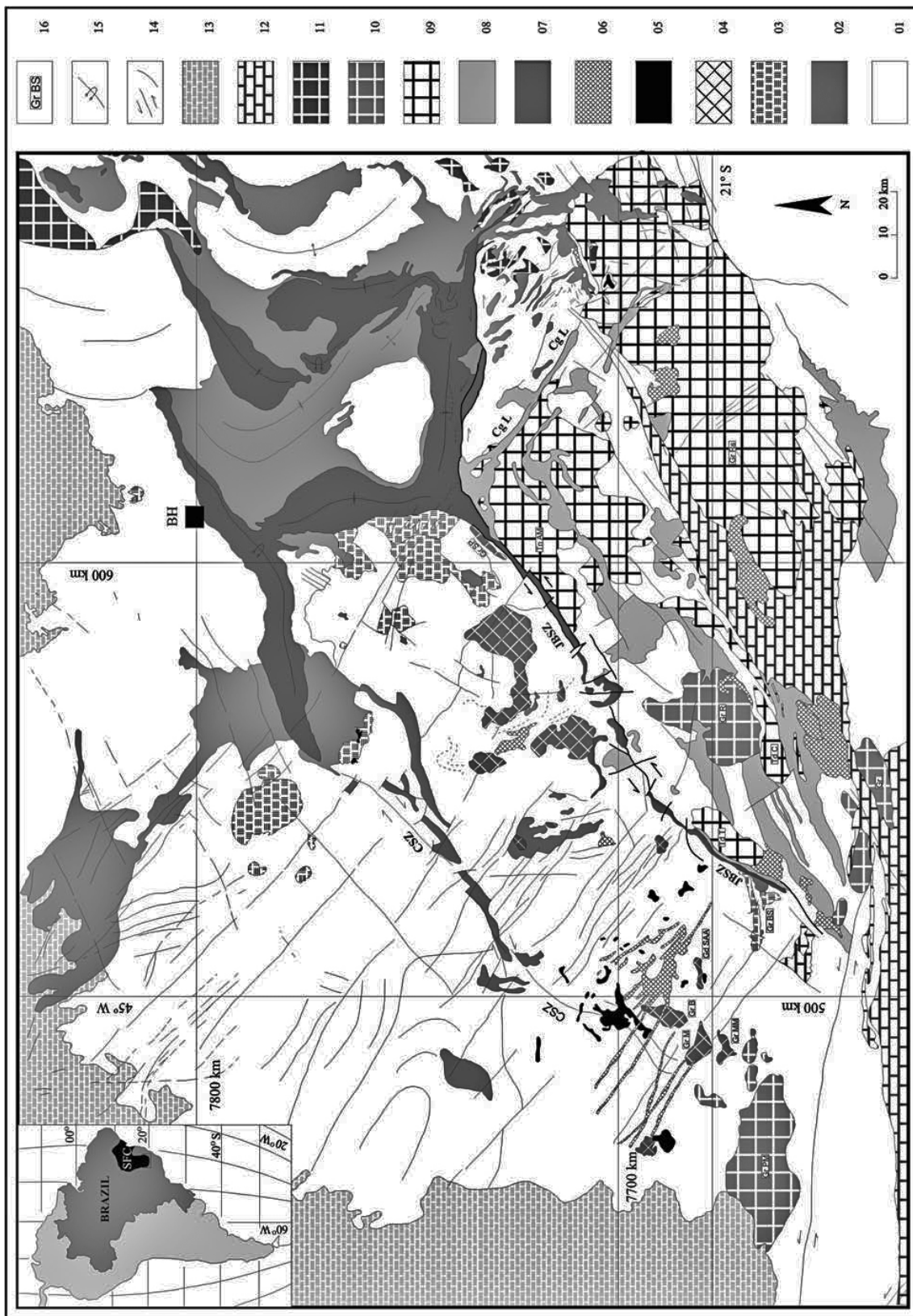


FIGURA 7 – MAPA REGIONAL DA BORDA MERIDIONAL DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO.

MODIFICADO DE CAMPOS ET AL. 2003 (APUD. CAMPOS E CARNEIRO, 2008). LEGENDA:

1 = TERRENOS ARQUEANOS E PALEOPROTEROZÓICO INDIVISOS ; 2 = SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS (NEOARQUEANO); 3 = SUÍTE SAMAMBAIA-BOM SUCESSO; 4 = SUÍTE SALTO PARAPEBA-BABILÔNIA; 5 = SUÍTE MÁFICA-ULTRAMÁFICA RIBEIRÃO DOS MOTAS (NEOARQUEANO) E MORRO DAS ALMAS; 6 = ROCHAS DIORÍTICAS E GABROICAS (DIQUES E SOLEIRAS) DO NEOARQUEANO, PALEOPROTEROZÓICO E MESOPROTEROZÓICO; 7 = SUPERGRUPO MINAS (PALEOPROTEROZÓICO); 8 = SEQÜÊNCIAS TIPO 'GREENSTONE' INDISCRIMINADAS DO PALEOPROTEROZÓICO; 9 = SUÍTE CASSITERITA-TABUÕES; 10 = SUÍTE RITÁPOLIS; 11 = GRANITOS PÓS 2.0 GA; 12 = GRUPOS SÃO JOÃO DEL REI E ANDRELÂNDIA (MESOPROTEROZÓICO); 13 = COBERTURA CRATÔNICA INDIVISA (NEOPROTEROZÓICO); 14 = FALHAS E FRATURAS (CSZ = ZONA DE CISALHAMENTO CLÁUDIO; JBSZ = ZONA DE CISALHAMENTO JECEABA-BOM SUCESSO; CG L = LINEAMENTO CONGONHAS); 15 = EIXOS DE DOBRA; 16 = PRINCIPAIS LITOTIPOS: GR BS = GRANITO BOM SUCESSO; GR SP = GRANITO SALTO PARAPEBA; GR M = GRANITO MACHADOS; GR MM = GRANITO MÃE MARIA; GR B = GRANITO BABILÔNIA; Gd SAA = HIPERSTÊNIO-GRANODIORITO SANTO ANTÔNIO DO AMPARO; TN AM = TONALITO ALTO MARANHÃO; GR Rs = GRANITO RESSAQUINHA; Td C = TONALITO/TRONDHEJEMITO CASSITERITA; Td T = TRONDHEJEMITO TABUÕES; GR R = GRANITO RITÁPOLIS; GR I = GRANITO ITUTINGA; GR PM = GRANITO PORTO DOS MENDES; BH = CIDADE DE BELO HORIZONTE.(EXTRAÍDO DE CAMPOS & CARNEIRO, 2008; TRADUÇÃO LIVRE)

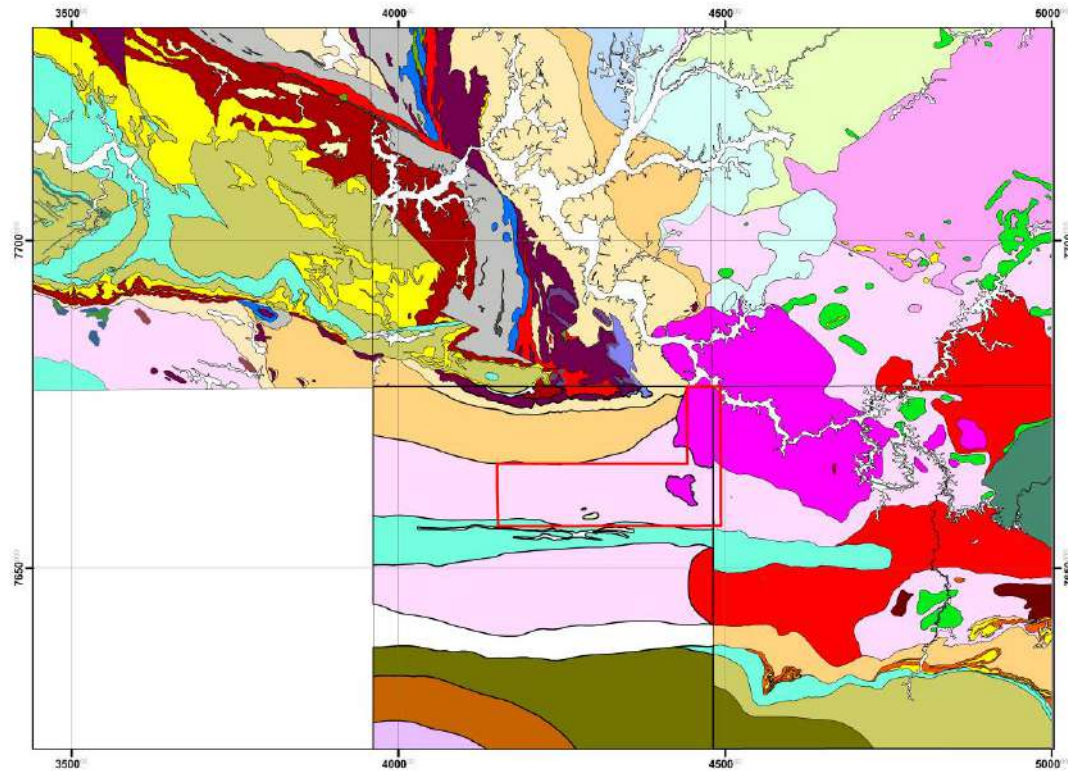


FIGURA 8 – COLAGEM DE MAPAS GEOLÓGICOS NA ESCALA 1:100.000 DO PROJETO PRONAGEO DA CPRM EM PARCERIA COM AS UNIVERSIDADES (UFRJ, UERJ E UFOP). FOLHAS ALPINÓPOLIS, GUAPÉ, CAMPO BELO, ALFENAS (INÉDITA) E NEPOMUCENO (CEDIDO POR FÁBIO PACIULLO).

### **3. Unidades de Mapeamento**

Foram reconhecidas quatro unidades de mapeamento: migmatito do Complexo Campos Gerais (Cavalcante *et al.* 1977), granito Porto dos Mendes (Machado Filho *et al.* 1983), diques de metagabro e diques de diabásio. O presente estudo não utiliza amplamente a divisão de Turbay (2009) por falta de dados geoquímicos e geocronológicos. Foram observados em campo registros de intensa deformação das rochas e intenso intemperismo e erosão do substrato da região

#### **3.1 Complexo Campos Gerais**

Denominado por Cavalcanti *et al.* (1977) como conjunto de rochas gnáissicas, graníticas, máficas, ultramáficas e metassedimentos com intensa deformação cataclástica. Neste trabalho será considerado como um conjunto de ortognaisses e granitóides excluindo o granito Porto dos Mendes e as unidades metassedimentares da serra do Paraíso, Macuco e Campos Gerais mapeadas por Carvalho (2010) em seu trabalho de conclusão de curso, e mantendo a proposta de Paciullo *et al* (2007).

A maioria dos afloramentos mostram as rochas desse complexo intensamente deformadas, apresentando textura milonítica e bandamento composicional (Fig. 9, 10, 11, 28, 29, 31, 32, 33 e 36). Isso foi observado nas Serras do Amargoso, da Santa Catarina, das Pedras e do Leitão (Anexo 1). São classificadas em geral como ortognaisses, possuindo porfiroclastos de plagioclásio e microclina, raramente de hornblenda e sua matriz é composta principalmente por quartzo, biotita e epídoto com granulometria muito fina.





FIGURA 9 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. COM TEXTURA MILONÍTICA. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: N-S.



FIGURA 10 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS MOSTRANDO BANDAMENTO COMPOSICIONAL COM INTERCALAÇÕES MÁFICAS (COR OCRE). PONTO 97. ORIENTAÇÃO: N-S.



FIGURA 11 – AFLORAMENTO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS EXIBINDO BANDAMENTO COMPOSICIONAL COM INTERCALAÇÕES QUARTZO-FELDSPÁTICAS (COR CINZA). PONTO 97. ORIENTAÇÃO: W-E.

Essa unidade não deformada intensamente ocorre como um gnaiss migmatítico (Fig. 12, 13, 14, 16, 18, 19, 35 e 37) cortado por pequenas zonas de cisalhamento de alta temperatura (Fig. 16), as vezes preenchidas por pegmatitos. Possui composições granodioríticas a monzograníticas (Fig. 17), com texturas que variam desde inequigranular seriada à porfirítica, fina à média e xenomórfica à hipidiomórfica. Apresentam quartzo, microclina, plagioclásio, hornblenda e biotita como minerais essenciais, apatita, zircão, titanita, allanita, epídoto, rutilo e opacos como acessórios; além de clorita, sericita, estilplomelano e epídoto como secundários.





FIGURA 12 – ASPECTO MIGMATÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS MOSTRANDO TEXTURA TIPO *SCHLIEREN*. PONTO 32. ORIENTAÇÃO: SE-NW.



FIGURA 13 – ASPECTO MIGMATÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS COM TEXTURA *SCHOLLEN*. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: SE-NW.





FIGURA 14 – HORNBLENDA ORTOGNAISSE FOLIADO MOSTRANDO LENTES MÁFICAS E NIVEIS QUARTZO-FELDSPÁTICOS CONCORDANTES. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.



FIGURA 15 – HORNBLENDA ORTOGNAISSE E HORNBLENDA GRANITO COM CONTATO GRADACIONAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. NOTAR A ESTRUTURA ESTICTOLÍTICA. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: S-N.





FIGURA 16 – ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS CORTADO POR ZONAS DE CISALHAMENTO DE ALTA TEMPERATURA. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: SE-NW.

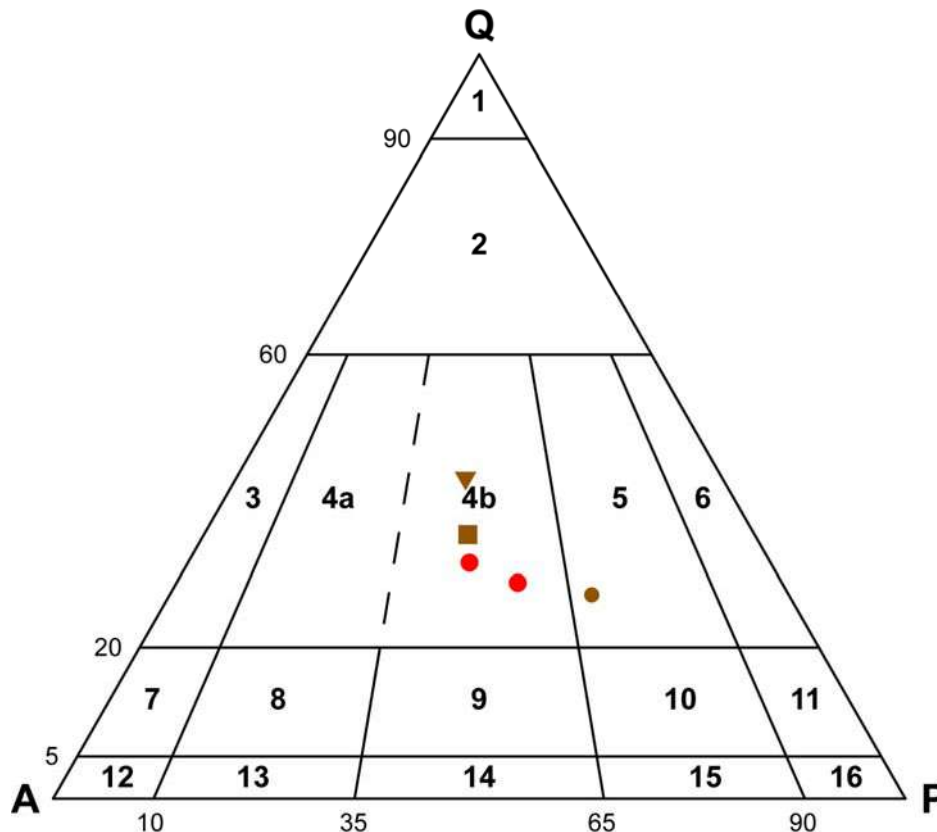


FIGURA 17 - DIAGRAMA QAP DE STRECKEISEN (1976) PARA AS ROCHAS PLUTÔNICAS COM QUARTZO COM AS RESPECTIVAS ANÁLISES MODAIS. QUADRADO MARROM – LITOFÁCIES HORNBLENDA GNAISSE ; TRIANGULO MARROM – LITOFÁCIES HORNBLENDA GRANITO; CIRCULO MARROM – LITOFÁCIES GRANODIORITO; CIRCULO VERMELHO – GRANITO PORTO DOS MENDES. 1 – QUARTZOLITO. 2 – GRANITÓIDES RICOS EM QUARTZO. 3 – ALCALI-FELDSPATO GRANITO. 4A – SIENOGANITO. 4B – MONZOGANITO. 5 – GRANODIORITO. 6 – TONALITO/TRONDHJEMITO. 7 – ÁLCALI-FELDSPATO QUARTZO SIENITO. 8 – QUARTZO SIENITO. 9 – QUARTZO MONZONITO. 10 – QUARTZO MONZODIORITO/QUARTZO MONZOGABRO. 11 – QUARTZO DIORITO/QUARTZO GABRO. 12 – ÁLCALI-FELDSPATO SIENITO. 13 – SIENITO. 14 – MONZONITO. 15 – MONZODIORITO/MONZOGABRO/MONZONORITO. 16 – DIORITO/GABRO/NORITO.

Os afloramentos pouco deformados permitiram o reconhecimento de quatro litofácies que formam o caráter migmatítico do complexo Campos Gerais na região (Pontos 32, 33, 35, 94, 95 e 130). A primeira é composta por hornblenda gnaisse leucocrático à mesocrático com textura inequigranular seriada de granulometria fina à média e níveis quartzo-feldspáticos concordantes (Fig. 12, 13, 14, 16, 18 e 19). A

mineralogia essencial consiste em quartzo, microclina, plagioclásio, biotita e hornblenda; a acessória em apatita, zircão, titanita, allanita, rutilo e opacos; além de clorita, estilpnomelano, sericita e epídoto como secundária. Sua composição é monzo-granítica (Fig. 17). Texturas especiais observadas incluem anti-pertita tabular, pertita flame e mimerquitas.

A segunda litofácies reconhecida é composta por hornblenda-granitos com contato gradacional com o hornblenda-gnaiss, possui textura inequigranular seriada de granulometria fina à grossa e estrutura Estictolítica (Fig. 15). Os minerais essenciais encontrados são: quartzo, microclina, plagioclásio e hornblenda; os acessórios: allanita, apatita, titanita e zircão; e os secundários: sericita, epídoto e calcita. Com composição monzo-granítica (Fig. 17). Texturas especiais descritas são: anti-pertita tabular, pertita tabular e flame, além de mimerquitas.

A terceira litofácies é composta por enclaves metamáficos nos ortognaisses, com contato brusco, de agregados de minerais máficos como biotita e hornblenda associados à quartzo e calcita. A quarta litofácies descrita é um granodiorito, com contato intrusivo com o hornblenda gnaiss. Possui textura inequigranular porfirítica com matriz fina e pórfiros médios à grossos (Fig. 17 e 18). Os minerais essenciais são quartzo, plagioclásio, microclina e biotita. Já apatita, zircão e titanita são acessórios e clorita, estilpnomelano, epídoto, sericita, clinozoisita e calcita compõem a mineralogia secundária. Foram observadas anti-pertitas tabulares.

A quinta e última litofácies é composta por veios pegmatíticos discordantes que cortam as demais (Fig. 19). Constituída basicamente por quartzo e feldspato com pouca ou nenhuma presença de minerais máficos.





FIGURA 18 - CONTATO ENTRE A LITOFÁCIES GRANODIORITITO E O GNAISSE FOLIADO NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.



FIGURA 19 -GNAISSE FOLIADO CORTADO PELA LITOFÁCIES PEGMATÍTICA. NOTAR A DEFLEXÃO DA FOLIAÇÃO A ESQUERDA DA FOTO. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.

### 3.2 Granito Porto dos Mendes

Denominado por Cavalcante *et al.* 1979 e Machado Filho *et al.* 1983. O corpo principal (Pontos 56, 57, 59, 60, 61 e 63) aflora a NW da cidade de Nepomuceno com dimensões 35 x 20 km, possui corpos satélites de menor dimensão, incluindo o granito Perdões e o corpo mapeado neste trabalho. Trata-se de um granito leucocrático, equigranular ou inequigranular porfirítico, de cor cinza claro, granulometria fina à média (Paciullo *et al.* 2007).

Constituído por monzogranitos (Fig. 17) com textura fanerítica, ora inequigranular seriada fina à média (Fig. 20) ora equigranular fina, e classificada como félsica leucocrática (Fig. 21). Texturas especiais incluem mimerquitas, pertitas do tipo flame e anti-pertitas tabulares. Apresenta como minerais essenciais microclina, plagioclásio, quartzo e biotita. Os minerais acessórios são: titanita, apatita, allanita, zircão e opacos, e os secundários: clorita, epídoto, sericita e muscovita.

Alguns afloramentos mostram xenólitos de gnaisses, granitóides porfiríticos e rochas máficas no granito Porto dos Mendes (Fig. 20, 22, 24, 25 e 26; Pontos 39, 52 e 63); provavelmente os ortognaisses migmatíticos do Complexo Campos Gerais são a fonte dessas rochas. Alguns xenólitos apresentam contatos bruscos (Fig. 22 e 26), enquanto que outros possuem contatos transicionais evidenciando fusão do xenólito (Fig. 20 e 25). Apenas a presença desses xenólitos sugerem a natureza intrusiva do granito Porto dos Mendes nos ortognaisses.





FIGURA 20 – TEXTURA EQUIGRANULAR DO GRANITO PORTO DOS MENDES. OBSERVAR O XENÓLITO DE ORTOGNAISSE A DIREITA (FOTO: FABIO PACIULLO). PONTO 63.





FIGURA 21 – TEXTURA INEQUIGRANULAR PORFIRÍTICA DO GRANITO PORTO DOS MENDES.  
PONTO 39. ORIENTAÇÃO: NE-SW.



FIGURA 22 – XENÓLITO DE ROCHA MÁFICA NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39.  
ORIENTAÇÃO: NE-SW.





FIGURA 23 – ENCLAVE NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: S-N.





FIGURA 24 – XENÓLITOS DE ORTOGNAISSE NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 63.



FIGURA 25 – DETALHE DO XENÓLITO A DIREITA NA FIGURA 17. PONTO 63.





FIGURA 26 – DETALHE DO XENÓLITO A ESQUERDA NA FIGURA 17. PONTO 63.

O presente estudo propõe a delimitação de um corpo satélite (Fig. 21, 22 e 23 e anexo 1; Pontos 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 83 e 135), a sudeste da cidade de Boa Esperança, do granito Porto dos Mendes de composição monzogranítica (Fig. 17) e textura inequigranular seriada fina à média. Esse corpo possui intensa deformação, provavelmente de idade neoproterozoica, em sua borda sul formando texturas miloníticas de médio grau.

### **3.3 Diques de MetaGabro**

Essa unidade corresponde a diques de rocha máfica, faneríticos, de leucogabro e ortopiroxênio-gabro (Conforme a Fig. 6). Apresentam plagioclásio, clinopiroxênio, opacos, microclina, quartzo e apatita como minerais essenciais, e

biotita, ortopiroxênio, allanita e titanita como acessórios, além de hornblenda, actinolita, clorita, epídoto e estilpnomelano como secundários. Afloram na forma de blocos e provavelmente tem contato intrusivo com os ortognaisses do complexo Campos Gerais e com o granito Porto dos Mendes.

### **3.4 Diques de rocha máfica não deformados**

Durante o mapeamento foram descritos diques afaníticos de rocha máfica (Pontos 34, 84 e 133) sem nenhuma foliação ou deformação aparente cortando as demais unidades. Foram observados em afloramentos cortando os ortognaisses ou sob a forma de blocos.

#### **4. Geologia Estrutural**

Durante a etapa pré-campo as imagens Landsat e SRTM foram analisadas e interpretadas gerando uma imagem com os principais lineamentos da região (Fig 27). Alguns foram reconhecidos em campo enquanto que outros não.



FIGURA 27 – IMAGEM LANDSAT MOSTRANDO OS PRINCIPAIS LINEAMENTOS INTERPRETADOS DA REGIÃO.

Foram reconhecidas quatro foliações em campo ( $S_n$ ,  $S_{n+1}$ ,  $S_{n+2}$  e  $S_{n+3}$ ). A primeira representada pela foliação milonítica e dobras isoclinais (Fig. 28, 29 e 30), com plano axial com mergulho sub-horizontal para sul e norte, e eixo com direções variáveis e mergulho de sub-horizontal até  $20^\circ$  denominada fase  $n$ .

Dobras com plano axial mergulhando  $75^\circ$  para SSW e eixo com mergulho de até  $15^\circ$  para Oeste e Leste (Fig. 31 e 32) representam a segunda estrutura denominada  $n+1$ .





FIGURA 28 – DOBRAS ISOCLINAIS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 125.  
ORIENTAÇÃO: S-N.



FIGURA 29 – DOBRAS ISOCLINAIS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 18.  
ORIENTAÇÃO: SSE-NNW. (FOTO: FABIO PACIULLO).



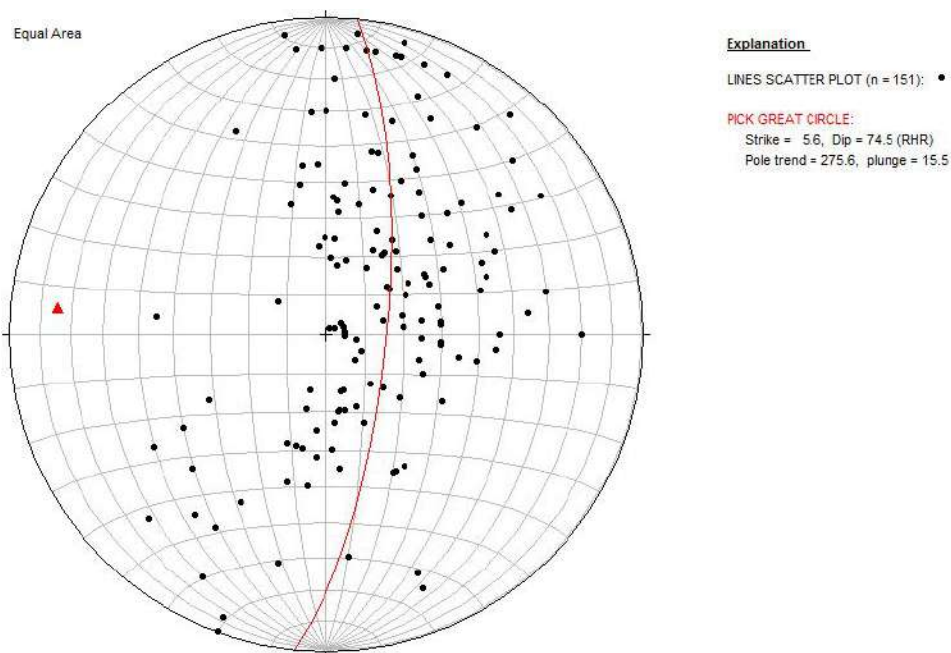


FIGURA 30 – ESTEREOGRAMA DOS POLOS DA FOLIAÇÃO SN. EM VERMELHO O PLANO MÉDIO QUE CONTÉM OS DOIS FLANCOS DAS DOBRAS SN+1 E SEU PÓLO (EIXO DA DOBRA LN+1=275°/15°).



FIGURA 31 – CRENULAÇÃO SN+1 COM PLANO AXIAL SUB-VERTICAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 97. ORIENTAÇÃO: W-E.





FIGURA 32 – DOBRA SN+1 COM PLANO AXIAL SUB-VERTICAL NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 99. ORIENTAÇÃO: S-N.

Durante as etapas de campo foram reconhecidas duas lineações marcantes (Fig. 33), a primeira é de estiramento ( $L_{n+1}$ ) e associada aos eixos das dobras sub-verticais. A segunda representa o eixo das crenulações ( $L_{n+2}$ ) que dobra as lineações de estiramento ( $L_{n+1}$ ) alternando seu mergulho para oeste e leste. O plano axial simétrico dessas dobras mergulha para leste aproximadamente  $80^\circ$ , e seu eixo, para Norte, aproximadamente  $10^\circ$  (Fig. 34).



FIGURA 33 – LINEAÇÃO DE ESTIRAMENTO (LN+1), PARALELA AO LÁPIS, E LINEAÇÃO DE CRENULAÇÃO (LN+2) NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. LÁPIS APONTA PARA O LESTE. LN=91°/10 E LN+1=145°/7°. PONTO 26.

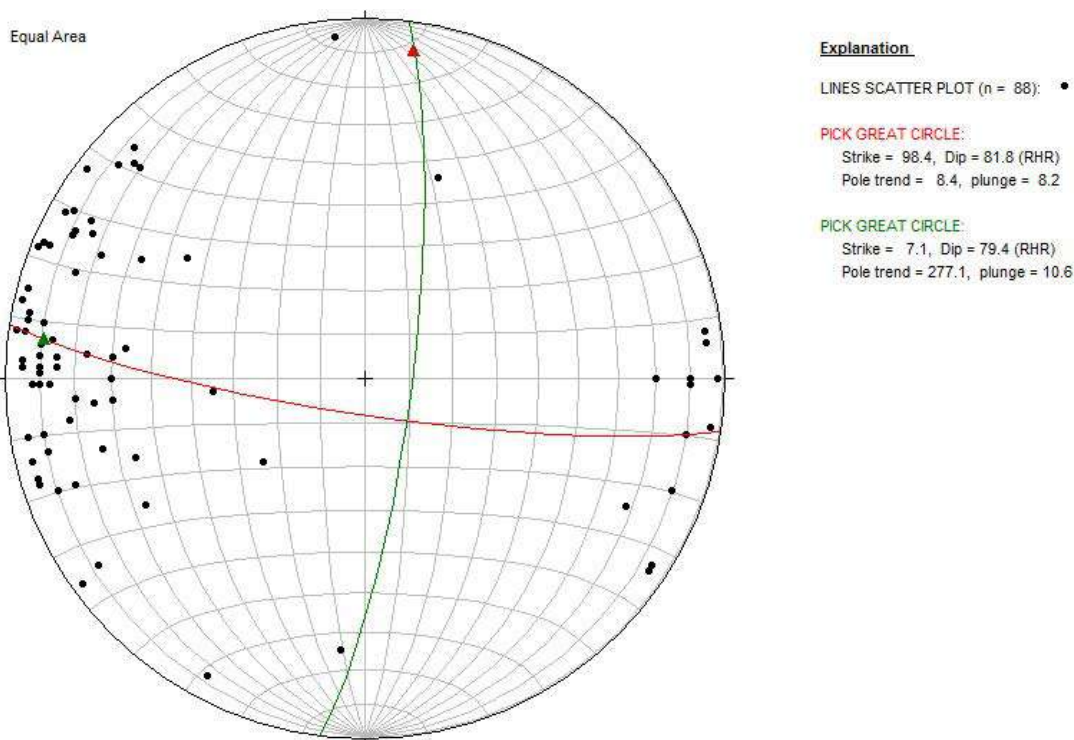


FIGURA 34 – ESTEREOGRAMA DAS LINEAÇÕES DE ESTIRAMENTO (LN). EM VERDE O PLANO AXIAL DAS DOBRAS SIMÉTRICAS (SN+2) E SEU RESPECTIVO PÓLO. EM VERMELHO O PLANO QUE CONTÉM OS DOIS FLANCOS DESSAS DOBRAS E SEU PÓLO (EIXO). SN+2=97°/79° E LN+2=8°/8°.

Famílias de falhas com planos mergulhando 60° a subverticais para sudeste e estrias *downdip*, fazem parte da terceira estrutura observada, denominada Sn+3 (Fig. 35, 36 e 38). Falhas reversas com planos sub-verticais mergulhando para norte com estrias para norte-noroeste com mergulho de 60° também fazem parte desse conjunto (Fig. 37, 39 e 40).





FIGURA 35 – FALHAS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.



FIGURA 36 – FALHAS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: NW-SE..





FIGURA 37 – PLANO DE FALHA REVERSA OBLÍQUA PREENCHIDO POR CLORITA MOSTRANDO ESTRIAS ( $293^{\circ}/15^{\circ}$ ) E 'SLICKENSIDE' INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA ESE, NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33. ORIENTAÇÃO: E-W.



FIGURA 38- FALHAS E FRATURAS NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: S-N.





FIGURA 39 – PLANO DE FALHA REVERSA PREENCHIDO POR CLORITA NO GRANITO PORTO DOS MENDES (CEDIDA POR FÁBIO PACIULLO). PONTO 39. ORIENTAÇÃO: SSE-NNw..





FIGURA 40 – PLANO DE FALHA PREENCHIDO POR CLORITA MOSTRANDO ESTRIAS ( $313^{\circ}/75^{\circ}$ ) E 'SLICKENSIDE' INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA SE, NO GRANITO PORTO DOS MENDES. DETALHE DA FIGURA 39. PONTO 39. ORIENTAÇÃO: NE-SW.

## 5. Metamorfismo

Trabalhos anteriores descrevem pelo menos um metamorfismo de fácies anfibolito a granulito, afetando as rochas arqueanas (Teixeira *et al.* 2000; Paciullo *et al.* 2007; Turbay 2009). Embora nenhuma paragênese confiável de alto grau tenha sido identificada, a presença de estruturas migmatíticas (Estictolítica, *Schollen* e *Schlieren*) e minerais de alta temperatura como porfiroclastos de plagioclásios cálcicos (labradorita, bytonita) formando microestruturas tipo núcleo-manto com grãos livres de strain na matriz (contatos poligonais), envolvidos por foliação milonítica de baixa temperatura e zonas de cisalhamento de alta temperatura em afloramentos (Fig. 16) sugerem a presença remota deste metamorfismo arqueano. A análise petrográfica identificou duas paragêneses metamórficas em rochas máficas baseadas em Yardley, 2004 (Quadro 6): A principal contendo hornblenda marrom e esverdeada, actinolita, clorita e epídoto, e uma mais nova com estilpnomelano, epídoto e clorita.

<b>Fácies metamórficas</b>	<b>Paragênese metamórfica</b>
Xisto Verde	Actinolita + Epidoto ± Albita ± Clorita ± Estilpnomelano (Zona de temperatura mais baixa)
	Hornblenda ± Actinolita + Albita + Clorita + Epidoto ± Granada (Zona da temperatura mais elevada)
Anfibolito	Hornblenda + Plagioclásio ± Epidoto ± Granada

Quadro 6 – Paragêneses metamórficas em rochas máficas. (Extraído de Yardley, 2004).

Algumas reações foram observadas, como: crescimento de estilpnomelano em hornblendas (Fig. 44) e actinolitas (Fig. 45), actinolitas bordejando hornblendas (Fig. 45), cloritas substituindo biotitas (Fig. 46). As seguintes assembléias minerais incompatíveis foram descritas: a presença de estilpnomelano em um conjunto de rochas com hornblenda (Fig. 44 e 45), e muscovita em rochas com paragênese de fácies xisto-verde (Fig. 47).



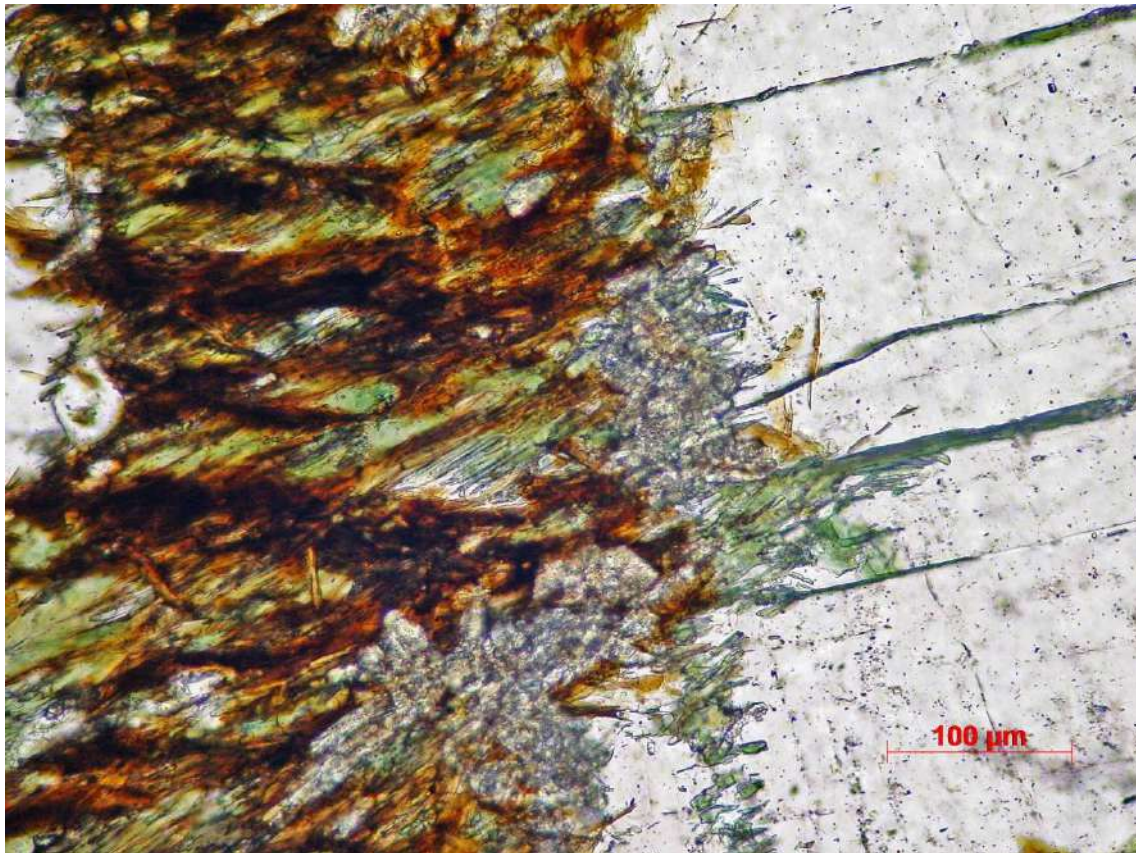


FIGURA 44 – ESTILPLOMELANO E EPÍDOTO SUBSTITUÍDO HORNBLENDAS NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33.

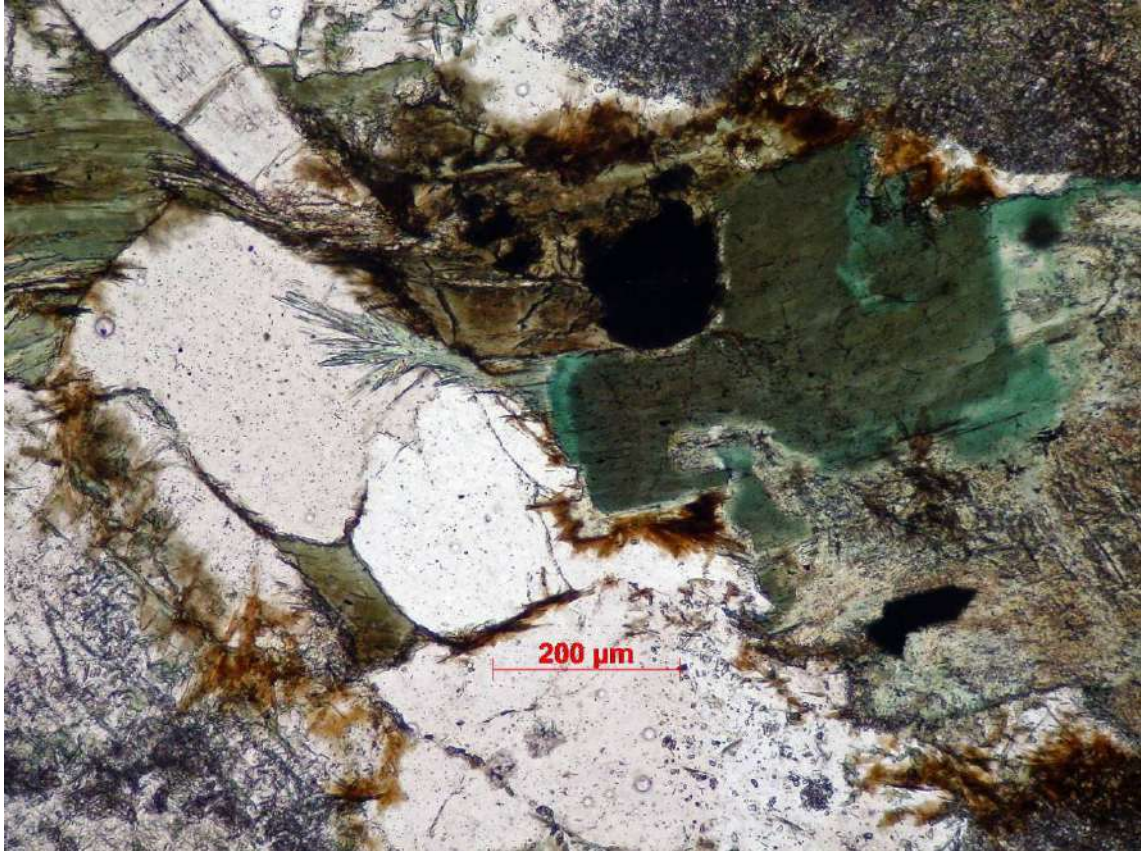


FIGURA 45 – HORNBLENDA MARROM SOBRESCRESCIDA POR HORNBLENDA VERDE, ACTINOLITA E ESTILPOMELANO FORMANDO UMA TEXTURA EM CORONA. DIQUE DE METAGABRO. PONTO 38.





FIGURA 46 – BIOTITA PARCIALMENTE SUBSTITUÍDA POR CLORITA E EPÍDOTO NO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 33.

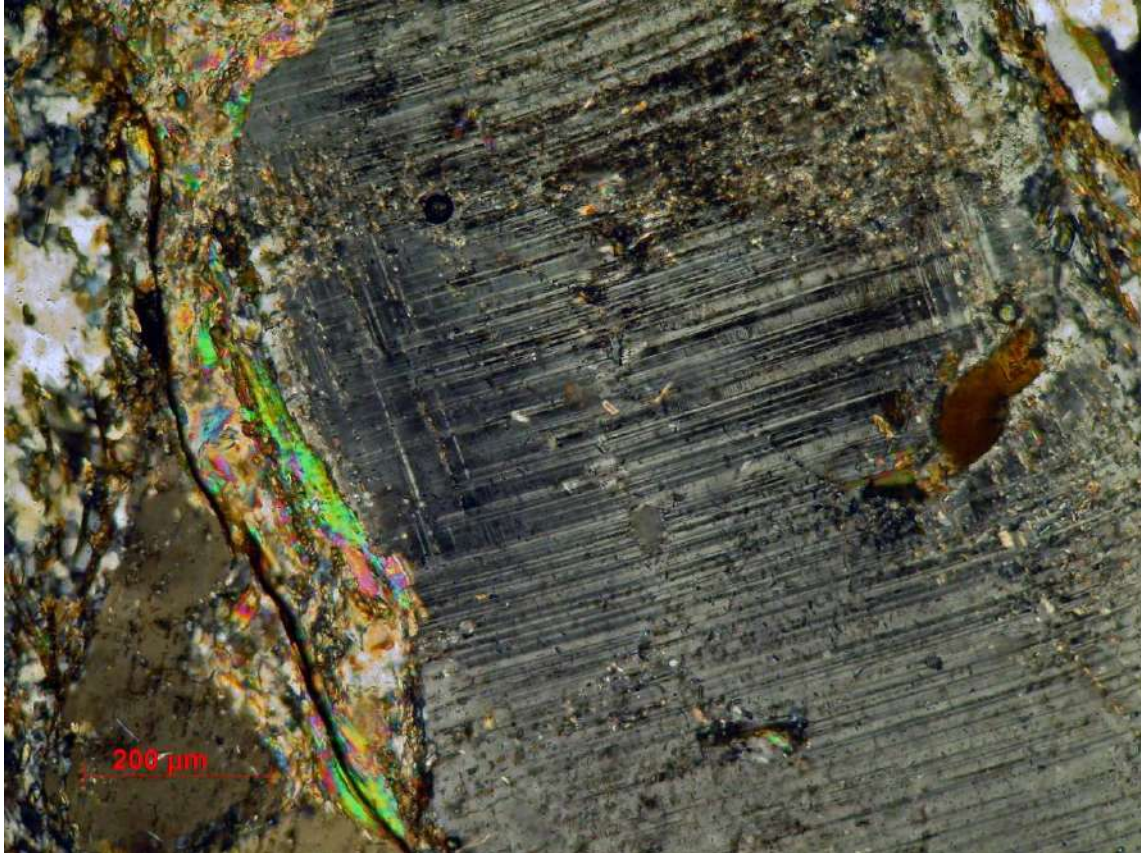


FIGURA 47 – PLAGIOCLÁSIO ALTERANDO PARA SERICITA, EPIDOTO E CALCITA, COM INCLUSÃO DE BIOTITA E MUSCOVITA NA BORDA. COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3.



## 6. Análise Cinemática

Diversas estruturas e texturas miloníticas associadas ao Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio (Morales & Hasui, 1993) foram identificadas em campo (Fig. 48 e 49) e em laminas delgadas (Fig. 50 à 64 ). A grande maioria sugere movimento de topo para leste, ou sinistral em mapa, confirmando os diversos trabalhos anteriores na região mas alguns indicadores em lineações para sudeste indicam transporte de topo para noroeste. Os indicadores cinemáticos foram identificados conforme Passchier & Trouw, (2005) e Trouw *et al.* (2010).



FIGURA 48 – INDICADOR CINEMÁTICO DO TIPO SIGMA SINISTRAL, INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA NW. COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 98. ORIENTAÇÃO: NW-SE.



FIGURA 49 – PLANO C' CORTA A FOLIAÇÃO MILONÍTICA INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE. ORTOGNAISSE GRANÍTICO DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 144. ORIENTAÇÃO: S-N.

### 6.1 Complexo Campos Gerais

As rochas desse complexo apresentam recristalização dinâmica do tipo *bulging* principalmente, e tipo *subgrain rotation* na parte leste. Porfiroclastos de plagioclásio fragmentados em estruturas do tipo *shear band* (Fig. 50) e dominó (Fig. 51) são comuns. Estruturas do tipo sigma (Fig. 52), delta (Fig. 53) e sigmóides envolvendo porfiroclastos e matriz foram observados em campo e em laminas delgadas. Cristais de quartzo formando uma foliação oblíqua são descritos com frequência. Algumas vezes foram observados porfiroclastos de biotita formando estruturas em 'peixe' (Fig. 54) ou *boudins* (Fig. 55). Geometrias do tipo stair stepping e planos C' (Fig. 56) ocorrem normalmente, aparentemente os planos S e C são paralelos nas laminas delgadas estudadas.





FIGURA 50 – *SHEAR BAND* SINISTRAL EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS (FOTO: FÁBIO PACIULLO). PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW.



FIGURA 51 – ESTRUTURA EM DOMINÓ COM MOVIMENTO DESTRAL INTERNO E SINISTRAL EXTERNO, INDICANDO TRANSPORTE DE TOPO PARA ENE. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW.





FIGURA 52 – SIGMA E DOBRAS ASSIMÉTRICAS DESTRAIS, COM TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 26. ORIENTAÇÃO: W-E.



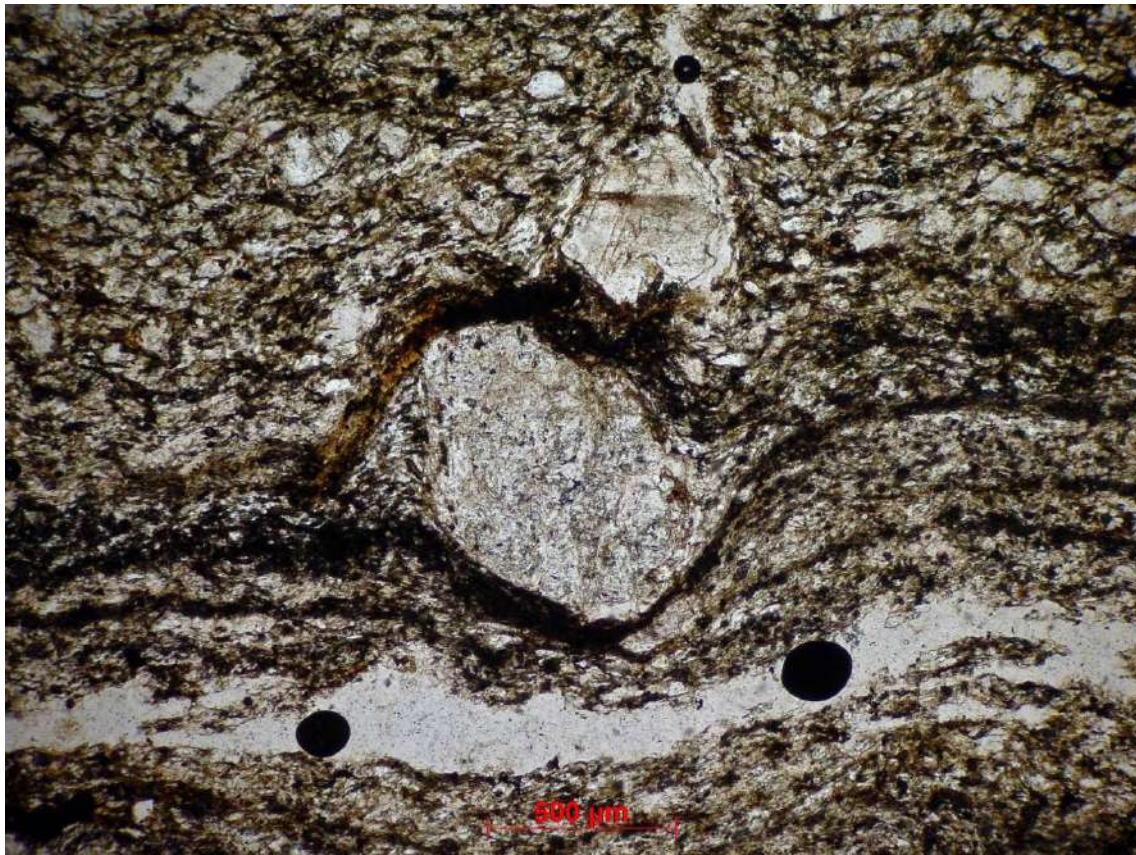


FIGURA 53 – DELTA DESTRAL, COM TRANSPORTE DE TOPO PARA LESTE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 26. ORIENTAÇÃO: W-E



FIGURA 54 – 'PEIXE' DE FOLIAÇÃO (BIOTITA) DESTRAL E FOLIAÇÃO OBLIQUA (QUARTZO) SINISTRAL. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW.





FIGURA 55 – PROCESSO DE *BOUDINAGE* EM PORFIROCLASTO DE PLAGIOCLASIO COM *KINK BANDS* E FRATURAMENTO TIPO MOSAICO. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 29. ORIENTAÇÃO: E-W.



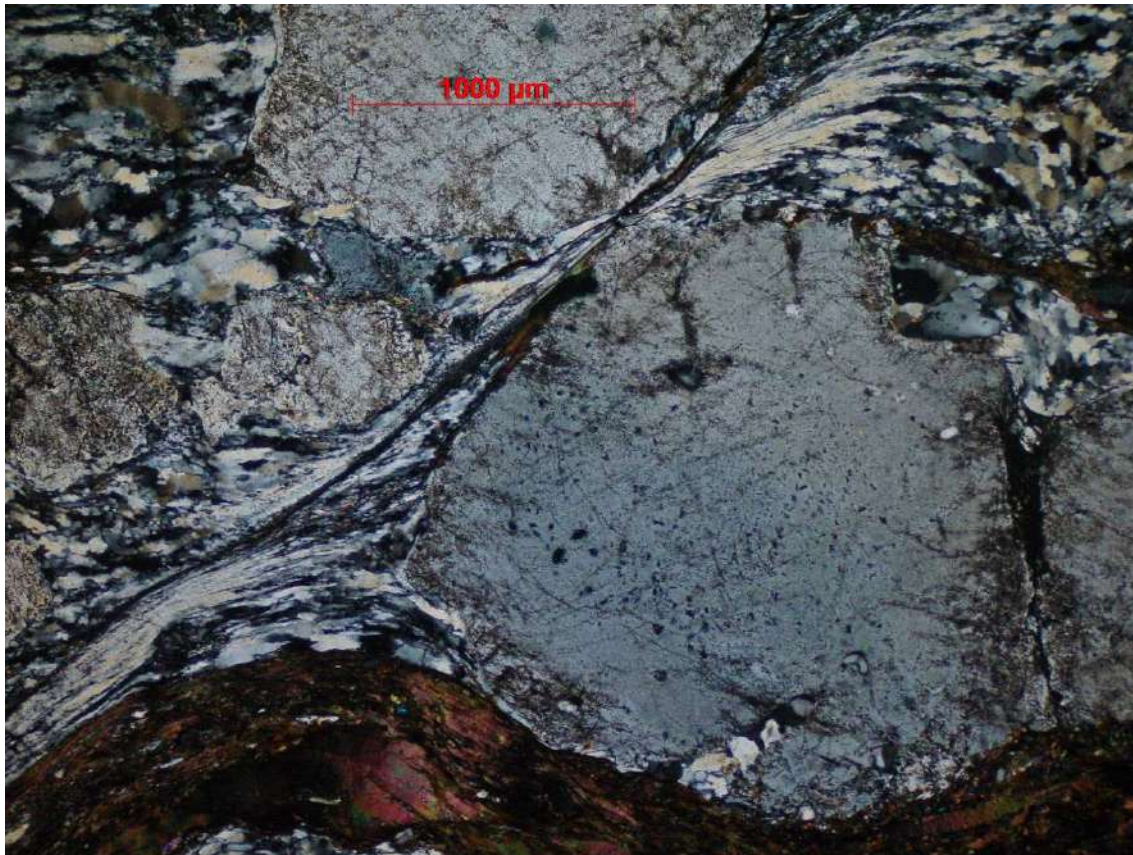


FIGURA 56 – PLANO C' INDICANDO MOVIMENTO DE TOPO PARA ENE EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 3. ORIENTAÇÃO: ENE-WSW

O conjunto de microestruturas observadas permite classificar os milonitos encontrados como de baixo grau metamórfico, em temperaturas de até 500° C.

O estudo petrográfico permitiu identificar a sobreposição de estruturas rúpteis nos milonitos (Fig. 57, 58 e 59) e posteriormente uma reativação dessas estruturas (Fig. 60) mas estudos mais específicos precisam ser realizados para caracterização e interpretação dos eventos rúpteis.



FIGURA 57 – FALHAS CORTANDO A FOLIAÇÃO MILONÍTICA EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114.





FIGURA 58 – FALHAS DE ALTO ANGULO DE MERGULHO CORTANDO FALHAS DE MAIS BAIXO ANGULO DE MERGULHO EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114.





FIGURA 59 – BRECHA DE FALHA EM GNAISSE MILONÍTICO COM PREENCHIMENTO DE CLORITA EM ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114 .





FIGURA 60 – PLANO DE FALHA PREENCHIDO POR CLORITA, EXIBINDO UM CISALHAMENTO ASSOCIADO À REATIVAÇÃO DESSAS FALHAS. ORTOGNAISSE DO COMPLEXO CAMPOS GERAIS. PONTO 114.

## 6.2 Granito Porto dos Mendes

O mapeamento geológico e estudo petrográfico permitiram definir uma evolução crescente na deformação do corpo satélite, de norte para sul. Em sua borda norte o corpo apresenta apenas uma deformação fraca e não necessariamente tectônica representada por extinção ondulante nos cristais de quartzo. Já em sua porção central processos de recristalização dinâmica por *bulging* (Fig. 61) são freqüentes, e *subgrain rotation* (Fig. 62) mais raros, mas a textura ígnea ainda se mostra preservada. Na borda sul a textura milonítica é intensa. Os milonitos formados apresentam intensa recristalização dinâmica dos cristais de quartzo por *subgrain rotation* (Fig. 63), porfiroclastos de feldspato fragmentados do tipo mosaico e com recristalização dinâmica por *subgrain rotation* (Fig. 63). Microestruturas tipo sigmóides e foliação oblíqua são freqüentes.

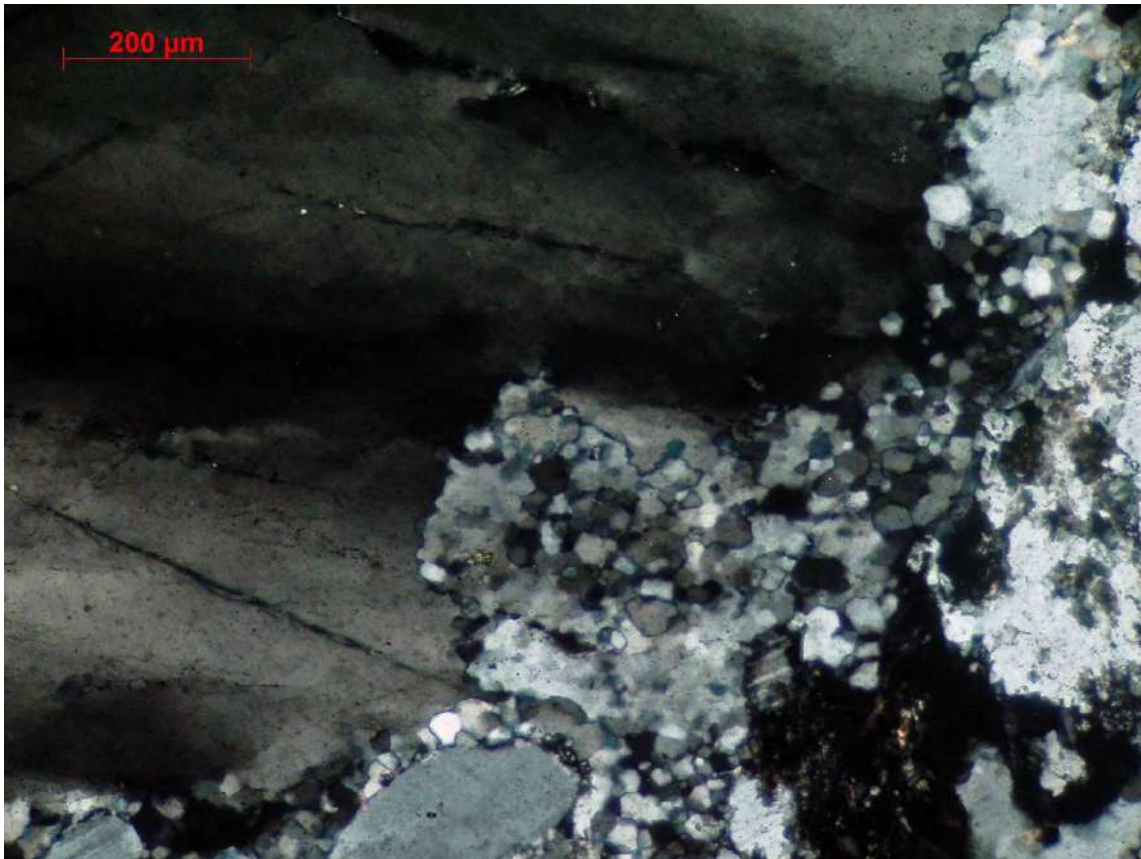


FIGURA 61 – CRISTAL DE QUARTZO COM EXTINÇÃO ONDULANTE E RECRISTALIZAÇÃO DINÂMICA DO TIPO *BULGING*. GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 39.



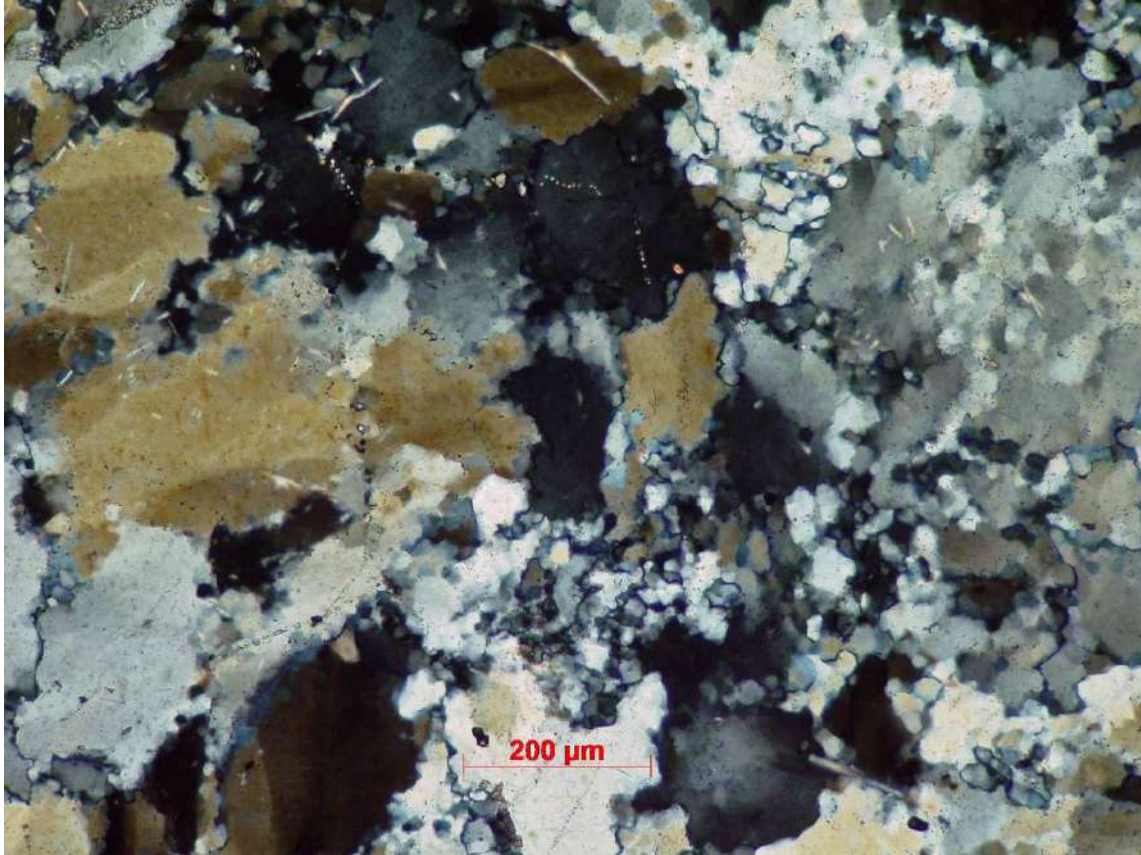


FIGURA 62 – CRISTAIS DE QUARTZO RECRISTALIZADOS POR *SUBGRAIN ROTATION* E *BULGING* NO GRANITO PORTO DOS MENDES. PONTO 135.

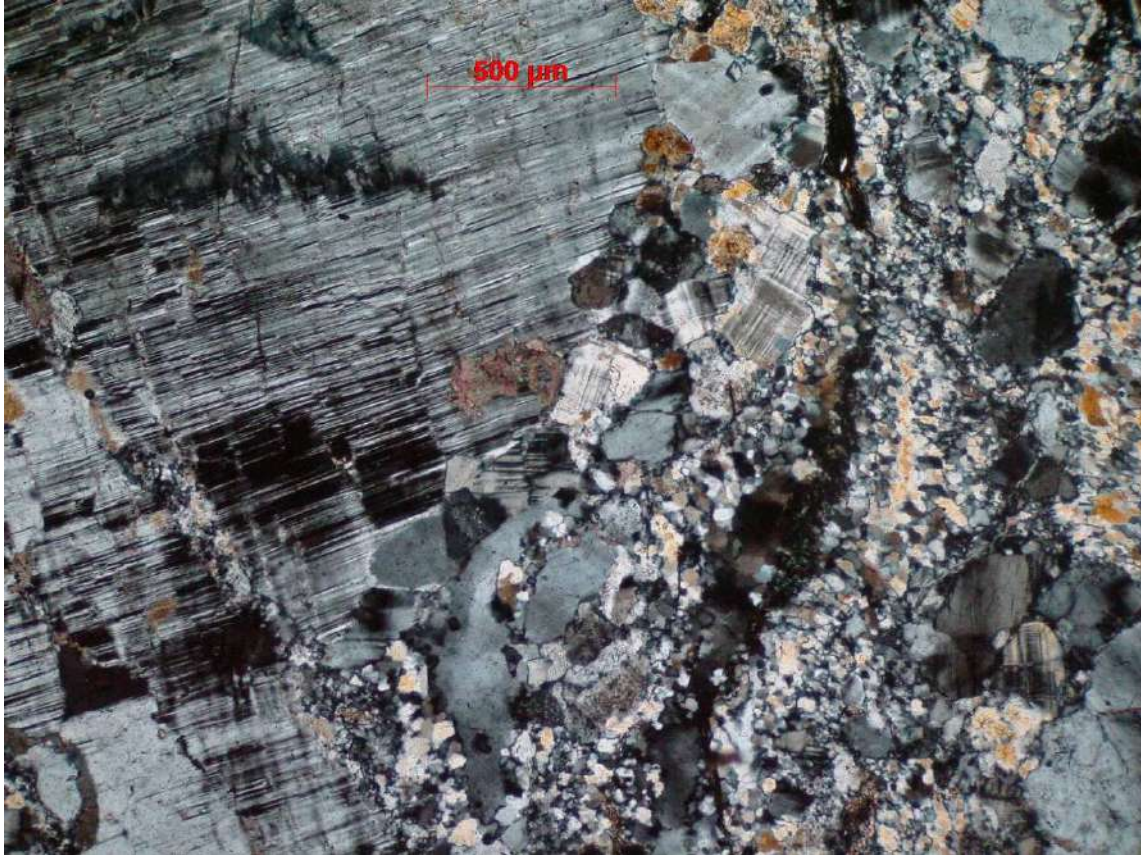


FIGURA 63 – CRISTAIS DE QUARTZO RECRISTALIZADOS POR *BULGING* E *SUBGRAIN ROTATION* NO GRANITO PORTO DOS MENDES. O CRISTAL DE MICROCLINA APRESENTA RECRISTALIZAÇÃO POR *SUBGRAIN ROTATION*. PONTO 83.



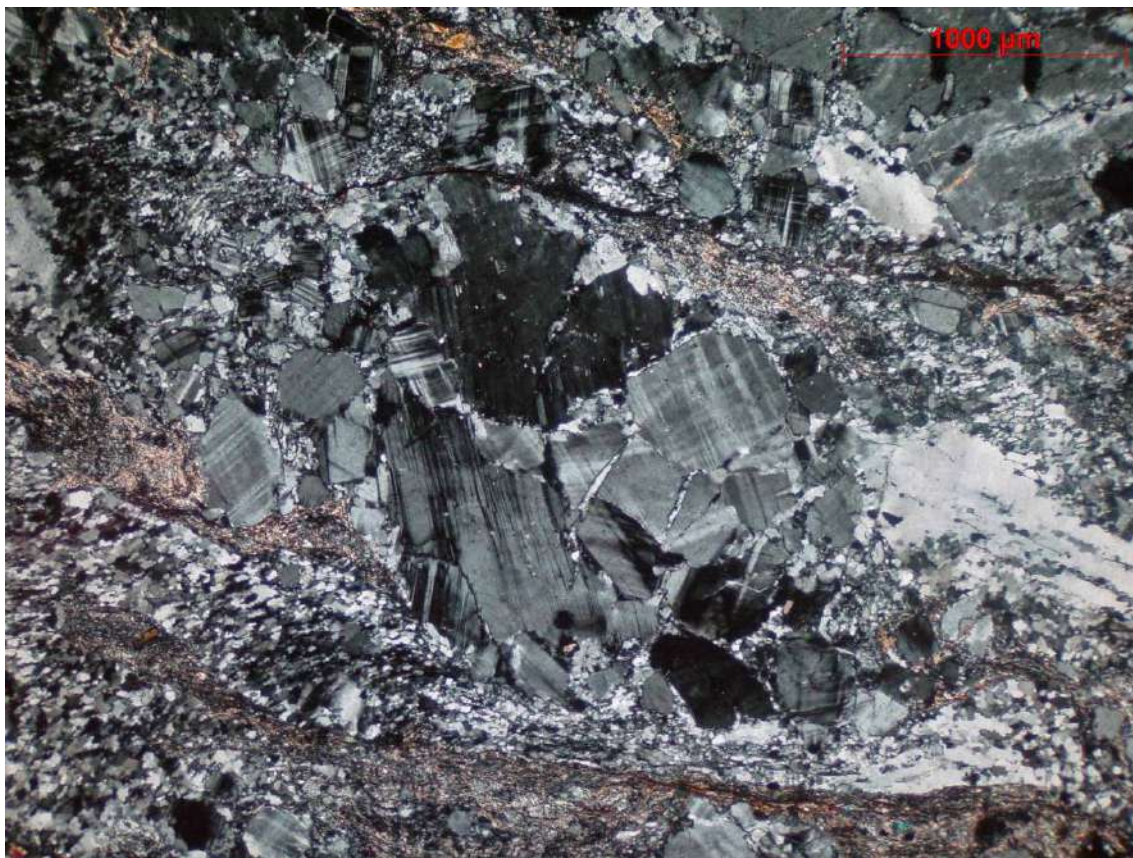


FIGURA 64 – PORFIROCLASTO DE MICROCLINA FRAGMENTADO EM MOSAICO NO GRANITO PORTO DOS MENDES. CRISTAIS DE QUARTZO MOSTRAM INTENSA RECRISTALIZAÇÃO POR *BULGING* E *SUBGRAIN ROTATION*. PONTO 83.



## **7. Conclusões e recomendações**

Quanto as rochas estudadas serão necessários mais trabalhos geocronológicos e geoquímicos para fins de correlação com as unidades mapeadas por Teixeira *et. al.* (2000), Paciullo *et. al.* (2007) e Turbay (2009). Caso o hornblenda-granito seja correlacionável com a unidade ortognaisse do Mamdembo o ponto 33 é um bom local para determinar a forma de contato com ortognaisse Campo Gerais (Turbay, 2009).

Uma interpretação possível para esse conjunto de rochas seria um protólito granodiorítico/tonalítico que sofreu fusão parcial (metatexia), formando o gnaisse foliado com níveis quartzo-feldspáticos concordantes, posteriormente uma fusão parcial de maior intensidade (diatexia) formou os hornblenda-granitos, e os enclaves máficos, um terceiro e último evento intrudiu os granodioritos e corpos pegmatíticos discordantes do conjunto inteiro.

O corpo satélite do granito Porto dos Mendes, mapeado nesse estudo, tem sua correlação ancorada na petrografia, já que o corpo principal aflora a NW da área. Segundo os critérios de Streckeisen (1976) as rochas possuem a mesma composição, as únicas diferenças entre o corpo principal e o satélite são a textura mais grossa e a deformação tectônica no corpo menor.

O sistema de diques também carece de dados geocronológicos e geoquímicos para comparação com as unidades regionais.

Quanto as estruturas presentes a correlação se torna muito difícil pois poucos contatos foram mapeados devido a intensidade da deformação tectônica que atua principalmente na parte oeste da área. Quanto as fases deformacionais existem alguns problemas. O primeiro é relacionado ao caráter progressivo ou não das dobras encontradas, podendo pertencer a uma única fase, duas ou até três fases distintas. O segundo quanto aos eventos dúcteis-rúpteis e rúpteis, agrupados no presente estudo nas superfícies Sn+3. Algumas falhas observadas ao microscópio sugerem um maior grau de plasticidade e podem ter alguma relação com o evento que gerou a textura milonítica, seja ela progressiva ou por reativação de planos de fraqueza.

Os indícios encontrados podem sugerir três possibilidades para o metamorfismo local: A primeira envolve um metamorfismo em fácies anfibolito/granulito que posteriormente sofreu um novo metamorfismo em fácies xisto-verde de alta temperatura gerando texturas em corona (actinolita-hornblenda-clinopiroxênio) com evidências de retrometamorfismo em fácies xisto-verde de baixa temperatura. Como segunda opção poderia ocorrer um metamorfismo em fácies xisto-verde de alta temperatura/anfibolito com reações retrometamórficas até a xisto verde de baixa temperatura, ou até três eventos metamórficos distintos.

Estudos mais detalhados sobre o padrão das isógradas metamórficas na área são necessários pois aparentemente há uma inversão ou interferência de metamorfismo, de leste para oeste ocorre fácies anfibolito, xisto verde de baixa temperatura e xisto verde de alta temperatura/anfibolito.

A análise cinemática concluiu que existe um movimento tectônico com transporte de topo para leste (sinistral em mapa) predominante. Alguns indicadores cinemáticos como foliação oblíqua em cristais de quartzo indicam transporte de topo para oeste ou noroeste, duas explicações são possíveis: ocorrem reativações mais jovens nas zonas de cisalhamento com movimento de topo para oeste (dextral em mapa) ou esses indicadores pertencem a mesma fase e representam pequenos movimentos de ajuste a deformação principal. O conjunto das texturas e estruturas associadas a foliação milonítica permitem classificar os milonitos como de baixo grau metamórfico principalmente, mas existem alguns indícios que na parte leste do Complexo Campos gerais e na borda sul do corpo satélite do granito Porto dos Mendes ocorrem texturas de médio grau, segundo os conceitos de Passchier & Trouw, (2005) e Trouw *et al.* (2010) resumidos no quadro 4.

## **Bibliografia**

- Almeida, F.F.M. 1967. *Origem e Evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, DNPM / FGM. 36p. (Boletim, 241).
- Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev.Bras.Geoc.*, 7(4): 349-364.
- Alkmim, F.F. & Marshak, S. 1998. Transamazonian Orogeny in the southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, 90: 29-58.
- Alkmim, F.F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as Revelações Almeidianas ao delimitá-lo. *In: MANTESSO-NETO, V. et al (orgs.). Geologia do Continente Sul-Americano: evolução e obra de Fernando Flávio de Almeida*. São Paulo, Beca, p.17-34.
- Campos, J.C.S. 2004. *O Lineamento Jeceaba-Bom Sucesso como Limite dos Terrenos Arqueanos e Paleoproterozóicos do Cráton São Francisco Meridional: Evidências Geológicas, Geoquímicas (Rocha Total) e Geocronológicas (U–Pb)*. Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Tese de Doutorado, 191p.
- Campos, J.; Carneiro, M. 2008. Neoproterozoic and Paleoproterozoic granitoids marginal to the Jeceaba – Bom Sucesso lineament (SE border of the southern São Francisco Craton): Genesis and tectonic evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 26 (4): 463-484.
- Campos, J.C.S.; Carneiro, M.A. & Basei, M.A.S. 2003. U–Pb evidence for Late Neoproterozoic crustal reworking in the southern São Francisco Craton (Minas Gerais, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75 (4): 497–511.
- Carneiro, M.A.; Carvalho Jr., I.M. & Teixeira, W. 1998. Petrologia, geoquímica e geocronologia dos diques máficos do Complexo Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero) e suas implicações na evolução crustal do Cráton São Francisco Meridional. *Revista Brasileira de Geociências*, 28 (1): 29–44.
- Carvalho, Marcos Vinicius Monteiro. Mapeamento Geológico da Serra do Paraíso, Campos Gerais, MG, 2010. xiii, 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Cavalcante, J.C.; Cunha, H.C.S.; Chierigatti, L.A.; Kaefer, L.Q.; Rocha, J.M.; Daitx, E.C.; Coutinho, M.G.N.; Yamamoto, K.; Drumond, J.B.V.; Rosa, D.B. & Ramalho, R. 1979. *Projeto Sapucaí*. Relatório Final de Geologia. [Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais]. Brasília. DNPM / CPRM, 299p. (Série Geologia, 4 : Seção Geologia Básica, 2).
- Heilbron M.; Pedrosa-Soares A.C.; Campos Neto M.; Silva L.C.; Trouw R.A.J.; Janasi V.C. 2004. A Província Mantiqueira. *In: MANTESSO-NETO, V. et al (eds.)*.



*Geologia do Continente Sul-Americano: evolução e obra de Fernando Flávio de Almeida*. São Paulo, Beca, p.203-234.

- Machado Filho, L.; Ribeiro, M.W.; Gonzales, S.R.; Schenini, C.A.; Santos Neto, A.; Palmeira, R.C.B.; Pires, J.L.; Teixeira, W. & Castro, H.E.F. 1983. Geologia. *In*: Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF.23/24 – Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro, p.27-304. (Levantamento de Recursos Naturais, 32).
- Morales, N. & Hasui, Y. 1993. Evolução tectônica da porção ocidental do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS – SNET, 4, Belo Horizonte, 1993. *Resumos*, Belo Horizonte, SBG / Núcleo de Minas Gerais, p.292-296.
- Nalini Júnior, H.A.; Endo, I.; Suita, M.T.F.; Castro, P.T.A.; Barbosa, M.S.C.; Campos, J.C.S.; Goulart, L.E.A.; Silva, E.F.; Pereira, A.A.; Tavares, T.D.; Jiamelaro, F.; Carneiro, J.M.; Mariano, L.C.; Miguel, F.P.; Silva Júnior, A.C.; Barbosa, A.S.; Prado, G.E.A.; Santos, C. & Urbano, E.E.M.C. 2007. *Nota explicativa das Folhas Campo Belo SF.23 –V-B-VI [e] Oliveira SF.23-X-A-IV*. Escala 1:100.000. Brasília, CPRM / UFOP. 114p. 01 mapa geológico (Série Programa Geologia do Brasil); versão em CD-Rom.
- Noce, C.M.; Machado, N. & Teixeira, W. 1998. U–Pb Geochronology of gneisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (Southern São Francisco Craton): ages constrains for Archean and Paleoproterozoic magmatism and metamorphism. *Revista Brasileira de Geologia*. 28 (1): 95–102.
- Noce, C.M.; Teixeira, W.; Quéméneur, J.J.G.; Martins, V.T.S.; Bolzachini, E. 2000. Isotope signatures of Paleoproterozoic granitoids from the southern São Francisco Craton and implications for the evolution of the Transamazonian Orogeny. *Journal of South American Earth Sciences*, 13 (3): 225–239.
- Paciullo, F.V.P.; Ribeiro, A.; Cherman, A.; Chrispin, S.; Maciel, R.R. 2007. *Nota explicativa da Folha Nepomuceno SF.23-V-D-III*. Escala 1:100.000. Brasília, CPRM / UFRJ. 92p. 01 mapa geológico (Série Programa Geologia do Brasil); versão em CD-Rom.
- Passchier, C.W.; Myers, J.S.; Kröner, A. 1993. *Geologia de Campo de Terrenos Gnáissicos de Alto Grau*. São Paulo, EDUSP. 188p.
- Passchier, C.W.; Trouw, R.A.J. 2005. *Micro-tectonics*. 2ª ed., Berlim, Alemanha, Springer. 366p.
- Ribeiro, André; Paciullo, F.V.P; Senra, A.S.; Valeriano, C.M.; Trouw, R.A.J. 2007. *Nota explicativa da Folha Piumhi SF.23-V-B-II*. Escala 1:100.000. Brasília, CPRM / UFRJ. 50p. 01 mapa geológico (Série Programa Geologia do Brasil); versão em CD-Rom.
- Teixeira, W. & Figueiredo, M.C.H. 1991. An outline of Early Proterozoic crustal evolution in the São Francisco Craton, Brazil: a review. *Precambrian Research*, v. 53, n.1/2, p.1-22.

- Teixeira W. & Martins, V.T., 1996. *Granitos Paleoproterozóicos da Porção Meridional do Cráton São Francisco: Estudos Isotópicos de Sr e Nd*. Relatório de Projeto de Pesquisa. São Paulo, USP/FAPESP, 28p.
- Teixeira, W.; Cordani, U.G.; Nutman, A.P. & Sato, K. 1998. Polyphase Archean evolution in the Campo Belo metamorphic complex, southern São Francisco Craton, Brazil: SHRIMP U–Pb zircon evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, 11 (3): 279–289.
- Teixeira, W.; Sabaté, P.; Barbosa, J.; Noce, C.M. & Carneiro, M.A. 2000. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton, Brazil. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31st International Geological Congress, 2000. p.101-137.
- Trouw, R.A.J.; Passchier, C.W. & Wiersma, D.J. 2010. *Atlas of Mylonites – and related microstructures*. London / New York, Springer. 322p.
- Turbay, C.V.G. 2009. *Caracterização Petrográfica e Geocronológica do Complexo Campos Gerais (Arqueano/ Paleoproterozóico), Minas Gerais, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Dissertação de Doutorado, 157p.
- Turbay, C.V.G.; Valeriano, C.M.; Rossi, A.; Silva, G. M. R. 2008. Geologia do Complexo Campos Gerais ao Sul de Alpinópolis, Sudoeste de Minas Gerais. *Geonomos*, 16 (2): 79-90.
- Valeriano, C.M.; Pereira, R.M.; Almeida, J.C. H.; Duarte, B.P.; Turbay, C.; Rossi, A.; Gontijo, A.; Ribeiro, A.; Nogueira, J.R.; Heilbron, M.; Castro, C.; Falcão, T.C.; Silva, V.G.M.R. 2007. *Nota explicativa das Folhas Alpinópolis SF.23-V-B-V [e] Guapé SF.23-V-B-IV*. Escala 1:100.000. Brasília, CPRM / UERJ, 116p. 01 mapa geológico (Série Programa de Geologia do Brasil); versão em CD-Rom.
- Valeriano, C.M. 1999. *A Faixa Brasília Meridional com Ênfase no Segmento da Represa de Furnas: Estado Atual do Conhecimento e Modelos de Evolução Tectônica*. Departamento de Geologia Regional e Geotectônica / Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Tese de Livre Docência, 90p.
- Williams, H.; Turner, F.J. & Gilbert, C.M., 1970. *Petrografia: Uma introdução ao estudo das rochas em seções delgadas*. Tradução de Ruy Ribeiro Franco. São Paulo, Editora Polígono / EDUSP. 445p.
- Yardley, Bruce W. D. 2004. *Introdução à petrologia metamórfica*. Tradução de Reinhardt A. Fuck. 2ª ed revista. Brasília, UNB. 434p.





***Anexo 1***

**MAPA GEOLÓGICO**

## ***Anexo 2***

### **Tabela de Pontos**

<b>Ponto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Unidade</b>
1	419096	7657972	862	CCG
2	419582	7658137	871	CCG
3	419985	7658509	930	CCG
4	420534	7658673	983	CCG
5	421212	7658761	1012	CCG
6	421491	7659390	985	CCG
7	419908	7660489	986	CCG
8	418920	7660706	1019	CCG
9	418910	7661803	1043	CCG
10	416674	7658404	866	CCG
11	416811	7658680	890	CCG
12	416953	7659036	924	CCG
13	417032	7659196	899	CCG
14	417184	7659176	900	CCG
15	417278	7659155	909	CCG
16	415814	7661451	832	CCG
17	415726	7661680	829	CCG
18	420968	7664066	876	CCG
19	416888	7664660	844	CCG
20	425367	7664008	833	CCG
21	425403	7663916	861	CCG
22	417946	7664081	853	CCG
23	417913	7664188	873	CCG
24	417948	7664209	886	CCG
25	417914	7664252	899	CCG
26	417743	7664569	996	CCG
27	417707	7664574	1007	CCG
28	417707	7664574	1007	CCG
29	417617	7664624	1023	CCG
30	417531	7664690	1026	CCG
31	437352	7661715	896	CCG
32	439307	7664955	817	CCG
33	439677	7664518	852	CCG
34	439165	7664476	866	MAF2
35	439025	7664497	873	CCG
36	440490	7660996	907	CCG
37	442956	7661231	858	CCG
38	443822	7664249	808	MAF1
39	444348	7663837	803	PM
40	445037	7663203	801	PM



<b>Ponto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Unidade</b>
41	444466	7662721	789	PM
42	444743	7662249	782	MAF1
43	444780	7661398	819	PM
44	444461	7661372	834	PM
45	444274	7661403	855	PM
46	444718	7660790	830	PM
47	447202	7662596	806	MAF1
48	446614	7662347	816	MAF1
49	442593	7663059	864	PM
50	442669	7662701	875	PM
51	442495	7664303	848	PM
52	442061	7663704	917	PM
53	443571	7661470	879	PM
54	446517	7661947		PM
55	446951	7663097	789	CCG
56	444906	7669722	802	PM
57	444672	7670336	822	PM
58	444713	7671002	838	MAF1
59	445113	7671712	844	PM
60	446528	7674978	808	PM
61	447477	7674805	798	PM
62	447110	7676645	830	PC
63	447126	7671864	867	PM
64	425538	7663809	897	CCG
65	425751	7663795	917	CCG
66	425789	7663765	915	CCG
67	426021	7663804	937	CCG
68	426130	7663863	956	CCG
69	426307	7663855	981	CCG
70	426551	7663712	1015	CCG
71	426665	7663674	1044	CCG
72	424877	7662340	802	PC
73	424545	7661669	838	CCG
74	424826	7661257	892	CCG
75	424021	7660857	940	CCG
76	424067	7661112	926	CCG
77	423899	7661638	879	CCG
78	423677	7660118	993	CCG
79	422596	7659343	979	CCG
80	421469	7659038	1002	CCG

<b>Ponto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Unidade</b>
81	421301	7658897	1015	CCG
82	426801	7662253	830	PC
83	444289	7657653	819	PM
84	444829	7656957	807	CCG
85	446922	7658678	797	CCG
86	447930	7658667	882	CCG
87	443253	7658298	803	CCG
88	440157	7660075	822	CCG
89	437501	7659184	849	PC
90	436106	7659145	854	PC
91	433874	7658518	857	PC
92	431120	7658198	892	PC
93	430541	7659633	826	CCG
94	439561	7664123	853	CCG
95	436760	7663618	856	CCG
96	425256	7663228	813	CCG
97	425404	7663194	845	CCG
98	425671	7663311	883	CCG
99	425713	7663444	885	CCG
100	426932	7663519	1047	CCG
101	427329	7663314	1007	CCG
102	427428	7663369	1007	CCG
103	421347	7659286	971	CCG
104	418683	7661229	1038	CCG
105	418664	7661434	1052	CCG
106	418712	7661561	1053	CCG
107	419361	7661991	1059	CCG
108	419162	7662014	1040	CCG
109	419054	7662011	1026	CCG
110	418902	7661891	1034	CCG
111	421196	7658762	1021	CCG
112	420877	7658902	1012	CCG
113	419197	7660556	1010	CCG
113	418481	7661156	1070	CCG
114	418438	7661363	1074	CCG
115	418567	7661445	1073	CCG
116	418051	7664495	1000	CCG
117	418258	7664341	990	CCG
118	418596	7664217	997	CCG
119	418752	7664237	999	CCG

<b>Ponto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Unidade</b>
120	419012	7664305	1035	CCG
121	419398	7664375	995	CCG
122	419656	7664275	991	CCG
123	419822	7664239	1001	CCG
124	419074	7664295	1029	CCG
125	440317	7661062	879	CCG
126	439822	7661344	913	CCG
127	439686	7661327	911	CCG
128	440251	7661142	905	CCG
129	427450	7663951		CCG
130	437131	7663772	870	CCG
131	437326	7661942	890	CCG
132	440949	7665058	813	MAF1
133	442032	7663881	905	MAF2
134	443037	7662230	914	PM
135	442806	7662232	944	PM
136	419085	7660254	887	CCG
137	419510	7660288	927	CCG
138	418180	7660426	885	CCG
139	418020	7660306	853	CCG
140	421550	7660254	970	CCG
141	422094	7661728	884	CCG
142	422160	7661877	872	CCG
143	421726	7663718	846	CCG
144	420310	7661943	1091	CCG

**Unidades:****CCG** – Complexo Campos Gerais**PM** – Granito Porto dos Mendes**MAF1** – Diques de metagabro**MAF2** – Diques de rocha mafica não deformados**PC** – Ponto de controle



# ANEXO 1

## Mapa geológico da área entre Boa esperança e Campo do Meio, Minas Gerais

### LEGENDA

#### Unidades de mapeamento

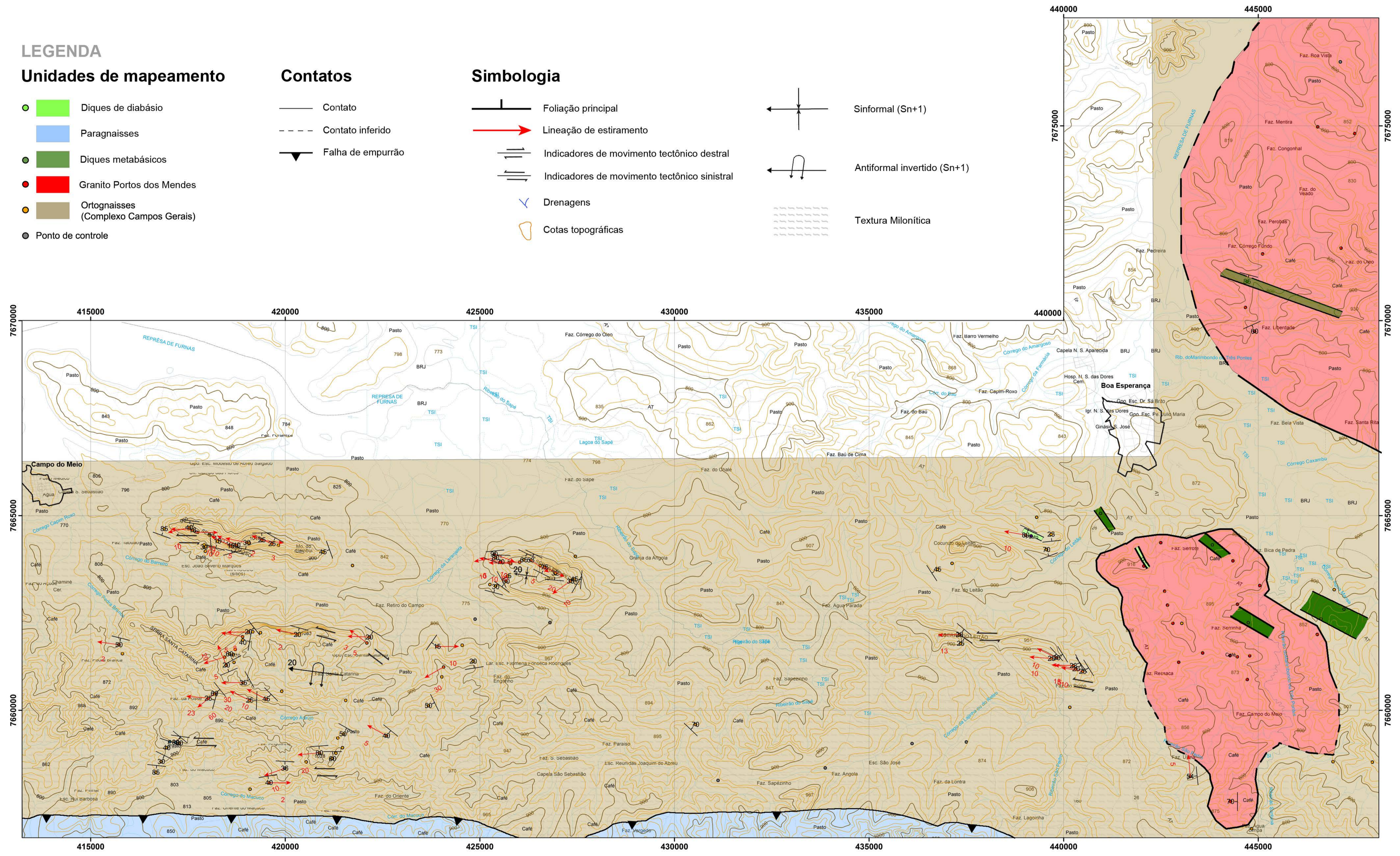
- Diques de diabásio
- Paragneisses
- Diques metabásicos
- Granito Portos dos Mendes
- Ortogneisses (Complexo Campos Gerais)
- Ponto de controle

#### Contatos

- Contato
- Contato inferido
- Falha de empurrão

#### Simbologia

- Foliação principal
- Lineação de estiramento
- Indicadores de movimento tectônico destal
- Indicadores de movimento tectônico sinistral
- Drenagens
- Cotas topográficas
- Sinformal (Sn+1)
- Antiformal invertido (Sn+1)
- Textura Milonítica



0 2 4 8 Kilômetros

**Trabalho de Conclusão de Curso**  
BACHARELADO EM GEOLOGIA

**AUTOR Hugo Henning Kussama**  
**ORIENTADOR Fábio V. P. Paciullo**

COMPILADO DE Kussama (2010) e Carvalho (2010)

Equidistância das curvas de nível 20 metros  
BASE TOPOGRÁFICA (1:50.000)  
Folha Campos Gerais (SF-23-I-I-1) e  
Folha Boa Esperança (SF-23-V-D-II-2)  
PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL WGS 1984  
DATUM VERTICAL marégrafo Imbituba, SC