



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

# **Geologia da região próxima a Dores de Campos, Estado de Minas Gerais e estudo do granito Gentio**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**MARIZE MUNIZ DA SILVA**

**ORIENTADORES:**

**Prof. Dr. CIRO ALEXANDRE ÁVILA  
Prof. Dr. EVERTON MARQUES BONGIOLO**

**PETRO-MIN: Grupo de Estudos em Petrologia e Mineralogia  
(Sediado no Departamento de Geologia e Paleontologia – Museu Nacional)**

**JANEIRO DE 2012  
RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL**



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

# **Geologia da região próxima a Dores de Campos, Estado de Minas Gerais e estudo do granito Gentio**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**MARIZE MUNIZ DA SILVA**

**APROVADA POR:**

---

Prof. Dr. Ciro Alexandre Ávila (MN-UFRJ)

---

Prof. Dr. Everton Marques Bongiollo (DG-UFRJ)

---

Prof. Dr. José Carlos Sícoli Seoane (DG-UFRJ)

---

Prof. Dra. Eliane Guedes (MN-UFRJ)

**JANEIRO DE 2012  
RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Marize Muniz da

**GEOLOGIA DA REGIÃO PRÓXIMA A DORES DE CAMPOS, ESTADO DE MINAS GERAIS E ESTUDO DO GRANITO GENTIO.**

XIV, 95 p., 29,7 cm (Instituto de Geociências – Departamento de Geologia - UFRJ, Trabalho Final de graduação, 2011).

Monografia: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências

- 1 – Granito Gentio
- 2 – Mapeamento geológico
- 3 – Petrografia
- 4 – Geoquímica
- 5 – *Greesntone Belt* Dores de Campos
- 6 – Cinturão Mineiro

## DEDICATÓRIA

“Paciência e perseverança tem o  
efeito mágico de fazer as dificuldades  
desaparecerem e os obstáculos sumirem.”

John Quincy Adams

Dedico este trabalho a toda minha  
família e amigos que sempre me deram  
força e acreditaram na minha capacidade  
de superação.

## RESUMO

Silva, M. M. 2011. **Geologia da região próxima a Dores de Campos, Estado de Minas Gerais e estudo do granito Gentio**. Trabalho Final de Curso, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 95 pag.

O mapeamento geológico da área estudada permitiu a identificação de cinco unidades geológicas distintas: *i)* Metaperidotito – metagabro Estação Prados; *ii)* *Greenstone belt* Dores de Campos; *iii)* Ortognaisse tonalítico Brejo Alegre; *iv)* Gabro Vitoriano Veloso; *v)* Granito Gentio. As observações de campo apontam que tanto o metaperidotito – metagabro Estação Prados, quanto o *greenstone belt* Dores de Campos são as unidades mais antigas da área, seguidas pelo ortognaisse tonalítico Brejo Alegre e pelo granito Gentio, pois o primeiro é cortado por injeções félsicas correlacionadas ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre, enquanto o segundo ocorre como xenólitos no granito Gentio, bem como é cortado por diques tonalíticos correlacionados ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.

O metaperidotito–metagabro Estação Prados corresponde a um corpo ígneo plutônico cumulático com gradação desde peridotitos até gabros, passando por piroxenitos, onde suas rochas foram afetadas por pelo menos dois pulsos metamórficos. O *greenstone belt* Dores de Campos é representado por litótipos metaultramáficos e por litótipos máficos que corresponderiam a antigos derrames komatiíticos e basálticos.

As rochas do metaperidotito–metagabro Estação Prados e as do *greenstone belt* Dores de Campos foram modificadas por pelo menos dois pulsos metamórficos, onde o primeiro pulso metamórfico seria da fácies anfíbolito inferior, enquanto o segundo pulso seria da fácies xisto verde. Sugere-se que o primeiro pulso metamórfico seria correlato ao evento Paleoproterozoico I, cujo intervalo de idades varia entre 2250 e 2170 Ma, enquanto o segundo pulso metamórfico seria correlato ao evento Paleoproterozoico II, cujo intervalo varia entre 2131 e 2100 Ma.

O ortognaisse tonalítico Brejo Alegre corresponde a um metatonalito leucocrático, médio a grosso, localmente porfirítico, fortemente deformado e cuja mineralogia essencial é representada por quartzo, plagioclásio e biotita, enquanto o granito Gentio corresponde a um granitóide cálcio-alcálico, peraluminoso, de alto potássio, enriquecido nos ETR leves e com anomalia negativa de Eu. Varia composicionalmente de tonalito a monzogranito, é predominantemente hololeucocrático e foi subdividido em fácies porfirítica e em fácies equigranular fina a média.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Ciro Alexandre Ávila** pela paciência, confiança, por ter realmente me orientado e contribuído para minha formação e para o meu conhecimento da geologia.

A minha família que mesmo a distância sempre torceu por mim e me incentivou buscar meus objetivos, principalmente meu pai **Mario Rodrigues**.

A professora **Cícera Neysi** e ao professor **Everton Bongiolo** pelas sugestões e muitas dúvidas tiradas e ao professor **Renato Ramos, Júlio Mendes e José Carlos Sícoli Seoane (Cainho)** pelas boas aulas e sugestões.

Aos verdadeiros amigos conquistados durante a graduação que levarei pra minha vida **Elisa Elena, Beatriz Morani e Marion Freitas**, pelas muitas conversas sobre geologia e experiências trocadas e pelo apoio e estímulo.

Ao **Felipe Brandão** companheiro e amigo que sempre me estimulou, apoiou e incentivou todas as minhas escolhas.

A todos os colegas de faculdade que convivi durante esses anos, convivendo mais com eles do que com minha própria família e que contribuíram de uma forma ou outra para minha formação.

A todos os professores e demais funcionários do **IGEO**, como técnicos e motoristas, que sempre nos trouxeram salvos de nossas viagens.

Ao **Emiraldo** motorista/laminador do **Museu Nacional** e ao **Aluizio** por ser sempre tão prestativo e amigo.

Um agradecimento muito especial aos ex-companheiros de **Museu Nacional** **Thayla Vieira e Júlia Guerrero** pelas dicas e discussões.

# SUMÁRIO

Ficha Catalográfica	i
Dedicatória	ii
Resumo	iii
Agradecimentos	iv
Sumário	v
Índice de Tabelas	vii
Índice de Figuras	viii
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Localização da área de estudo vias de acesso	2
1.2 Objetivo	2
1.3 Materiais e métodos	4
1.3.1 Etapa de campo	4
1.3.2 Etapas de laboratório	5
1.3.2.1 Petrografia	5
1.3.2.2 Preparação de amostras para geoquímica	6
1.3.2.3 Análise química	6
1.3.3 Etapa de escritório	7
1.4 Terminologias e nomenclaturas adotadas	8
<b>CAPÍTULO 2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL</b>	<b>14</b>
2.1 Trabalhos anteriores	15
2.2 Geologia regional	21
2.2.1 Supergrupo Minas	24
2.2.2 <i>Greenstone belts</i>	24
2.2.3 Corpos plutônicos máficos e félsicos	25
2.2.4 Megassequências São João del Rei, Carandaí e Andrelândia	26
2.2.5 Deformação e metamorfismo	26
<b>CAPÍTULO 3 – GEOLOGIA DA ÁREA</b>	<b>28</b>
3.1 Aspectos gerais	29
3.2. Caracterização das unidades mapeadas	31
3.2.1 Metaperidotito – Metagabro Estação de Prados	31
3.2.1.1 Feições de campo	31
3.2.1.2 Petrografia	34

3.2.1.2.1 Rochas metaperidotíticas – metapiroxeníticas	34
3.2.1.2.2 Rochas metagabroicas	38
3.2.1.3 Metamorfismo	42
3.2.2. <i>Greenstone belt</i> Dores de Campos	43
3.2.2.1 Feições de campo	44
3.2.2.2 Petrografia	47
3.2.2.3 Metamorfismo	52
3.2.3. Ortognaisse Tonalítico Brejo Alegre	53
3.2.3.1 Feições de campo	54
3.2.3.2 Petrografia	58
3.2.3.2 Metamorfismo	64
3.2.4. Granito Gentio	66
3.2.4.1 Feições de campo	66
3.2.4.2 Petrografia	69
3.2.4.3 Metamorfismo	79
3.2.4.4 Geoquímica	80
<b>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	87
4.1. Considerações finais	88
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	92
Referências bibliográficas	93



## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1</b> – listagem de lâminas delgadas relacionadas ao projeto	4
<b>Tabela 2</b> – listagem da amostra enviada para raio X	4
<b>Tabela 3</b> – Listagem de amostras enviadas para análise química	7
<b>Tabela 4</b> - Índice de cor segundo o teor de minerais máficos (Streckeisen, 1976).	9
<b>Tabela 5</b> - Classificação dos tamanhos dos grãos de rocha ígneas (Williams <i>et al.</i> , 1970)	9
<b>Tabela 6</b> - Subdivisão dos enclaves de acordo com a sua natureza e características petrográficas beado na classificação de Didier & Barbarin (1991)	13
<b>Tabela 7</b> – Com as idades dos eventos magmáticos e os corpos resultantes dos mesmos. Retirada de Ávila (2000).	25
<b>Tabela 8</b> – características dos três eventos metamórficos-deformacionais reconhecidos na região entre São João Del Rei e Nazareno retirado de Texeira et al. (2008).	27
<b>Tabela 9</b> – Análise modal obtida a partir da contagem de 800 pontos das rochas do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	58
<b>Tabela 10</b> – Estimativa modal obtida a partir a partir de nove visadas das lâminas do granito Gentio.	70
<b>Tabela 11</b> - Análises químicas para elementos maiores (% peso), traços (ppm) amostras do granito Gentio	81
<b>Tabela 12</b> - Análises químicas para elementos terras raras (ppm) das amostras do granito Gentio.	82
<b>Tabela 13</b> - Norma CIPW para as amostras do granito Gentio.	83
<b>Tabela 14</b> – Principais diferenças entre o granito Gentio e o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	90

## LISTA DE FIGURA

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> – Articulação das Folhas Topográficas com indicação da área de estudo em vermelho.	2
<b>Figura 2</b> – Mapa rodoviário com as principais vias de acesso à área estudada. O quadrado em vermelho representa a área estudada, a linha em representa a rota utilizada partindo da cidade do Rio de Janeiro. (Fonte Google Maps).	3
<b>Figura 3</b> – Classificação de pertitas baseado na forma segundo Spry 1969.	10
<b>Figura 4</b> – Texturas originadas principalmente por metamorfismo termal segundo Spry 1969.	11
<b>Figura 5</b> – Diagrama de QAP de Streckeisen (1976) com a classificação das rochas plutônicas félsicas e máficas.	12
<b>Figura 6</b> – Diagrama de Middlemost 1985, com classificação de rochas plutônicas máficas e félsicas.	12
<b>Figura 7</b> – Mapa geológico de Mello (2003) na escala 1:25.000.	16
<b>Figura 8</b> – Mapa geológico de Pires <i>et al.</i> (1990) mostrando a distribuição das rochas do <i>greenstone belt</i> Barbacena.	17
<b>Figura 9</b> – Mapa geológico de Trouw <i>et al.</i> (1986) mostrando o embasamento da Folha Barbacena na escala de 1:250.000.	18
<b>Figura 10</b> – Mapa geológico de Noce <i>et al.</i> (1987) mostrando o embasamento entre as cidades de Tiradentes e Barbacena na escala 1:50.000.	19
<b>Figura 11</b> – Mapa da Folha Barbacena (escala 1:100.000) mostrando a distribuição dos litótipos do complexo Ressaquinha (Brandalise <i>et al.</i> , 1991).	20
<b>Figura 12</b> – Mapa de localização da área de estudo no contexto regional da borda meridional do cráton São Francisco.	21
<b>Figura 13</b> – Figura mostrando a concepção inicial do cinturão Mineiro (em laranja) segundo Teixeira & Figueiredo (1991). Em rosa destaca-se o embasamento arqueano que pode ou não estar retrabalhado no Paleoproterozoico.	22
<b>Figura 14</b> – Concepção do Cinturão Mineiro segundo Alkmim (2004).	22
<b>Figura 15</b> – Mapa de parte da borda meridional do cráton São Francisco segundo Teixeira <i>et al</i> (2005).	23
<b>Figura 16</b> – Coluna estratigráfica do Supergrupo Minas segundo Alkmin (2004), onde o Grupo Sabará é incluído no mesmo, apesar de apresentar fragmentos de corpos do arco magmático.	24

<b>Figura 17</b> - Mapa geológico da região entre Tiradentes e Dores de Campos, escala aproximada 1:25.000.	29
<b>Figura 18</b> – Bloco <i>in situ</i> do metaperidotito - metagabro Estação de Prados onde é possível de se observar uma superfície rugosa, interpretada como derivada da presença de grãos maiores	31
<b>Figura 19</b> – Intercalações desde centimétrica a métrica entre os saprólitos arroxeados de rochas do metaperidotito – metagabro Estação de Prados (A) e os saprólitos amarronzados de rochas anfibolíticas do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos (B)	32
<b>Figura 20</b> – Metaperidotito composto de aglomerados de cristais de serpentina (Ser – parte clara) e de anfibólio (Anf – parte escura) do metaperidotito – metagabro Estação de Prados	32
<b>Figura 21</b> – Rocha metagabroica de granulação média e foliada do metaperidotito – metagabro Estação de Prados.	33
<b>Figura 22</b> - Rocha metagabroica do metaperidotito – metagabro Estação de Prados mostrando granulação média a grossa e grãos fortemente estirados.	33
<b>Figura 23</b> – Ortopiroxênio (Opx) intercúmulus englobando antigos grãos cumuláticos de olivina pseudotransformados para serpentina (Ser).	34
<b>Figura 24</b> – Grão reliquiar de ortopiroxênio (Opx) substituído parcialmente para anfibólio (Anf)	35
<b>Figura 25</b> – Textura cumulática com cúmulus de olivina pseudosubstituída por serpentina (Ser) e material intercúmulus representado por ortopiroxênio (Opx) substituído por tremolita (Tre).	35
<b>Figura 26</b> – Serpentina (Ser) com hábito fibroso fino em veio cortando grão pseudomórfico.	36
<b>Figura 27</b> – Grão cumulático de olivina completamente substituído por serpentina (Ser) e envolvido por um agregado composto por anfibólio (Anf), calcita (Cal) e minerais opacos (Op).	36
<b>Figura 28</b> – Grão tabular de ortopiroxênio substituído pseudomorficamente pelo anfibólio <sub>1</sub> (Anf <sub>1</sub> ) caracterizando-se a presença de exsoluções de minerais opacos. O Anfibólio <sub>2</sub> (Anf <sub>2</sub> ) ocorre nas bordas do anfibólio <sub>1</sub> (Anf <sub>1</sub> ) substituindo-o.	37
<b>Figura 29</b> – Grão tabular de anfibólio <sub>1</sub> (Anf <sub>1</sub> ) rico em exsoluções de minerais opacos e substituído na borda pelo anfibólio <sub>2</sub> (Anf <sub>2</sub> ). Destaca-se o sobrecrecimento de clorita (Clor) e minerais opacos (Op) nas bordas do anfibólio <sub>1</sub> (Anf <sub>1</sub> ) substituindo-o	37

<b>Figura 30</b> – Variação na porcentagem de minerais máfico (representados pela hornblenda verde) e félsicos, representado pelo plagioclásio (tracejado vermelho).	38
<b>Figura 31</b> – Hornblenda (Horn) com pleocroísmo verde alterando para biotita no contato com mineral opaco (círculo vermelho) e com crescimento de epidoto (Ep) no contato com plagioclásio. Podem ser observadas exsoluções de titanita no seu interior.	39
<b>Figura 32</b> – Grãos de clorita (Clor) se desenvolvendo na borda da hornblenda	39
<b>Figura 33</b> – Hornblenda com pleocroísmo verde e com <i>blebs</i> de quartzo	40
<b>Figura 34</b> – Grão de plagioclásio substituído parcialmente por zoisita e clinzoisita	40
<b>Figura 35</b> – Grão de plagioclásio substituído completamente por zoisita e clinzoisita.	40
<b>Figura 36</b> – Grão de hornblenda repleto de exsoluções de minerais opacos	41
<b>Figura 37</b> – Grãos de titanita envolvendo minerais opacos e inclusas na hornblenda.	41
<b>Figura 38</b> – Relicto de clinopiroxênio (tracejado vermelho) sendo transformado para anfibólio (Af) em tonalidade preta (nicóis cruzados) e castanha clara (nicóis paralelos).	41
<b>Figura 39</b> – Afloramento em lajedo de rocha anfíbolítica do <i>greenstone Belt</i> Dores de Campos, onde é possível de se observar a presença de diversos diques félsicos (DF) intercalados com as rochas estudadas.	43
<b>Figura 40</b> – Afloramento de rocha saprolitizada no leito de uma estrada secundária mostrando o contato da uma possível rocha metaultramáfica fina (A) com rochas anfíbolíticas (B). Ambos os litótipos pertencem ao <i>greenstone belt</i> Dores de Campos	44
<b>Figura 41</b> – Afloramento mostrando diques graníticos e pegmatitos (Peg) correlacionados ao granito Gentio cortando as rochas metaultramáficas (B) do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos.	45
<b>Figura 42</b> – Amostra de mão mostrando diques félsicos (DF) correlacionados ao granito Gentio cortando as rochas anfíbolíticas (B) do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos.	45
<b>Figura 43</b> – Saprólito de vários diques félsicos (com quartzo) correlacionados ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre (A) cortando as rochas metamáficas (B) do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos	45
<b>Figura 44</b> – Enclave xenolítico de rocha metaultramáfica (A) correlacionado ao <i>greenstone belt</i> Dores de Campos no granito Gentio (B)	46

<b>Figura 45</b> – Enclave xenolítico de rocha anfibolítica (A) correlacionado ao <i>greenstone belt</i> Dores de Campos no granito Gentio (B).	46
<b>Figura 46</b> – Veios submilimétricos de composição quartzo-feldspática (setas preta) cortando rocha anfibolítica do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos.	47
<b>Figura 47</b> – Anfibolito a hornblenda com granulação muito fina a fina do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos mostrando os grãos de hornblenda marrom esverdeada (Horn) orientados segundo a foliação.	48
<b>Figura 48</b> – Anfibolito a hornblenda e biotita do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos mostrando a biotita (Bio) substituindo os grãos de hornblenda (Horn) marrom esverdeada.	48
<b>Figura 49</b> – Anfibolito de granulação muito fina do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos mostrando hornblenda verde escura a marrom, titanita (círculo vermelho) e plagioclásio (Plag) epidotizado	49
<b>Figura 50</b> – Grão de hornblenda verde amarronzada (Horn) substituída nas bordas por actinolita (Act) com pleocroísmo verde claro	49
<b>Figura 51</b> – Grão de ferro actinolita com pleocroísmo verde azulado crescendo junto com plagioclásio epidotizado e na borda da hornblenda.	50
<b>Figura 52</b> – Grão de anfibólio <sub>3</sub> (Anf <sub>3</sub> ) substituído parcialmente por biotita e associado com quartzo (Qtzo).	50
<b>Figura 53</b> – Veio de epidoto (Ep) e quartzo (Qtzo) cortando rocha anfibolítica.	50
<b>Figura 54</b> – Dique félsico correlacionado ao tonalito Brejo Alegre com fenocristal de plagioclásio epidotizado e sericitizado.	51
<b>Figura 55</b> – Região próxima ao contato do dique félsico com a rocha anfibolítica mostrando o enriquecimento de minerais máficos (biotita) na borda do dique	51
<b>Figura 56</b> – Lajedo do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	53
<b>Figura 57</b> – Intercalação entre rocha máfica (A) correlacionada ao <i>greenstone belt</i> Dores de campos e rocha félsica (B) correlacionada ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	54
<b>Figura 58</b> – Saprólito do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre com enclave de rocha	54
<b>Figura 59</b> – Cristais de feldspato com forma elipsoidal	55
<b>Figura 60</b> – Dique hololeucocrático centimétrico cortando o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	56
<b>Figura 61</b> – Contato brusco entre granitóide fino a médio (A) e o ortognaisse	56

Brejo Alegre (B).	
<b>Figura 62</b> – Fratura no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre preenchida por uma massa fina de coloração cinza clara representada por turmalina, quartzo, barita e albita.	57
<b>Figura 63</b> – Difratograma de raios-X da massa fina de coloração cinza clara encontrada no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	57
<b>Figura 64</b> – Diagrama QAP para as rochas do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	58
<b>Figura 65</b> – Textura porfirítica (fenocristal de plagioclásio – Pl) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	59
<b>Figura 66</b> – Foliação metamórfica do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre dada pela orientação dos grãos de biotita e de quartzo.	59
<b>Figura 67</b> – Grão de quartzo do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre mostrando extinção ondulante.	60
<b>Figura 68</b> – Grãos de biotita (Bi) crescidos entre os grãos de quartzo (Qz) poligonizados no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	60
<b>Figura 69</b> - Cristal de quartzo (Qz) com inclusão de zircão (indicado pelo círculo vermelho) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	61
<b>Figura 70</b> – Grão de plagioclásio do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre fortemente alterado com o crescimento de uma grande quantidade de minerais sobre o mesmo.	61
<b>Figura 71</b> – Clorita (Cl) substituindo pseudomorficamente um grão de biotita (Bi) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre	62
<b>Figura 72</b> – Grão de biotita (Bi) em paragênese com titanita (Ti) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	62
<b>Figura 73</b> – Paragênese entre biotita (Bi), clorita (Cl), epidoto (Ep), zoisita (Zo) e clinozoisita (Cz) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre	63
<b>Figura 74</b> – Calcita (Ca) crescida nas clivagens da biotita no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre	63
<b>Figura 75</b> – Substituição parcial do plagioclásio (Pl) pelo epidoto (Ep) mostrando o início do processo de pseudomorfismo no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	63
<b>Figura 76</b> – Grão de epidoto (Ep) com borda de sobrecrecimento de zoisita (Zo) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.	64
<b>Figura 77</b> – Afloramento do granito Gentio em grandes lajedos	66
<b>Figura 78</b> – Xenólito de anfibolito (A) do <i>greenstone belt</i> Dores de Campos	67

no granito Gentio (B)

- Figura 79** – Índice de cor do granito Gentio que pode variar de hololeucocrático (A) a leucocrático (B) 67
- Figura 80** – Fenocristal centimétrico de feldspato da fácies porfíritica do granito Gentio. 67
- Figura 81** – Amostra de mão da fácies fina a média do granito Gentio caracterizada pela homogeneidade dos grãos de feldspato 68
- Figura 82** – Zona de interação entre as rochas das fácies fina a média (A) e da fácies porfíritica (B) do granito Gentio. 68
- Figura 83** – Feição primária de orientação dos fenocristais de feldspato por fluxo magmático. 69
- Figura 84** – Diagrama QAP para as rochas do granito Gentio. 70
- Figura 85** – Textura inequigranular da fácies fina a média do granito Gentio destacando-se a orientação dos grãos de biotita (em azul). 71
- Figura 86** – Fenocristal de feldspato peritítico da fácies porfíritica do granito Gentio onde se destaca a presença do intercrescimento entre lamelas de albita (parte clara) em um feldspato potássico (parte escura). 71
- Figura 87** – Fenocristal de plagioclásio da fácies porfíritica do granito Gentio levemente sericitizado 72
- Figura 88** – Grãos de quartzo com extinção ondulante e recristalizado da fácies porfíritica do granito Gentio. 72
- Figura 89** – Substituição parcial do plagioclásio (Pl) da fácies fina a média do granito Gentio por epidoto (ep), zoisita (Zo) e sericita e o crescimento de biotita (Bi) sobre o plagioclásio 73
- Figura 90** – Grão de plagioclásio (Pl) em contato com o feldspato potássico (F-k) onde se destaca a formação intercrescimento mirmequítico. Rocha da fácies fina a média do granito Gentio 73
- Figura 91** – Plagioclásio fortemente epidotizado e sericitizado no centro com borda límpida (A), apontando para um sobrecrescimento albitico. Rocha da fácies fina a média do granito Gentio. 74
- Figura 92** – Inclusão de plagioclásio fortemente alterado com textura em peneira (A) no feldspato potássico (F-k). Rocha da fácies fina a média do granito Gentio. 74
- Figura 93** – Intercrescimento peritítico tipo *flame* no feldspato potássico da fácies fina a média do granito Gentio. 75

<b>Figura 94</b> – Intercrescimento pertítico tipo interpenetrante no feldspato potássico da fácies fina a média do granito Gentio	75
<b>Figura 95</b> – Intercrescimento pertítico tipo <i>string</i> no feldspato potássico da fácies porfírica do granito Gentio	76
<b>Figura 96</b> – Biotita (Bi) da fácies porfírica do granito Gentio alterada para clorita (Cl) e associada com epidoto (Ep) e zoisita (Zo)	76
<b>Figura 97</b> – Biotita (Bi) da fácies fina a média do granito Gentio associada com titanita (Ti).	77
<b>Figura 98</b> – Titanita primária euédrica da fácies fina a média do granito Gentio	77
<b>Figura 99</b> – Titanita secundária da fácies fina a média do granito Gentio	78
<b>Figura 100</b> – Grãos de allanita (Al) da fácies fina a média do granito Gentio envolvido por epidoto (Ep) formando a textura “ovo frito”	78
<b>Figura 101</b> – Grãos de zircão zonado da fácies porfírica do granito Gentio	79
<b>Figura 102</b> – Classificação geoquímica no diagrama de Middlemost (1985) para as amostras do granito Gentio.	82
<b>Figura 103</b> – Diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971) para as amostras do granito Gentio	83
<b>Figura 104</b> – Diagrama SiO <sub>2</sub> x K <sub>2</sub> O de Peccerillo & Taylor (1976) para as amostras do granito Gentio.	83
<b>Figura 105</b> – Diagrama de Shand (1943) para as amostras do granito Gentio.	84
<b>Figura 106</b> – <i>Spidergram</i> de Pearce (1983) normalizado para MORB com as amostras do granito Gentio.	85
<b>Figura 107</b> – Diagrama de ETR normalizado pelo condrito de Nakamura (1974) para as amostras do granito Gentio.	85
<b>Figura 108</b> – Diagramas de Pearce <i>et al</i> (1984) para discriminação de ambiência tectônica para amostras do granito Gentio.	86



# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

## 1.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO

Á área de estudo localiza-se nos arredores da cidade de Dolres de Campos na região sul-sudeste do Estado de Minas Gerais. Esta compreende aproximadamente 24 km<sup>2</sup> e corresponde à porção limite entre as cartas topográficas do IBGE Tiradentes (SF-23-X-C-II-2) e Barbacena (SF-23-X-C-III-1), ambas na escala 1:50.000 (Figura 1).

RESENDE COSTA	CARANDAÍ	CAPELANOVA
TIRADENTES	BARBACENA	SENHORADO RÉMEDIOS
PIEDADE DO RIO GRANDE	IBERTIOGA	SANTOS DUMONT

Figura 1 – Articulação das folhas topográficas do IBGE (1:50.000) com indicação da área estudada em vermelho.

A partir da cidade do Rio de Janeiro o acesso a área estudada é realizado pela rodovia BR-040 até a cidade de Barbacena. A partir desta cidade a viagem continua pela BR-265 até o trevo localizado na entrada da cidade de Barroso, de onde basta seguir pela estrada à direita, rumando para norte até alcançar a cidade de Dolres de Campos (Figura 2). A partir desta, podem ser utilizadas a estrada principal que liga Dolres de Campos as cidades de Prados e Tiradentes, bem como diversas estradas secundárias, caminhos e trilhas.

## 1.2 – OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi o estudo geológico das proximidades da cidade de Dolres de Campos com enfoque para o granito Gentio (Anexo I - Mapa geológico) e para alcançá-lo foram realizadas as seguintes etapas:

- 1 - Delimitação das diversas unidades de mapeamento presentes na região estudada e estabelecimento da cronologia relativa entre as mesmas;

- 2 – Confeção do mapa geológico da área estudada na escala 1:25.000 e compilação de dados dos mapas de Bezerra Filho (2006) e Guerrero (2011);
- 3 - Caracterização petrográfica do granito Gentio visando à identificação das variações modais, de granulação e texturais das diferentes fácies;
- 4 – Descrição das principais transformações metamórficas, hidrotermais e deformacionais processadas nas rochas do granito Gentio e em suas encaixantes;
- 5 – Caracterização das variações geoquímicas entre as diferentes fácies do granito Gentio a partir da utilização de diagramas petrogenéticos e de ambiência tectônica;
- 6 – Inserção do granito Gentio em um modelo que ajude no estudo e compreensão da evolução paleoproterozoica do cinturão Mineiro e da borda meridional do cráton São Francisco.



Figura 2 – Mapa rodoviário com as principais vias de acesso à área estudada. O quadrado em vermelho representa a área estudada e a linha em verde representa a rota utilizada partindo da cidade do Rio de Janeiro. (Fonte Google Maps).

### 1.3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em três etapas: campo, laboratório e escritório. Essas atividades foram precedidas por um levantamento do material pré-existente (lâminas delgadas e mapas geológicos). Esse material está associado às atividades de pesquisa realizadas por estudantes como Bezerra Filho (2006) e Guerrero (2011), orientados pelo professor Ciro Alexandre Ávila em suas monografias de graduação.

Na presente monografia foram utilizadas trinta e oito lâminas delgadas (Tabela 1), sendo que destas trinta e seis lâminas foram confeccionadas durante o presente trabalho (sigla iniciada em MA), enquanto outras duas (sigla iniciada em AN) foram recuperadas da monografia de Bezerra Filho (2006).

Além da confecção das lâminas delgadas, outras atividades também foram desenvolvidas, como por exemplo, a análise de uma amostra por difração de raios-X (Tabela 2) e a seleção de amostras para análise química.

Tabela 1 - Listagem de lâminas delgadas relacionadas ao projeto.

Amostra	Classificação	Amostra	Classificação	Amostra	Classificação
MA-01A	Metaultramáfica fina	MA-31A	Gabro	MA-73E	Granito fino
MA-01B	Metaultramáfica fina	MA-31B	Gabro	MA-74A	Granito porfirítico
MA-01C	Metaultramáfica média	MA-35	Anfibolito porfirítico	MA-74B	Granito fino
MA-01D	Metaultramáfica média	MA-38	Gabro	MA-74C	Granito
MA-02	Metaultramáfica	MA-42	Gabro	AN-41	Granito
MA-06	Anfibolito	MA-047A	Tonalito médio a grosso	AN-42B	Granito
MA-07A	Anfibolito	MA-047B	Tonalito fino		
MA-07B	Granito	MA-51A	Gabro		
MA-07C	Anfibolito bandado	MA-51B	Gabro		
MA-08	Metaultramáfica	MA-51C	Gabro		
MA-010	Gabro	MA51D	Gabro		
MA-23	Granito médio	MA-53A	Tonalito		
MA-29A	Anfibolito	MA-53B	Tonalito		
MA-29B	Anfibolito	MA-73A	Granito porfirítico		
MA-29C	Gabro	MA-73B	Dique		
MA-29D	Gabro	MA-73D	Granito médio		

Tabela 2 – Amostra enviada para difratometria de raios-X.

AMOSTRA	MATERIAL ANALISADO
MA-53	Fragmentos de um material escuro que preenche falhas e fraturas

#### 1.3.1 - ETAPA DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado em uma única campanha com duração de sete dias, que ocorreu entre 11 e 17 de abril de 2011. Durante as atividades de campo foram realizadas caminhadas por trilhas e estradas, identificando-se e delimitando-se os diferentes litótipos,

tendo sido marcados 74 pontos (**Anexo II – Mapa de pontos**), os quais, sempre que possível, foram amostrados. Essa fase foi acompanhada pela montagem de um arquivo digital (fotografias) com as principais feições dos locais de amostragem.

Para a delimitação das litologias foi utilizado o método de se caminhar ao longo dos contatos em virtude da natureza intrusiva de grande parte dos corpos mapeados, com contatos irregulares e sinuosos. Nos casos em que foram observadas estruturas secundárias como foliação ou xistosidades realizou-se a medição em *dip-dip* a partir do uso de bússola Eclipse Pro 8099 da Brunton® com declinação de 19° W.

Durante a marcação dos pontos foram realizadas descrições de afloramentos e blocos, observando-se o grau de intemperismo da rocha (fresca, alterada ou saprólito) e descrevendo-se suas características (mineralogia, aspectos texturais - estruturais) e a presença ou não de xenólitos, veios e pegmatitos.

A coleta de amostra para estudo em laboratório baseou-se na escolha dos fragmentos mais representativos das rochas aflorantes, buscando-se sempre alguns aspectos de interesse, como no caso dos granitóides, a presença de xenólitos. Foi, ainda, coletada uma amostra (massa preta de granulação muito fina) para análise por difratometria de raios-X.

Durante as atividades de campo, as principais dificuldades encontradas estiveram relacionadas à: cobertura vegetal; manto de intemperismo sotoposto as unidades; e ao elevado grau de alteração intempérica das rochas estudadas. Essas feições dificultaram a identificação mineralógica e, conseqüentemente, a classificação dos litótipos, principalmente quando envolvia os granitóides.

Como resultado do trabalho de campo foi confeccionado um mapa geológico na escala de 1:25.000 (**Anexo I – Mapa geológico**). Para uma melhor localização dos pontos geológicos foi utilizado um GPS Garmin Etrex, onde os pontos foram marcados sempre procurando-se observar a topografia apresentada no mapa de campo, bem como outras feições como drenagens.

### **1.3.2 ETAPA DE LABORATÓRIO**

A etapa de laboratório foi subdividida em várias sub-etapas, que serão descritas em detalhe a seguir:

#### **1.3.2.1 Petrografia**

Todas as amostras coletadas no campo foram lavadas, identificadas e enviadas para o Laboratório de Laminação do Museu Nacional (LLMN), visando à confecção de lâminas petrográficas. Em algumas amostras foram selecionadas áreas específicas para corte,

principalmente aquelas relacionadas à orientação dos minerais (feições primárias ou secundárias) ou então áreas de contato entre corpos ígneos e xenólitos, onde se buscava feições petrográficas de interesse, como assimilação e transformações mineralógicas.

As descrições das lâminas petrográficas foram realizadas no microscópio Carl Zeiss® Axioskop 40, onde se buscou identificar mineralogia, granulação, texturas e outras feições microscópicas relevantes para caracterizar as rochas e identificar os possíveis protólitos e as transformações metamórficas e/ou hidrotermais existentes. Durante a caracterização petrográfica, foram tiradas fotomicrografias das principais feições observadas, bem como as mesmas foram organizadas em um acervo digital.

Nesta etapa foram utilizadas duas lâminas referentes ao trabalho de Bezerra Filho (2006), essas lâminas possuem a sigla iniciada em AN (Tabela 1).

### **1.3.2.2 Preparação de amostras para geoquímica**

A seleção das amostras para geoquímica baseou-se nos critérios de escolha dos fragmentos no campo e do grau intempérico da amostra em lâmina petrográfica.

Após a separação das amostras, definiu-se também a área de corte (evitando-se veios, contatos, xenólitos e priorizando áreas centrais - menos alteradas intempericamente). As amostras foram então cortadas em briquetes (*slabs*) de cerca de 5,0 cm x 3,0 cm no Laboratório de Laminação do Museu Nacional (LLMN). Posteriormente, os briquetes foram quebrados com martelo até alcançar fragmentos entre 0,5 e 2,0 cm, tornando-os adequados para a cominuição em um moinho de panela de carbetto de tungstênio por 3 minutos até atingir uma granulação inferior a 200 *mesh*, considerada como adequada para a análise química.

### **1.3.2.3 Análise química**

Foram utilizadas dez amostras do granito Gentio, sendo que sete possuem sigla AN e são provenientes da monografia de Bezerra Filho (2006), enquanto duas apresentam a sigla LC e estão associadas à dissertação de mestrado de Nunes (2007) e uma apresenta a sigla MA e é proveniente da análise feita para o presente trabalho.

A análise de uma amostra com sigla MA foi realizada no Laboratório de Fluorescência de Raios-X da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a partir do uso de um espectrômetro de fluorescência de raios-X Phillips modelo PW 2400 com tubo de Rh. A análise para elementos maiores e menores envolveu a fusão de 1g de material pulverizado a - 200 *mesh* com cinco 5g de tetraborato de lítio, que reverteram em uma pastilha de vidro, que foi levada ao equipamento. Os elementos traços foram analisados e determinados com 7,0 g

do pó da amostra, prensada com 1,0 g de aglutinante *wax* por espectroscopia de fluorescência de raios-X em pastilha prensada. As condições analíticas incluíram: voltagem de aceleração entre 22 kV (para Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, Si) e 40 kV (para Mn, Ti); intensidade do feixe de raio-X de 50 mA; tempo médio de contagem entre 30 segundos (para Al, Ca, Fe, K, Si) e 60 segundos (para Mg, Na, P); e correções de matriz Alpha.

A perda ao fogo foi determinada através da comparação do peso da amostra antes e depois da mesma ser aquecida por 30 minutos a 950° C. Os elementos leves foram aferidos com as seguintes condições: detector de fluxo, cristal analisador PET/Ge e potência do tubo de 40 kV – 70 mA. Os elementos pesados foram analisados com detector selado, cristais analisadores LIF200/LIF200 e potência do tubo de 50 kV – 50 mA. Com base em análises padrões, o erro analítico relativo estimado foram: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K e P (cerca de 2%) e elementos traços (5 a 10%).

**Tabela 3** – Listagem de amostras enviadas para análise química

<b>AN-94A</b>	Granito Gentio fácies porfirítica
<b>AN-57A</b>	Granito Gentio fácies porfirítica
<b>AN-85</b>	Granito Gentio fácies média
<b>AN-58A</b>	Granito Gentio fácies média
<b>AN-74</b>	Granito Gentio fácies média
<b>AN-94B</b>	Granito Gentio fácies média
<b>AN-98A</b>	Granito Gentio fácies porfirítica
<b>LC-24a</b>	Granito Gentio fácies porfirítica
<b>LC-24b</b>	Granito Gentio fácies porfirítica
<b>Ma-74C</b>	Granito Gentio fácies média

### 1.3.3 ETAPA DE ESCRITÓRIO

Na fase inicial desta etapa foram realizadas as atividades de preparação do mapa campo na escala 1:25.000. A preparação do mapa de campo consistiu, primeiramente, na obtenção dos mapas topográficos digitais (folhas Tiradentes e Barbacena - escala de 1:50.000) no site do IBGE e posterior ampliação destes para a escala de 1:25.000.

O mapa de escritório, em formato digital, foi confeccionado utilizando-se o programa ArcGis 9.3. Para um melhor resultado, o mapa de campo foi digitalizado e assim, utilizado como base para se desenhar o mapa geológico final. A partir dos pontos marcados em campo, criou-se uma tabela no Excell, que foi georreferenciada e em seguida plotada no mapa digital, gerando-se o mapa de pontos.

Também foram tratados e interpretados os dados referentes às análises geoquímica, através da confecção de gráficos utilizando o programa GCDKit 2.3. Na fase final foi realizada pesquisa bibliográfica para melhor entender a origem e evolução da área de estudo e, por fim, fazer as interpretações finais que estão aqui expostas. A organização das referências bibliográficas está de acordo com as normas da Revista Brasileira de Geociências, tendo como base o volume 39 – N°1 de março de 2009.

#### **1.4 TERMINOLOGIAS E NOMENCLATURAS ADOTADAS**

Durante a redação da presente monografia foram utilizadas terminologias que nem sempre possuem um único sentido. Neste contexto, o presente capítulo tem por finalidade abordar as definições das terminologias adotadas, permitindo assim, uma melhor compreensão de seus significados.

Com intuito de sugerir o processo que originou os minerais presentes nas rochas estudadas foram utilizados os seguintes termos:

- 1) Minerais primários: aqueles originado a partir da cristalização direta do magma. Podem ser divididos em essenciais (minerais formadores de rochas) e acessórios (minerais que perfazem menos de 5% do volume total da rocha) Wernick (2003);
- 2) Minerais metamórficos: aqueles formados durante eventos metamórficos a que a rocha foi exposta, sendo o metamorfismo definido por Williams *et al.* (1970) como mudanças mineralógicas e estruturais ocorridas no estado sólido, sem o desenvolvimento de uma fase silicática em fusão;
- 3) Minerais hidrotermais: aqueles resultantes de transformações associadas com a percolação de fluidos quentes fazendo com que os minerais percam a estabilidade e se recristalizem em novas assembléias minerais Sgarbi (2007);
- 4) Minerais intempéricos: são aqueles que resultam das transformações que as rochas da crosta foram submetidas na interação com a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera (Teixeira *et al.*, 2000).

Segundo Williams *et al.* (1970), o termo pegmatito deve ser utilizado para rochas de granulação extremamente grossa, resultante de estágios finais de consolidação de magmas consideravelmente enriquecidos em voláteis. De forma semelhante, foliação é um termo utilizado para rochas que possuem orientação mineral preferencial, podendo esta ser: ígnea, quando é dada pela orientação de minerais magmáticos durante a movimentação do magma,



como é o caso da orientação de grãos de plagioclásio por fluxo magmático; e metamórfica, quando é resultante da orientação mineral em resposta a tensões aplicadas na rocha, onde os novos minerais tendem a se orientar.

Com relação ao índice de cor das rochas ígneas, seguiu-se a proposição de Streckeisen (1976), que o definiu como sendo a soma dos minerais máficos (mica, anfibólio, piroxênio e olivina), opacos (pirita, magnetita, ilmenita) e alguns acessórios (zircão, apatita, titanita, epidoto, allanita, granadas, carbonatos primários, dentre outros), não incluindo, portanto, os minerais secundários. Neste sentido, para classificar as rochas de acordo com tal índice, utilizou-se a proposta do mesmo autor, descritas na **Tabela 4**.

Quanto à granulação dos minerais que compõem a rocha (**Tabela 5**), empregou-se a proposta de Williams *et al.* (1970), que classifica as rochas em: faneríticas (aquelas em que os cristais são reconhecíveis a olho nu); e afaníticas (aquelas com cristais muito fino), os quais não são reconhecidos nem com o auxílio de lupa de mão.

**Tabela 4** - Índice de cor segundo a porcentagem de minerais máficos (Streckeisen, 1976).

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

**Tabela 5** - Classificação para o tamanho dos cristais das rochas faneríticas (Williams *et al.*, 1970).

<b>Terminologia</b>	<b>Tamanho do grão</b>
Muito grossa	> 30 mm
Grossa	5 a 30 mm
Média	1 a 5 mm
Fina	< 1 mm

Para o grau de desenvolvimento das faces dos cristais foram utilizados os termos proposto por Williams *et al.* (1970): idiomórfico (para um cristal que apresente faces bem formadas); hipidiomórfico (para um mineral com algumas das faces bem formadas); ou xenomórfico (para um grão que não possui faces bem formadas). Se o mineral for metamórfico podem ser utilizados os termos idioblástico, hipidioblástico e xenoblástico.

O termo pseudomorfo foi utilizado para definir uma textura de substituição no qual, um mineral ou um agregado de minerais substitui outro mineral, porém é mantida a forma do mineral substituído.

Em relação ao intercrescimento pertítico (lamelas de plagioclásio incluídas em um feldspato potássico) foi utilizada a classificação de Spry (1969), que se baseia apenas na forma apresentada pelas pertitas (Figura 3). De forma semelhante, o intercrescimento mirmequítico corresponde ao crescimento de quartzo (sob a forma vermicular) sob um plagioclásio sódico (oligoclásio), próximo ao contato com um feldspato potássico.

O termo “textura em peneira” foi utilizado para representar um mineral primário sob o qual ocorreu o crescimento de vários diferentes minerais metamórficos sem substituí-lo por completo. Já o termo “textura granoblástica poligonal” foi utilizado segundo a proposta de Spry (1969) para caracterizar uma feição onde os cristais reestabilizados sob uma forma poligonizada, podendo ocorrer grãos de biotita entre os mesmos (Figura 4).

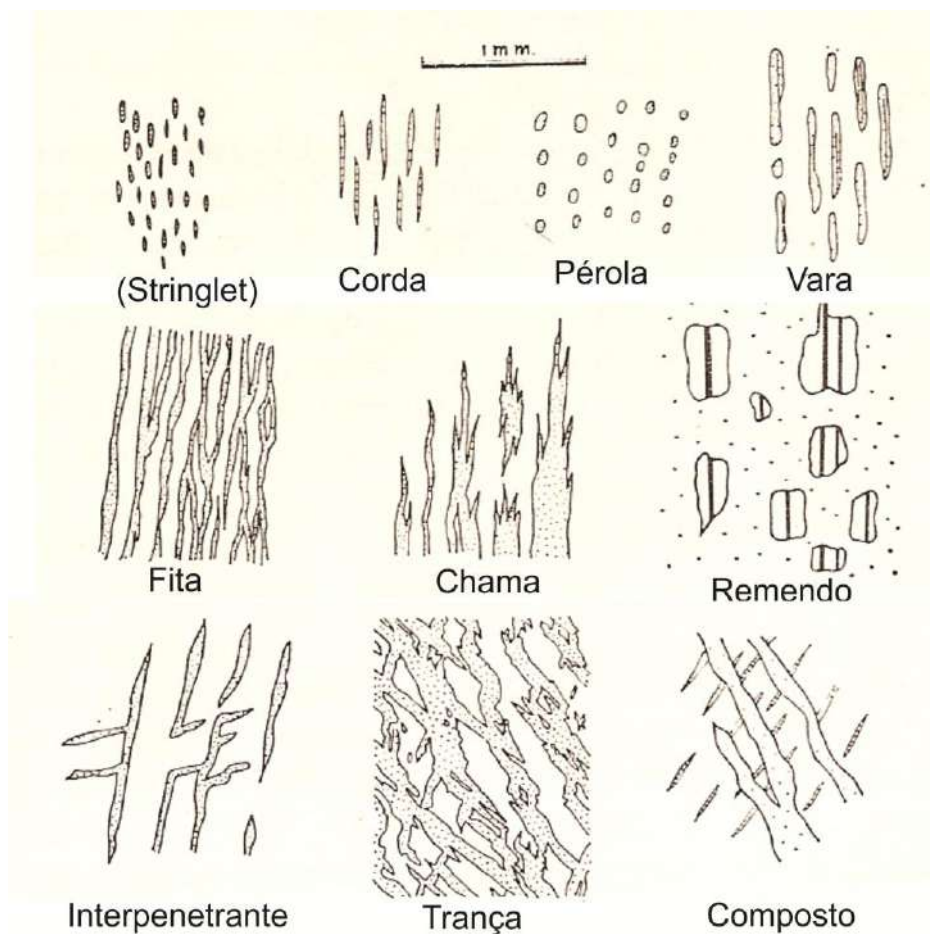
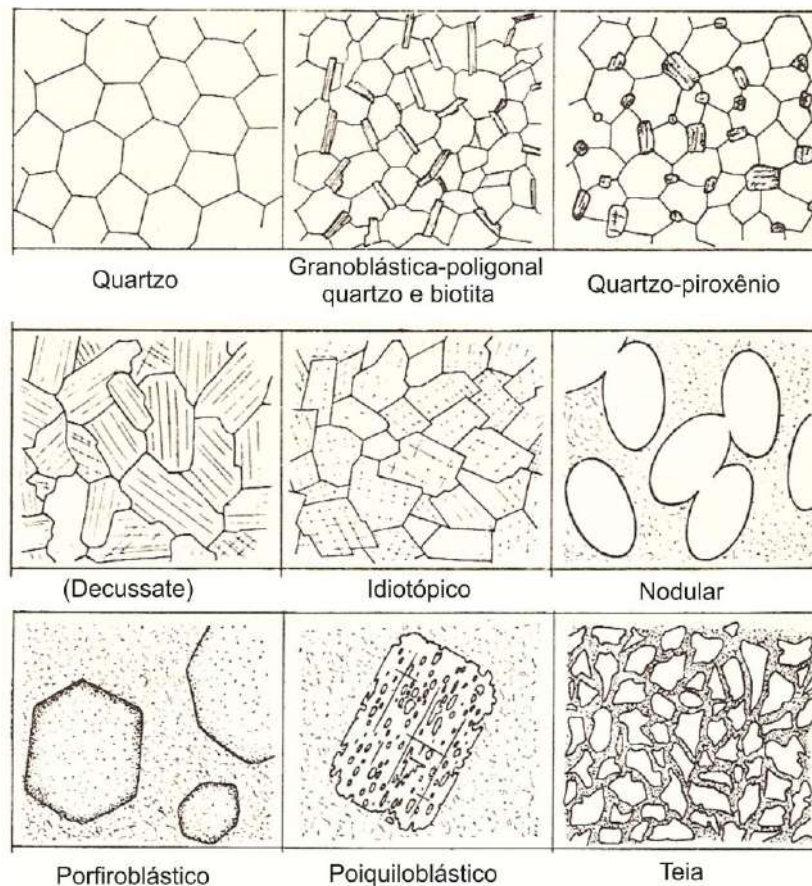


Figura 3 – Classificação de pertitas baseado na forma segundo Spry (1969).

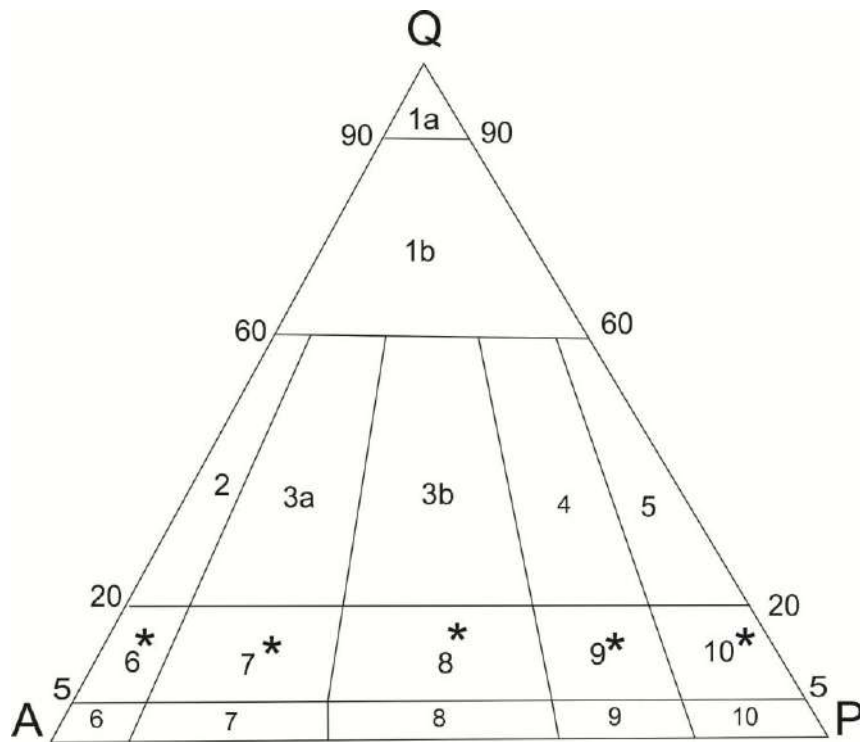


**Figura 4** – Texturas originadas principalmente por metamorfismo termal segundo Spry (1969).

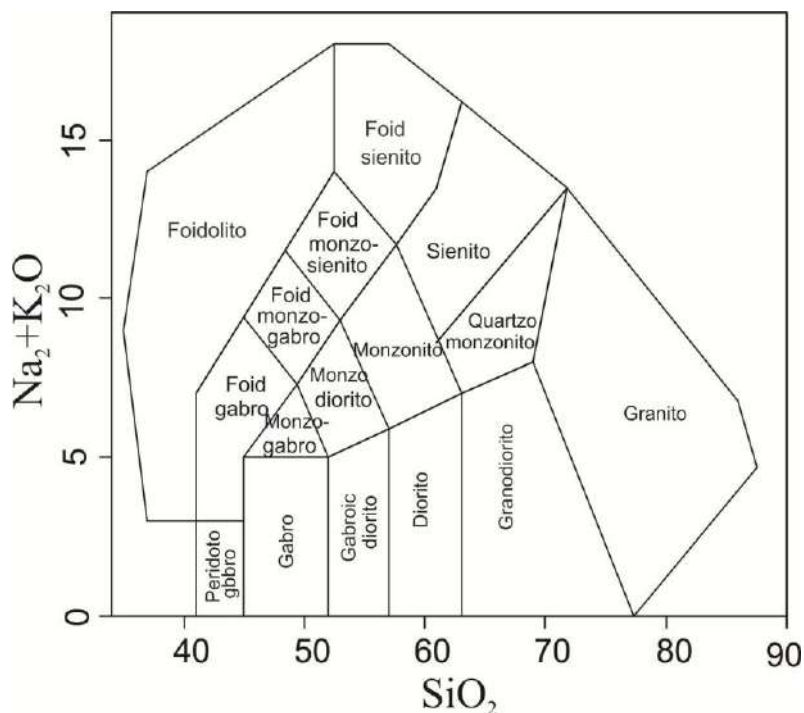
A nomenclatura petrológica para rochas ígneas plutônicas félsicas (granitóides) e máficas (gabros) baseou-se no diagrama modal QAP (Figura 5) de Streckeisen (1976) e no diagrama químico  $\text{SiO}_2 \text{ X } (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  de Middlemost (1985) (Figura 6).

O termo granitóide foi utilizado de forma generalizada para designar rochas de composição quartzo feldspática, que plotam no diagrama modal QAP entre os campos que correspondem aos números 2, 3a, 3b, 4 e 5.

Por fim vale ressaltar que neste trabalho o termo enclave foi utilizado segundo a definição de Lacroix (1890 apud Didier & Barbarin, 1991), que o define como “fragmentos que estão inclusos ou inteiramente rodeados por uma rocha ígnea hospedeira”. De acordo com esses autores os enclaves podem ser subdivididos em sete diferentes tipos (Tabela 6).



**Figura 5** - Diagrama modal QAP de Streckeisen (1976) com a classificação geral e nomenclatura de rochas plutônicas de acordo com o conteúdo mineral. 1a- Quartzolito (silexito); 1b- Granitóide rico em quartzo; 2- Álcali-feldspato granito; 3a- Sienogranito; 3b- Monzogranito; 4- Granodiorito; 5- Tonalito; 6\*- Quartzo álcali-feldspato sienito; 7\*- Quartzo sienito; 8\*- Quartzo monzonito; 9\*- Quartzo monzodiorito/Quartzo monzogabro; 10\*- Quartzo diorito/Quartzo gabro/Quartzo anortosito; 6- Álcali-feldspato sienito; 7- Sienito; 8- Monzonito; 9- Monzodiorito / Monzogabro; 10- Diorito / gabro / anortosito.



**Figura 6** – Diagrama de Middlemost (1985) com classificação de rochas plutônicas máficas e félsicas.

**Tabela 6** - Subdivisão dos enclaves (Didier & Barbarin,1991) de acordo com a sua natureza e características petrográficas.

<b>Enclave</b>	<b>Natureza</b>	<b>Contato</b>
Xenolítico	Pedaço de rocha encaixante	Penetrante
Xenocristal	Cristal isolado estranho à rocha	Penetrante
Surmicáceo	Resíduo de fusão (restito)	Penetrante com crosta biotítica
<i>Schlieren</i>	Enclave “rompido”, “dilacerado”	Gradual
Microgranular félsico	Dilaceração de margens mais finas	Penetrante ou gradual
Microgranular máfico	Bolhas de magmas coesos	Predominantemente anguloso
Cumulático (Autólito)	Ruptura e dilatação de cumulos	Predominantemente gradual

## Capítulo 2

# CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

## 2.1 TRABALHOS ANTERIORES

A porção sul-sudeste do Estado de Minas Gerais já foi estudada por muitos autores como Trouw *et al.* (1986), Noce *et al.* (1987), Pires *et al.* (1990), Brandalise (1991) e Quéméneur e Noce (1994). Todos os trabalhos citados abrangem parte ou toda a área, no entanto, com uma visão regional. A única exceção considerada é o trabalho realizado por Mello (2003), que envolveu o mapeamento geológico do entorno da cidade de Dores de Campos na escala de 1:25.000, onde foram identificadas seis unidades de mapeamento (Figura 7). Estas unidades serão descritas sucintamente a seguir em ordem decrescente de idade relativa:

- a) Metavulcânicas e metassubvulcânicas máficas: envolvem anfibolitos, metabasaltos, metadiabásio e diques finos de metagranitóide, que ocorrem na porção NW, N e centro-NE da área, como faixas alongadas;
- b) Rochas metaplutônicas máficas e ultramáficas acamadadas: representadas por metaperidotitos, metapiroxenitos e metagabros, que localmente podem apresentar pequenos diques e apófises de metagranitóides, bem como remanescente de anfibolitos;

Segundo Mello (2003) as duas unidades acima descritas fazem parte do *greenstone belt* Barbacena, de idade arqueana, interpretando-as como correlatas temporalmente ao *greenstone belt* Rio das Velhas. Foram ainda descritos:

- c) Migmatitos nebulíticos e gnaisses bandados, que ocorrem intercalados com metagranitóides e, mais restritamente, com anfibolitos e rochas metaultramáficas;
- d) Ortognaisse tonalítico Brejo Alegre, que corresponde a um corpo tonalítico intrudido por delgados diques de metaleucogranitóide. Aflora ao sul da cidade de Dores de Campos e possui direção ENE-WSW;
- e) Metagranitóide Gentio ou Alto Vieira, que envolve litótipos félsicos que variam de graníticos a tonalíticos, com texturas desde porfiríticas a equigranulares. Ocupa as porções sul, sudeste e leste da área.

Mello (2003) considera a possibilidade de os gnaisses e migmatitos fazerem parte do embasamento cratônico e serem nesse caso Eoarqueanos ou Paleoproterozoicos, bem como o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre. A última unidade de mapeamento caracterizada por Mello (2003) corresponde ao filitos metassedimentares da Bacia Carandaí. Estes aflorariam no extremo sudeste da área estudada, envolveriam metapelitos laminados com clivagem ardosiana crenulada e estariam associados ao Mesoproterozoico.

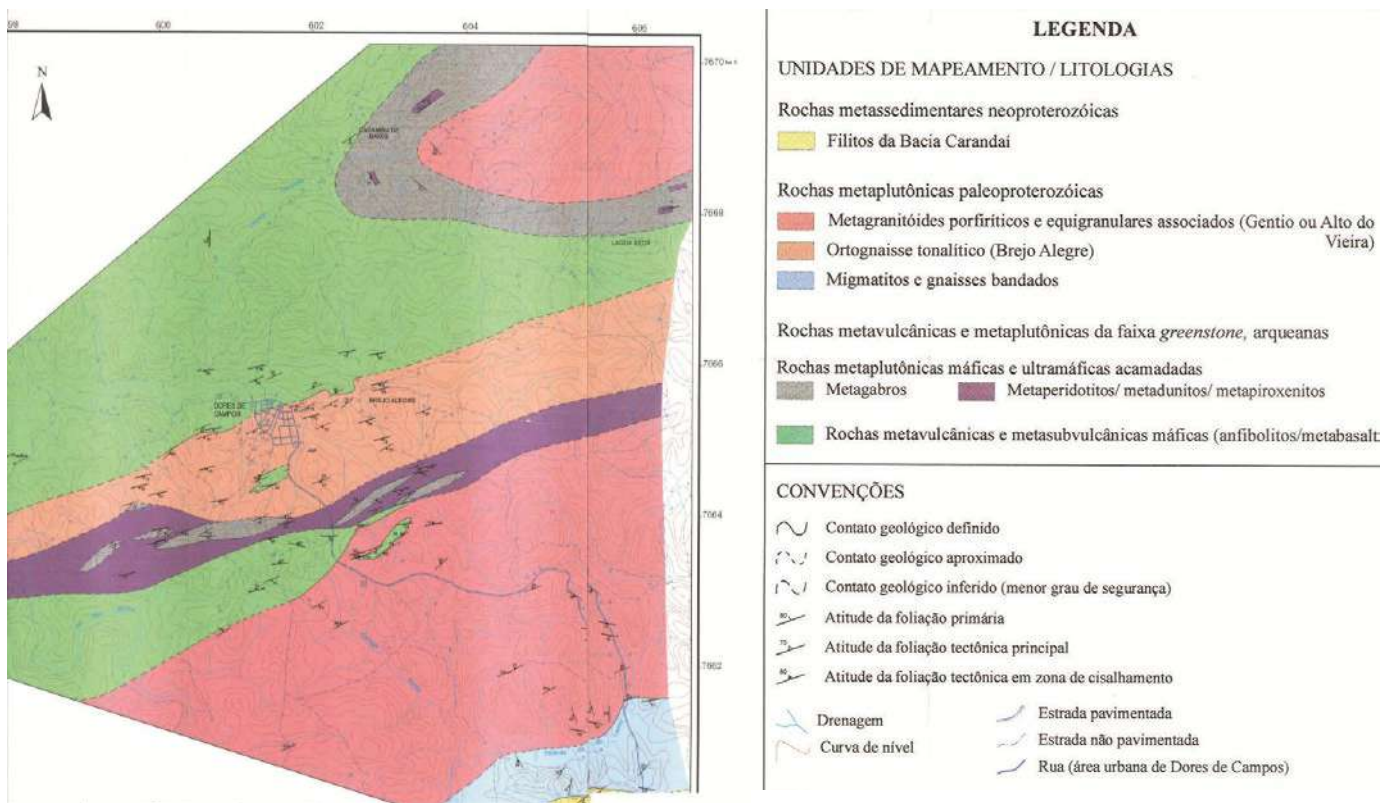
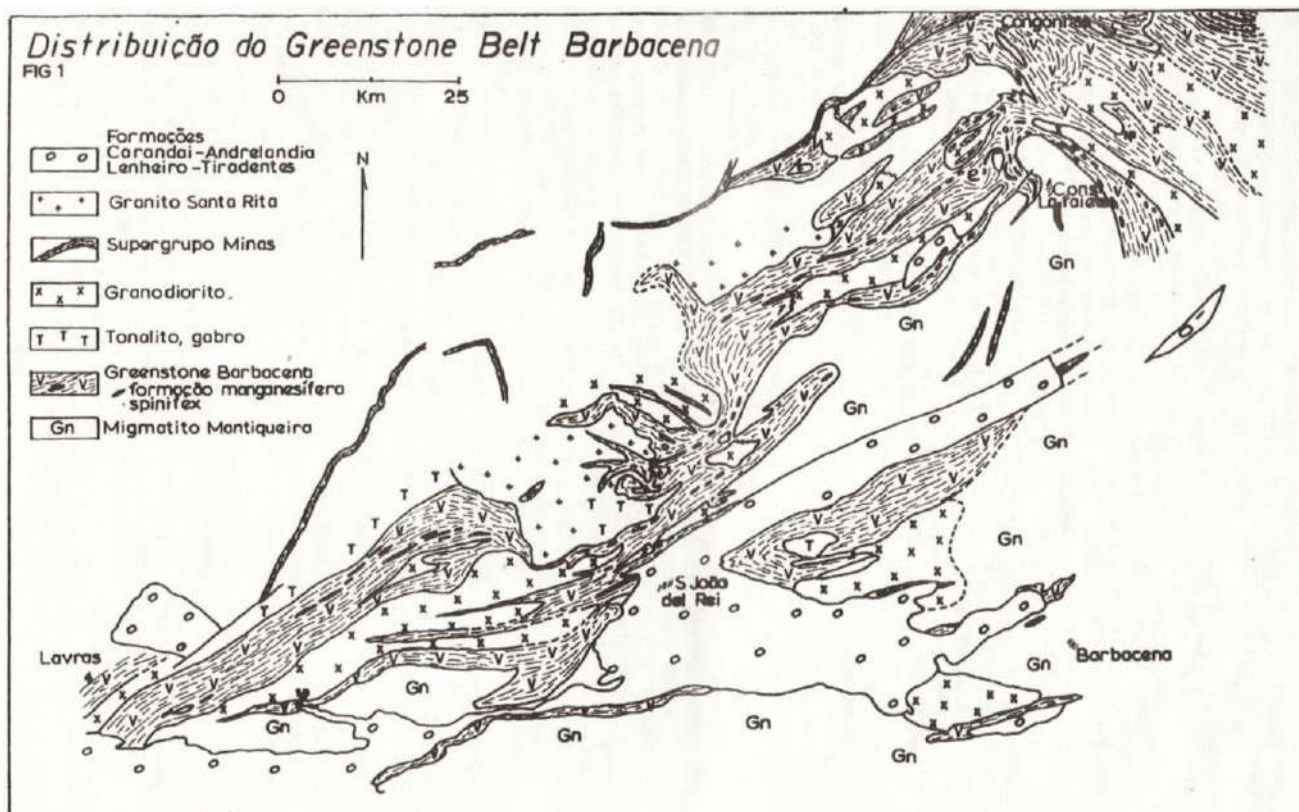


Figura 7 – Mapa geológico de Mello (2003) na escala 1:25.000.

O primeiro autor a utilizar o termo Barbacena para abranger as rochas metamáficas da região foi Barbosa (1954 apud Mello, 2003). Este caracterizou a Série Barbacena como sendo um conjunto de supracrustais conjuntamente com metabasitos e filitos, que aflorariam na região entre as cidades de São João Del Rei e Santos Dumont, sendo os mesmos interpretados como depósitos de *flysch* em ambiente geossinclinal.

Posteriormente, Pires *et al.* (1990) interpretaram que parte da Série Barbacena de Barbosa (1954) corresponderia a um terreno *Greenstone Belt*, onde as sequências mais antigas corresponderiam aos gnaisses, migmatitos, tonalitos - granodioritos e granulitos do Grupo Mantiqueira. Estas litologias corresponderiam ao embasamento das rochas pertencentes ao *greenstone belt* Barbacena, que estariam aflorando em faixas com direção NE-SW (Figura 8). Pires *et al.* (1990) subdividiram este *greenstone belt* em porções basal, média e superior, onde a porção basal seria composta principalmente por serpentinitos, esteatitos, saponitos, talco xistos, anfibólito xistos e clorita xistos. A porção média seria representada em sua quase totalidade por anfibolitos, metabasitos, hornblenditos, epidositos e actinolita - tremolita xistos intercalados as formações ferríferas, enquanto o segmento superior seria composto por formação manganésifera carbonatada ou silicatada (queluzitos e gonditos), xistos grafitosos e raras metagrauvascas.

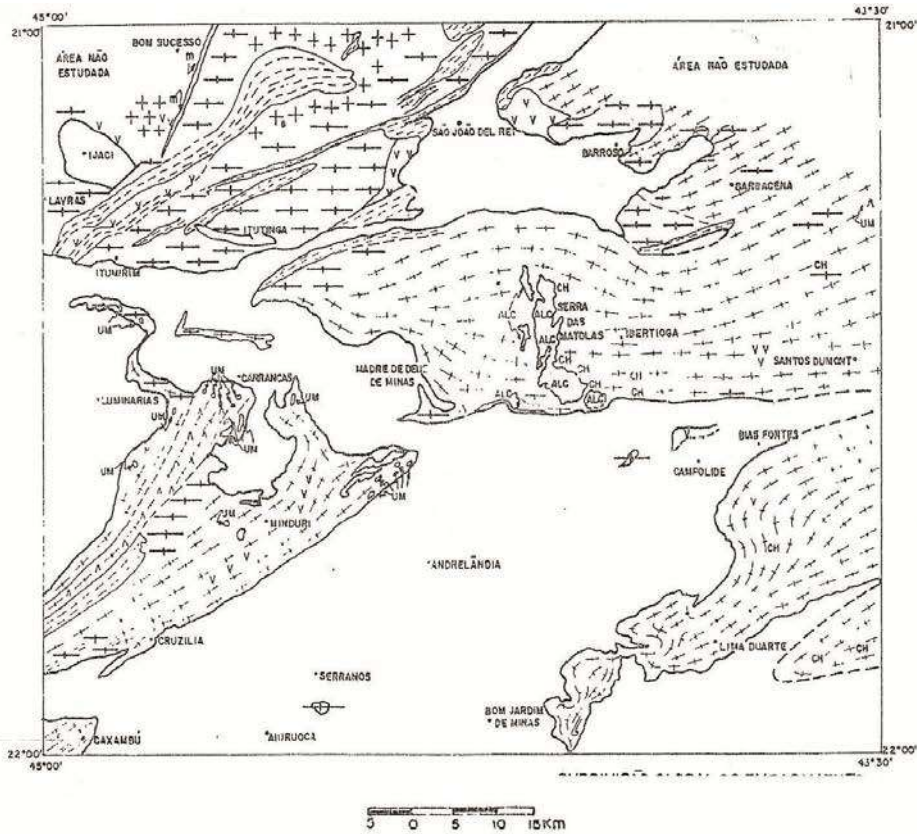




**Figura 8** – Mapa geológico de Pires *et al.* (1990) mostrando a distribuição das rochas do *greenstone belt* Barbacena.

Trouw *et al.* (1986) apresentaram um mapa geológico da borda meridional do cráton São Francisco na escala 1:250.000 (**Figura. 9**), e consideraram que o embasamento dos metassedimentos dos grupos São João Del Rei e Andrelândia seria representado por três unidades: biotita gnaisse bandado localmente migmatítico correlacionado ao Grupo Mantiqueira; faixas vulcanossedimentares do Grupo Barbacena; e granodioritos - gnaisses. Ainda segundo esses autores a faixa vulcanossedimentar teria sofrido metamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito baixo, apresentaria orientação predominante WSW-ENE e teria idade Arqueana.

Noce *et al.* (1987) utilizaram a mesma subdivisão de Trouw *et al.* (1986) ao estudarem as rochas metassedimentares da Serra de São José (escala 1:50.000) e consideraram o Grupo Barbacena como aflorando em faixas que se estendem por mais de 20 Km (**Figura 10**). As litologias associadas ao Grupo Barbacena abrangiam principalmente metabasitos (anfibolitos), com pequenas faixas de rochas metaultramáficas (com filiação komatiítica) e metassedimentares.



**MAPA GEOLÓGICO DA FOLHA BARBACENA (1:250.000)**  
**SIMPLIFICADO, COM ÊNFASE NO EMBASAMENTO**

**LEGENDA**

	Metassedimentos dos Grupos São João Del Rei e Andrelândia
	Metassedimentos do Grupo Minas (itabiritos, filitos, quartzitos)
	Granito, localmente gnaissificado
	Granodiorito gnaisse
	Metagabro, gradando a xisto verde
	Faixas vulcano-sedimentares (Grupo Barbacena): xistos verdes; anfibolitos; talco, tremolita, clonita xistos; genditos; filitos e quartzitos.
	Corpos de rocha ultramáfica
	Rochas ultramáficas, intercaladas com gnaisses
	Biotita gnaisse bandado, localmente migmatítico, com níveis anfibolíticos (Grupo Mantiqueira, Grupo Pedra); ocorrência destacada de anfibolitos (V) de chornoquitos (CH) de gnaisses alcalino (ALC) e de rochas ultramáficas (A).

Figura 9 – Mapa geológico de Trouw *et al.* (1986) mostrando o embasamento da Folha Barbacena na escala de 1:250.000.

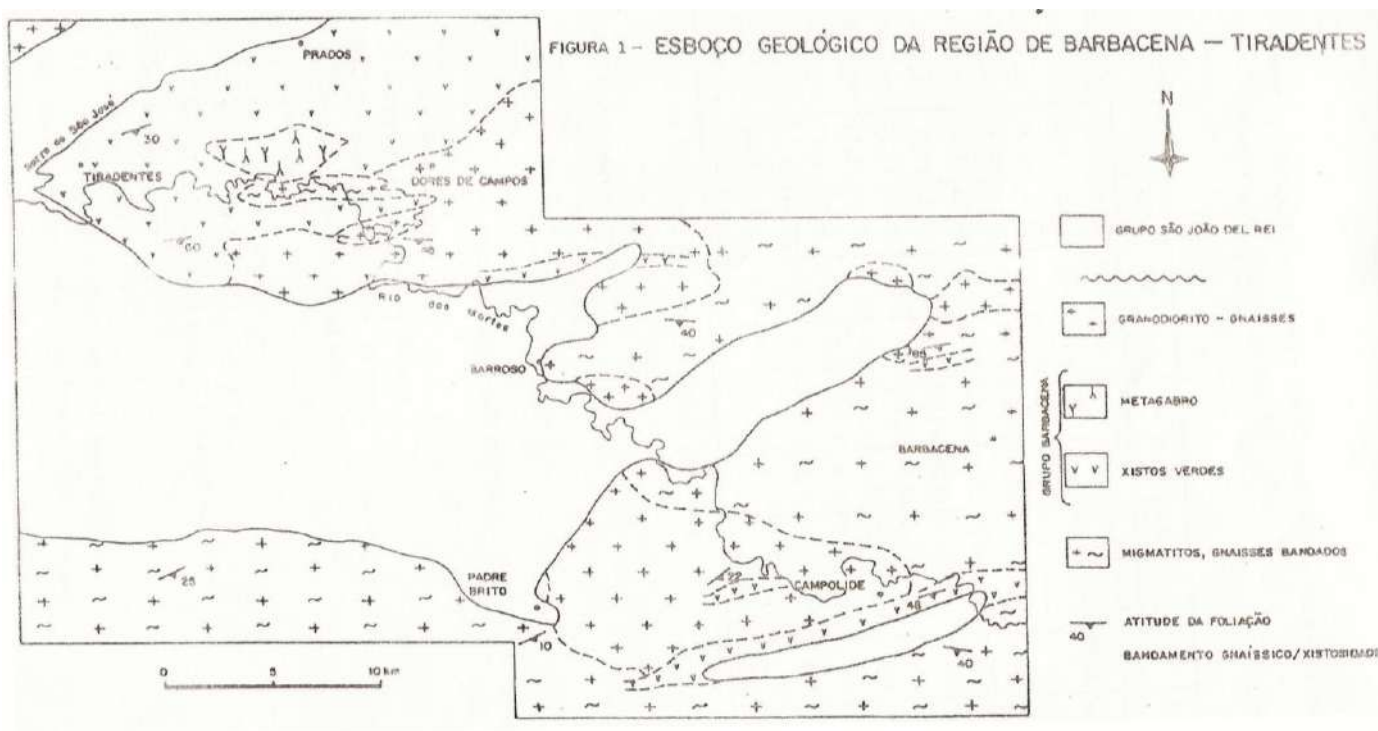


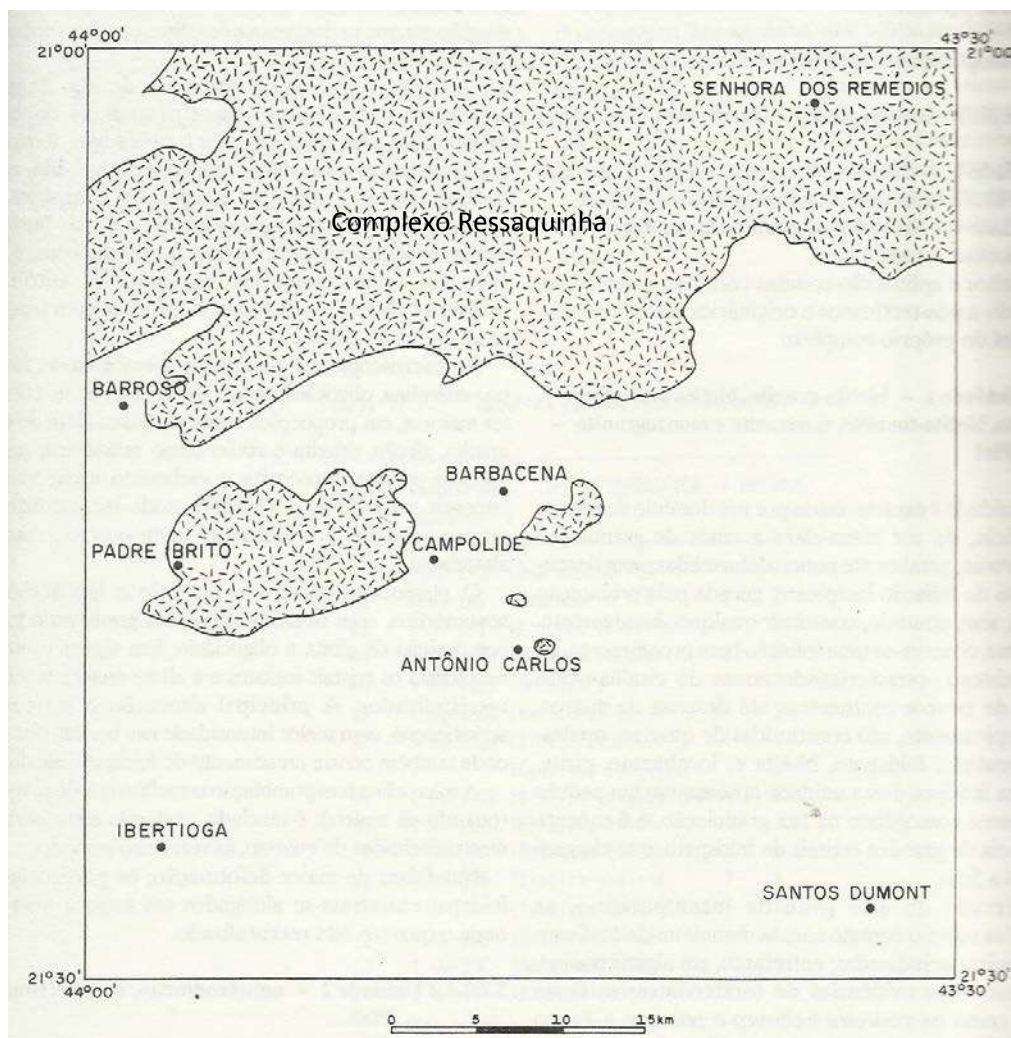
Figura 10 – Mapa geológico de Noce *et al.* (1987) mostrando o embasamento entre as cidades de Tiradentes e Barbacena na escala 1:50.000.

Com relação ao metamorfismo, Noce *et al.* (1987) sugeriram a presença de três ou mais eventos metamórficos, onde os gnaisses bandados do Grupo Mantiqueira sofreram anatexia parcial, enquanto que nas rochas das sequências vulcanossedimentares o metamorfismo é de fácies xisto verde alto a anfibolito baixo. Posteriormente as sequências metassedimentares do Grupo São João del Rei teriam sido submetidas a outro evento metamórfico, que na maior parte da área seria de fácies xisto verde.

No texto explicativo da Folha Barbacena (Brandalise *et al.*, 1991), o complexo Ressaquinha (Figura 11) foi definido como um batólito gerado por anatexia de material crustal, pouco deformado. Este foi dividido em duas unidades: PIr1 caracterizada pelo domínio de rochas de composição granodiorítica a monzogranítica e em menores proporções tonalíticas; e a unidade PIr2 que corresponde ao domínio de granitóides de composição quartzodiorítica a tonalítica. Esses granitóides foram classificados como possivelmente formados em ambientes de arcos de ilhas, arco continental ou colisão continental.

Quéméneur *et al.* (1994) sugeriram uma proposta de classificação para o plutonismo de idade transamazônica associado ao Cinturão Mineiro, separando os corpos em duas suítes: uma tonalítica, composta por dioritos, tonalitos e trondhjemitos; e uma suíte granítica composta por granitos adamelitos e granodioritos, sendo ambas cálcio alcalinas.

A suíte tonalítica seria representada pelo complexo Alto Maranhão, trondhjemitó Tabuões e por intrusões menores como os dioritos de Rosário, Ibituruna, Ibitutinga, Tiradentes e o gabro São Sebastião da Vitória. A suíte granítica seria representada pelos grandes maciços graníticos de Porto Mendes, Ritópolis e Dolores de Campos/Ressaquinha e por corpos menores como os granitos de Perdões e Quilombo e os granodioritos de Lavras e Campolide. Quéméneur e Noce (1994) concluíram que as duas suítes estariam relacionadas aos estágios geotectônicos sucessivos da evolução de um cinturão de colisão continental, sendo a suíte tonalítica interpretada como pré-colisional e a suíte granítica relacionada aos estágios colisional e pós-colisional.



**Figura 11** – Mapa da Folha Barbacena (escala 1:100.000) mostrando a distribuição dos litótipos do complexo Ressaquinha (Brandalise 1991).

## 2.2 GEOLOGIA REGIONAL

A área estudada está localizada no extremo sul do Cráton São Francisco (Figura 12), mais precisamente na porção paleoproterozóica denominada por Teixeira & Figueiredo (1991) de Cinturão Mineiro (Figura 13). Esses autores propuseram que o Cinturão Mineiro seria representado por gnaisses, migmatitos e diversos corpos plutônicos, sendo que os mesmos teriam sido formados durante o Paleoproterozóico.



Figura 12 – Mapa de localização da área de estudo no contexto regional da borda meridional do cráton São Francisco (Alkmim 2004).

Posteriormente Alkmim (2004) propôs que o cinturão Mineiro seria representado por diversas unidades (Figura 14), dentre as quais:

- Um complexo metamórfico basal arqueano constituído por sequências TTG's representadas por gnaisses e migmatitos;
- Supracrustais arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas, incluindo as rochas vulcânicas máficas e ultramáficas, bem como rochas metassedimentares;
- Granitóides arqueanos;
- Rochas do Supergrupo Minas, incluindo os grupos Sabará e Itacolomi;
- Corpos plutônicos paleoproterozóicos.

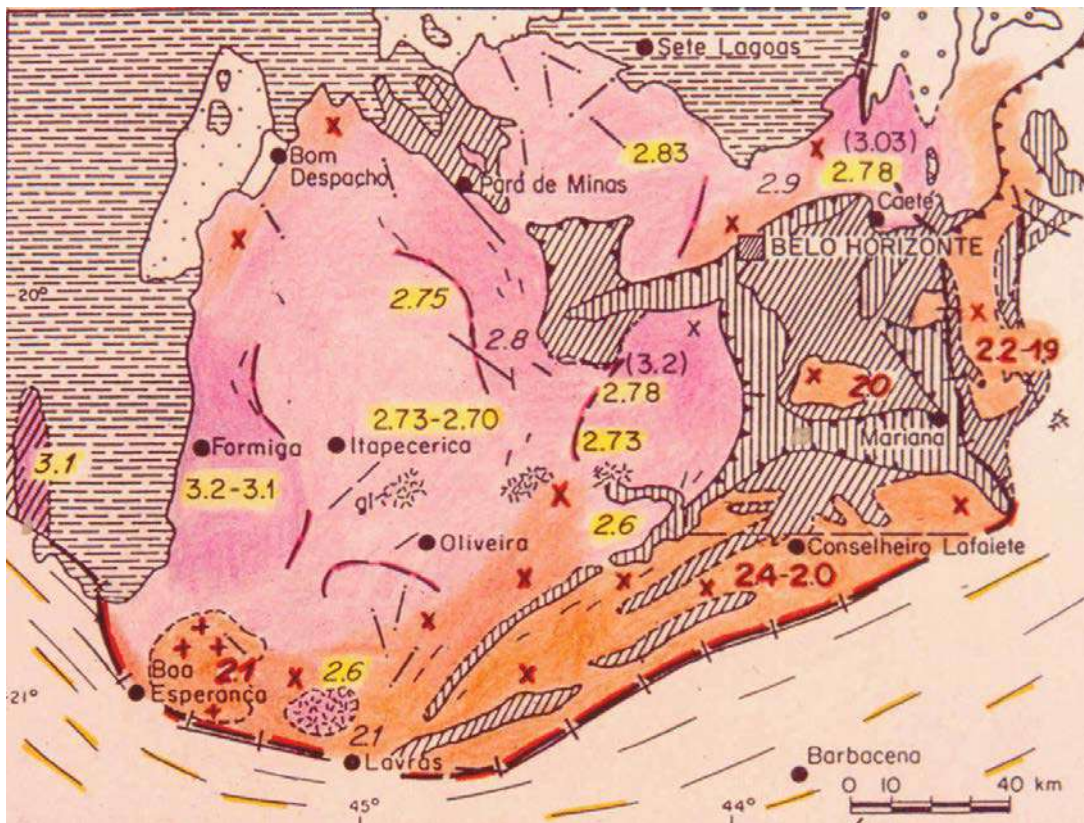


Figura 13 – Figura mostrando a concepção inicial do cinturão Mineiro (em laranja) segundo Teixeira & Figueiredo (1991). Em rosa destaca-se o embasamento arqueano que pode ou não estar retrabalhado no Paleoproterozoico.

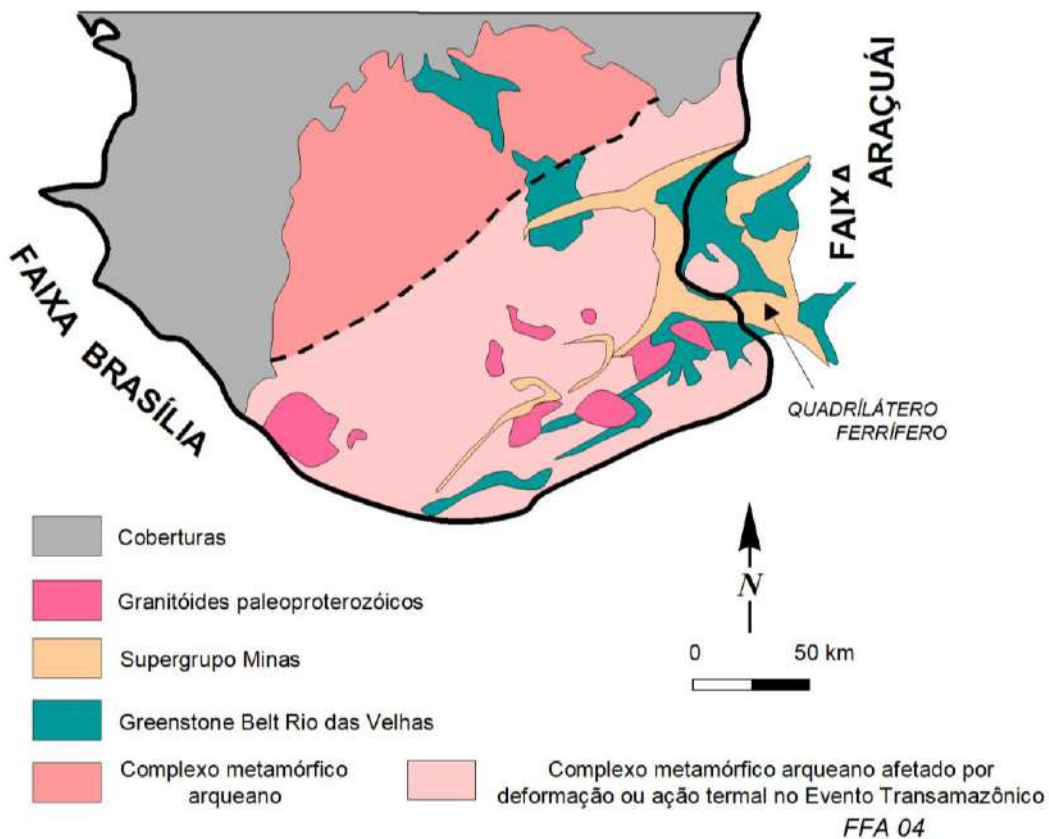
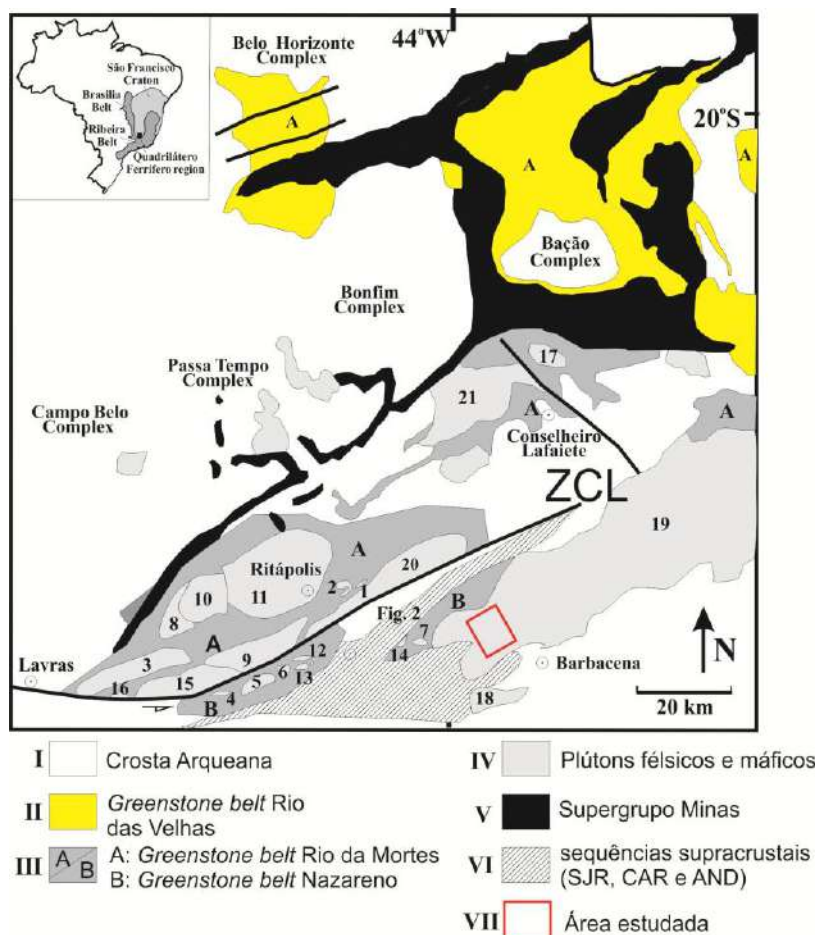


Figura 14 – Concepção do Cinturão Mineiro segundo Alkmim (2004).

No entanto, Teixeira *et al.* (2005) mantiveram a proposição de que o cinturão Mineiro na região entre as cidades de Lavras e Tiradentes (Figura 15) envolveria somente rochas formadas durante o Paleoproterozoico, sendo o mesmo representado por:

- Rochas metassedimentares do Supergrupo Minas;
- Duas sequências *greenstone belts* designadas de Rio das Mortes e Nazareno;
- Corpos plutônicos félsicos e máficos;
- Rochas vulcânicas e subvulcânicas félsicas da Suíte Serrinha.

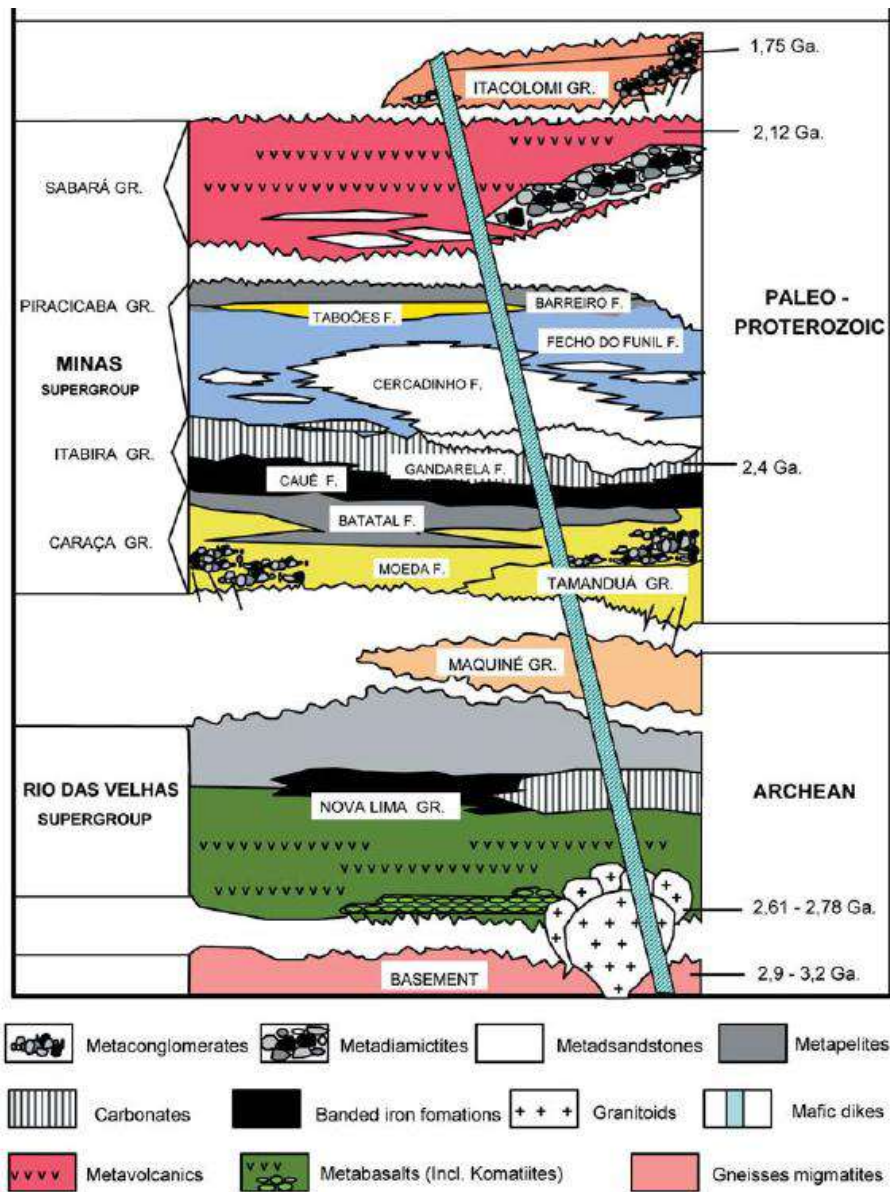


**Figura 15** – Mapa de parte da borda meridional do cráton São Francisco segundo Teixeira *et al.* (2005). I – Crosta arqueana parcialmente retrabalhada durante o paleoproterozoico; II – *Greenstone belt* Rio das Velhas; III – A: *greenstone belt* Rio das Mortes e B: *greenstone belt* Nazareno; V – Plútons félsicos e máficos paleoproterozoicos; VI – Supergrupo Minas; VII – Sequências supracrustais (São João del Rei, Carandaí e Andrelândia); VIII – Estrutura maiores. Plútons Paleoproterozoicos: 1 – Quartzo monzodiorito Glória; 2 – Diorito Brumado; 3 – Diorito Rio Grande; 4 – Gabro Rio Grande; 5 – Gabro São Sebastião da Vitória; 6 – Quartzo diorito do Brito; 7 – Gabro Vitoriano Veloso; 8 – Diorito Ibituruna; 9 – Tonalito/trondhjemitó Cassiterita; 10 – Trondhjemitó Tabuões; 11 – Granitóide Ritápolis; 12 – Granodiorito Brumado de Baixo; 13 – Granodiorito Brumado de Cima; 14 – Granitóide Tiradentes; 15 – Granito Nazareno; 16 – Granitóide Itumirim; 17 – Tonalito Congonhas; 18 – Granito Campolide; 19 – Complexo Ressaquinha; 20 – Gnaiss-granítico Fé; 21 – Tonalito Alto Maranhão.

A seguir será feita uma breve síntese sobre as unidades que fazem parte do cinturão Mineiro

### 2.2.1 SUPERGRUPO MINAS

O Supergrupo Minas possui idade máxima de deposição de 2,61 Ga (Alkmim, 2004) e sua deposição estaria relacionado ao desenvolvimento de uma margem passiva na borda sul do cráton São Francisco. A estratigrafia do Supergrupo Minas pode ser mais bem observada na [Figura 16](#).



[Figura 16](#) – Coluna estratigráfica do Supergrupo Minas segundo Alkmim (2004), onde o Grupo Sabará é incluído no mesmo, apesar de apresentar fragmentos de corpos do arco magmático..

### 2.2.2 GREENSTONE BELTS

Os *greenstone belts* Rio das Mortes e o Nazareno estão estruturados segundo a direção NE-SW, são intrudidos por corpos plutônicos máficos e félsicos paleoproterozóicos e são separados entre si pela zona de cisalhamento do Lenheiro (ZCL) ([Figura 15](#)).



O *greenstone belt* Rio das Mortes ocorre a norte da zona de cisalhamento do Lenheiro e é caracterizado pela ampla predominância de rochas máficas sobre as rochas ultramáficas. De forma contrastante, o *greenstone belt* Nazareno apresenta espessos pacotes de rochas ultramáficas com textura *spinifex* associados a rochas anfíbolíticas e delgados pacotes de metapelitos e quartzitos.

### 2.2.3 CORPOS PLUTÔNICOS MÁFICOS E FÉLSICOS

Segundo Ávila (2000) e Noce *et al.* (2000) existe uma grande variedade de corpos plutônicos félsicos e máficos associados à evolução do cinturão Mineiro. Segundo Ávila (2000) esses corpos possuem uma natureza cálcio-alcalina e teriam sido gerados em quatro eventos magmáticos distintos no intervalo entre 2,25 e 2,10 Ga (Tabela 7).

**Tabela 7** – Com as idades dos eventos magmáticos e os corpos resultantes dos mesmos. Retirada de Ávila (2000).

<b>Idade do evento magmático</b>	<b>Corpos plutônicos associados</b>
2130 a 2100 Ma	Granito Gentio, granito Pau da Bandeira, granitóides Ritápolis, Macuco de Minas e Itumirim
2160 a 2130 Ma	Diorito Rio Grande e diorito Brumado
2200 – 2160 Ma	Quartzo monzodiorito Glória, ortognaisse granítico Fé, quartzodiorito Dores de Campos, granitóide Tiradentes, ortognaisse Itumirim, tonalito-trondhjemitó Cassiterita
2255 – 2200 Ma	Ortognaisse Nazareno, gabro São Sebastião da Vitória, granodioritos Brumado de Cima e Brumado de Baixo, Quartzodiorito do Brito, granófiros, granitóide do Lajedo

Segundo Ávila (2000) e Ávila *et al.* (2010), os corpos localizados a norte da zona de cisalhamento Lenheiro são intrusivos no *greenstone belt* Rio das Mortes e mostram valores de  $\epsilon_{Nd}$  entre -1,0 e -3,3 sugerindo que diferentes fontes foram envolvidas nos processos para gerar os magmas que originaram esses corpos, coerente com arco magmático do tipo Andino. Já os plútons localizados a sul da zona do cisalhamento do Lenheiro são intrusivos no *greenstone belt* Nazareno e mostram valores de  $\epsilon_{Nd}$  entre -1,1 e -0,5, o que sugere que a fonte do magma que originou esses corpos foi, em grande parte, derivado de material juvenil coerente com um ambiente de arco magmático intraoceânico (Teixeira *et al.*, 2008).

#### 2.2.4 MEGASSEQUÊNCIAS SÃO JOÃO DEL REI, CARANDAÍ E ANDRELÂNDIA

Segundo Ribeiro *et al.* (1995) no Proterozoico houve o desenvolvimento na borda sul do cinturão Mineiro das bacias São João del Rei, Carandaí e Andrelândia, onde as duas primeiras são intracontinentais e a última representa o desenvolvimento de uma margem passiva. Essas bacias assentam discordantemente sobre o embasamento e foram deformadas e metamorfizadas durante o evento Termotectônico Brasileiro.

A bacia São João Del Rei (1,8 – 1,3 Ga) foi gerada por extensão e adelgaçamento crustal (sem haver ruptura) e sua sedimentação é representada pelas sequências deposicionais Tiradentes e Lenheiro que são compostas predominantemente por quartzitos (Ribeiro *et al.*, 1995).

A bacia Carandaí (1,3 – 1,0 Ga) foi formada na borda da bacia São João Del Rei por um novo processo que foi acompanhado por intrusões de diques básicos e basculamento das antigas sucessões, onde sua sedimentação é representada pela sequência deposicional Carandaí, que é composta de pelitos e calcários (Ribeiro *et al.*, 1995). Já a bacia Andrelândia (1,0 – 0,6 Ga) foi formada por reativação de falhas e formação de uma margem passiva, (Ribeiro *et al.* 1995).

#### 2.2.5 DEFORMAÇÃO E METAMORFISMO

A evolução do cinturão Mineiro inclui eventos metamórficos e tectônicos (acrescionários ou não) Paleoproterozóicos e Neoproterozóicos, estando o evento paleoproterozóico associado à convergência de fragmentos neoarqueanos com idades entre 3,2 e 2,5 Ga (Teixeira *et al.*, 2000) e o Neoproterozoico relacionado ao evento Termotectônico Brasileiro (Ribeiro *et al.*, 1995). Neste contexto, admite-se que as rochas do cinturão Mineiro foram afetadas por pelo menos três eventos metamórficos-deformacionais distintos (Ávila *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008) (Tabela 8). Segundo Ávila *et al.* (2008) o evento metamórfico-deformacional mais antigo teria características da fácies anfibolito médio e teria ocorrido entre 2250 – 2170, ocasionando nas rochas metamáficas a formação da paragênese Mg-hornblenda/Fe-hornblenda + oligoclásio/andesina ± clorita ± epidoto ± biotita ± titanita ± ilmenita, enquanto que nas rochas metaultramáficas a paragênese crisotila + antigorita ± talco ± Magnesita ± magnetita. Cherman (1999) e Toledo (2002) propuseram que as paragêneses acima citada estariam relacionadas ao Arqueano e desta maneira, não teriam afetado as rochas do cinturão Mineiro, o que é contraposto por Ávila *et al.* (2008).

O segundo evento teria ocorrido entre 2131- 2100 Ma e têm características da fácies xisto verde e anfibolito baixo, sendo o responsável pela orientação regional das faixas

*greenstone* e de parte dos corpos plutônicos segundo a direção NEE-SWW, bem como pelo desenvolvimento de uma foliação sub-vertical nas rochas metamáficas e metaultramáficas das faixas *greenstone* (Cherman 2004, *apud* Ávila *et al.*, 2008).

O evento mais novo, Neoproterozoico, ocorreu entre 604 e 567 Ma, apresenta característica da fácies xisto verde e a paragênese associada ao mesmo pode estar ou não superimposta às paragêneses relacionadas aos eventos mais antigos (Ávila *et al.*, 2008).

No Quadrilátero Ferrífero, no entanto, o pico metamórfico foi datado entre 2065 e 2035 contrastando com o do restante do cinturão Mineiro (Teixeira *et al.* 2000).

**Tabela 8** – Características dos três eventos metamórficos-deformacionais reconhecidos na região entre São João Del Rei e Nazareno segundo Texeira *et al.* (2008).

<b>Evento metamórfico</b>	<b>Metamorfismo</b>	<b>Paragênese</b>	<b>Rochas afetadas</b>
Neoproterozoico: 604 e 567	Xisto verde e anfíbolito baixo	Cianita + biotita + clorita + granada + cloritóide + quartzo + estauroлита	Quartzitos, xistos e filitos das megassequências São João Del Rei e Carandaí. Desenvolvimento de falhas NE-SW e de zonas de zona de cisalhamento
Paleoproterozoico II: 2131 – 2100 MA	Xisto verde e anfíbolito baixo	Actinolita ± albita ± epidoto ± biotita ± esfeno	Anfíbolito ( <i>greenstone belts</i> Nazareno e Rio das Mortes); dunitos, piroxenitos – gabros, plútons paleoproterozoicos
Paleoproterozoico I: 2250 -2170 Ma	Fácies anfíbolito médio	Hornblenda-Mg/Hornblenda-Fe + oligoclásio ou andesina ± clorita ± epidoto ± biotita ± esfeno ± ilmenita	Anfíbolitos, metakomatiitos, xistos, filitos, gonditos e quartzitos ( <i>greenstone belts</i> Nazareno e Rio das Mortes).

## Capítulo 3

# GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA

### 3.1 ASPECTOS GERAIS

Neste capítulo serão apresentadas as principais características das unidades litológicas que ocorrem na área estudada e que compõem o mapa regional (Figura 17).

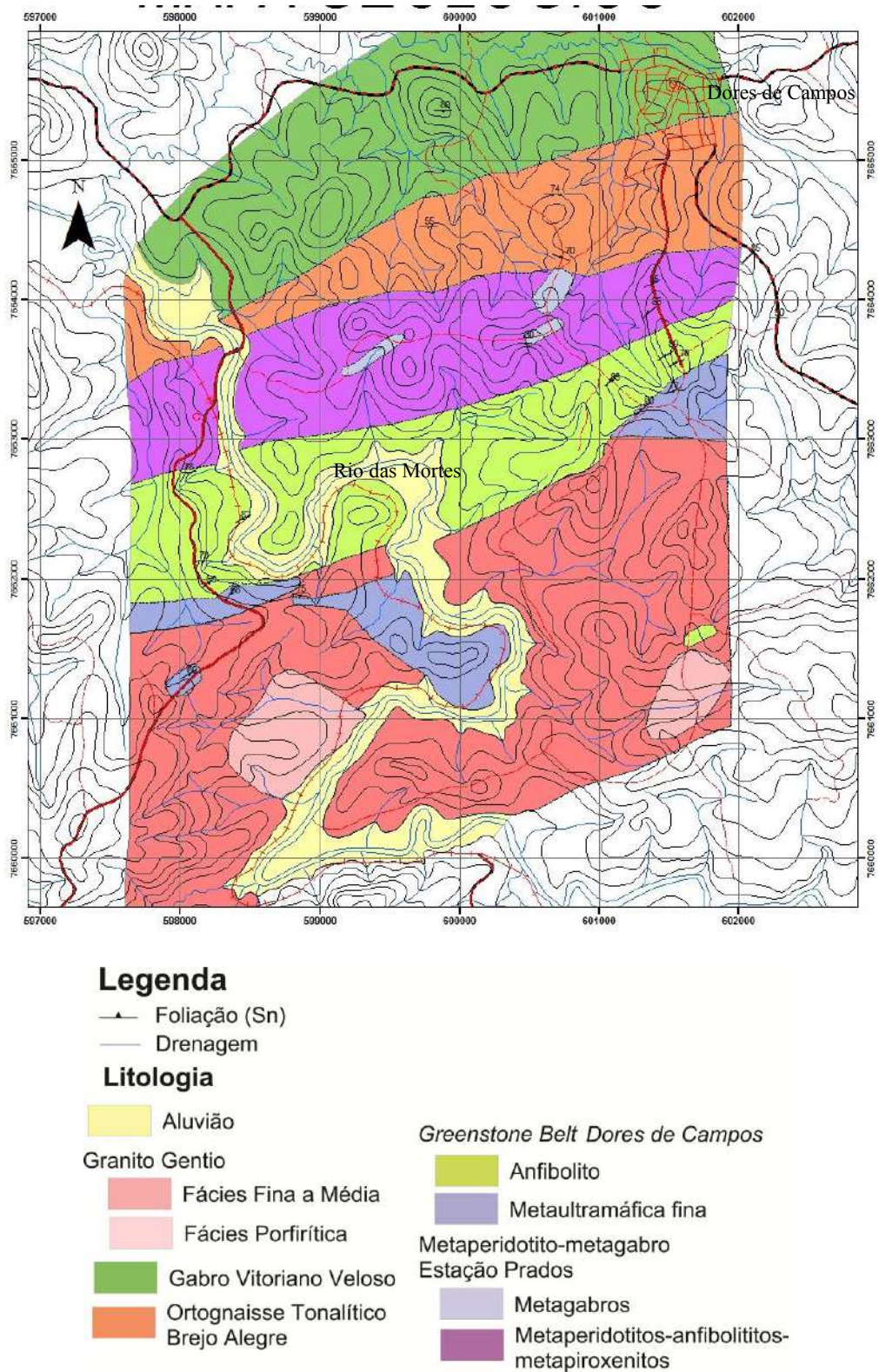


Figura 17 - Mapa geológico da região entre Tiradentes e Dorés de Campos, escala aproximada 1:25.000.

O referido mapa é o produto da compilação dos contatos geológicos de dois trabalhos (Bezerra Filho, 2006; Guerrero, 2011) e do levantamento detalhado realizado na presente monografia entre as cidades de Tiradentes e Dores de Campos. Como resultado final do levantamento foram definidas cinco unidades de mapeamento na escala 1:25.000:

- I - Metaperidotito - metagabro Estação de Prados: corresponde a unidades cumulática, fanerítica, equigranular, de granulação fina a média composto por metapiroxenitos, metagabros e serpentinitos;
- II - *Greenstone belt* Dores de Campos: representado por rochas vulcânicas metaultramáficas (serpentinitos, talco xistos, tremolita xistos) e metamáficas (anfíbolitos, granada anfíbolitos e clorita-actinolita xistos) intercaladas com delgados níveis metassedimentares (filitos, quartzitos e gonditos). As rochas metamáficas e metaultramáficas são faneríticas finas e apresentam marcante foliação metamórfica;
- III - Gabro Vitoriano Veloso: representados por rochas básicas, equigranulares, envolvendo distintas fácies (diabásios e gabros) com granulação desde fina a grossa. Este corpo possui acamadamento primário, orientação de fluxo magmático, autólitos e é constituído essencialmente por plagioclásio, hornblenda, actinolita, ferro actinolita e quantidades bastante variáveis de minerais opacos. Orto e clinopiroxênio são raros e em geral, encontram-se pseudo transformados para anfibólio.
- IV - Tonalitos Brejo Alegre: rochas leucocráticas, faneríticas, equigranulares médias a grossas, foliadas e compostas por quartzo, plagioclásio e biotita. Cortam as rochas anfíbolíticas e metaultramáficas do *greenstone belt* Dores de Campos bem como as rochas metaultramáfica do metaperidotito - metagabro Estação de Prados;
- V - Granito Gentio: rochas leucocráticas, faneríticas finas a muito grossas, compostas por plagioclásio, microclina (pertítica), quartzo e biotita, foi subdividido em fácies equigranular fina a média e fácies porfírica, esta última com fenocristais de feldspato de até 8,0 cm. A fácies porfírica possui idade de cristalização U/Pb de  $2120 \pm 10$  Ma e a fácies fina a média de  $2124 \pm 37$  Ma (Ávila *et al*, 2011), essa unidade possui xenólitos de rochas anfíbolíticas e metaultramáficas finas do *greenstone belt* Dores de Campos.

Cabe destacar que na presente monografia não será dada atenção ao gabro Vitoriano Veloso, pois este corpo foi estudado em detalhe no trabalho final de graduação de Guerrero (2011). As demais unidades serão detalhadas a seguir.

## 3.2. CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS

### 3.2.1 METAPERIDOTITO - METAGABRO ESTAÇÃO DE PRADOS

Este corpo foi estudado nos pontos MA-01, 02, 03, 08, 09, 10, 11, 13, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, possuindo geometria irregular e sinuosa em mapa, adelgaçando em direção a leste. Ocorre principalmente como blocos *in situ* (Figura 18) nos pontos MA-01, 02, 08, 09, 10, 11, 13, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e em cortes de estradas nos pontos MA-03, 30, 31,32.

Em mapa o metaperidotito - metagabro Estação de Prados faz contato a norte com as rochas do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre e a sul com as rochas do *greenstone belt* Dores de Campos (Anexo I - Mapa geológico).



Figura 18 – Bloco *in situ* do metaperidotito - metagabro Estação de Prados onde é possível de se observar uma superfície rugosa, interpretada como derivada da presença de grãos maiores.

#### 3.2.1.1 Feições de campo

A partir do estudo de saprólitos nos pontos MA-06 e 31, caracterizou-se uma feição de campo relativa à interação entre as rochas do metaperidotito - metagabro Estação de Prados com as rochas anfibolíticas do *greenstone belt* Dores de Campos, onde as primeiras apresentavam tonalidade roxa e as do *greenstone* tonalidade marrom clara (Figura 19). De forma semelhante, nos pontos MA-30 e 32 foi observada a interação das rochas do

metaperidotito - metagabro Estação de Prados com diques de rocha félsica, interpretados como correlatos ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.

O metaperidotito - metagabro Estação de Prados corresponde a um corpo cujas rochas foram metamorfasadas e deformadas, onde os protólitos corresponderiam a rochas cumalática de composição desde peridotítica até gabróica (Figuras 20 e 21), cujas feições ígneas primárias (texturas cumuláticas, acamamento ígneo e variações na granulação) foram localmente preservadas. Atualmente as rochas deste corpo correspondem principalmente a serpentinitos, anfibolititos, anfibólio xistoso e metagabros (Figura 22).



Figura 19 – Intercalações desde centimétrica a métrica entre os saprólitos arroxeados de rochas do metaperidotito – metagabro Estação de Prados (A) e os saprólitos amarronzados de rochas anfibolíticas do *greenstone belt* Dores de Campos (B).



Figura 20 – Metaperidotito composto de aglomerados de cristais de serpentina (Ser – parte clara) e de anfíbólio (Anf – parte escura) do metaperidotito – metagabro Estação de Prados.





**Figura 21** – Rocha metagabroica de granulação média e foliada do metaperidotito – metagabro Estação de Prados.



**Figura 22**– Rocha metagabroica do metaperidotito – metagabro Estação de Prados mostrando granulação média a grossa e grãos fortemente estirados.

No mapa geológico as rochas metaultramáficas não foram subdivididas devido à falta de continuidade dos afloramentos, porém sempre que se identificava uma rocha máfica de granulação média a grossa, a mesma foi individualizada e denominada de metagabro, separando-se pequenos corpos (**Anexo I - Mapa geológico**).

Em termos gerais, as rochas do metaperidotito - metagabro Estação de Prados possuem índice de cor variando de mesocrático a melanocrático e em campo foram reconhecidos três litótipos distintos:

- i) litótipo com granulação desde fina a média, cor verde escura e mineralogia representada por serpentina, clorita e anfibólio (designado de serpentinito);

- ii) litótipo com granulação média, cor preta e composto de magnetita, piroxênio ou anfibólio, carbonato, clorita e um mineral esbranquiçado não identificado (designado de piroxenito);
- iii) um litótipo de cor cinza por vezes com foliação bem marcada e com alguns exemplares apresentando microfenocristais de plagioclásio. Sua mineralogia principal é formada por plagioclásio e anfibólio e sua granulação varia de fina a grossa (designado de anfibolito e/ou metagabro);

### 3.2.1.2 Petrografia

Foram descrita doze lâminas do metaperidotito - metagabro Estação de Prados, onde seis correspondem a rochas metaperidotíticas – metapiroxeníticas e seis a rochas metagabroicas. A seguir serão apresentadas as principais características de cada conjunto.

#### 3.2.1.2.1 Rochas metaperidotíticas – metapiroxeníticas

Na maioria das lâminas foi caracterizada a presença de texturas ígneas reliquiares, dentre as quais a cumulática, apesar de grande parte dos minerais primários terem sido transformados por pelo menos dois pulsos metamórficos. O único mineral primário encontrado corresponde a grãos reliquiares de ortopiroxênio de caráter intercumulático (Figura 23), que em grande parte estão sendo substituído por tremolita (Figura 24). Nesse sentido observou-se que as rochas em questão variam amplamente na porcentagem de serpentina e de tremolita, podendo ora ser classificadas como metaperidotitos e ora como metapiroxenitos.

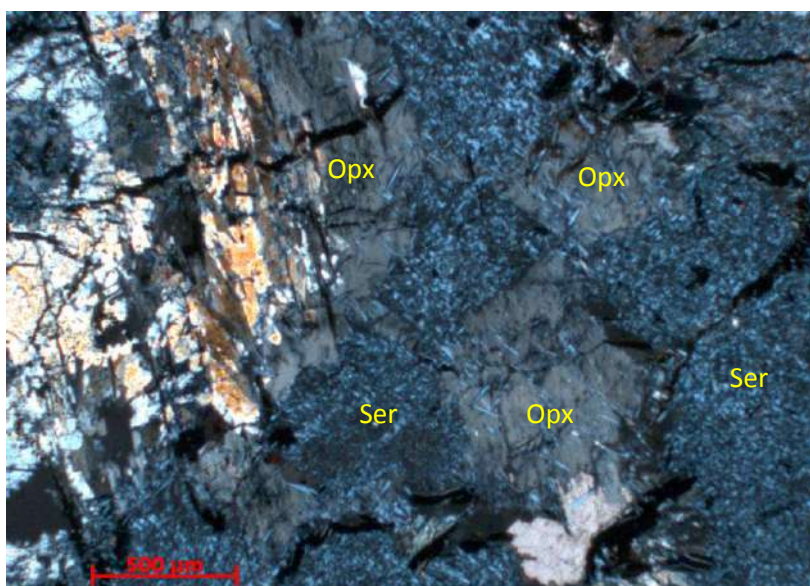


Figura 23 – Ortopiroxênio (Opx) intercúmulus englobando antigos grãos cumuláticos de olivina pseudo transformados para serpentina (Ser).

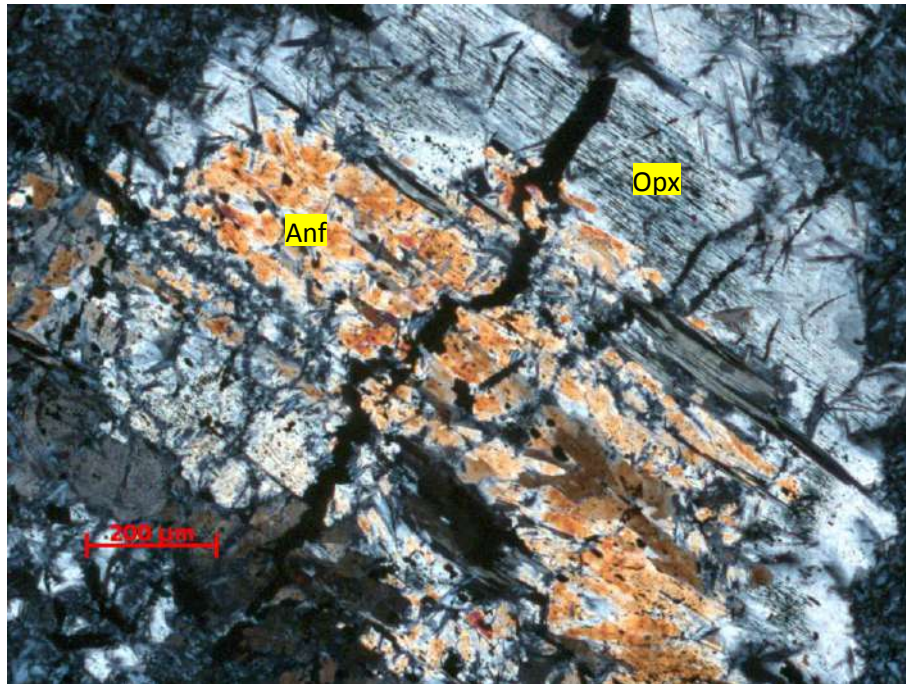


Figura 24 – Grão reliquiar de ortopiroxênio (Opx) substituído parcialmente para anfibólio (Anf).

Em termos gerais, a mineralogia das rochas estudadas é representada por serpentina, ortopiroxênio, dois tipos de anfibólio, minerais opacos, rutilo, carbonato e clorita. Nestas rochas, os grãos de olivina foram completamente substituídos pseudomorficamente por um agregado de cristais de serpentina juntamente com clorita e magnetita, mantendo a forma tabular ou semi ovalada (Figura 25), que aponta para um caráter cumulático, enquanto os antigos grãos de ortopiroxênio corresponderiam a grãos intercúmulus (Figura 25).

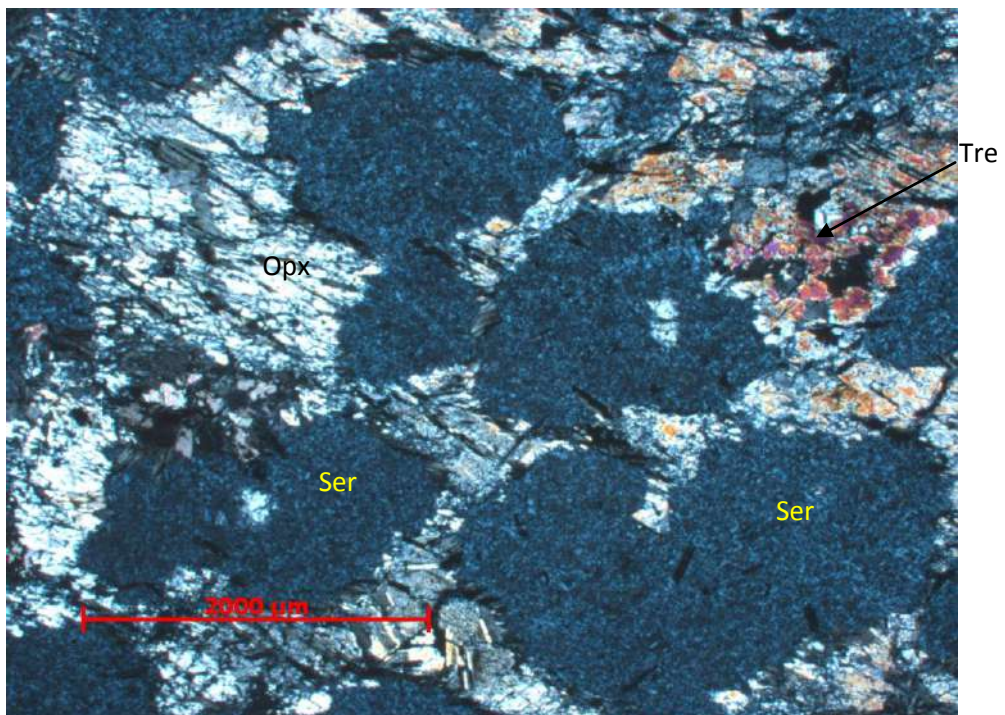


Figura 25 – Textura cumulática com cúmulus de olivina pseudosubstituída por serpentina (Ser) e material intercúmulus representado por ortopiroxênio (Opx) substituído por tremolita (Tre).

A serpentina tem hábito fibroso, birrefringência azul, é muito fina, forma um aglomerado de grãos quando aparece como produto da transformação da olivina (Figura 25) e pode estar presente em pequenos veios (Figura 26). Esta pode ser envolvida por uma massa fina composta de clorita, minerais opacos, carbonato e tremolita (Figura 27).

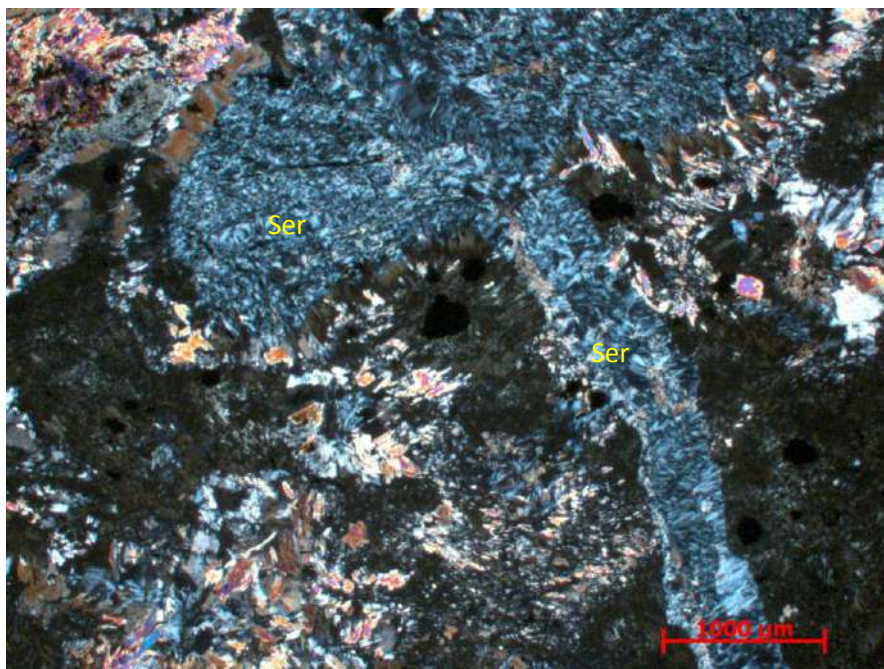


Figura 26 – Serpentina (Ser) com hábito fibroso fino em veio.

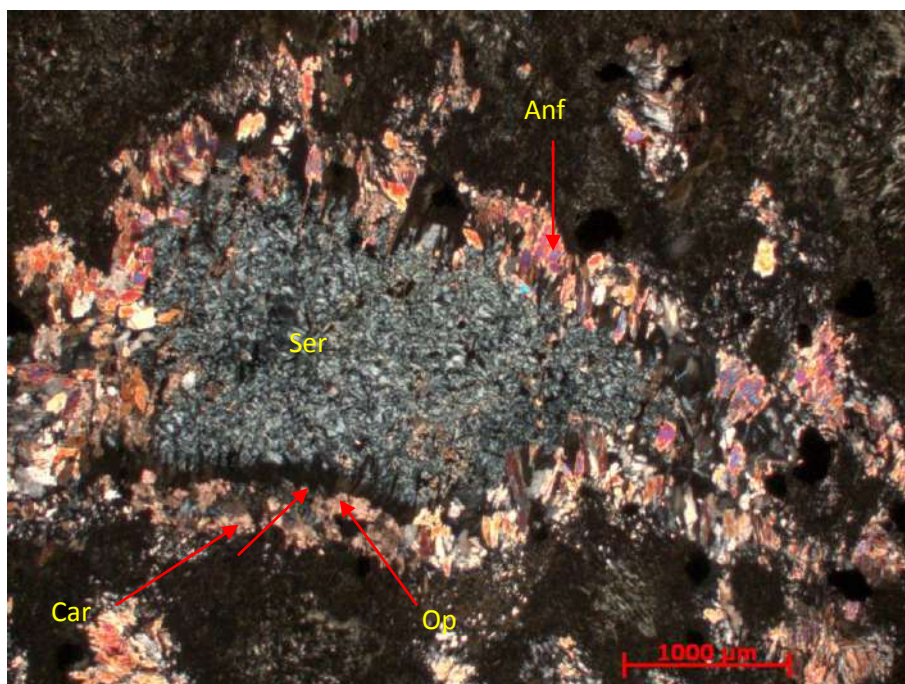


Figura 27 – Grão cumulático de olivina completamente substituído por serpentina (Ser) e envolvido por um agregado composto por anfibólio (Anf), carbonato (Car) e minerais opacos (Op).

Foram identificados dois tipos de anfibólio, onde o mais antigo (anfibólio<sub>1</sub> - tremolita) apresenta forma tabular, é incolor e surge da substituição pseudomórfica dos grãos de

ortopiroxênio (Figura 28), apresentando uma grande quantidade de exsoluções de minerais opacos ao longo das suas clivagens (Figura 29). O segundo tipo de anfibólio cresce nas bordas do anfibólio<sub>1</sub>, apresenta hábito fibroso, também é incolor e não apresenta as exsoluções de minerais opacos (Figuras 28 e 29).

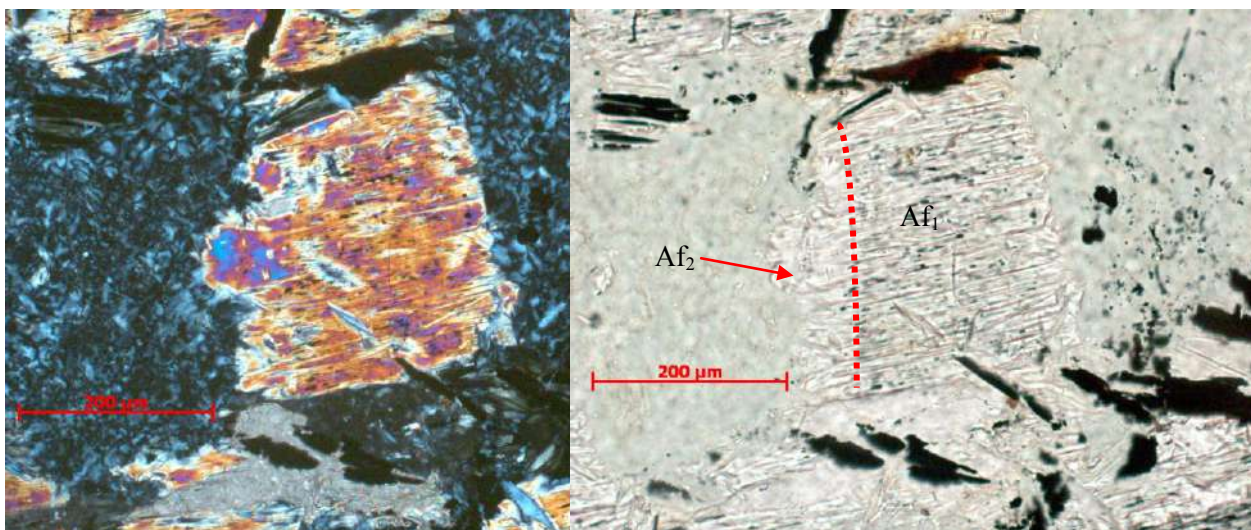


Figura 28 – Grão tabular de ortopiroxênio substituído pseudomorficamente pelo anfibólio<sub>1</sub> (Af<sub>1</sub>) caracterizando-se a presença de exsoluções de minerais opacos. O Anfibólio<sub>2</sub> (Af<sub>2</sub>) ocorre nas bordas do anfibólio<sub>1</sub> (Af<sub>1</sub>) substituindo-o.

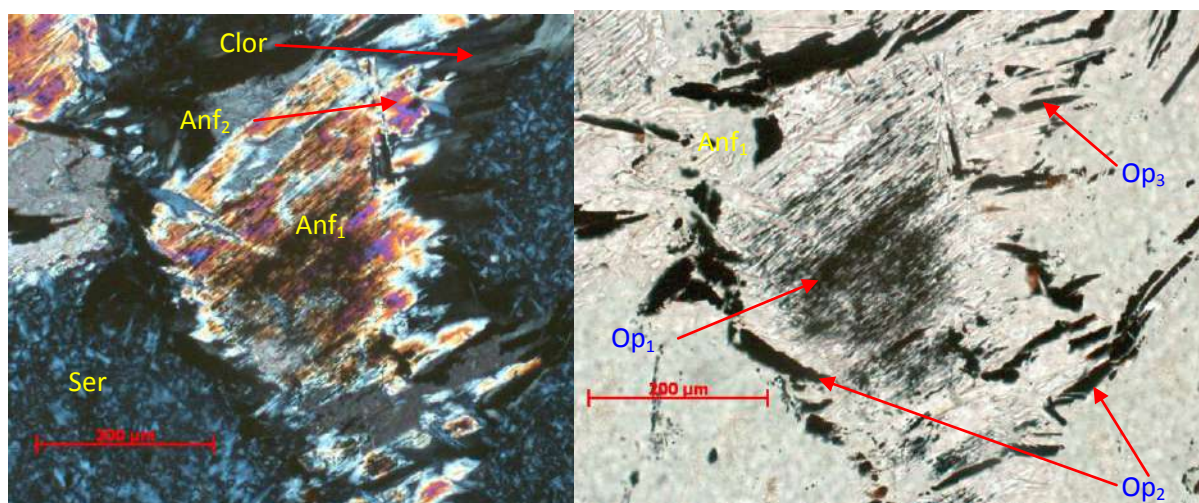


Figura 29 – Grão tabular de anfibólio<sub>1</sub> (Anf<sub>1</sub>) rico em exsoluções de minerais opacos e substituído na borda pelo anfibólio<sub>2</sub> (Anf<sub>2</sub>). Destaca-se o sobrecrecimento de clorita (Clor) e minerais opacos (Op) nas bordas do anfibólio<sub>1</sub> (Anf<sub>1</sub>) em contato com a massa de serpentina.

Os minerais opacos podem ser dividido em pelo menos três tipos: o primeiro ocorre em paragênese com o anfibólio<sub>1</sub> (exsolução em diminutos grãos – Figura 29); o segundo cresce na borda dos grãos de anfibólio<sub>1</sub> (Figura 29) no contato com a serpentina; e o terceiro em paragênese com a clorita (Figura 29).

### 3.2.1.2.2 Rochas metagabroicas

As rochas metagabroicas são compostas por anfibólio (hornblenda), clinopiroxênio, plagioclásio, minerais opacos, quartzo, epidoto, zoisita, clinozoisita, titanita<sub>1</sub>, titanita<sub>2</sub>, biotita<sub>1</sub>, biotita<sub>2</sub> e clorita. Variam de mesocráticas a melanocráticas, de faneríticas finas a médias, são predominantemente equigranulares com algumas porções inequigranulares, sendo que em uma amostra (MA-35) foram observados fenocristais de plagioclásio de cerca de 1,0 mm de comprimento. As principais feições primárias observadas correspondem à variação na granulação e no percentual de minerais máficos, ocasionando a formação de níveis representados principalmente por anfibólio e minerais opacos e níveis félsicos representados pelo predomínio de plagioclásio (Figura 30).

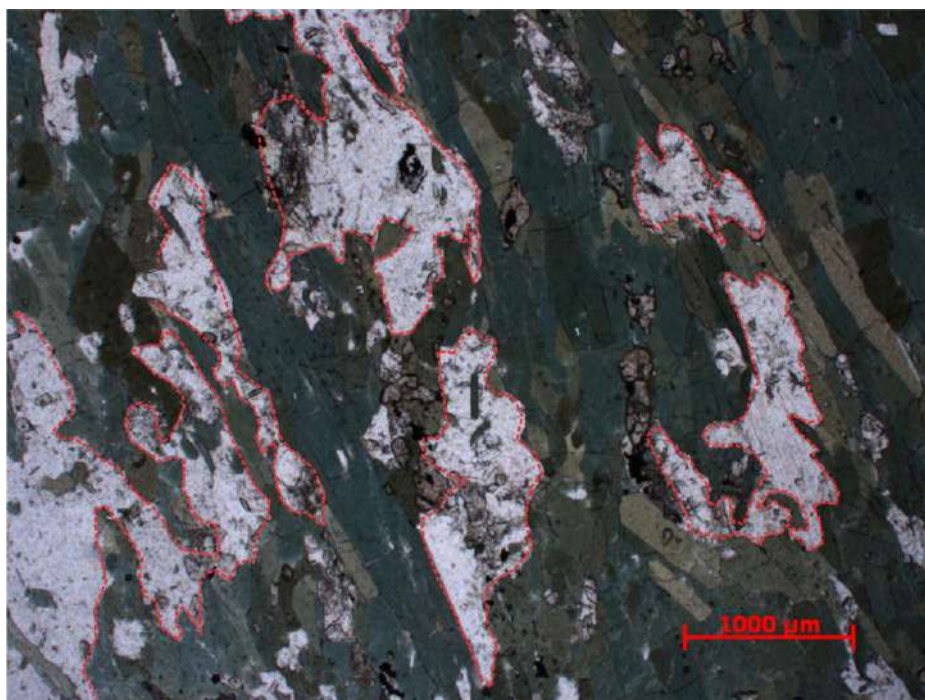


Figura 30 – Variação na porcentagem de minerais máfico (representados pela hornblenda verde) e félsicos (representados pelo plagioclásio - tracejado vermelho).

A hornblenda é o mineral máfico mais representativo, varia de hipidioblástica a xenoblástica, apresenta forma tabular, possui pleocroísmo verde escuro e inclusões de titanita<sub>1</sub> e minerais opacos. A maioria dos grãos possui tamanho entre 0,8 a 1,5mm, porém alguns podem alcançar até 4,5 mm. Pode ser substituída por epidoto, biotita<sub>1</sub> (Figuras 31), biotita<sub>2</sub> e clorita (Figuras 32), bem como apresenta *blebs* de quartzo em seu interior (Figura 33).

O plagioclásio ocorre em duas situações distintas, sendo um conjunto de grãos com feição primária (porém reequilibrados metamorficamente) e o outro conjunto formando um agregado de grãos recristalizados. O plagioclásio primário possui geminação polissintética bem marcada e sua forma varia de xenomórfica a hipidiomórfica. Já nos grãos recristalizados

a geminação polissintética raramente é observada e este possui forma xenoblástica. Ambos os tipos de plagioclásio possuem tamanho médio de 1,0 mm e estão sendo substituído por epidoto, clinozoisita e zoisita (Figuras 34 e 35).

Os minerais opacos ocorrem de duas formas: *i*) como diminutas inclusões no anfibólio conferindo a este um aspecto sujo (Figura 36); e *ii*) envolvidos por titanita (Figura 37).

O epidoto ocorre sempre associado à zoisita e clinozoisita, onde ambos substituem o plagioclásio, enquanto o clinopiroxênio é muito raro e encontra-se sendo substituído pela hornblenda (Figura 38).

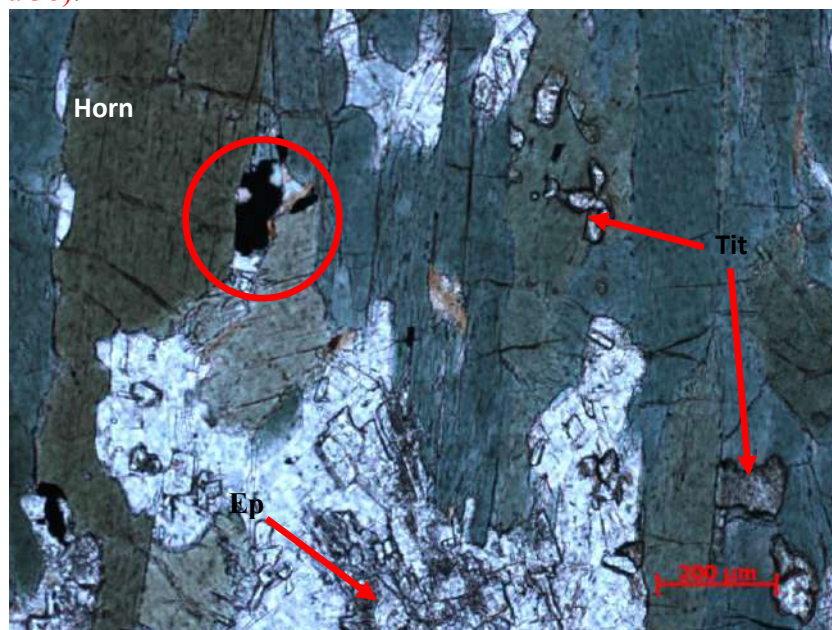


Figura 31 – Hornblenda (Horn) com pleocroísmo verde alterando para biotita no contato com mineral opaco (círculo vermelho) e com crescimento de epidoto (Ep) no contato com plagioclásio. Podem ser observadas exsoluções de titanita, no seu interior.

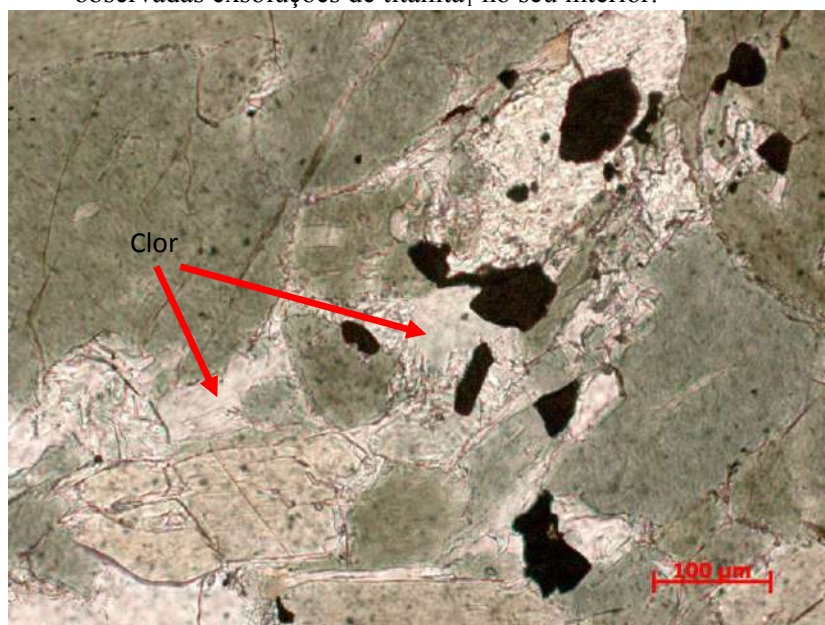


Figura 32 – Grãos de clorita (Clor) se desenvolvendo na borda da hornblenda.

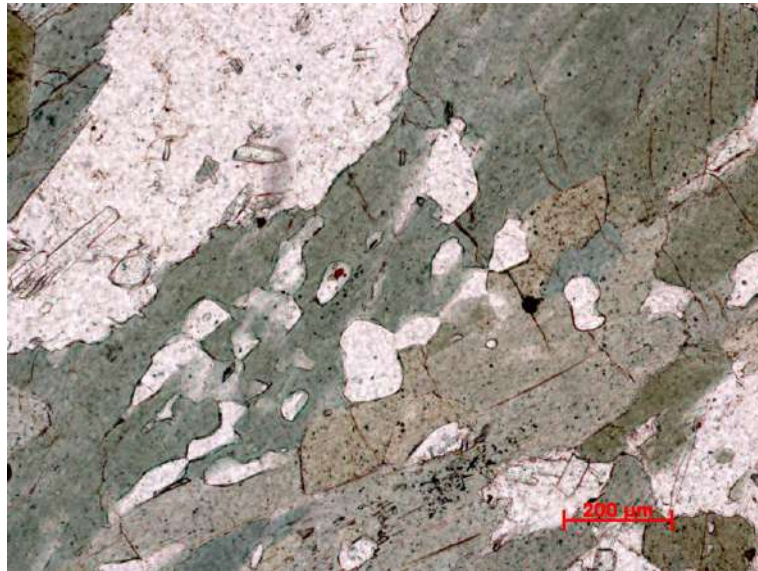


Figura 33 – Hornblenda com pleocroísmo verde e com *blebs* de quartzo.

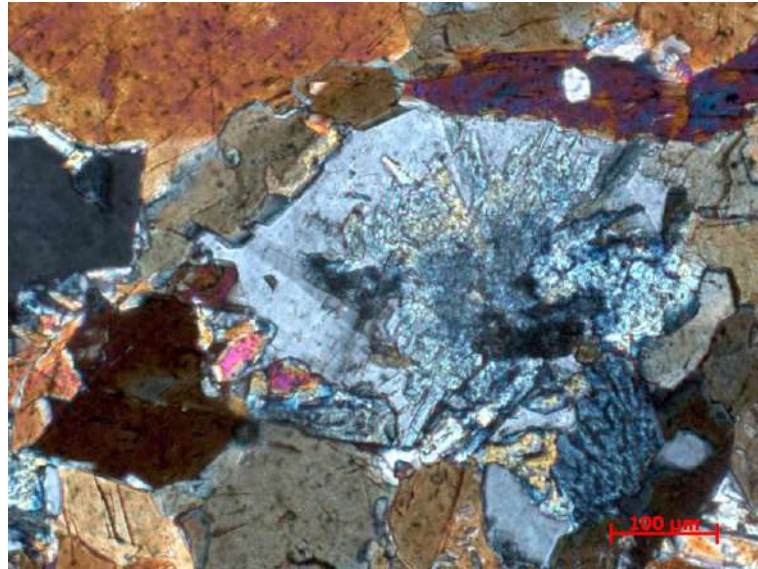


Figura 34 – Grão de plagioclásio substituído parcialmente por zoisita e clinozoisita.

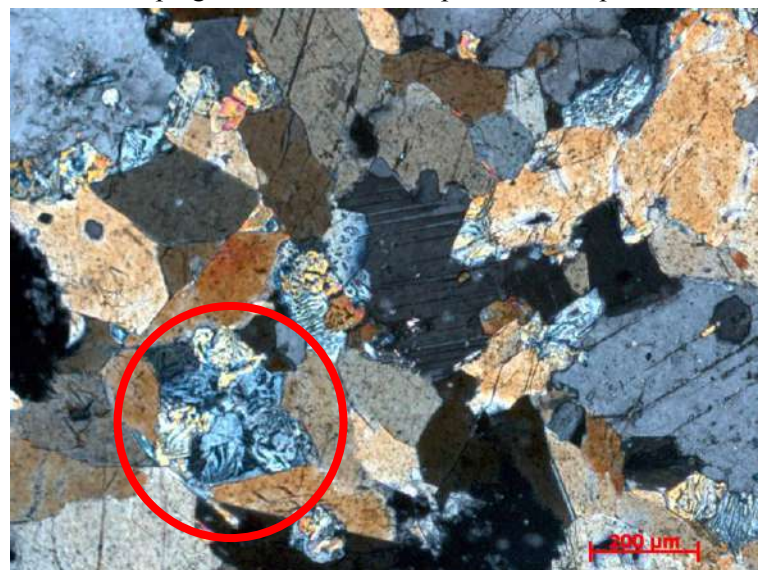


Figura 35 – Grão de plagioclásio substituído completamente por zoisita e clinozoisita.





Figura 36 – Grão de hornblenda repleto de exsoluções de minerais opacos.

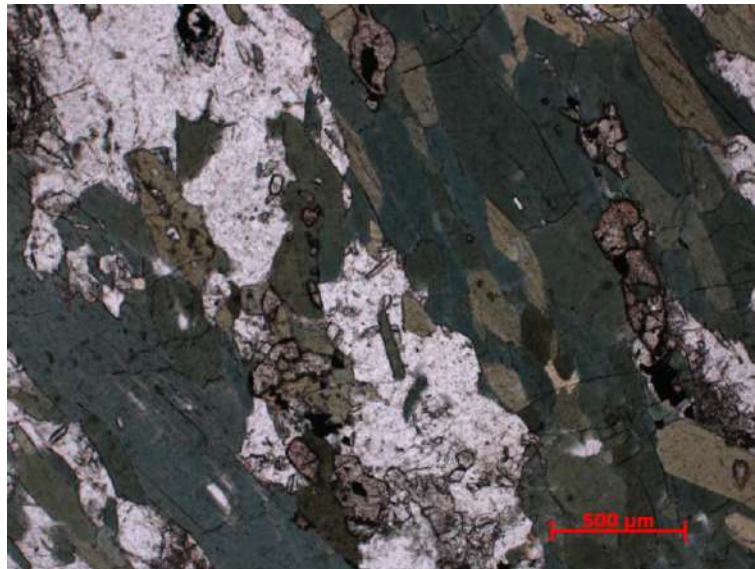


Figura 37 – Grãos de titanita<sub>2</sub> envolvendo minerais opacos e inclusos na hornblenda.

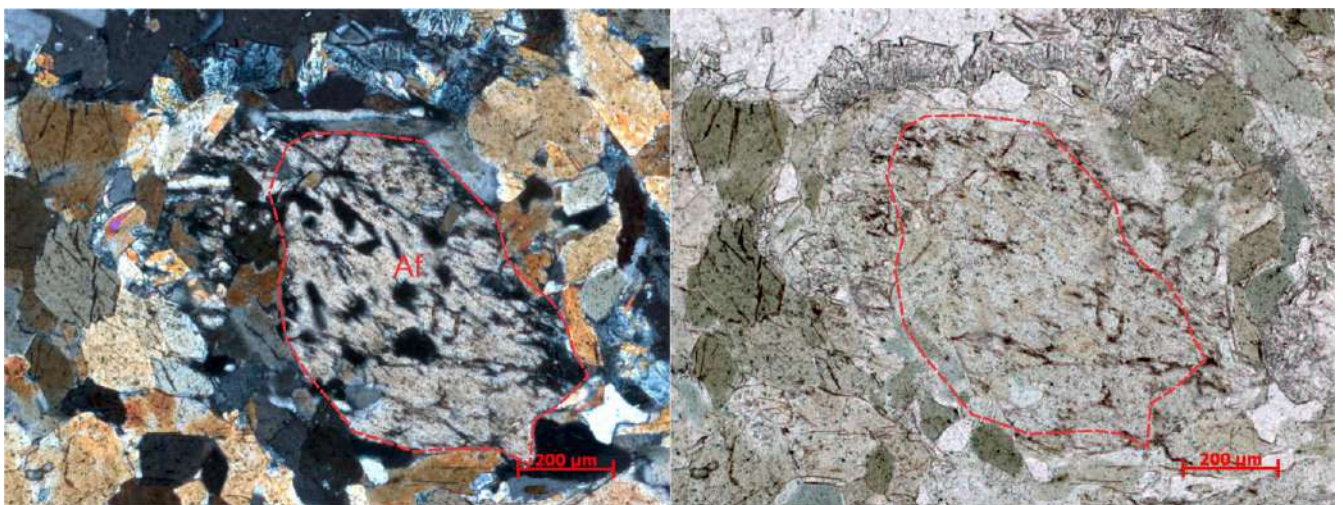


Figura 38 – Relicto de clinopiroxênio (tracejado vermelho) transformado parcialmente para anfibólio (Af) em tonalidade preta (nicóis cruzados) e castanha clara (nicóis paralelos).

### 3.2.1.3 Metamorfismo

A mineralogia primária das rochas do corpo metaperidotítico – matagabroico Estação de Prados foram modificadas por pelo menos dois eventos metamórficos. A seguir serão apresentadas as principais transformações relacionadas às rochas metaperidotíticas – metapiroxeníticas e também as rochas metagabroicas:

#### a) Rochas metaperidotíticas – metapiroxeníticas

- 1) Transformação da olivina para serpentina + clorita + magnetita (Figuras 25);
- 2) Substituição de ortopiroxênio por tremolita + minerais opacos (Figura 24);
- 3) Substituição da tremolita por um anfibólio<sub>2</sub> (actinolita??), este último não apresenta crescimento de minerais opacos associados (Figura 28);
- 4) Crescimento de carbonato juntamente com tremolita + minerais opacos (Figura 27);

#### b) Rochas metagabroicas

- 5) Substituição do clinopiroxênio primário por hornblenda (Figura 38) com o surgimento de exsoluções de minerais opacos aciculares (Figura 36) e de titanita<sub>1</sub> (Figura 31);
- 6) Substituição do plagioclásio primário por plagioclásio reequilibrado metamórficamente conjuntamente com o crescimento de epidoto + zoisita + clinozoisita (Figuras 31, 34 e 35);
- 7) Substituição dos minerais opacos primários por titanita<sub>2</sub> (Figura 37);
- 8) Surgimento de biotita<sub>1</sub> nas bordas da hornblenda metamórfica (Figura 31);
- 9) Substituição da hornblenda metamórfica pela associação epidoto + biotita<sub>2</sub> + clorita conjuntamente com *blebs* de quartzo (Figura 31 e 33);
- 10) Substituição da hornblenda metamórfica por clorita (Figura 32);

As transformações 1, 2, 5, 6 e 7 estariam associadas ao primeiro evento metamórfico, que seria de fácies anfibolito inferior a xisto verde, enquanto as transformações 3, 4, 8, 9 e 10 estariam relacionadas ao segundo evento, caracterizado como de mais baixa temperatura e estariam relacionadas a um evento de fácies xisto verde.

### 3.2.2 GREENSTONE BELT DORES DE CAMPOS

O *greenstone belt* Dores de Campos é representado na região por rochas metaultramáficas finas e anfibolíticas que fazem contato a norte com o metapiroxenito - metagabro Estação de Prados e a sul com o granito Gentio (Anexo I - Mapa geológico).

As principais exposições das rochas do *greenstone belt* Dores de Campos estão associadas aos pontos MA-04, 05, 06, 07, 14, 15, 16, 17, 20, 27 e 29 (Anexo II – Mapa de pontos). Essa unidade apresenta tendência a diminuir de largura em direção a leste, suas rochas ocorrem raramente em lajedos (ponto MA-07 - Figura 39) e principalmente em exposições ao longo de cortes de estrada nos pontos MA-04, 05, 06, 14, 15, 16, 17, 20, 27 e 29 (Figura 40). Bezerra Filho (2006) e Abreu (2007) prolongaram as rochas desta unidade para a região entre Estação de Prados e Padre Gaspar, onde inclusive descreveram a presença de rochas metassedimentares associadas, dentre as quais quartzitos, gonditos e filitos.



Figura 39 - Afloramento em lajedado de rocha anfibolítica do *greenstone Belt* Dores de Campos, onde é possível de se observar a presença de diversos diques félsicos (DF) intercalados com as rochas estudadas.

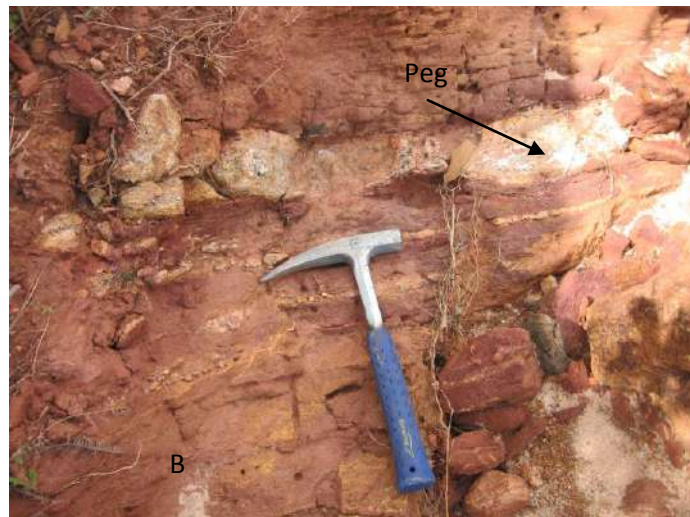


**Figura 40** – Afloramento de rocha saprolitizada no leito de uma estrada secundária mostrando o contato da uma possível rocha metaultramáfica fina (A) com rochas anfibolíticas (B). Ambos os litótipos pertencem ao *greenstone belt* Dores de Campos.

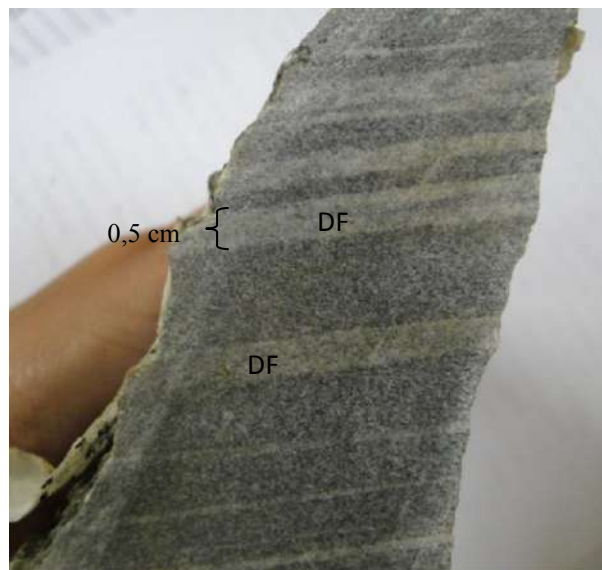
### 3.2.2.1 Feições de campo

O *greenstone belt* Dores de Campos foi subdividido na região estudada em rochas metaultramáficas de granulação fina e rochas anfibolíticas, não tendo sido observadas rochas metassedimentares associadas. As rochas metaultramáficas ocorrem predominantemente muito alteradas e os principais locais de estudo correspondem a saprólitos com coloração avermelhada, onde não é possível identificar sua mineralogia principal.

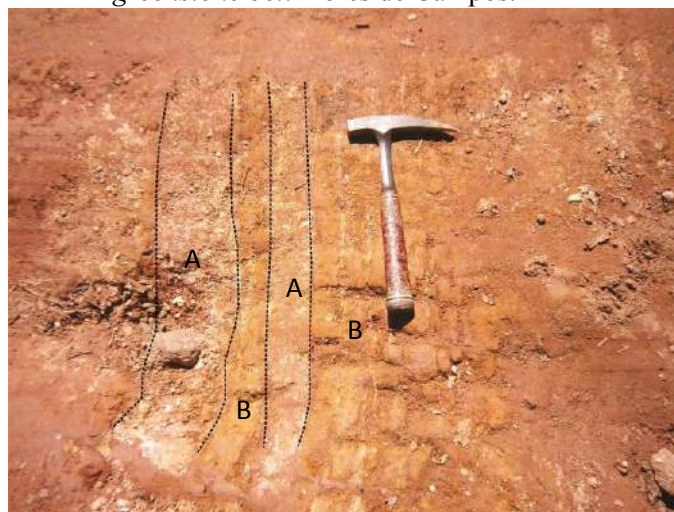
No levantamento de campo caracterizou-se a interação entre as rochas desta unidade tanto com o granito Gentio (Figuras 41 e 42), quanto com o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre (Figura 43), destacando-se, ainda, a presença de enclaves xenolíticos de rochas metaultramáficas (Figura 44) e anfibolíticas (Figura 45) correlacionados ao *greenstone belt* Dores de Campos no granito Gentio.



**Figura 41** – Afloramento mostrando diques graníticos e pegmatitos (Peg) correlacionados ao granito Gentio cortando as rochas metaultramáficas (B) do *greenstone belt* Dores de Campos.



**Figura 42** – Amostra de mão (retirada do afloramento da figura 39) mostrando diques félsicos (DF) correlacionados ao ortognaise tonalítico Brejo Alegre cortando as rochas anfíbolíticas (B) do *greenstone belt* Dores de Campos.



**Figura 43** – Saprólito de vários diques félsicos (com quartzo) correlacionados ao ortognaise tonalítico Brejo Alegre (A) cortando as rochas metamáficas (B) do *greenstone belt* Dores de Campos.

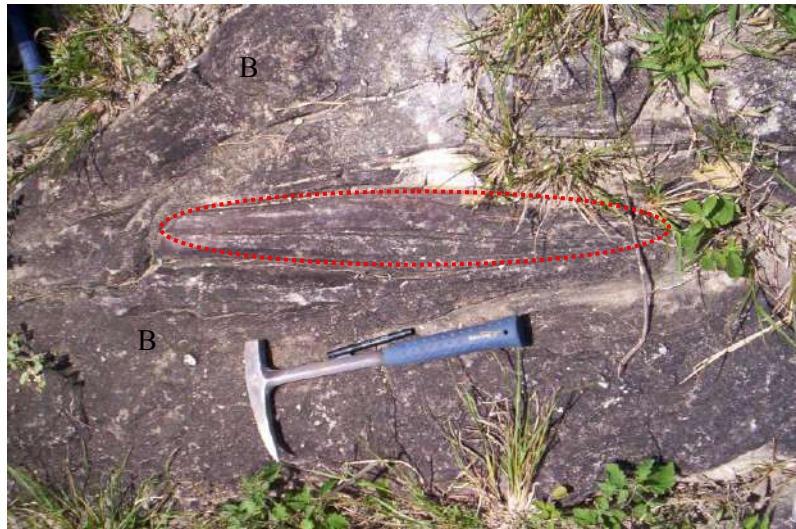


Figura 44 – Enclave xenolítico de rocha metaultramáfica (elipse vermelha) correlacionado ao *greenstone belt* Dores de Campos no granito Gentio (B).



Figura 45 – Enclave xenolítico de rocha anfibolítica (elipse vermelha) correlacionado ao *greenstone belt* Dores de Campos no granito Gentio (B).

As rochas anfibolíticas são mesocrática, equigranular, com granulação predominantemente muito fina (cristais menos que 0,5 mm) e, mais raramente, porfírica com fenocristais de hornblenda. Estas estão fortemente deformadas, são constituídas por anfibólio, plagioclásio e biotita e o seu saprólito apresenta coloração alaranjada. As rochas anfibolíticas apresentam variação na porcentagem de seus minerais essenciais, formando níveis mais ricos em minerais máficos, representados pelo anfibólio e níveis mais ricos em minerais félsicos representados por plagioclásio e quartzo.

Em certos locais, as rochas desta unidade são cortadas por diques de um granitóide fino (correlacionado ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre), que possui mineralogia essencial composta por quartzo, feldspato, biotita e epidoto, o que confere ao anfibolito um bandamento

composicional. Esses diques possuem contato brusco que varia de concordante a discordante com foliação das rochas anfíbolíticas, apresentam coloração cinza-esbranquiçada, índice de cor hololeucocrático e suas espessura nunca ultrapassam a 10 cm (Figura 42). Também foi observada a presença de um enxame de veios milimétricos (< que 2,0 mm), quartzo-feldspáticos, discordantes a foliação dos anfíbolitos (Figura 46).



Figura 46 – Veios submilimétricos de composição quartzo-feldspática (setas preta) cortando rocha anfíbolítica do *greenstone belt* Dores de Campos.

### 3.2.2.2 Petrografia

Desta unidade foram descritas cinco lâminas sendo quatro do anfíbolito (pontos MA-06, 07A, 29A e 29B) e uma do contato entre o granitóide félsico e as rochas anfíbolíticas (ponto MA-07B).

As rochas anfíbolíticas são mesocráticas, faneríticas, equigranulares variam de muito finas a finas (maioria dos grãos com tamanho inferior a 0,5 mm) e apresentam marcante foliação metamórfica. Estas são constituídas principalmente por anfíbólio (hornblenda, actinolita, ferro actinolita, anfíbólio<sub>4</sub>) e plagioclásio, enquanto quartzo, biotita, titanita, minerais opacos, epidoto, zoisita e clorita são minerais acessórios. Em termos gerais, os anfíbolitos podem ser subdivididos em dois grupos de acordo com os seus minerais máficos, sendo um representado por rochas à hornblenda (Figura 47) e o outro por rochas com hornblenda e biotita (Figura 48).

Nas rochas estudadas a hornblenda é o anfíbólio mais abundante e possui forma variando de xenoblástica a hipidioblástica, pleocroísmo verde escuro e inclusões de titanita

(Figura 49). Esta apresenta tamanho médio de 0,2 mm e é substituída por actinolita (Figura 50), ferro actinolita, clorita e/ou biotita. Já a actinolita é rara, possui pleocroísmo verde claro e substitui a hornblenda (Figura 50), enquanto a ferro actinolita apresenta pleocroísmo verde azulado e forma xenoblástica (Figura 51). O anfibólio<sub>4</sub> é incolor, apresenta forma xenoblástica, inclusões de quartzo (Figura 52), tamanho inferior a 0,5 mm e é substituído pela biotita.

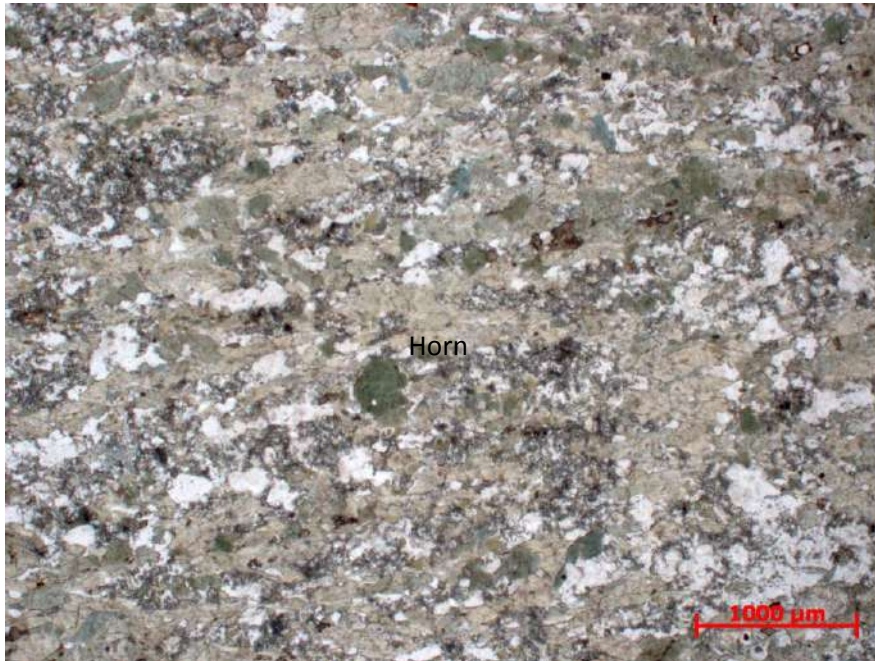


Figura 47 – Anfibolito a hornblenda com granulação muito fina a fina do *greenstone belt* Dores de Campos mostrando os grãos de hornblenda marrom esverdeada (Horn) orientados segundo a foliação.

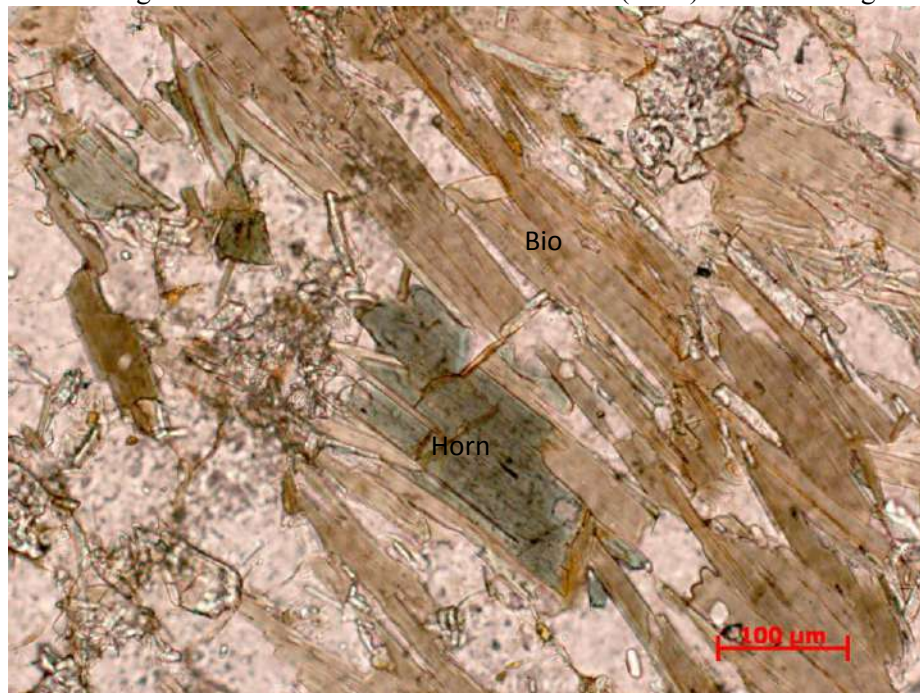
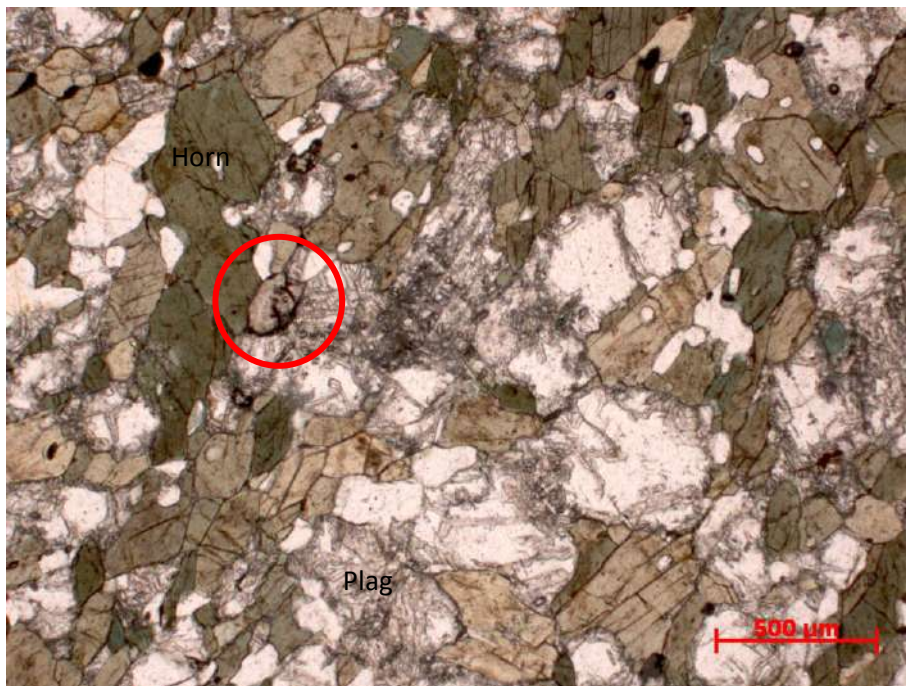
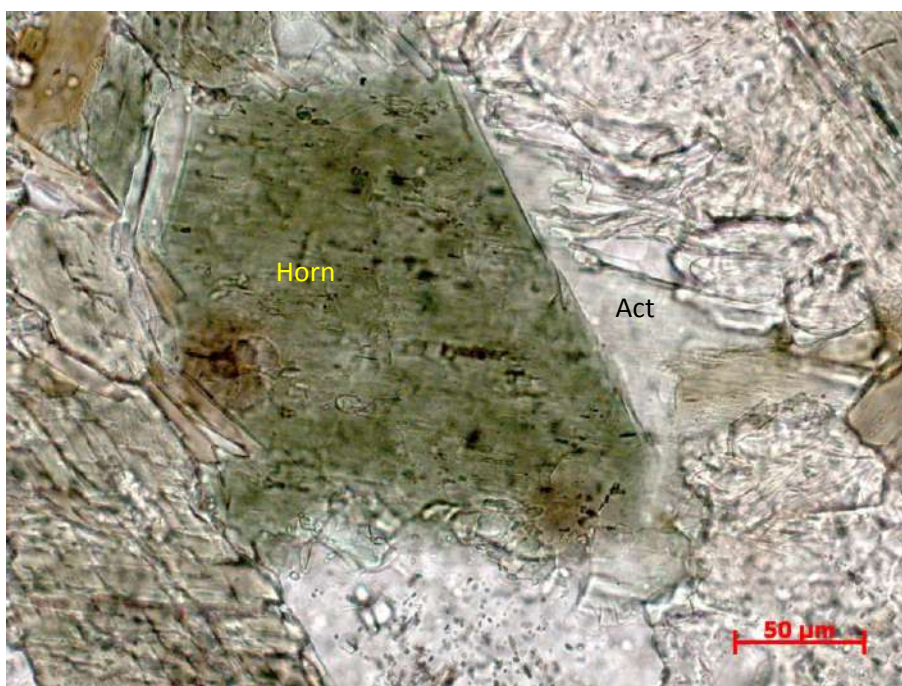


Figura 48 – Anfibolito a hornblenda e biotita do *greenstone belt* Dores de Campos mostrando a biotita (Bio) substituindo os grãos de hornblenda (Horn) marrom esverdeada.





**Figura 49** – Anfibolito de granulação muito fina do *greenstone belt* Dores de Campos mostrando hornblenda verde escura a marrom, titanita (círculo vermelho) e plagioclásio (Plag) epidotizado.



**Figura 50** – Grão de hornblenda verde amarronzada (Horn) substituída nas bordas por actinolita (Act) com pleocroísmo verde claro.

Destaca-se, ainda, que as rochas anfibolíticas são cortadas por veios de epidoto e quartzo (**Figura 53**). Já os diques de granitóide que cortam as rochas anfibolíticas são hololeucocráticos, possuem composição tonalítica, granulação variando de muito fina a fina (entre 0,2 – 1,0 mm), são inequigranulares com raros microfenocristais de plagioclásio com

até 1,0 mm (Figura 54) e compostos por quartzo, plagioclásio e biotita, enquanto os minerais acessórios são representados por titanita, opacos epidoto e zoisita.



Figura 51 – Grão de ferro actinolita com pleocroísmo verde azulado crescendo junto com plagioclásio epidotizado e na borda da hornblenda.

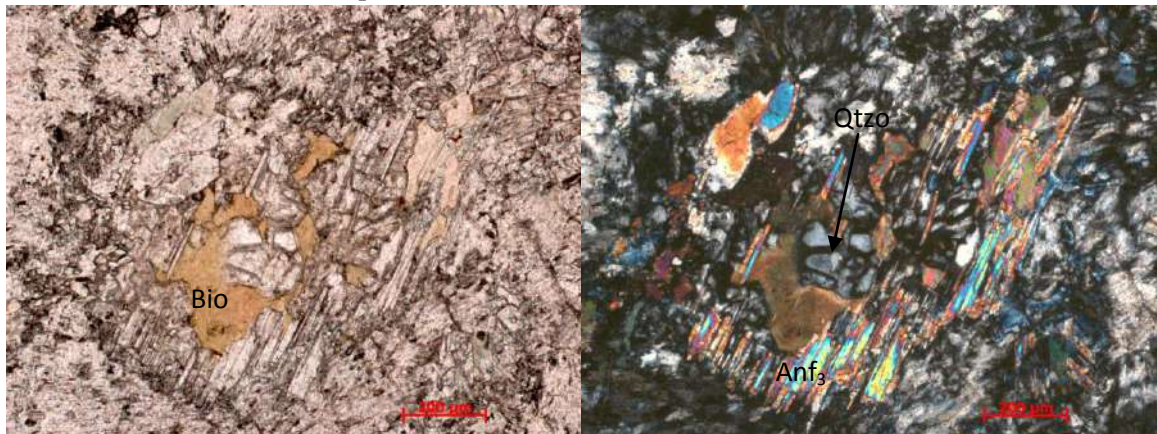


Figura 52 – Grão de anfibólio<sub>3</sub> (Anf<sub>3</sub>) substituído parcialmente por biotita e associado com quartzo (Qtzo).

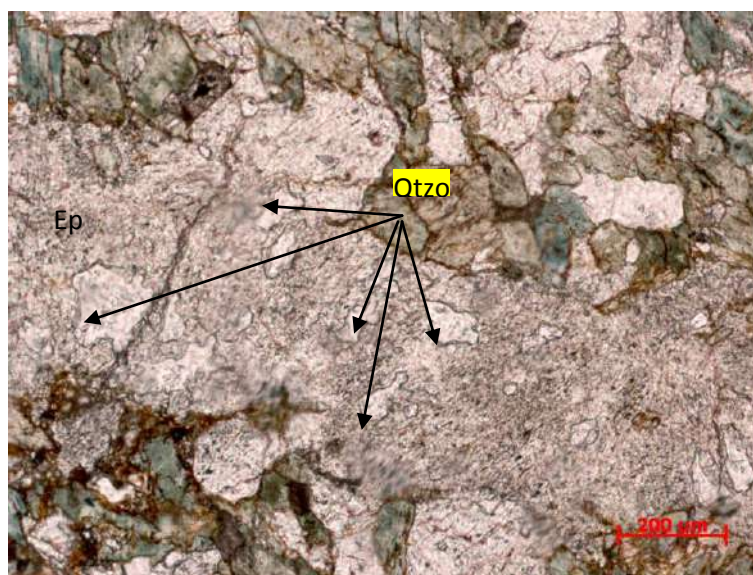


Figura 53 – Veio de epidoto (Ep) e quartzo (Qtzo) cortando rocha anfibolítica.

O plagioclásio nas rochas anfíbolíticas apresenta tamanho inferior a 0,6 mm, encontra-se extremamente fraturado, por vezes com inclusão de quartzo e encontra-se fortemente alterado para epidoto e zoisita (Figura 49).

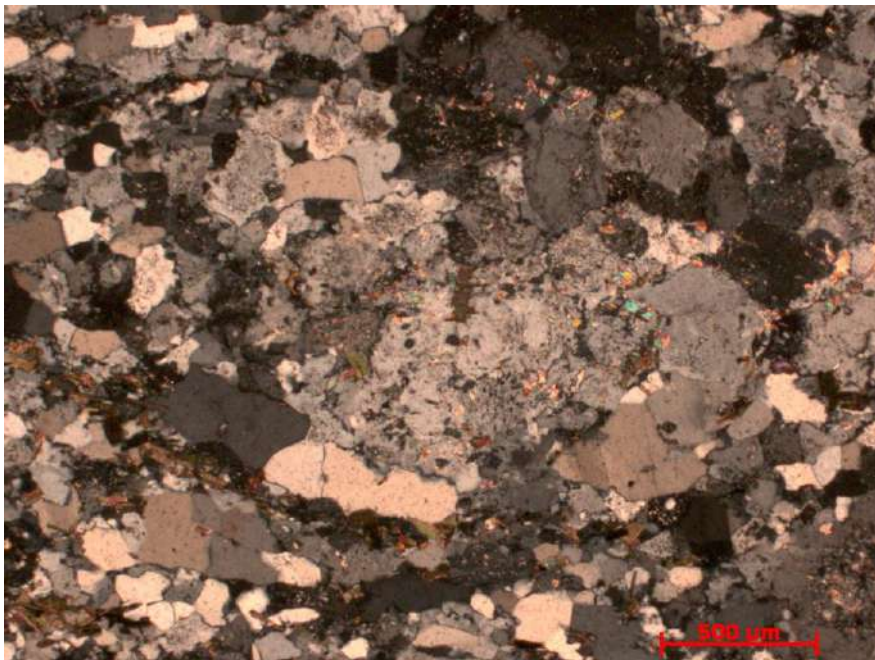


Figura 54 – Dique félsico correlacionado ao tonalito Brejo Alegre com fenocristal de plagioclásio epidotizado e sericitizado.

Na porção em que o anfíbolito é cortado por veios milimétricos de composição quartzo-feldspática foi observado uma intensa epidotização do feldspato e a borda do dique fica mais rica em biotita, que encontra-se orientada segundo a foliação (Figura 55).

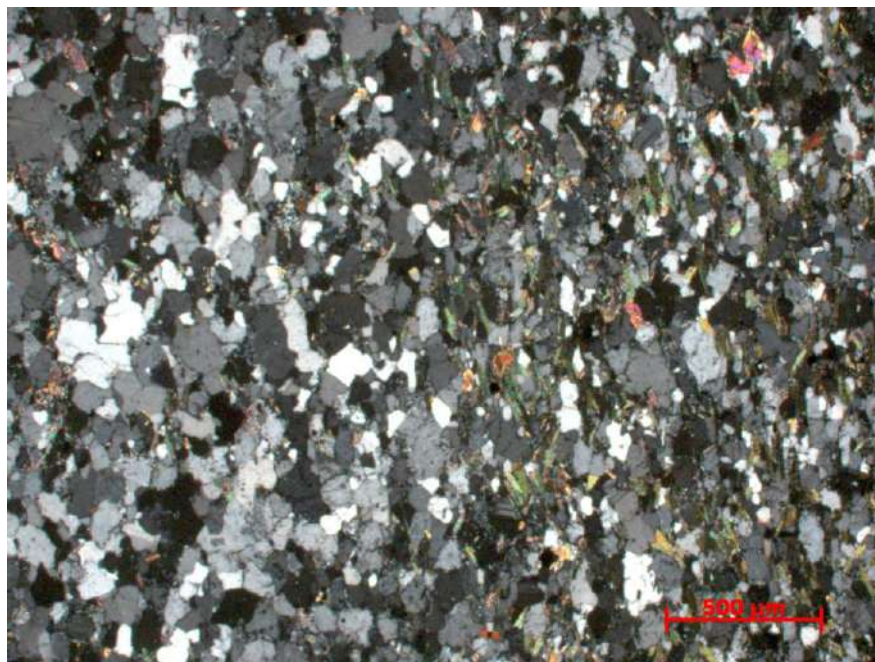


Figura 55 – Região próxima ao contato do dique félsico com a rocha anfíbolítica mostrando o enriquecimento de minerais máficos (biotita) na borda do dique.

### 3.2.2.3 Metamorfismo

A mineralogia da rocha anfibolítica do *greenstone belt* Dores de Campos foi modificada por pelo menos dois eventos metamórficos. A seguir serão apresentadas as principais transformações relacionadas a esses pulsos metamórficos:

- 1) Aparecimento de hornblenda + titanita a partir da substituição de clinopiroxênio;
- 2) Substituição do plagioclásio primário por plagioclásio reequilibrado metamorficamente conjuntamente com o crescimento de epidoto + zoisita + clinozoisita (Figura 49);
- 3) Cristalização de *blebs* de quartzo como inclusão na hornblenda;
- 4) Substituição da hornblenda metamórfica por actinolita (Figura 50);
- 5) Substituição da hornblenda metamórfica por ferro actinolita (Figura 51);
- 6) Substituição da hornblenda metamórfica por biotita (Figura 48);
- 7) Substituição do anfíbólio<sub>4</sub> por biotita + quartzo (Figura 52);
- 8) Surgimento de veios de quartzo + epidoto (Figura 53);
- 9) Substituição da hornblenda metamórfica por clorita;

As transformações 1, 2 e 3 estariam associadas ao primeiro evento metamórfico, que seria de fácies anfibolito inferior, enquanto as transformações 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estariam relacionadas ao segundo evento, caracterizado como de mais baixa temperatura e estariam relacionadas a um evento de fácies xisto verde.

### 3.2.3 ORTOGNAISSE TONALÍTICO BREJO ALEGRE

O ortognaisse tonalítico Brejo Alegre ocorre na porção norte da área mapeada, próximo a cidade de Dorés de Campos (**Anexo I – Mapa geológico**) e foi estudado nos pontos MA-012, 033, 034, 046, 047, 048, 049, 053, 054, 056, 057, 058, 058, 059, e 062 (**Anexo II – Mapa de pontos**). Este corpo possui geometria irregular (alargando em direção a leste e adelgçando em direção a oeste), ocorre em lajedos nos pontos MA-46, 47 e 53 (**Figura 56**), em cortes de estradas (Pontos MA-012, 033, 048, 049, 054, 056, 057, 058, 059, 062) e em blocos (Ponto MA-34).



**Figura 56** - Lajedo do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.

Na sua parte norte o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre faz contato com o gabro Vitoriano Veloso e a sul com as rochas plutônicas do metaperidotito – metagabro Estação de Prados (**Anexo I - Mapa geológico**). O contato entre estas unidades não foi observado diretamente no campo, no entanto, nos pontos MA-012, 031, 032, 048 e 054 foi definida a presença de intercalações de corpos centimétricos de rochas máficas com rochas félsicas (**Figura 57**) e no ponto MA-057 a presença de enclaves xenolíticos de rocha metaultramáfica (**Figura 58**) em um saprólito atribuído ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre. Neste contexto, admite-se que a rocha máfica seria pertencente ao *greenstone belt* Dorés de Campos e a rocha metaultramáfica ao metaperidotito – metagabro Estação Prados. Se essa correlação for verdadeira seria confirmado o caráter intrusivo desse corpo.



**Figura 57** - Intercalação entre rocha máfica (A) correlacionada ao *greenstone belt* Dores de campos e rocha félsica (B) correlacionada ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.



**Fotografia 58** – Saprólito do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre com enclave de rocha metaultramáfica correlacionada ao metaperidotito - metagabro Estação Prados (A).

### 3.2.3.1 Feições de campo

O ortognaisse tonalítico Brejo Alegre corresponde a um metagranitóide leucocrático, médio a grosso, deformado, com o índice de cor próximo a 20, cuja mineralogia essencial é representada por quartzo, feldspato e biotita. Sua coloração varia de esbranquiçada a cinza, enquanto seu saprólito assume a cor vermelho-esbranquiçada, possivelmente devido à

presença de biotita. A textura predominante neste corpo é inequigranular porfirítica sendo observados cristais de feldspato com formas lenticulares e elipsoidais variando de 5 mm a 1,5 cm e raros cristais chegando a 2 cm (Figura 59). O quartzo encontra-se recristalizado e forma aglomerados de grãos.



Figura 59 - Cristais de feldspato com forma elipsoidal

Essa unidade é cortada por veios pegmatitos de composição quartzo-feldspática, que podem ser ou não concordantes com a foliação da rocha, bem como por diques de um granitóide fino a médio, equigranular, com composição representada por quartzo, feldspato e biotita. Esses diques possuem coloração cinza-esbranquiçada, índice de cor hololeucocrático, suas espessuras variam desde centimétricas (Figura 60) até métricas e apresentam contato brusco com a foliação do ortognaisse Brejo Alegre (Figura 61), podendo estes serem concordantes (ou subparalelos) ou discordantes. Além disso, foram observadas zonas de cisalhamento centimétricas com atitude 350/85 e 180/85 e foliação penetrativa 180/55, dada pela orientação dos cristais de biotita, bem como planos de falhas e fraturas centimétricas que são preenchidas por turmalina (Figuras 62 e 63).



Figura 60 – Dique hololeucocrático centimétrico cortando o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.



Figura 61 - Contato brusco entre granitóide fino a médio (A) e o ortognaisse Brejo Alegre (B).





Figura 62 – Fratura no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre preenchida por uma massa fina de coloração cinza clara representada por turmalina, quartzo, barita e albita.

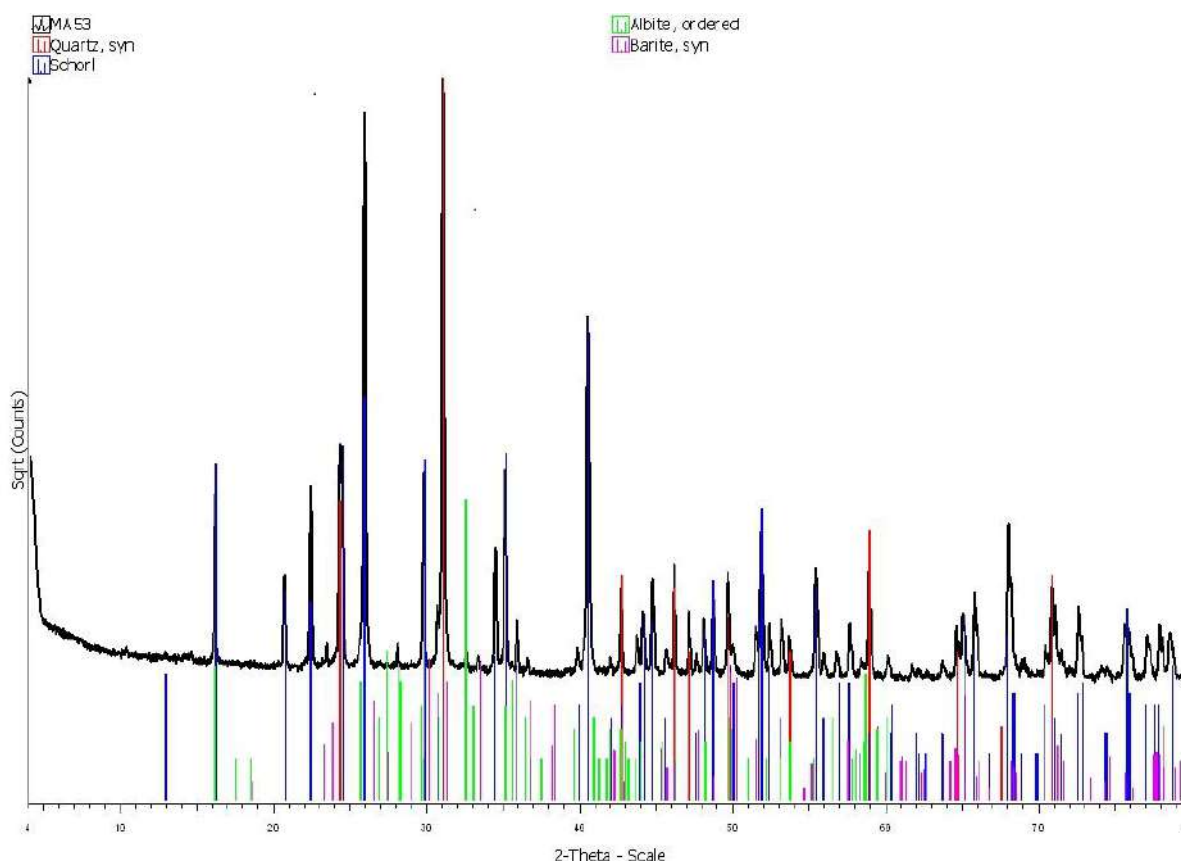


Figura 63 – Difratoograma de raios-X da massa fina de coloração cinza clara encontrada no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.

### 3.2.3.2 Petrografia

Foram descritas quatro (4) lâminas do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre (pontos MA-47 e 53), onde os minerais essenciais são quartzo, biotita e plagioclásio, os minerais acessórios são representados por zircão, titanita, allanita, opacos e granada, enquanto os minerais secundários correspondem a epidoto, zoisita, clinozoisita, clorita, carbonato e sericita. Devido ao elevado grau de alteração intempérica e metamórfica, apenas duas amostras do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre foram analisadas modalmente (Tabela 9). As rochas deste corpo podem ser classificadas como tonalitos (Figura 64), apresentam textura porfirítica (Figura 65), com granulação entre muito fina a fina e os fenocristais de plagioclásio possuem tamanho médio de 2,2 mm.

Tabela 9 – Análise modal obtida a partir da contagem de 800 pontos das rochas do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.

	Quartzo	Biotita	Plagioclásio	Secundários e acessórios
MA-47B	32	15,2	48,5	4,3
MA-47A	30,3	15,6	47,3	6,6

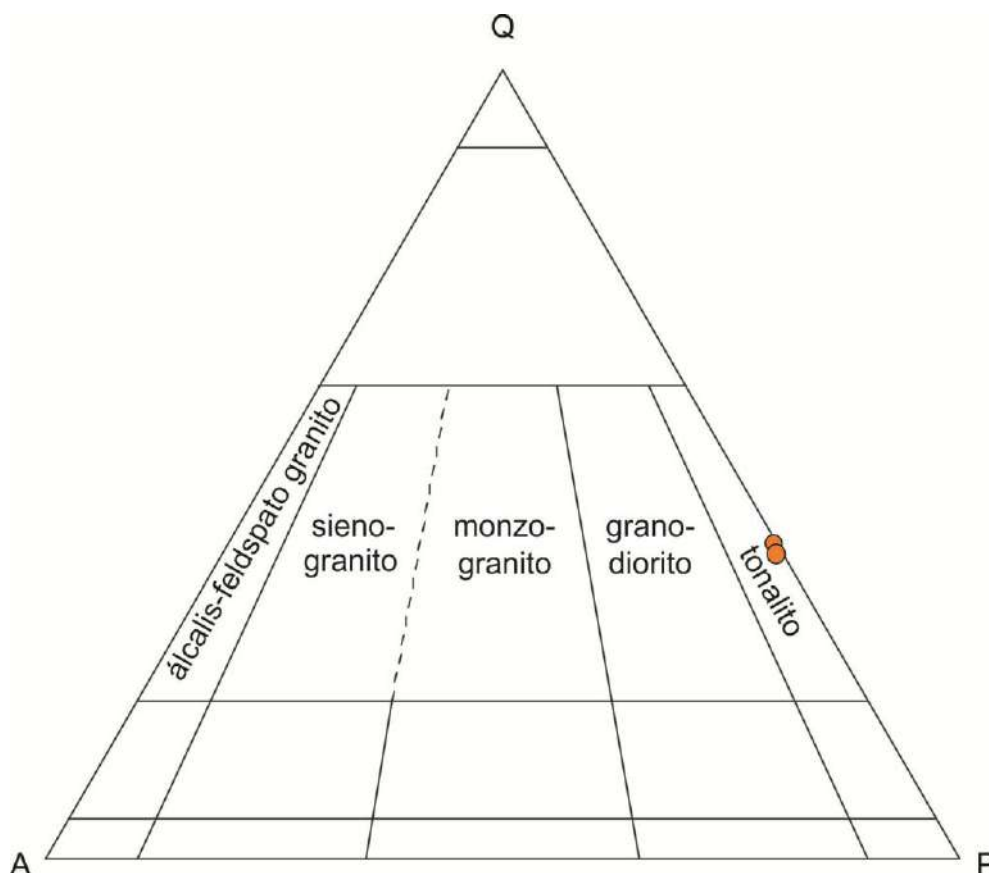
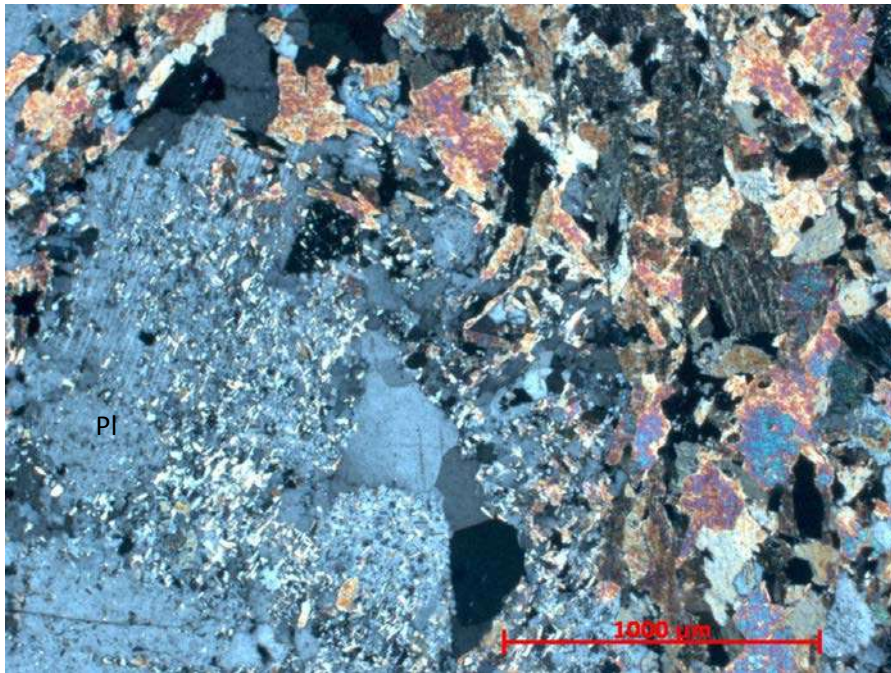


Figura 64 – Diagrama QAP para as rochas do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.



**Figura 65** – Textura porfírica (fenocristal de plagioclásio – Pl) no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.

No que diz respeito à deformação, foi observada a orientação dos cristais de biotita e de quartzo, conferindo a rocha uma foliação bem marcada (**Figura 66**). O quartzo apresenta forma xenoblástica, tamanho entre 0,1 a 2,0 mm, com extinção ondulante (**Figura 67**) ou bandas de deformação, ocorre recristalizado em subgrãos e às vezes aparece poligonizado formando junto com a biotita a textura granoblástica poligonal (**Figura 68**), apresenta ainda contatos retos entre si e por vezes possui inclusão de zircão (**Figura 69**).



**Figura 66** - Foliação metamórfica do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre dada pela orientação dos grãos de biotita e de quartzo.



Figura 67 – Grão de quartzo do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre mostrando extinção ondulante.

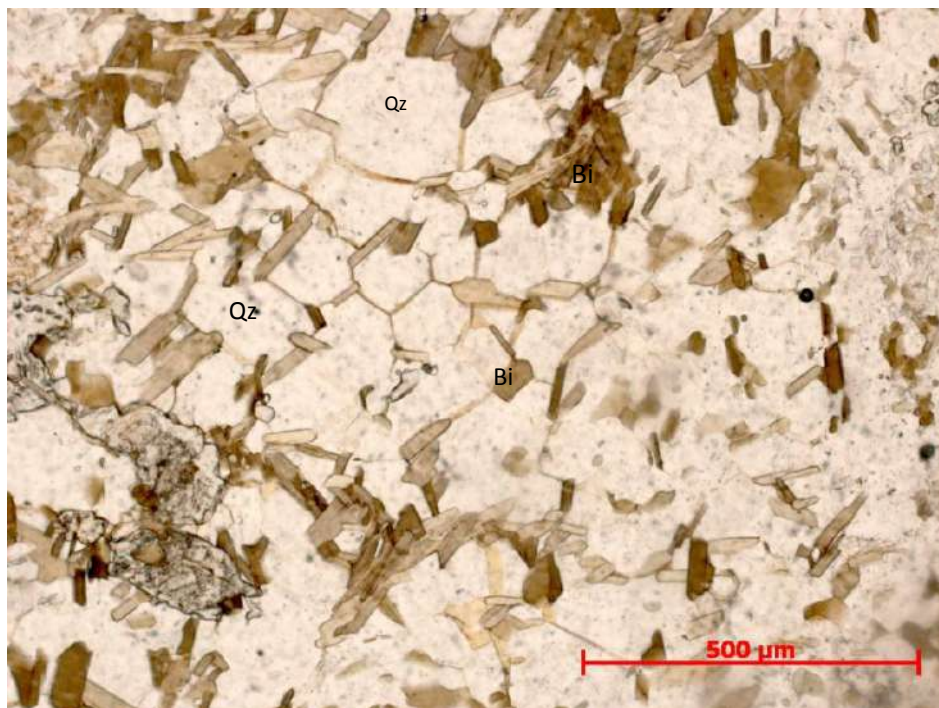
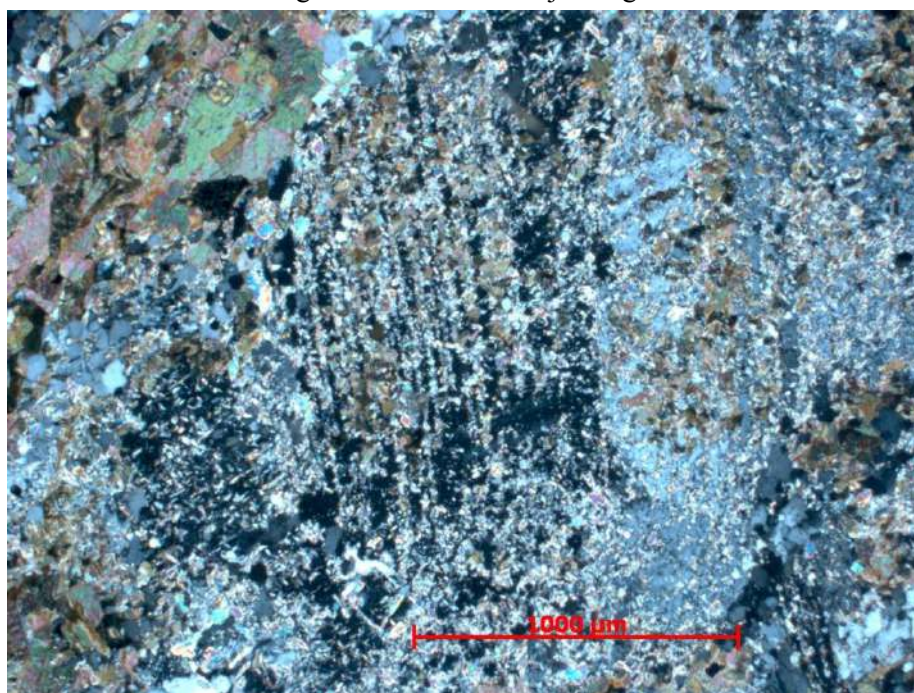


Figura 68 – Grãos de biotita (Bi) crescidos entre os grãos de quartzo (Qz) poligonizados no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.

O plagioclásio possui tamanho variando entre 1,0 e 5,0 mm, apresenta forma desde xenomórfica até hipidiomórfica e frequentemente aparece alterado para sericita, epidoto e zoisita, o que lhe confere uma textura em peneira, (Figura 70). Apresenta inclusões de zircão e granada (observada em apenas uma lâmina).



**Figura 69** – Cristal de quartzo (Qz) com inclusão de zircão (indicado pelo círculo vermelho) no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.



**Figura 70** – Grão de plagioclásio do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre fortemente alterado com o crescimento de uma grande quantidade de minerais sobre o mesmo.

A biotita encontra-se parcialmente transformada para clorita (**Figura 71**) e pode ser encontrada sob três formas: formando um agregado de cristais xenoblásticos a hipidioblásticos, com tamanhos entre 0,01 a 1,0 mm, onde pode estar associada à titanita (**Figura 72**), epidoto, zoisita, clinozoisita (**Figura 73**) e carbonato (**Figura 74**); em diminutos cristais tabulares que aparecem nos contatos entre os cristais de quartzo, formando textura

granoblástica poligonal (Figura 68); e crescendo sob os grãos de plagioclásio com tamanho variando de 0,01 a 0,03 mm.

O epidoto possui tamanho entre 0,5 e 1,5 mm, varia de xenoblástico a hipidioblástico, ocorre como mineral secundário substituindo o plagioclásio (Figura 75), encontra-se associado à biotita, cresce envolvendo grãos de allanita e é envolvido por zoisita (Figura 76).

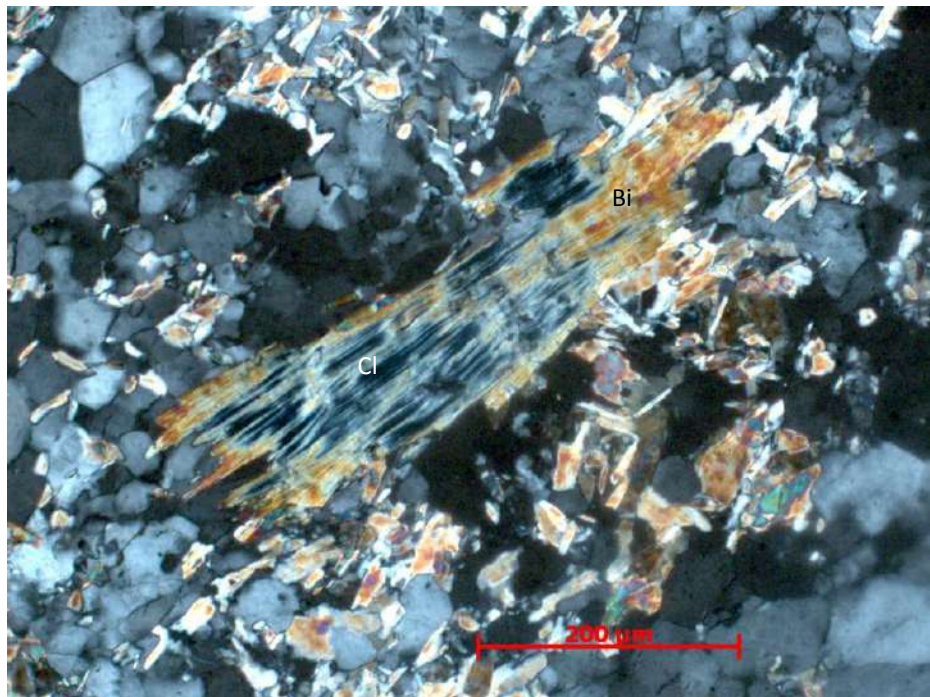
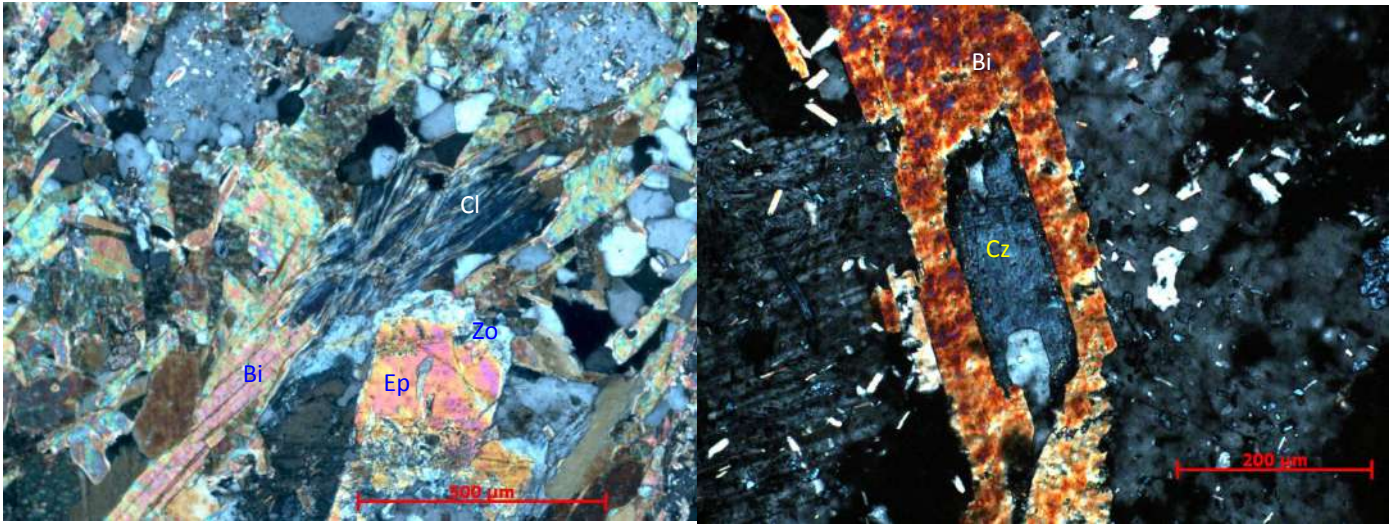


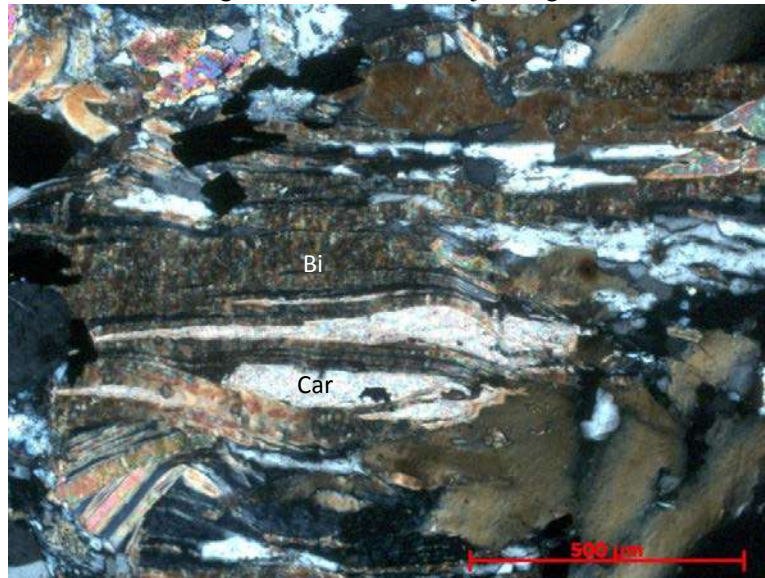
Figura 71 – Clorita (Cl) substituindo pseudomorficamente um grão de biotita (Bi) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.



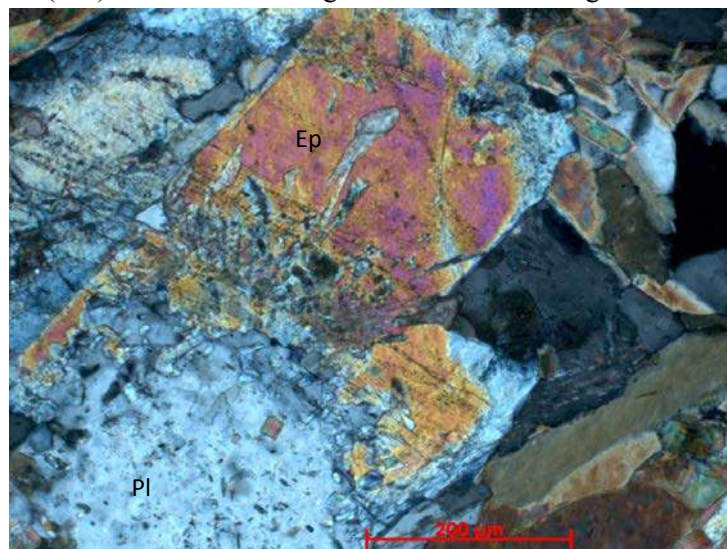
Figura 72 – Grão de biotita (Bi) em paragénesis com titanita (Ti) no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.



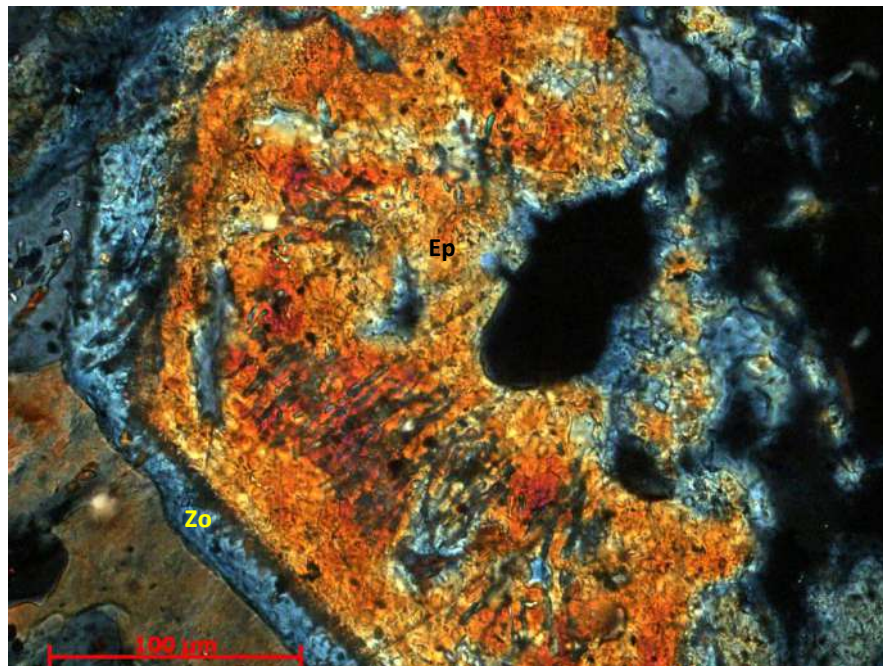
**Figura 73** – Paragênese entre biotita (Bi), clorita (Cl), epidoto (Ep), zoisita (Zo) e clinozoisita (Cz) no ortogneise tonalítico Brejo Alegre.



**Figura 74** – Carbonato (Car) crescido nas clivagens da biotita no ortogneise tonalítico Brejo Alegre.



**Figura 75** - Substituição parcial do plagioclásio (Pl) pelo epidoto (Ep) mostrando o início do processo de pseudomorfismo no ortogneise tonalítico Brejo Alegre.



**Figura 76** – Grão de epidoto (Ep) com borda de sobrecrecimento de zoisita (Zo) no ortogneisse tonalítico Brejo Alegre.

A zoisita além de estar presente nas bordas do epidoto, também pode aparecer como diminutos grãos sobre o plagioclásio, enquanto a clinozoisita é mais rara, hipidioblástica e parece envolvida pela biotita. A titanita apresenta-se como mineral secundário, possui forma xenoblástica, tamanho entre 0,05 e 0,08 mm e está associada aos cristais de biotita. O zircão é raro e ocorre como inclusão no quartzo, enquanto a allanita é envolvida pelo epidoto, assemelhando-se a textura “ovo frito”. Os minerais opacos são raros e estão associados a biotita, enquanto a carbonato foi observada apenas em uma lâmina, onde ocorre entre as clivagens da biotita.

### 3.2.3.3 Metamorfismo

A petrografia do ortogneisse tonalítico Brejo Alegre mostrou evidências de transformações mineralógicas desenvolvidas após sua cristalização, que foram atribuídas a pelo menos um evento metamórfico. Entre as transformações observadas estão:

- 1) Formação de titanita pela exsolução de Ti da biotita (**Figura 72**);
- 2) Formação de epidoto ao redor da allanita;
- 3) Substituição do plagioclásio por epidoto, zoisita e sericita (**Figuras 65, 70, 75**);
- 4) Crescimento de biotita sobre o plagioclásio (**Figura 70**);
- 5) Crescimento de carbonato nas clivagens da biotita (**Figura 74**);
- 6) Cloritização e epidotização da biotita (**Figuras 71 e 73**);



7) Recristalização de quartzo em subgrãos juntamente com crescimento de biotita entre os contatos destes (Figura 68).

### 3.2.4 GRANITO GENTIO

Esse corpo aflora na porção sul da área estudada, ocorre em uma faixa com orientação NE-SW e foi estudado nos pontos MA-18, 19, 21, 22, 23, 24, 69, 70, 71, 72, 73, 74 (**Anexo II – Mapa de pontos**).

O granito Gentio ocorre principalmente em lajedos (pontos MA-24, 21, 72, 73, 74) (**Figura 77**), corte de estrada (pontos MA-18, 19, 22, 69, 70, 71) e em drenagens que por vezes podem ter cachoeira (ponto MA-23).



**Figura 77** – Afloramento do granito Gentio em grandes lajedos.

A sua porção norte faz contato com as rochas do *greenstone belt* Dores de Campos e a sua porção sul com as rochas metassedimentares da megassequência Carandaí (**Anexo II - Mapa geológico**).

O contato direto deste corpo com as rochas do *greenstone belt* Dores de Campos não foi observado, no entanto, foram encontrados xenólitos de rochas metaultramáficas e anfibolíticas (**Figura 78**) no granito Gentio, o que comprova seu caráter intrusivo nesta unidade.

#### 3.2.4.1 Feições de campo

Esse granitóide possui índice de cor variando de hololeucocrático a leucocrático (**Figura 79**), cor cinza, foliação magmática (dada pela orientação dos fenocristais de plagioclásio) e tectônica (dada pela orientação dos cristais de biotita) e pode ser dividido em duas fácies: porfirítica; e fina a média.

A fácies porfirítica é caracterizada pela presença de fenocristais de feldspato (**Figura 80**), que variam desde idiomórficos até hipidiomórficos, apresentam formas tabulares e

podem alcançar até 8 cm no eixo maior. Rochas da fácies porfírica são cortadas por rocha da fácies fina a média, sendo esta última caracterizada pela ausência quase completa de fenocristais de feldspato (Figura 81).



Figura 78 – Xenólito de anfibolito (A) do *greenstone belt* Dores de Campos no granito Gentio (B)



Figura 79 – Índice de cor do granito Gentio que pode variar de hololeucocrático (A) a leucocrático (B)

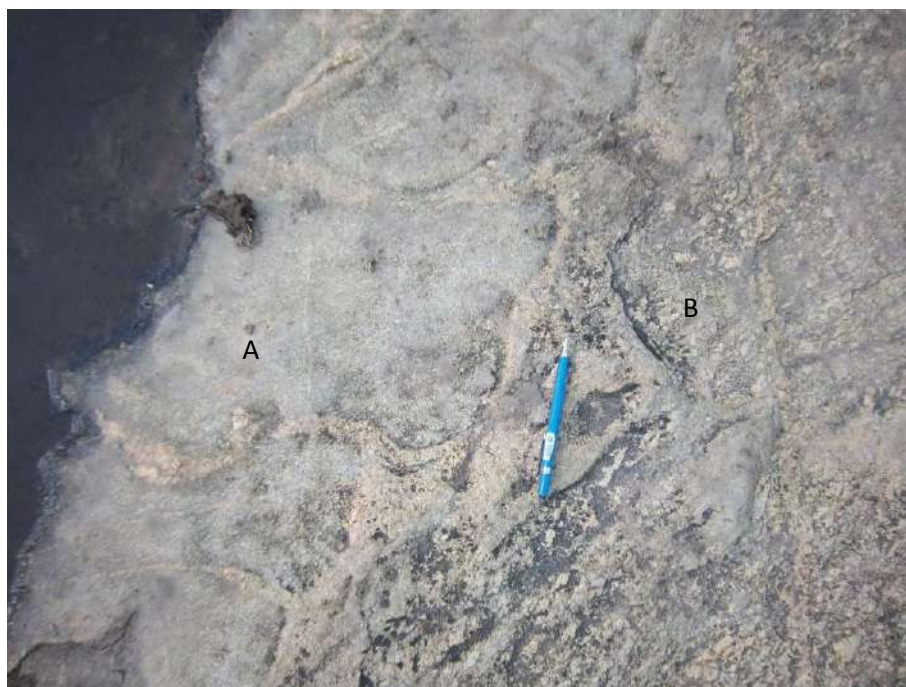


Figura 80 – Fenocristal centimétrico de feldspato da fácies porfírica do granito Gentio.



**Figura 81** – Amostra de mão da fácies fina a média do granito Gentio caracterizada pela homogeneidade dos grãos de feldspato.

Ambas as fácies apresentam quartzo, feldspato e biotita, são cortadas por pegmatitos com larguras que chegam ao máximo a 50 cm, sendo que o contato entre as fácies é brusco, não tendo sido observado evidências de interação química, sugerindo que houve apenas uma mistura mecânica (Figura 82). Feições primárias como orientação por fluxo magmático ainda podem ser observadas nas rochas da fácies porfirítica (Figura 83).



**Figura 82** – Zona de interação entre as rochas das fácies fina a média (A) e da fácies porfirítica (B) do granito Gentio.



**Figura 83** – Feição primária de orientação dos fenocristais de feldspato por fluxo magmático.

### 3.2.4.2 Petrografia

Foram descritas 10 lâminas dos pontos MA-23, 73 74 e NA-41, 42 e 45, sendo que quatro lâminas são da fácies porfírica e seis da fácies fina a média. A mineralogia principal das rochas das duas fácies é representada por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico (microclina, ortoclásio) e biotita, enquanto os minerais acessórios são titanita, allanita, zircão e opacos e os secundários correspondem a epidoto, zoisita, clorita, mica branca, sericita (Tabela 10).

Composicionalmente, o granito Gentio é representado por litótipos tonalíticos, granodioríticos e monzograníticos, predominando em termos gerais o último (Figura 84). As rochas tonalíticas são de distribuição bastante restrita, sendo que nestas o feldspato potássico é raro ou está ausente, enquanto que nas rochas granodioríticas este pode alcançar cerca de 13% e nas monzograníticas em média 27%.

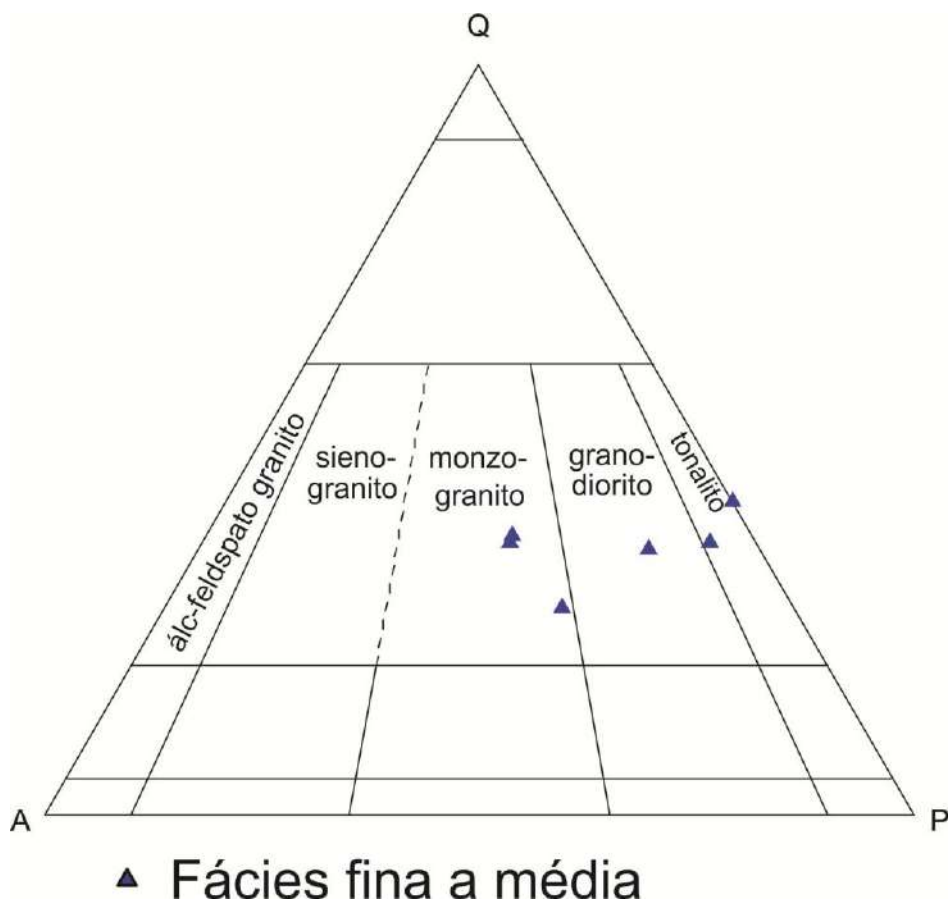
As rochas da fácies fina a média apresentam textura fanerítica, inequigranular, com predomínios de cristais com tamanhos entre 0,5 e 1,0 mm (Figura 85), enquanto as rochas da fácies porfírica apresentam textura inequigranular, fenocristais de plagioclásio (albita) e de feldspato potássico (microclina e ortoclásio) com até 11 cm de comprimento (Figura 86 e 87), destacando-se que a matriz possui granulação variando entre 0,5 a 1,0 mm.

O quartzo ocorre em grãos xenomórficos, apresenta bandas de deformação, encontra-se recristalizado formando agregados monominerálicos com tamanhos variando entre 0,2 e

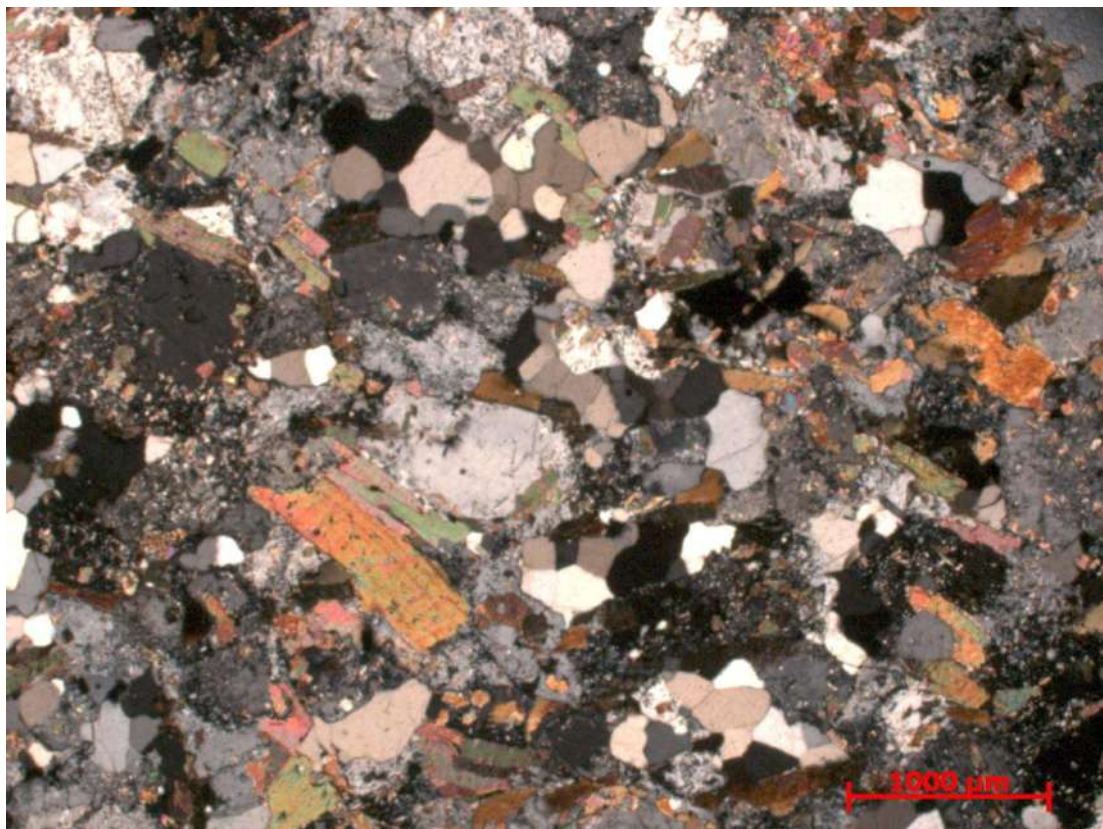
0,5 mm (Figura 88), onde os contatos variam de retos a sinuosos. Possui raras inclusões de zircão e titanita e pode aparecer intercrescido com o plagioclásio formando mirmequita.

**Tabela 10** – Estimativa modal obtida a partir a partir da média de nove visadas das lâminas do granito Gentio.

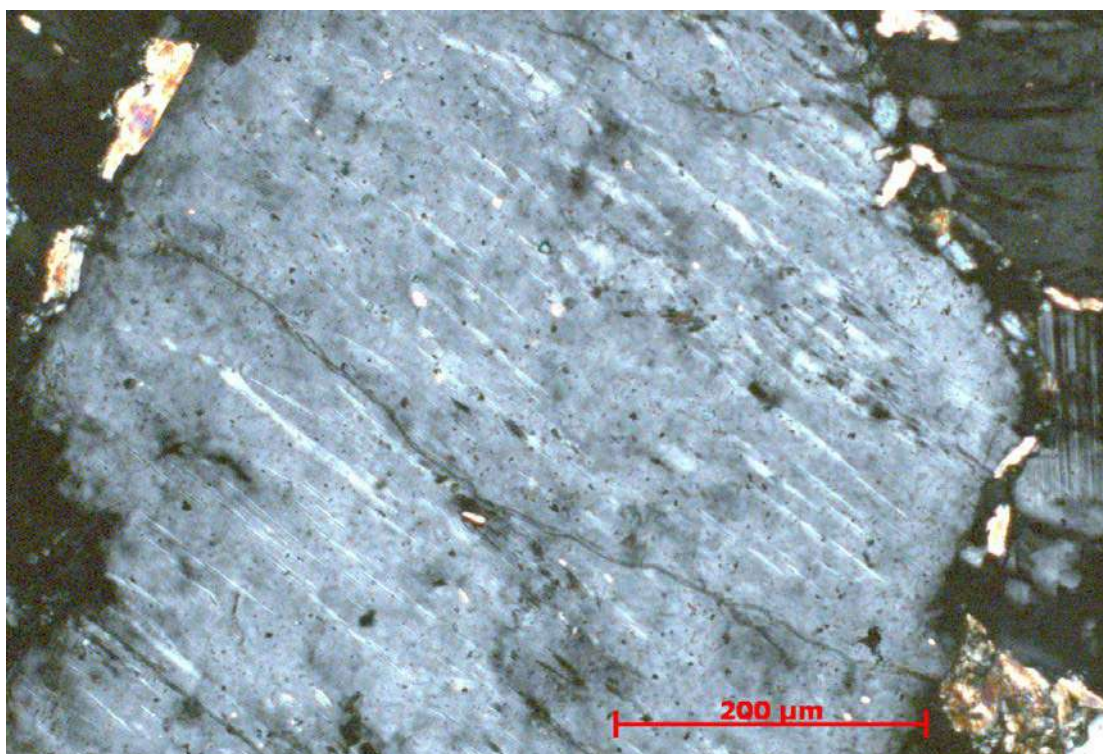
	Plagioclásio	K-feldspato	Quartzo	Biotita	Secundário e acessórios	Fácies	Composição
AN-41	34,00	27,00	35,00	2,85	1,57	Equigranular	Monzogranito
MA-23	48,12	4,38	30,24	10,25	7,00	Equigranular	Tonalito
MA-73D	42,75	0,00	30,75	18,12	8,35	Equigranular	Tonalito
MA-42B	49,43	12,33	33,89	3,33	2,11	Equigranular	Granodiorito
MA-73E	33,00	25,83	35,00	5,50	0,66	Equigranular	Monzogranito
MA-74B	43,33	25,00	26,67	3,33	1,66	Equigranular	Monzogranito
MA-73A	NA	NA	NA	NA	NA	Muito grossa	
MA-74C	NA	NA	NA	NA	NA	Muito grossa	
MA-74A	NA	NA	NA	NA	NA	Muito grossa	
MA-73B	NA	NA	NA	NA	NA	Muito grossa	



**Figura 84** – Diagrama QAP para as rochas do granito Gentio.



**Figura 85** – Textura inequigranular da fácies fina a média do granito Gentio destacando-se a orientação dos grãos de biotita (em azul).



**Figura 86** – Fenocristal de feldspato perítico da fácies porfírica do granito Gentio onde se destaca a presença do intercrescimento entre lamelas de albita (parte clara) em um feldspato potássico (parte escura).



Figura 87 – Fenocristal de plagioclásio da fácies porfírica do granito Gentio levemente sericitizado.

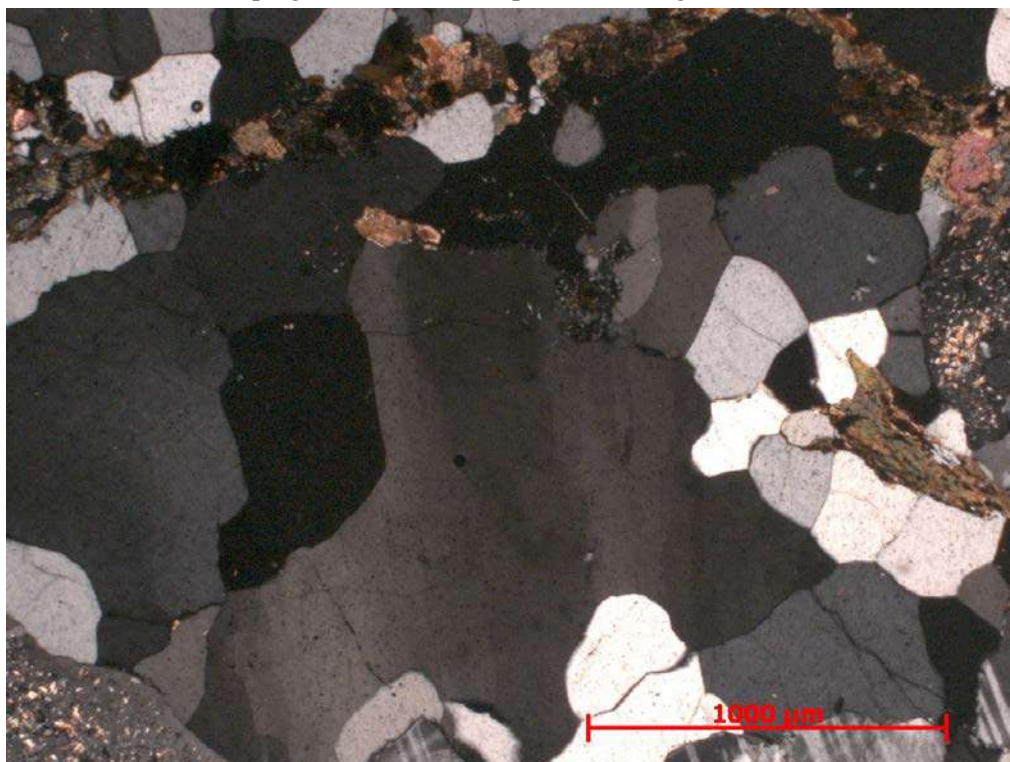


Figura 88 – Grãos de quartzo com extinção ondulante e recristalizados da fácies porfírica do granito Gentio.

O plagioclásio é observado em cristais que variam de hipidiomórficos a xenomórficos, ocorre incluso no feldspato potássico e encontra-se alterado para sericita e epidoto (Figura 89), podendo estar inclusive substituído por completo (pseudomorfismo). Na fácies porfírica seu tamanho pode alcançar até 11,0 cm e na fina a média tamanho máximo de 2 mm. Outra



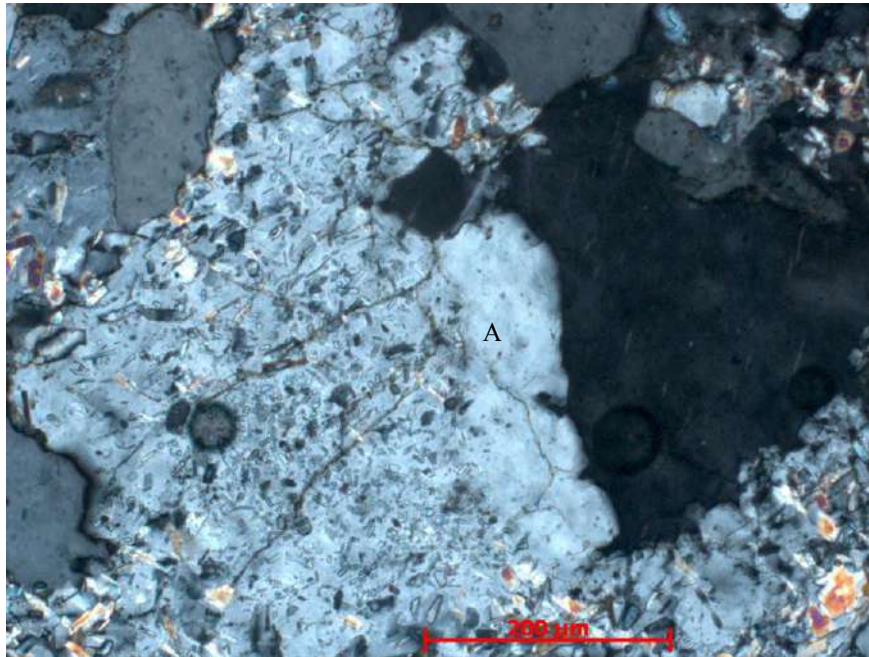
feição muito peculiar no plagioclásio é a presença da textura em peneira, onde este apresenta uma grande quantidade de grãos de quartzo, zoisita e mica branca em seu interior. A biotita pode crescer sobre o mesmo apagando a geminação polissintética e o plagioclásio pode estar intercrescido com o quartzo, formando a textura mirmequítica (Figura 90), bem como apresentar bordas de sobrecrecimento albítico (Figura 91).



Figura 89 – Substituição parcial do plagioclásio (Pl) da fácies fina a média do granito Gentio por epidoto (ep), zoisita (Zo) e sericita. Destaca-se o crescimento de biotita sobre o plagioclásio (circulo vermelho).

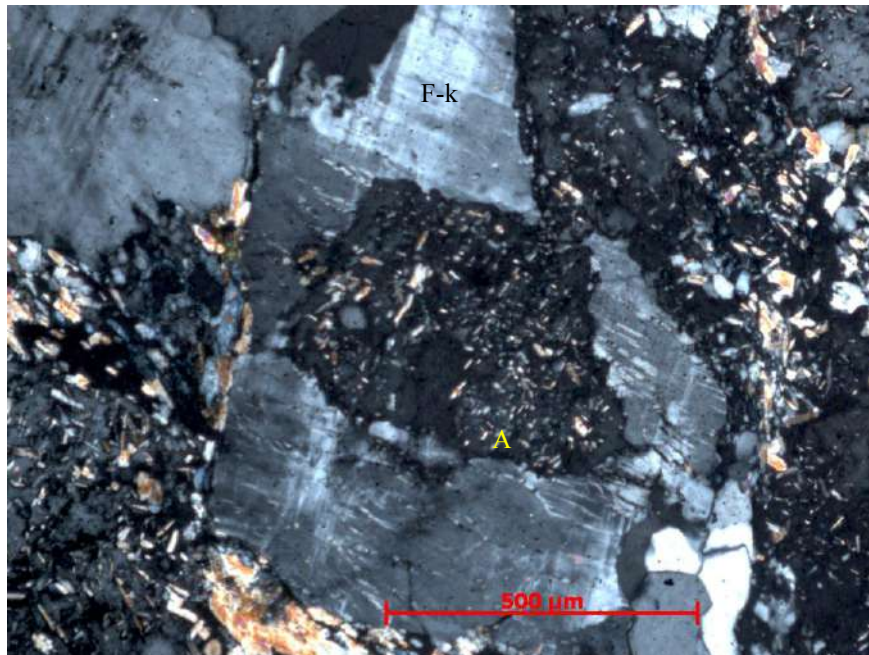


Figura 90 – Grão de plagioclásio (Pl) em contato com o feldspato potássico (F-k) onde se destaca a formação de intercrescimento mirmequítico. Rocha da fácies fina a média do granito Gentio.



**Figura 91** – Plagioclásio fortemente epidotizado e sericitizado no centro com borda límpida (A), apontando para um sobrecrecimento albitico. Rocha da fácies fina a média do granito Gentio.

O principal feldspato potássico observado corresponde a microclina que encontra-se muito pouco alterada, possui inclusões de plagioclásio (**Figura 92**) e quartzo e ocorre em cristais que variam de hipidiomórfico a xenomórfico, podendo seu tamanho chegar na fácies porfirítica a 11mm e na fácies fina a média variar de 0,4 a 1,5mm. A microclina frequentemente apresenta geminação *tartan* e intercrescimento pertítico, onde foram identificadas as seguintes formas: *flame*, interpenetrante e *string* (**Figura 93, 94 e 95**).



**Figura 92** – Inclusão de plagioclásio fortemente alterado com textura em peneira (A) no feldspato potássico (F-k). Rocha da fácies fina a média do granito Gentio.

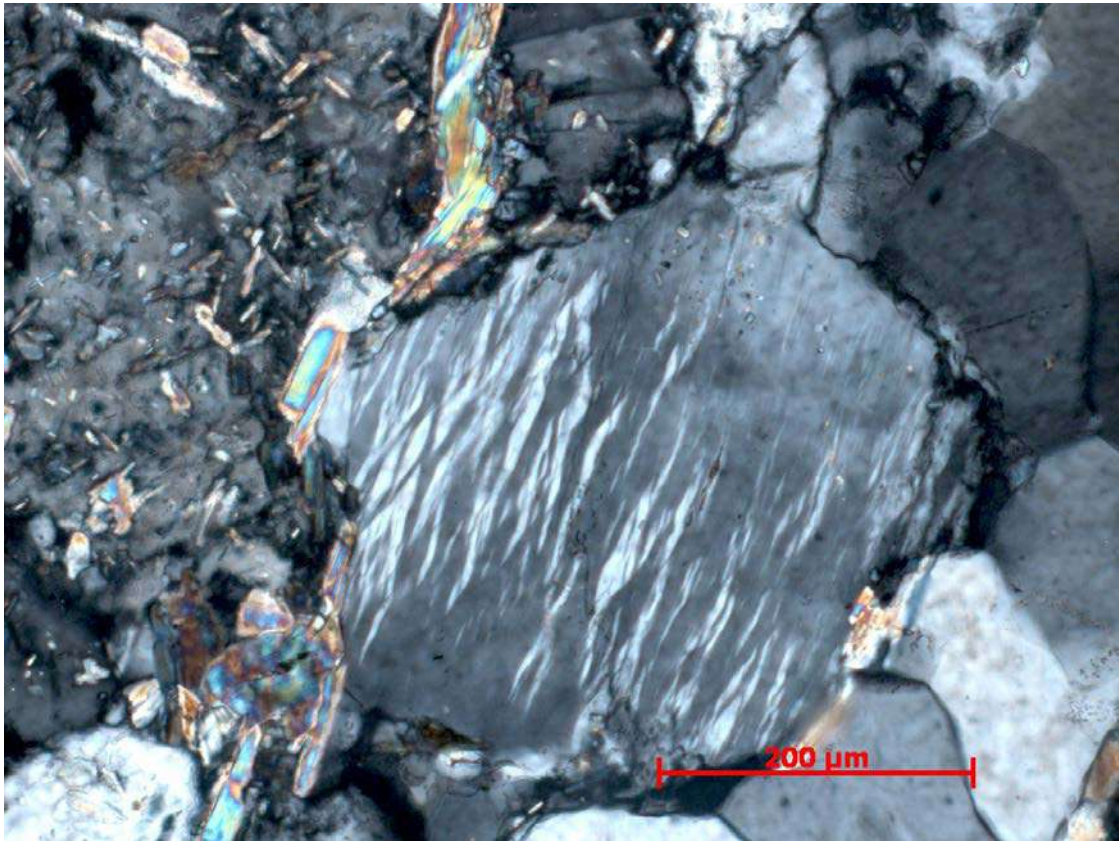


Figura 93 – Intercrescimento pertítico tipo *flame* no feldspato potássico da fácies fina a média do granito Gentio.

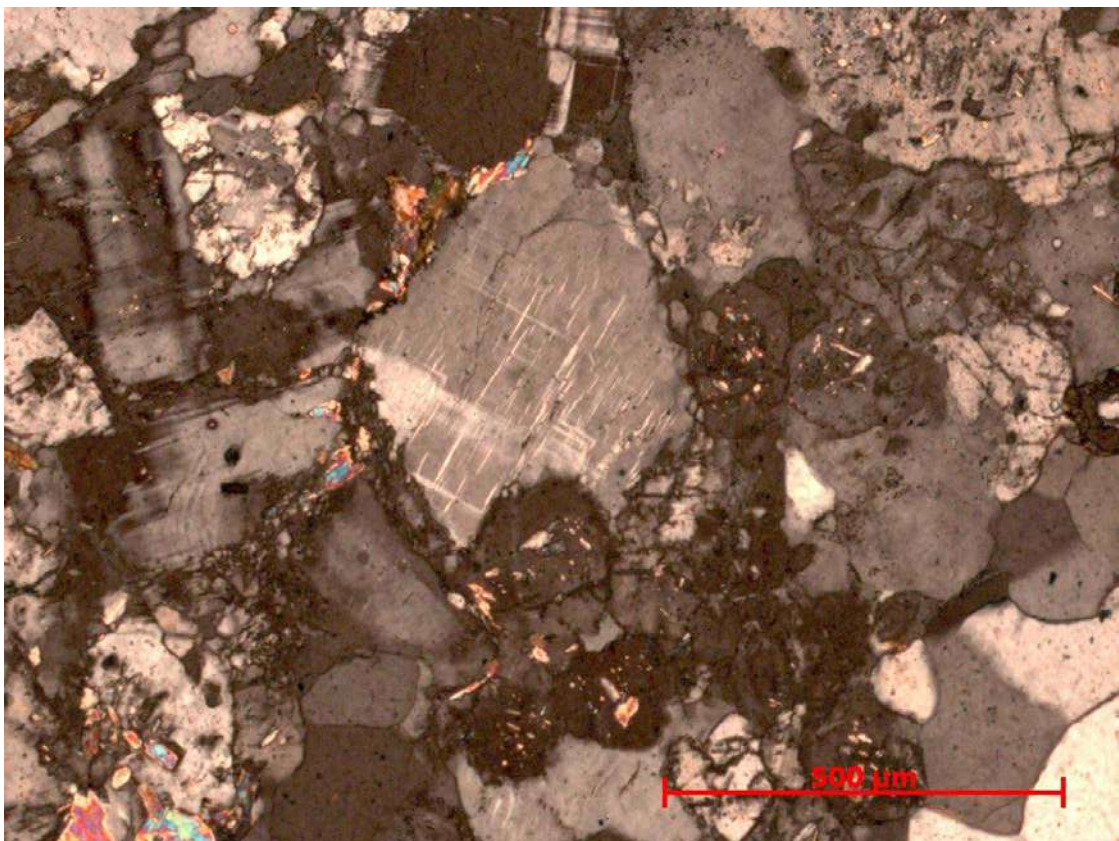
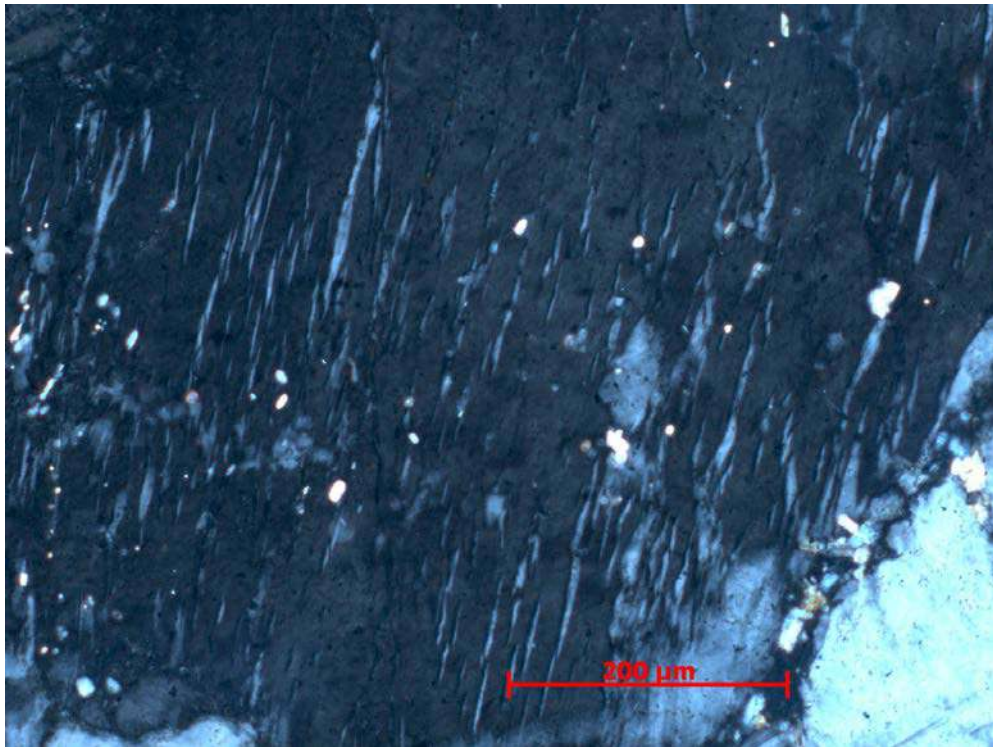
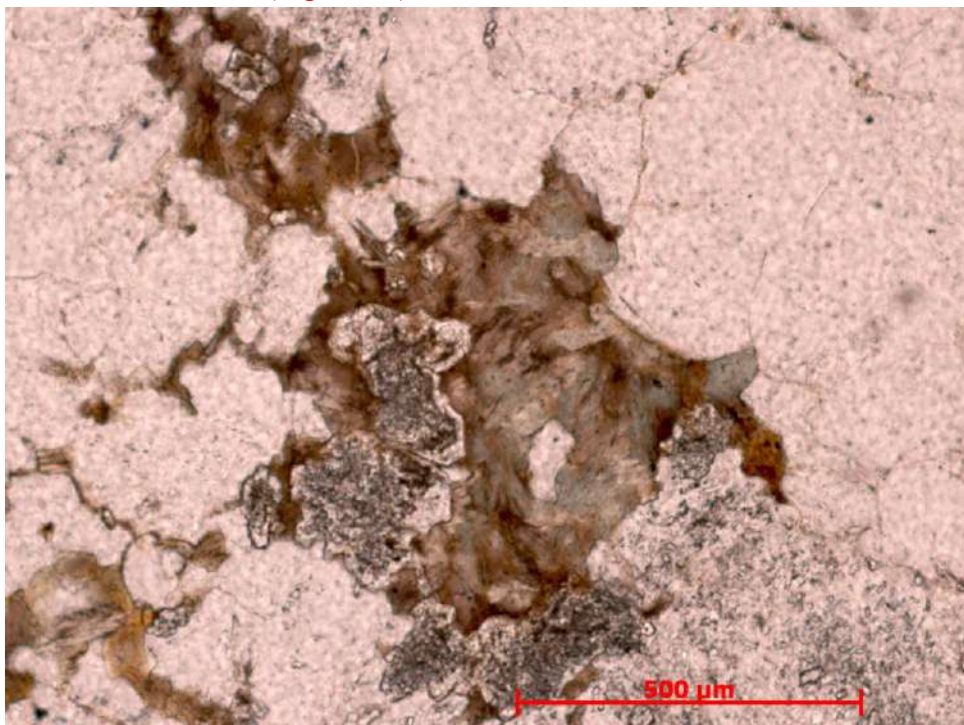


Figura 94 – Intercrescimento pertítico tipo interpenetrante no feldspato potássico da fácies fina a média do granito Gentio.



**Figura 95** – Intercrescimento pertítico tipo *string* no feldspato potássico da fácies porfirítica do granito Gentio.

A biotita varia de xenomórfica a hipidiomórfica e ocorre em diferentes formas: na matriz da rocha associada com epidoto, zoisita e alterada para clorita (**Figuras 96 e 97**); associada à titanita com tamanho variando de 0,4 a até 1,0mm; crescendo sobre o plagioclásio com tamanho médio 0,02 mm (**Figura 89**); e como lamelas nos contatos entre os minerais.



**Figura 96** – Biotita da fácies porfirítica do granito Gentio alterada para clorita e associada com epidoto e zoisita.

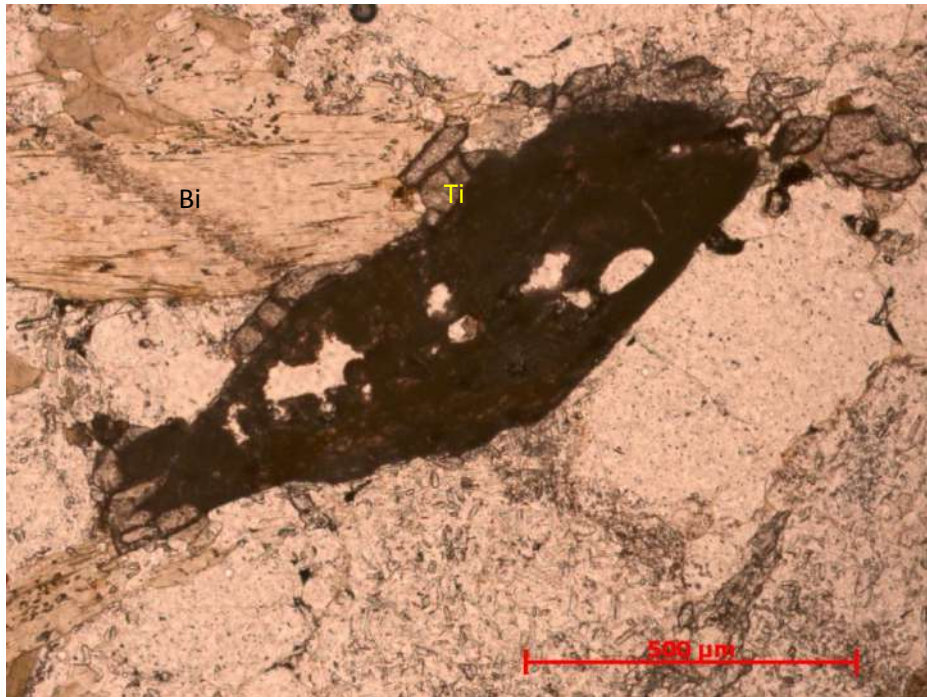


Figura 97 – Biotita da fácies fina a média do granito Gentio associada com titanita.

A titanita pode ser dividida em dois tipos: primária ou magmática, com forma idiomórficas e tamanho médio de 1,0 mm (Figura 98); e secundária ou metamórfica, com forma xenoblástica, que aparece associada à biotita, epidoto e zoisita (Figura 99) ou nos contatos com plagioclásio com tamanho médio de 0,5 mm



Figura 98 – Titanita primária idiomórfica da fácies fina a média do granito Gentio.

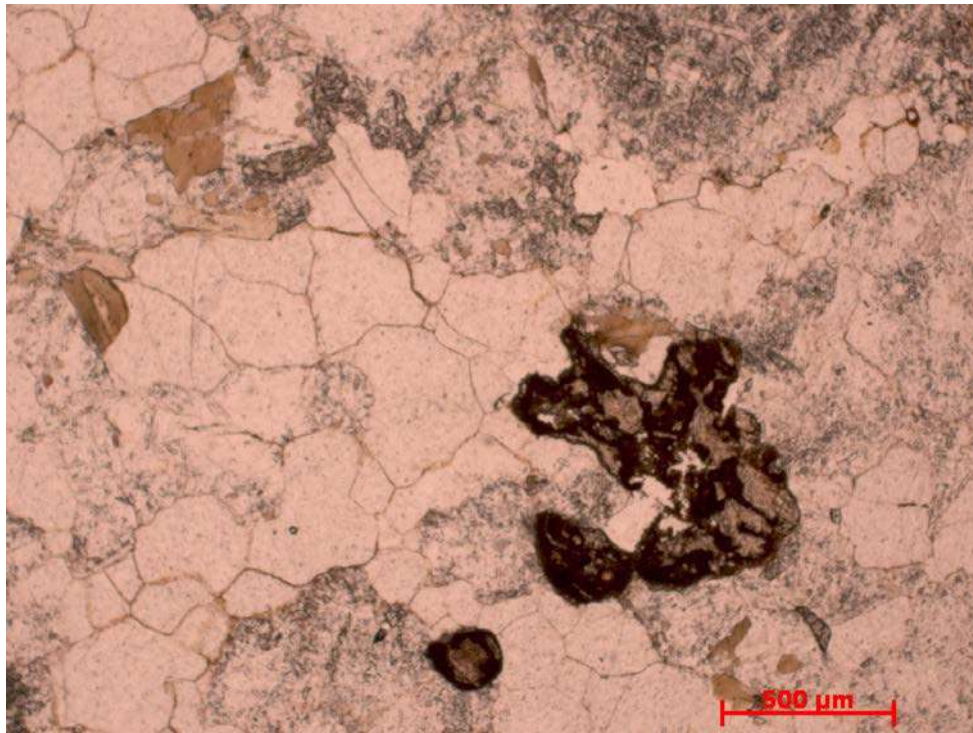


Figura 99 – Titanita secundária da fácies fina a média do granito Gentio.

O epidoto é um mineral metamórfico que frequentemente aparece substituindo o plagioclásio e a biotita. Este ocorre associado à allanita, formando a textura ovo frito (Figura 100), destacando-se que a zoisita sobrecresce em suas bordas, bem como substitui o plagioclásio.

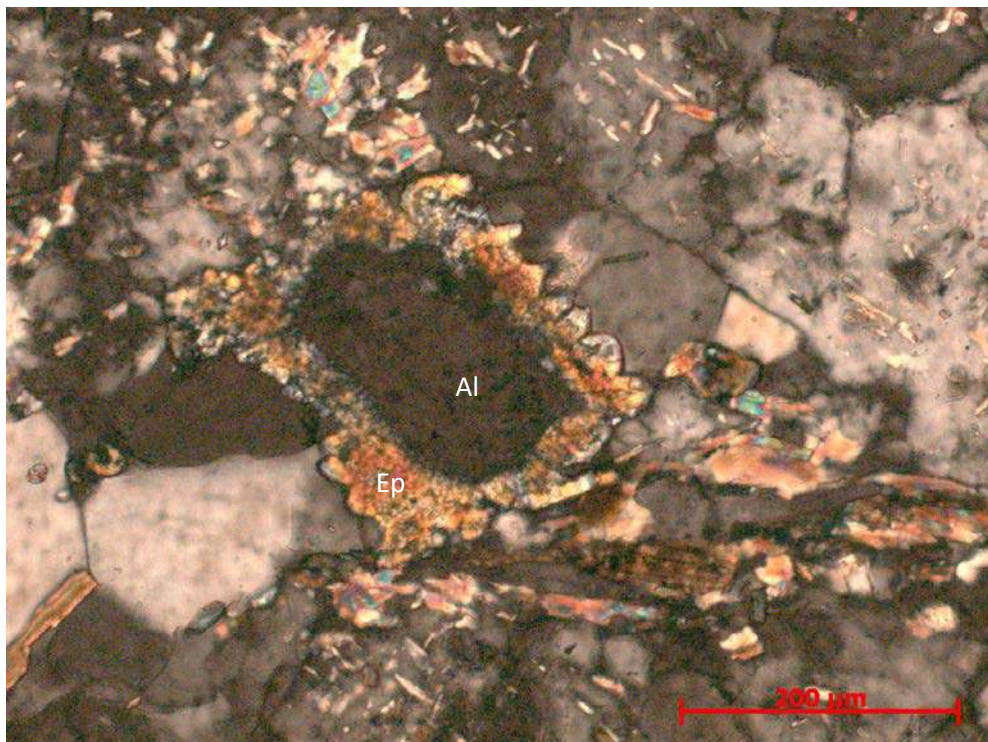


Figura 100 – Grãos de allanita (Al) da fácies fina a média do granito Gentio envolvido por epidoto (Ep) formando a textura que se assemelha a “ovo frito”.

Os minerais opacos são raros, enquanto o zircão é idiomórfico, zonado (Figura 101), aparece no contato entre os cristais de plagioclásio e feldspato potássico ou incluso no quartzo.



Figura 101 – Grãos de zircão zonado da fácies porfirítica do granito Gentio.

### 3.2.4.3 Metamorfismo e hidrotermalismo

A petrografia do granito Gentio apontou para evidências de transformações mineralógicas desenvolvidas ao final ou após o seu estágio sub-sólido e foram atribuídas a pelo menos um evento metamórfico – deformacional - hidrotermal. Entre as transformações observadas podem ser destacadas:

- 1) Recristalização de quartzo, formando agregados monominerálicos (Figura 88);
- 2) Formação de mirmequita na interface entre plagioclásio e feldspato potássico (Figura 90);
- 3) Substituição do plagioclásio principalmente por sericita (Figuras 87 e 92), epidoto, zoisita (Figura 89) e mais raramente por clinozoisita;
- 4) Sobrecrescimento albítico na borda do plagioclásio (Figura 91);
- 5) Cloritização e epidotização da biotita (Figuras 96);
- 6) Crescimento de biotita sobre o plagioclásio (Figura 89);
- 7) Formação de titanita pela exsolução de titânio da biotita (Figura 97);
- 8) Formação de epidoto ao redor da allanita (Figura 100);

### 3.2.4.4 Geoquímica

Foram realizadas dez análises químicas de amostras do granito Gentio para elementos maiores e traços (Tabela 11), sendo que destas somente duas amostras foram analisadas para elementos terras raras (Tabela 12).

**Tabela 11** - Análises químicas para elementos maiores (% peso), traços (ppm) das amostras do granito Gentio

	AN-94A	AN-57A	AN-85	AN-58A	AN-74	AN-94B	AN-98A	LC-24A	LC-24B	MA-74C
	<b>Porf.</b>	<b>Porf.</b>	<b>Equi.</b>	<b>Equi.</b>	<b>Equi.</b>	<b>Porf.</b>	<b>Porf.</b>	<b>Equi.</b>	<b>Equi.</b>	<b>Equi.</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	72,35	73,46	72,85	73,11	74,46	74,99	75,01	76,25	76,68	74,81
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,26	0,14	0,20	0,14	0,09	0,08	0,03	0,22	0,08	0,04
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	14,23	14,08	14,84	14,99	14,35	13,74	13,91	12,34	12,77	13,99
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2,03	1,14	1,76	1,41	0,91	1,03	0,46	1,69	0,86	0,87
<b>MnO</b>	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
<b>MgO</b>	0,56	0,23	0,19	0,21	0,08	0,08	0,00	0,38	0,05	0,07
<b>CaO</b>	1,47	1,34	0,91	1,02	0,29	0,86	0,72	1,20	0,73	1,44
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3,47	3,52	2,90	3,74	3,20	3,89	3,68	3,32	3,69	4,90
<b>K<sub>2</sub>O</b>	4,15	4,55	4,51	4,13	5,58	4,65	5,24	4,26	4,85	3,30
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,08	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	<0,004
<b>LOI</b>	0,86	0,66	1,44	1,06	0,80	0,46	0,54	0,52	0,58	1,16
<b>Total</b>	<b>99,49</b>	<b>99,17</b>	<b>99,67</b>	<b>99,87</b>	<b>99,78</b>	<b>99,82</b>	<b>99,63</b>	<b>100,26</b>	<b>100,33</b>	<b>100,59</b>
<b>Ba</b>	1037	1365	937	1002	653	709	367	636	807	663
<b>Ce</b>	60	<35	50	<35	<35	36	<35	60	<35	NA
<b>Co</b>	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<3
<b>Cr</b>	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	75	<13	<5
<b>Cu</b>	10	<5	<5	<5	7	16	19	<5	<5	NA
<b>Ga</b>	17	17	23	23	20	23	23	16	18	30
<b>La</b>	48	61	35	<28	<28	39	36	46	<28	NA
<b>Nb</b>	11	<9	19	13	14	13	14	10	10	31
<b>Nd</b>	17	<14	<14	<14	<14	<14	<14	25	<14	NA
<b>Ni</b>	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	39
<b>Pb</b>	26	28	33	38	75	34	40	30	42	NA
<b>Rb</b>	161	113	157	145	195	143	145	162	176	135
<b>Sr</b>	195	235	122	175	69	126	87	141	125	188
<b>Th</b>	23	25	23	27	23	21	16	32	21	NA
<b>U</b>	3	8	3	9	3	6	14	3	7	NA
<b>V</b>	19	<9	12	12	<9	11	<9	19	18	5
<b>Y</b>	17	12	18	14	13	14	28	14	12	24
<b>Zn</b>	34	23	52	24	38	18	5	31	24	43
<b>Zr</b>	199	90	160	118	89	94	71	152	94	121
<b>Cl</b>	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	NA
<b>F</b>	<550	<550	<550	<550	<550	<550	<550	551	<550	NA
<b>S</b>	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	NA



**Tabela 12** - Análises químicas para elementos terras raras (ppm) das amostras do granito Gentio.

	<b>LC-24a</b>	<b>LC-24b</b>
<b>La</b>	52,10	13,00
<b>Ce</b>	86,20	32,50
<b>Pr</b>	9,70	2,51
<b>Nd</b>	29,40	8,02
<b>Sm</b>	4,23	1,76
<b>Eu</b>	0,55	0,35
<b>Gd</b>	4,08	1,63
<b>Tb</b>	0,34	0,22
<b>Dy</b>	1,70	1,18
<b>Ho</b>	0,30	0,23
<b>Er</b>	0,82	0,61
<b>Tm</b>	0,10	0,08
<b>Yb</b>	0,65	0,59
<b>Lu</b>	0,10	0,08

Todas as amostras foram analisadas no Laboratório de fluorescência de Raios-X da Universidade de São Paulo (USP), com exceção da amostra MA-74C, que foi analisada no Laboratório de fluorescência de Raios-X da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Em relação à norma CIPW (**Tabela 13**), destacam-se os seguintes pontos: todas as amostras apresentam córindon normativo, com exceção da amostra MA-74C, enquanto a amostra AN-74C é a única que não apresenta anortita normativa.

Das amostras analisadas apenas uma corresponde a rochas estudadas na presente monografia (MA-74C), enquanto que as outras nove advêm das áreas estudadas por Bezerra Filho (2006), Abreu (2007) e Nunes (2008). Das dez amostras analisadas seis pertencem à fácies fina a média (▲) e quatro a fácies porfirítica da (●) do granito Gentio.

No diagrama de classificação de Middlemost (1985) todas as amostras plotam no campo dos granitos (**Figura 102**) devido ao seu elevado conteúdo em SiO<sub>2</sub> e álcalis.

No diagrama AFM de Irvine e Baragar (1971) observa-se o alinhamento das amostras segundo o *trend* da série cálcio-alcálica com forte enriquecimento no total de álcalis (**Figura 103**) em relação ao conteúdo de FeO + MgO.

No diagrama SiO<sub>2</sub> x K<sub>2</sub>O (Peccerillo & Taylor, 1976) as amostras estudadas plotam no campo da série cálcio-alcálica de alto K (**Figura 104**), sendo que a única exceção corresponde a amostra MA-74C que posiciona-se no campo cálcio-alcálico. No diagrama de Shand (1943) as amostras do granito Gentio mostram tendência peraluminosa (**Figura 105**).

Tabela 13 - Norma CIPW para as amostras do granito Gentio.

	AN-94A	AN-57A	AN-85	AN-58A	AN-74	AN-94B	AN-98 <sup>a</sup>	LC24A	LC24B	MA-74C
	Porf.	Porf.	Equi.	Equi.	Equi.	Porf.	Porf.	Equi.	Equi.	Equi.
<b>Quartzo</b>	32,53	32,47	36,38	33,16	34,04	32,66	32,05	37,18	34,95	30,64
<b>Córidon</b>	1,55	1,02	3,63	2,61	3,05	0,79	0,92	0,23	0,17	0,00
<b>Ortoclásio</b>	24,53	26,89	26,65	24,41	32,98	27,48	30,97	25,18	28,66	19,50
<b>Albita</b>	29,36	29,78	24,54	31,65	27,08	32,92	31,14	28,09	31,22	41,46
<b>Anortita</b>	6,77	6,39	4,25	4,79	0,00	4,14	3,44	5,56	3,49	6,43
<b>Diopsídio</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
<b>Wollastonita</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
<b>Hiperstênio</b>	1,39	0,57	0,97	0,52	0,92	0,20	0,03	2,02	0,40	0,00
<b>Olivina</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Magnetita</b>	2,31	1,05	2,55	1,37	1,16	0,00	0,56	2,45	1,25	0,00
<b>Ilmenita</b>	0,49	0,27	0,38	0,27	0,04	1,14	0,06	0,41	0,15	0,04
<b>Hematita</b>	0,44	0,42	0,00	0,47	0,00	1,03	0,08	0,00	0,00	0,87
<b>Titanita</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
<b>Rutilo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Apatita</b>	0,19	0,10	0,10	0,10	0,52	0,05	0,05	0,14	0,05	0,00
<b>TOTAL</b>	99,56	98,96	99,45	99,35	99,79	100,63	99,30	101,26	100,34	99,43

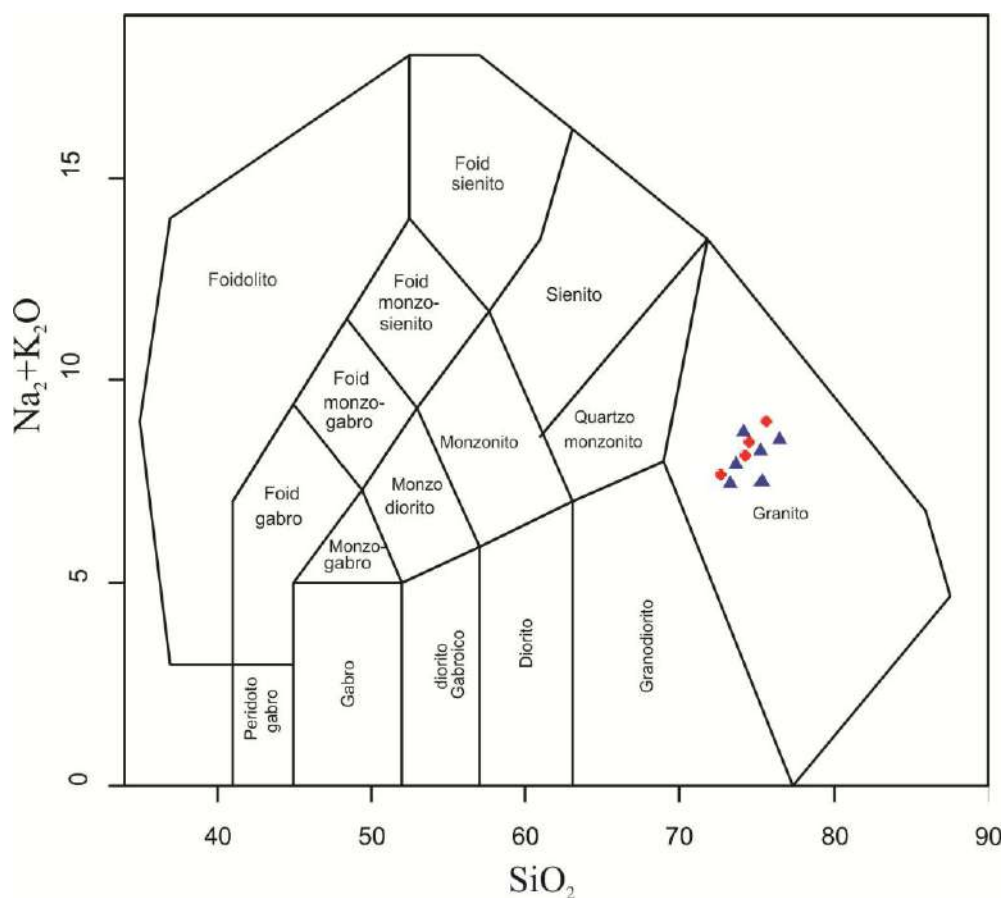


Figura 102 – Classificação geoquímica no diagrama de Middlemost (1985) para as amostras do granito Gentio.

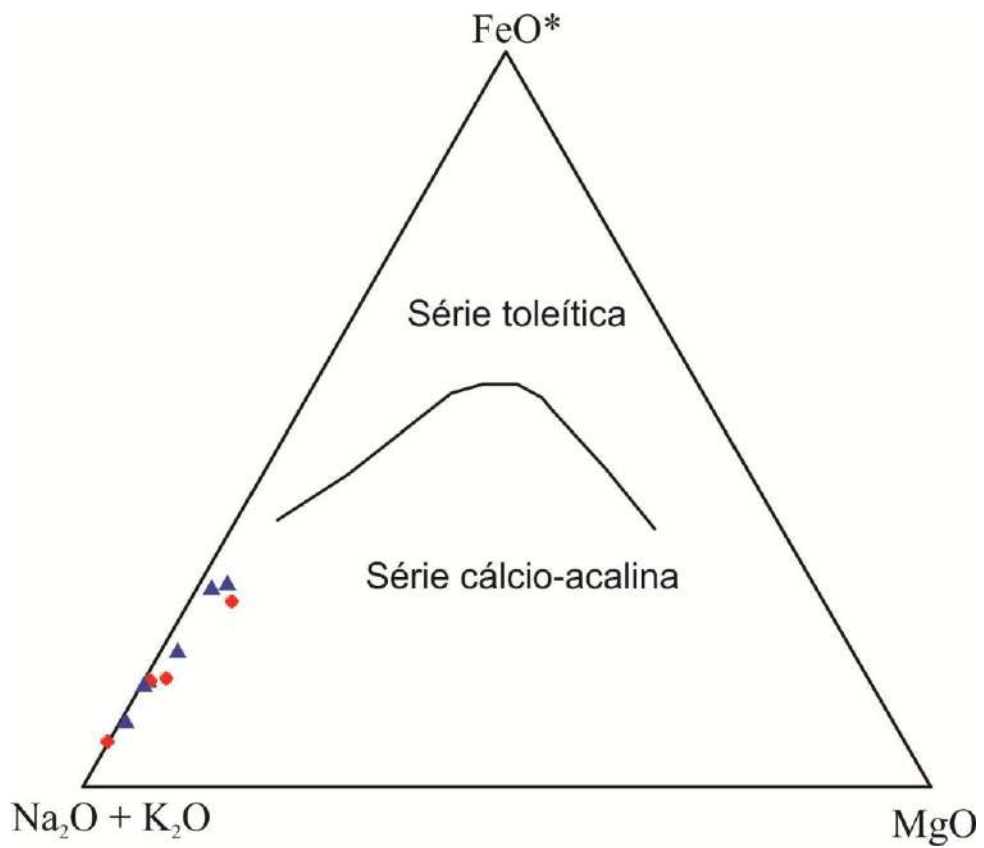


Figura 103 – Diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971) para as amostras do granito Gentio.

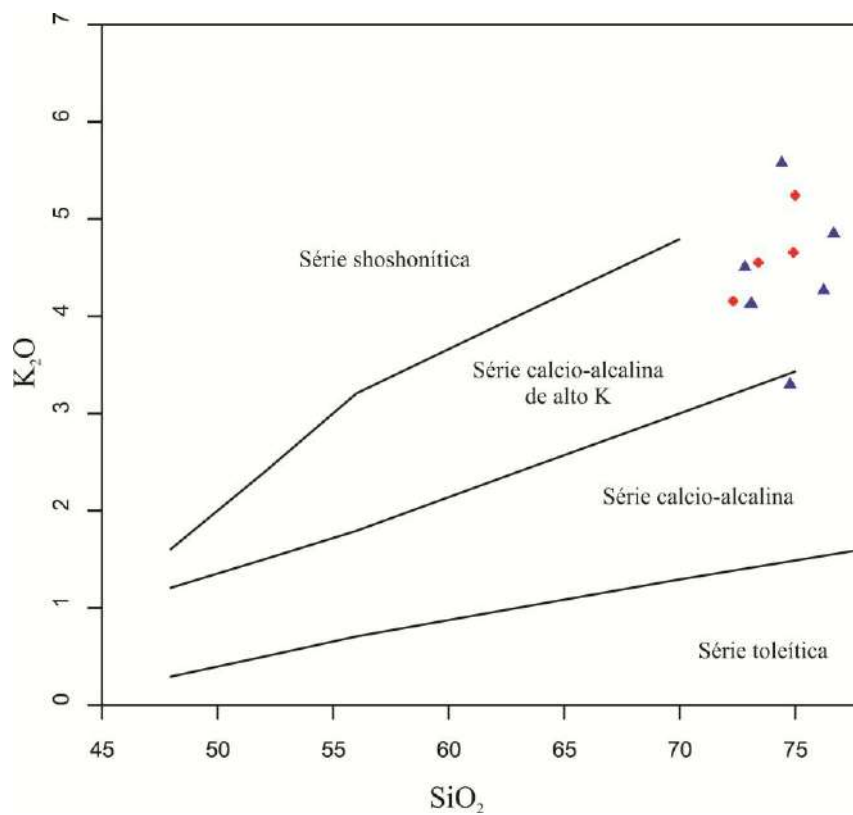


Figura 104 – Diagrama  $\text{SiO}_2$  x  $\text{K}_2\text{O}$  de Peccerillo & Taylor (1976) para as amostras do granito Gentio.

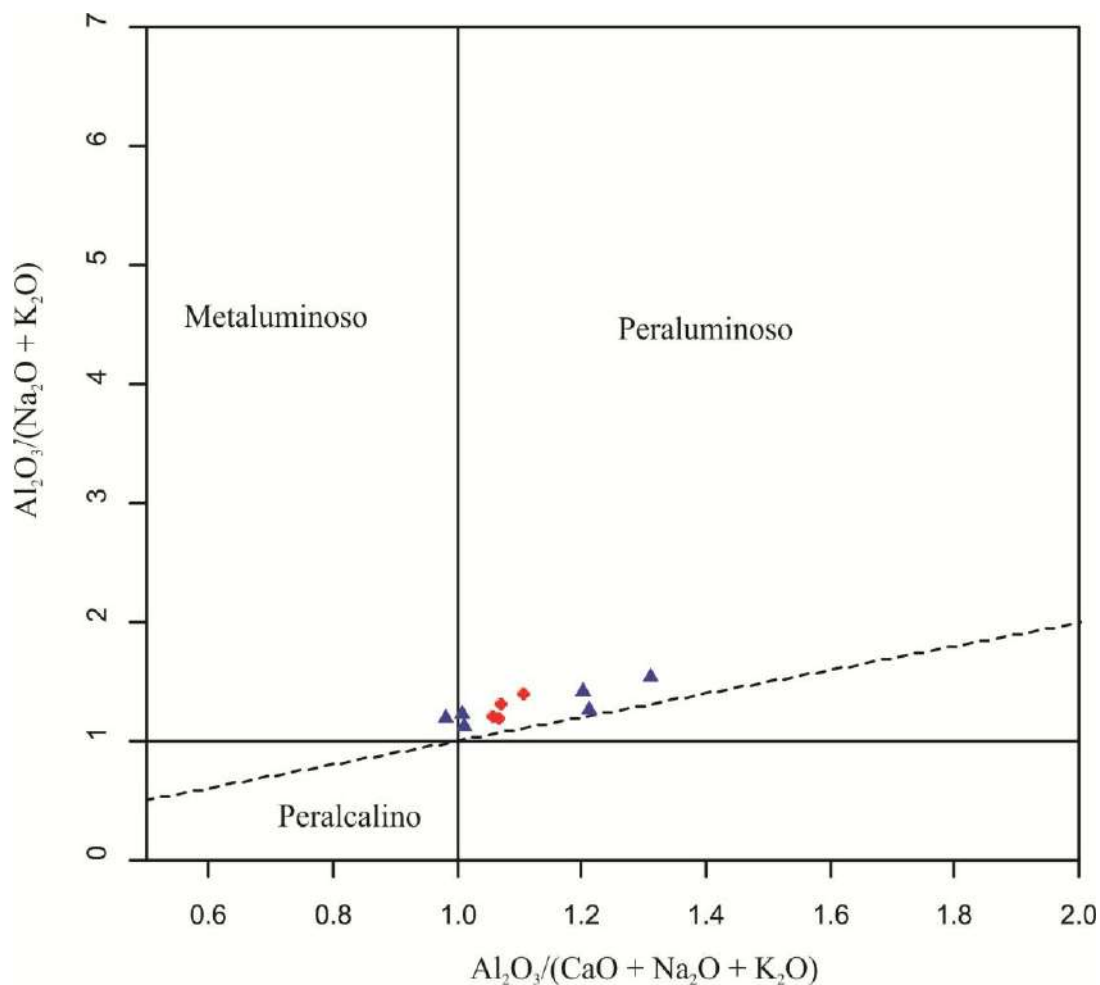


Figura 105 – Diagrama de Shand (1943) para as amostras do granito Gentio.

No diagrama *spider* de Pearce (1983) normalizado para MORB caracteriza-se o enriquecimento nos elementos incompatíveis de raio iônico grande (K, Rb, Ba, Sr, Th) e o empobrecimento nos elementos de alto potencial iônico (Ta, Nb, Zr, Hf e Y, Yb e Sc), bem como sutil anomalia negativa de Ba e Nb e acentuada de Sr, P e Ti (Figura 106).

No diagrama para elementos terras raras (ETR) observa-se enriquecimento dos ETR leves em relação aos ETR pesados e forte anomalia negativa em Eu (Figura 107).

No diagrama para Ta - Yb, Rb - Y + Nb e Rb - Yb + Ta de Pearce *et al* (1984) para ambiência tectônica o granito Gentio plota no campo dos corpos de arco vulcânico (Figura 108).

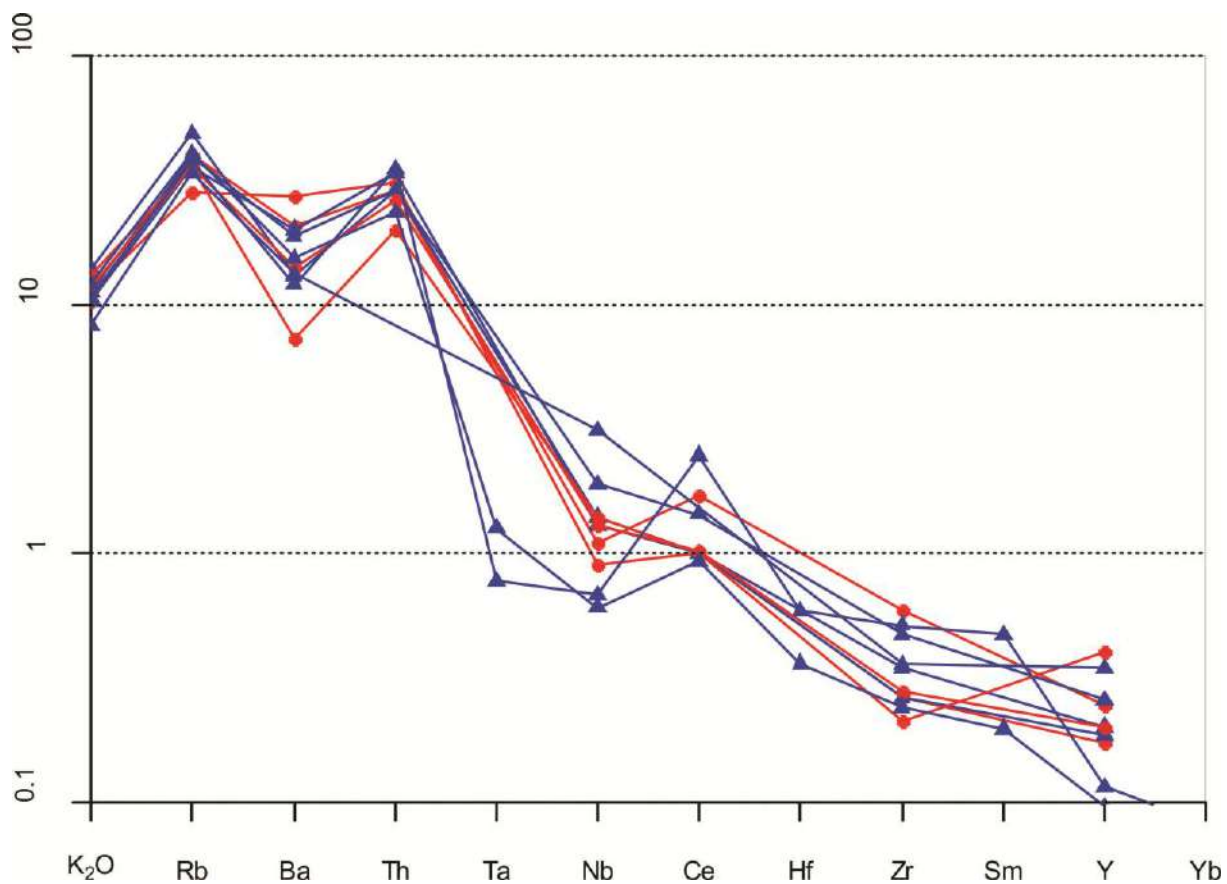


Figura 106 – Spidergram de Pearce (1984) normalizado para ORG com as amostras do granito Gentio.

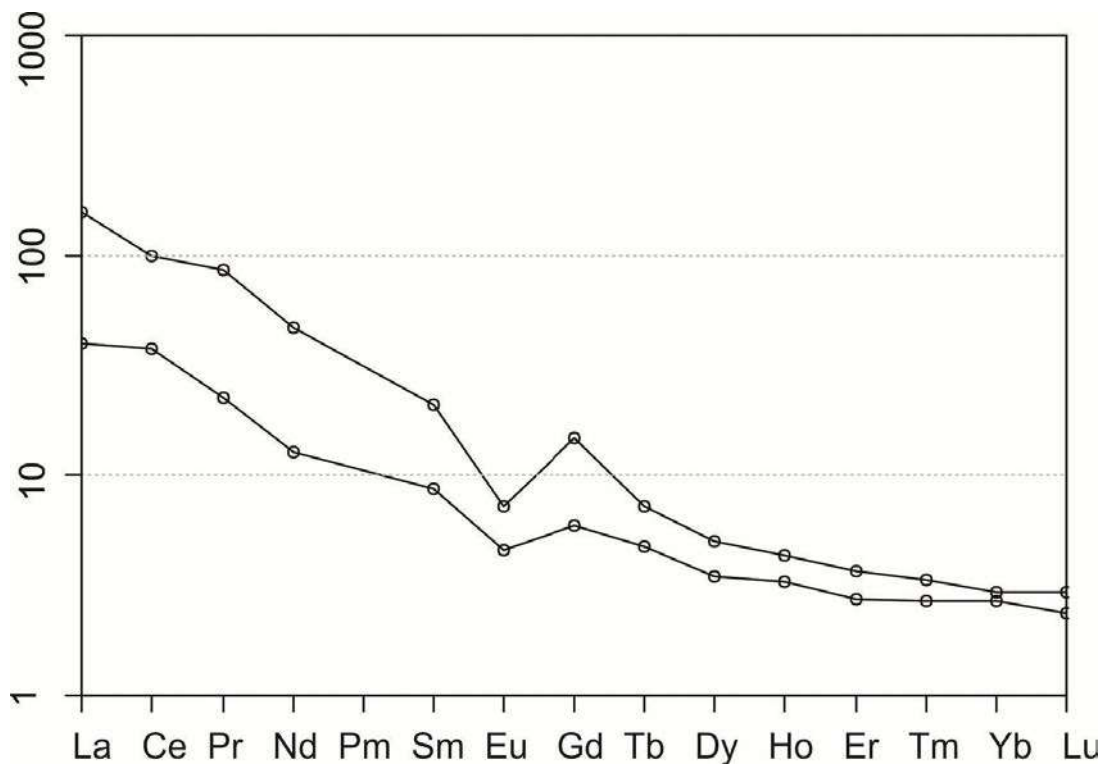


Figura 107 – Diagrama de ETR normalizado pelo condrito de Nakamura (1974) para as amostras do granito Gentio.

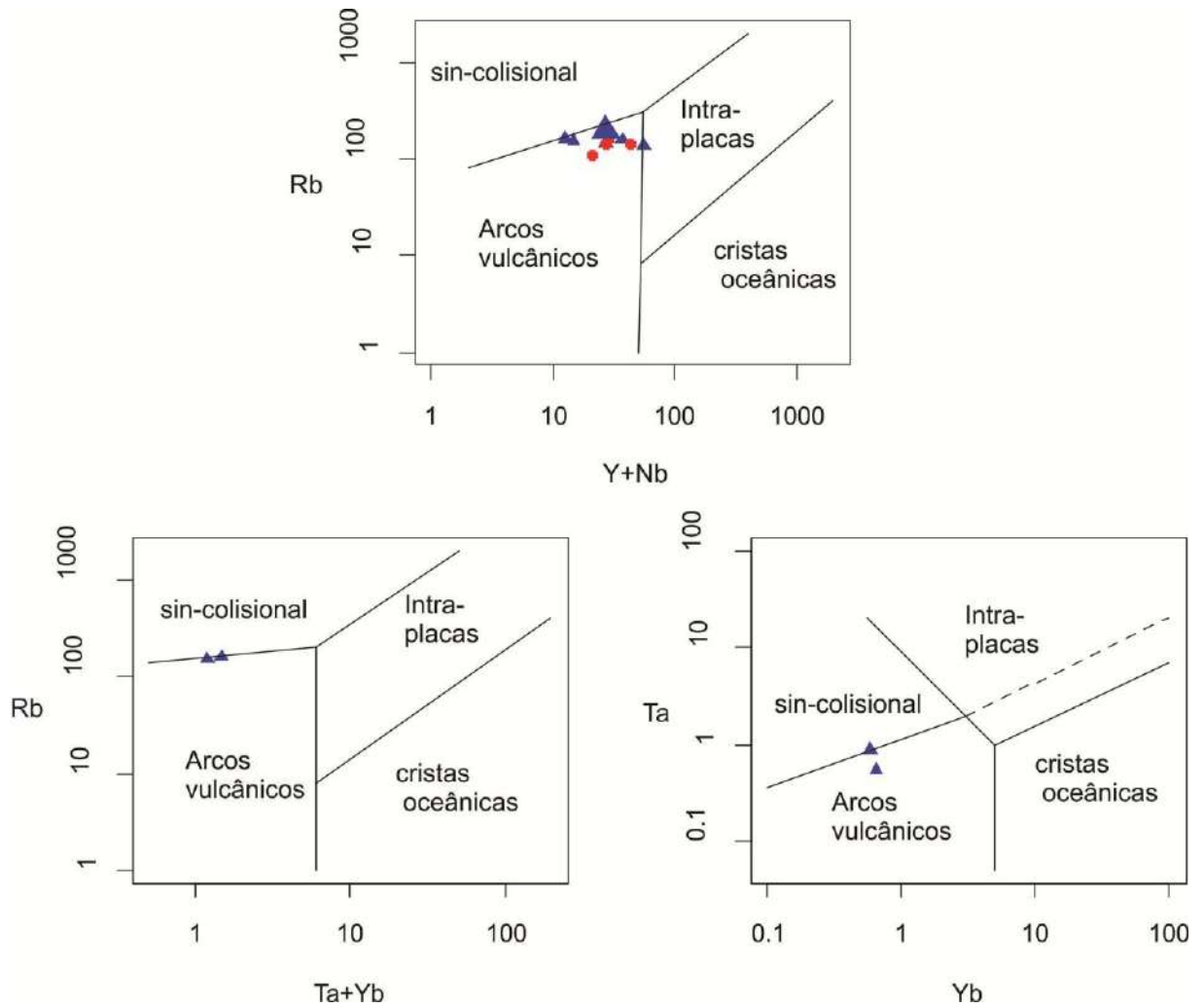


Figura 108 – Diagramas de Pearce *et al.* (1984) para discriminação de ambiência tectônica para amostras do granito Gentio.

## Capítulo 4

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento geológico da área nas proximidades da cidade de Dolores de Campos permitiu a identificação de cinco unidades distintas: *i)* uma unidade designada de metaperidotito – metagabro Estação Prados, que é representada por um corpo plutônico acamadado composto por metaperidotitos, metapiroxenitos, metagabros e anfibolititos; *ii)* uma unidade representada por um conjunto de rochas anfibolíticas e metaultramáficas finas, que foram reunidas sob a designação de *greenstone belt* Dolores de Campos; *iii)* um granitóide com forte foliação metamórfica, designado de ortognaisse tonalítico Brejo Alegre; *iv)* um corpo gabróide com ampla variação de granulação que foi estudado em detalhe por Guerrero (2011); *v)* um granitóide com incipiente foliação metamórfica, representado composicionalmente por rochas desde tonalíticas até monzograníticas e texturalmente por rochas equigranulares e porfiríticas, cuja designação foi dada granito Gentio.

Em relação ao posicionamento estratigráfico das unidades estudadas, caracterizou-se que tanto o metaperidotito – metagabro Estação Prados, quanto os litótipos do *greenstone belt* Dolores de Campos são mais antigos que o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre e que o granito Gentio, pois o primeiro é cortado por diversas injeções félsicas correlacionadas ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre, enquanto o segundo foi caracterizado como presente em xenólitos no granito Gentio, bem como é cortado por diques tonalíticos correlacionados ao ortognaisse tonalítico Brejo Alegre. Sugere-se que o metaperidotito – metagabro Estação Prados e os litótipos do *greenstone belt* Dolores de Campos poderiam apresentar idades próximas, correspondendo a porções de um fundo oceânico paleoproterozóico preservado e que estas unidades teriam sido colocadas lado a lado (no mesmo nível crustal: rochas vulcânicas x plutônicas) por falhamentos que não foram identificados em campo. Admite-se desta maneira, que tanto o metaperidotito – metagabro Estação Prados, quanto às rochas do *greenstone belt* Dolores de Campos corresponderiam ao substrato onde intrudiram o protólito do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre, o gabro Vitoriano Veloso e o granito Gentio.

Nenhuma feição de campo observada permitiu o enquadramento temporal do gabro Vitoriano Veloso em relação ao demais litótipos estudados. Porém a preservação das principais feições primárias deste corpo conforme descrito por Guerrero (2011) permite-nos supor que ele seria mais novo que o evento deformacional que atuou nas rochas do metaperidotito – metagabro Estação Prados, nas rochas do *greenstone belt* Dolores de Campos e nas rochas do ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.



Dentre as unidades estudadas, caracterizou-se que o metaperidotito – metagabro Estação Prados corresponde a um corpo ígneo plutônico cumulático com gradação desde peridotitos até gabros, passando por piroxenitos, onde suas rochas foram afetadas por pelo menos dois pulsos metamórficos. Nas rochas metaperidotíticas caracterizou-se que antigos grãos de olivina (transformados para serpentina) corresponderiam ao principal material cumulático, enquanto grãos de ortopiroxênio (transformados para tremolita) corresponderiam a uma das principais fases intercumuláticas. Nas rochas metagabroicas foi caracterizada a presença da paragênese hornblenda + plagioclásio, onde o primeiro estaria associado à transformação de antigos cristais de clinopiroxênio.

Em relação ao *greenstone belt* Dores de Campos caracterizou-se que esta unidade seria representada por litótipos metaultramáficos, que poderiam corresponder a antigos derrames komatiíticos conforme proposto por Noce *et al.* (1987) e por litótipos máficos que corresponderiam a antigos derrames basálticos formados em ambiente de arco de ilha conforme proposto por Mello (2003). Segundo Ribeiro *et al.* (2003) as rochas do *greenstone belt* Dores de Campos apresentariam correlação em mapa com as rochas do *greenstone belt* Nazareno, que é representado por rochas metakomatiíticas com textura spinifex e por rochas anfíbolíticas. Segundo Ávila *et al.* (2011) os anfíbolitos da faixa Dores de Campos possuem idade de cristalização de  $2255 \pm 51$  Ma e essas rochas corresponderiam a um possível fundo oceânico antecessor a geração do plutonismo cálcio-alcálico do cinturão Mineiro.

Em relação às feições metamórficas, caracterizou-se que tanto as rochas do metaperidotito – metagabro Estação Prados, quanto às do *greenstone belt* Dores de Campos foram modificadas por pelo menos dois pulsos metamórficos. Nas rochas metagabroicas e anfíbolíticas definiu-se que o primeiro pulso metamórfico seria da fácies anfíbolito inferior e caracterizado pela paragênese hornblenda + plagioclásio + minerais opacos + titanita. O segundo pulso metamórfico seria da fácies xisto verde e estaria representado nas rochas anfíbolíticas pela substituição parcial da hornblenda pela actinolita (e restritamente ferro actinolita) e do plagioclásio por epidoto, zoisita, clinozoisita e biotita. Comparando esses pulsos metamórficos com aqueles propostos por Ávila *et al.* (2008 e 2010), admite-se que o primeiro seria correlato ao evento Paleoproterozoico I, cujo intervalo de idades varia entre 2250 e 2170 Ma, enquanto o segundo pulso metamórfico seria correlato ao evento Paleoproterozoico II, cujo intervalo varia entre 2131 e 2100 Ma.

Quanto aos metagranitóides estudados podemos caracterizar que os mesmos divergem fortemente em relação a diversos aspectos, bem como a presença de feldspato potássico no granito Gentio (Tabela 14). O ortognaisse tonalítico Brejo Alegre corresponde a um

metatonalito leucocrático, médio a grosso, localmente porfirítico, fortemente deformado (aspecto gnaissico), com o índice de cor próximo a 20 e cuja mineralogia essencial é representada por quartzo, feldspato e biotita; a acessória por zircão, titanita, allanita, minerais opacos e granada, enquanto os minerais secundários correspondem a epidoto, zoisita, clinozoisita, clorita, carbonato e sericita. Já o granito Gentio corresponde a um granitóide que varia composicionalmente de tonalito a monzogranito, é predominantemente hololeucocrático (porém possui termos leucocráticos) e foi subdividido texturalmente em duas fácies (porfirítica equigranular fina a média). Sua granulação varia de fina a muito grossa, com fenocristais de feldspato que podem atingir até 11 cm de comprimento, os quais estão comumente orientados por fluxo magmático.

**Tabela 14** – Principais diferenças entre o granito Gentio e o ortognaisse tonalítico Brejo Alegre.

	Granito Gentio	Ortognaisse tonalítico Brejo Alegre
Intervalo da granulação (predomínio)	0,5 e 1,0mm (fácies fina a média e matriz da fácies porfirítica)	0,5 e 1,0mm
Foliação	Insipte	Bem desenvolvida
Fenocristal	Abundante, com alguns alcançando 8,0 cm	Raros e alcançam no máximo 2,0 cm
Textura primária preservada	Sim	Não
Classificação petrográfica	Fácies fina a média varia de monzogranítica, granodiorítica e tonalítica, já a fácies porfirítica é monzogranítica	Tonalítica

Sugere-se que as transformações minerais descritas no ortognaisse tonalítico Brejo Alegre teriam sido desenvolvidas sob condições de fácies anfíbolito ou xisto verde e que neste caso se forem de fácies anfíbolito estariam associadas ao pulso metamórfico Paleoproterozoico I e se forem de fácies xisto verde estariam associadas ao pulso metamórfico Paleoproterozoico II. De forma semelhante, as transformações mineralógicas caracterizadas no granito Gentio poderiam estar associadas tanto ao pulso metamórfico Paleoproterozoico II, quanto serem de origem hidrotermal e estarem associadas a fase final de cristalização do referido corpo. Porém a idade U/Pb de  $2124 \pm 37$  Ma para rochas da fácies equigranular fina a média e de  $2120 \pm 10$  Ma para rochas da fácies porfirítica (Ávila, 2011) apontam que este corpo teria cristalizado após o evento metamórfico Paleoproterozoico II.

O estudo geoquímico do granito Gentio caracterizou este corpo como um granito cálcio-alcálico, peraluminoso, de alto potássio com forte enriquecimento nos álcalis, enriquecido nos ETR leves e com anomalia negativa de Eu. Este plota no campo dos granitos de arco vulcânico e apresenta enriquecimento nos elementos incompatíveis de raio iônico grande (K, Rb, Ba, Sr  $\pm$  Th) e empobrecimento nos elementos de alto potencial iônico (Ta, Nb, Zr, Hf e Y, Yb e Sc).

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

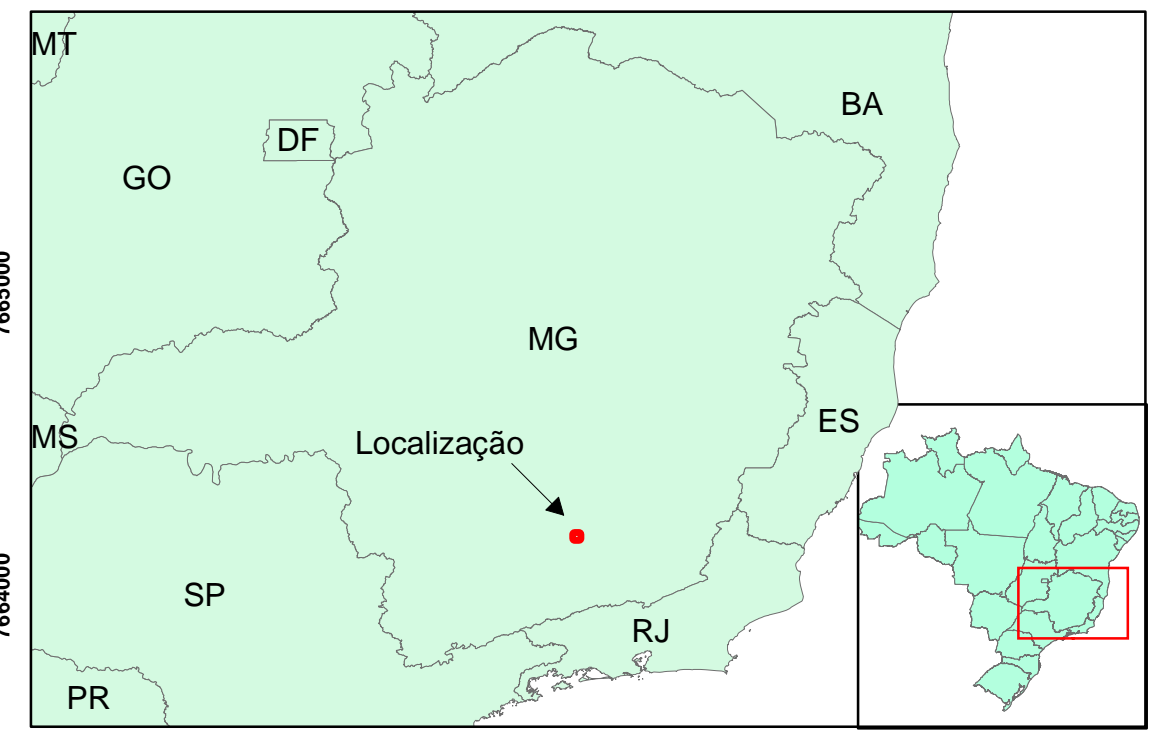
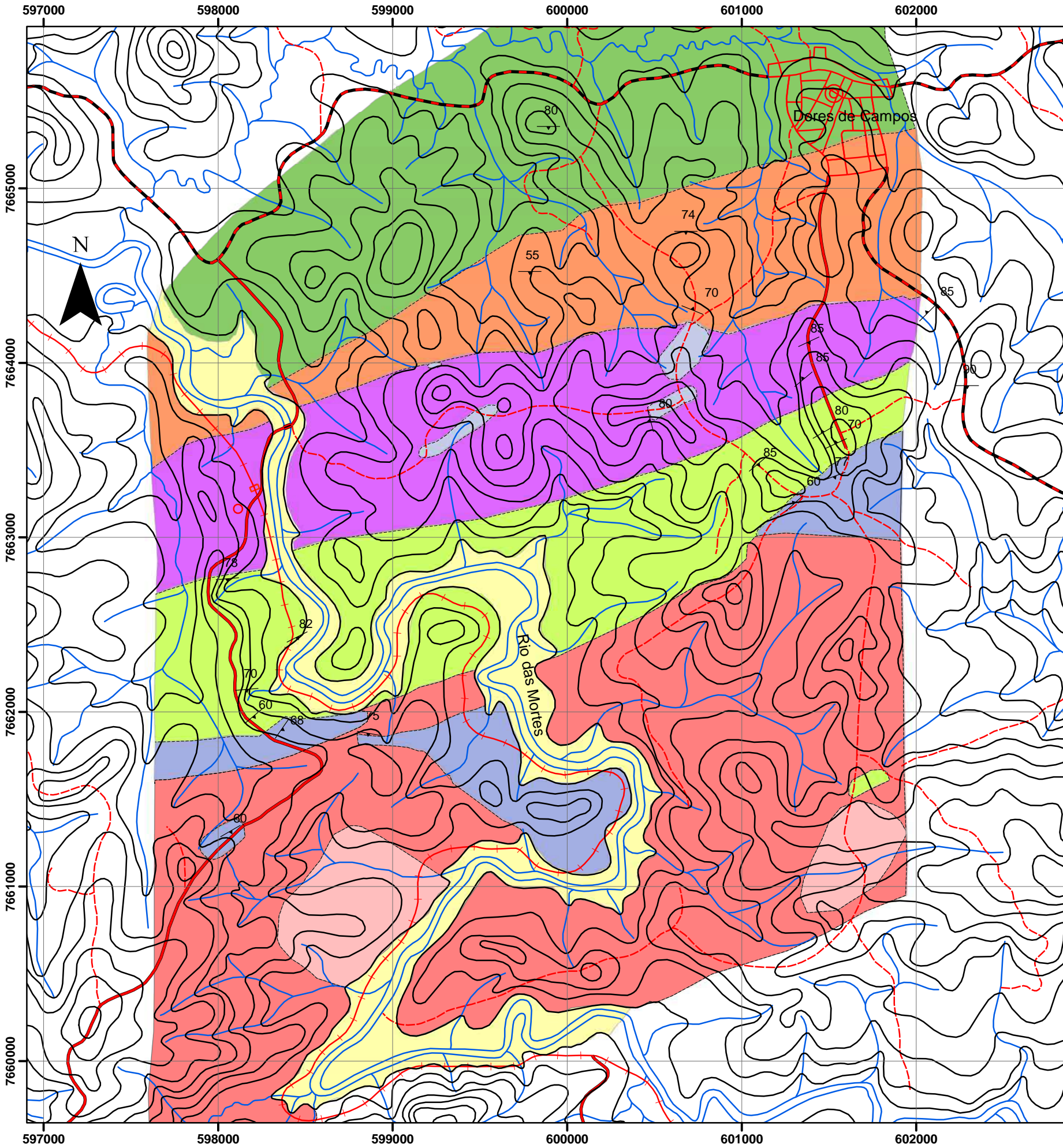
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu F.M., 2007. *Mapeamento geológico da região de Tiradentes – Estação de Prados: caracterização petrográfica de rochas anfíbolíticas e geoquímica do granito Gentio*. Monografia de Trabalho de Graduação, Instituto de Agronomia, Departamento de Geociências – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 66 p.
- Ávila C.A. 1992. *Geologia, petrografia e geoquímica das rochas Pré-Cambrianas (unidade metadiorítica Itutinga e unidade metatrandjemítica Caburu) intrusivas nas rochas do Greenstone Belt Barbacena, São João del Rei, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 282p
- Ávila C.A. 2000. *Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos Paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 401 p.
- Ávila C.A. 2004. Geologia e petrografia do Quartzo Monzodiorito Glória, Cinturão Mineiro, porção sul do Cráton São Francisco, Minas Gerais. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, **62**(1):83-98.
- Ávila C.A., Teixeira W., Barrueto H.R., Pereira R.M. 2006. Geochemistry of the Glória quartzmonzodiorite: implications of dioritic magmatism in the Paleoproterozoic evolution of the southern sector of the Mineiro Belt, Minas Gerais State, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*. **64**:73-92.
- Ávila C.A., Barrueto H.R., Valença J.G., Ribeiro A., Pereira R.M., 2007. Petrografia e evolução magmática da Suíte Serrinha, porção meridional do Cráton São Francisco, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* **65**: 59–81.
- Ávila C.A., Cherman A.F., Valença J.,G., 2008 Metamorfismo paleoproterozóico do Cinturão Mineiro: considerações petrográficas a partir dos Dioritos Brumado e Rio Grande . *Arquivos do Museu Nacional*, v. 66. 30p.
- Ávila C.C., Teixeira W., Cordani U.G., Moura C.A.V., Pereira R.M. 2010. Ryacian juvenile accretion in southern São Francisco craton, Brazil: geochemical and isotopic evidence from the Serrinha Magmatic Suite, Mineiro Belt. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**(2): 464-482.
- Ávila C.A., Teixeira W., Vasques F.S.V., Dussin I.D., Souza V.H.S., Bongioiolo E.M., 2011. Idade das faixas anfíbolíticas da região de São João Del Rei, estado De Minas Gerais: Arqueanas ou Paleoproterozóicas. *In*: XII Simpósio de Geologia do Sudeste
- Ávila C. A. 2011. Geologia e idade U/Pb do granito gentio, região de tiradentes - dores de campos, estado de minas gerais. *In* :XII Simpósio de Geologia do Sudeste.
- Alkmim F. 2004. O que faz de um cráton um cráton ? O Cráton do São Francisco e as revelações Almeidianas ao delimita-lo. *In*: Mantesso-Neto et al. (eds) *Geologia do Continente SulAmericano*. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Becca, 17-35 p.
- Bezerra Filho A.P. 2006. *Geologia, petrografia e geoquímica do quartzo diorito dores de campos e suas rochas encaixantes, região de tiradentes - dores de campos, estado de Minas Gerais*. Monografia de Trabalho de Graduação, Instituto de Agronomia, Departamento de Geociências – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 52p.

- Brandalise L.A. 1991. *Folha Barbacena, SF-X-C-III, 1:100.000, Estado de Minas Gerais, Programa de Levantamento Geológico Básico*, DNPM/CPRM, 162p.
- Cherman A.F., 1999. *Geologia e Petrografia de áreas dos greenstone belts Rio Capivari – Rio das Mortes e Itumirim – Tiradentes e rochas granitóides associadas, entre Nazareno e Lavras – (estado de Minas Gerais)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 162p.
- Didier J. & Barbarin B. 1991. The different types of enclaves in granites – Nomenclature. *In: Didier J. & Barbarin B. (ed.) Enclaves and Granite Petrology*. Netherlands, Elsevier, 19-23
- Dorado, A.C. 1989. *Petrografia Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de Rocas*. Madrid, Ed. Paraninfo, 143p
- Guerrero J. C., 2011. *Geologia do gabro Vitoriano Veloso e das rochas da suíte félsica Tiradentes, região entre Tiradentes, Vitoriano Veloso, Prados e Dores de Campos, Estado de Minas Gerais*. Monografia de Trabalho de Graduação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro 97 p.
- Irvine T.N., & Baragar W.R.A. 1971. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **8**:523-548.
- Mello A.G. 2003. *Rochas metavulcânicas e metaplutônicas máficas e ultramáficas do greenstone belt Barbacena e metagranitóides intrusivos, na área de Dores de Campos, sul do Estado de Minas Gerais*. Tese de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Midlemost E.A.K., 1985. *Magma and magmatic rocks*. Logman, London.
- Noce C. M., Hoppe A., Trouw R. J., Karfunkel J., 1987. O Pré-Cambriano Inferior da região de Barbacena-Tiradentes, Minas Gerais. *In: Anais 4º Simpósio de Geologia de Minas Gerais*, Belo Horizonte. 149-143.
- Noce C.M., Teixeira W., Quémenéur J.J.G., Martins V.T.S., Bozachini E. 2000. Isotopic signatures of the paleoproterozoic granitoids from the southern São Francisco craton and implications for evolution of the Trásamazonian orogeny. *Journal of South American Earth Sciences*, **13**, 225-239.
- Nunes C.L., 2007. *Geocronologia, geoquímica isotópica e litoquímica do plutonismo diorítico-granítico entre lavras e Conselheiro Lafaiete: Implicações para a evolução paleoproterozoica da parte central do Cinturão Mineiro*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 96 p.
- Pearce J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G. 1984. Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granite rocks. *Journal of Petrology*, **25**: 956-983.
- Peccerillo A. & Taylor S.R. 1976. *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey*. Contributions to Mineralogy and Petrology **58**:63-81.
- Pires R.R.M., Ribeiro A., Barbosa M.I.M. 1990. Distribuição do greenstone belt Barbacena na região de São João Del Rei, Minas Gerais. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, 1990. *Anais ... SBG*. V. 1, pp. 449-460
- Quémenéur J.J.G., Noce C.M. 1994. Caracterização das suítes granitóides do arco magmático Tansamazônico na borda meridional do cráton São Francisco, Minas Gerais. *In: 38º Congresso Brasileiro de Geologia*, Balneário Camburiu, Santa Catarina.

- Quéméneur J.J.G., Noce C.M., 2000. Geochemistry and petrology of felsic na mafic suites related to the paleoproterozoic Transamazonian orogeny in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, V. 30(1). 87-90p.
- Ribeiro A., Trouw R.A.J., Andreis R.R., Paciullo F.V.P., Valença J.G. 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo Brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **25**(4): 235-248p.
- Ribeiro A., Ávila C.A., Valença J.G., Paciullo F.V.P., Trouw R.A.J. 2003. *Geologia da folha São João Del Rei. Projeto sul de Minas Gerais etapa 1* –COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ.
- Sgarbi G.N.C. (Organizador).2007. *Petrografia Macroscópica das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas*. Belo Horizonte, Editora UFMG, 557p.
- Streckeisen, A. 1976. *To each plutonic rock its proper name*. Earth Science Reviews, **12**:1-33.
- Spry A. 1969. *Metamorphic Texture*. Austrália. Pergamo Press. 1º edição, 350p.
- Teixeira N. A., 1992. Contribuição à Geologia do Greenstone Belt Itumirim-Nazareno (MG). *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, SBG. V. 1, p. 476-477.*
- Teixeira, W. & Figueiredo, M.C.H. 1991. An outline of early proterozoic crustal evolution in the São Francisco Craton, Brazil: a review. *Precambrian Research*, **53**:1-22.
- Teixeira W., Ávila C. A., Cordani U. G. 2005. Ddos isotópicos (U/Pb/Pb/Pb, Sm/Nd, Rb/Sr) dp plutonismo paleoproterozoico do Cinturão Mineiro, porção meridional do cráton São Francisco: implicações técnicas. *In: Simpósio sobre o cráton São Francisco, Salvador. Anais...CBPM, UFBA, SBG.*
- Teixeira W., Ávila C.A., Nunes L.C. 2008. Nd-Sr Isotopic Geochemistry and Geochronology of the Fé Granitic Gneiss and Lajedo Granodirite: implications for paleoproterozoic Evolution of the Mineiro Belt, Southern São Francisco Craton, Brazil. *Revista do Instituto de Geociências, USP*, **8**(1): 53-74.
- Teixeira W., Sabaté, P., Barbosa, J., Noce C.M., Carneiro M.A. 2000. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton. *In: Cordani U.G, Milani E.J., Thomas Filho A., Campos, D.A. (eds.) Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: DNPM, p.101-137
- Toledo C., L., B., 2002. *Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas do greenstone belt Barbacena, região de Nazareno, MG*. Campinas, SP. 308p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências – UNICAMP.
- Trouw, R. A. J.; Ribeiro, A. & Paciullo, F. V. P. 1986. Contribuição à geologia da folha Barbacena 1:250.000. *In: Anais do 34º Congresso Brasileiro de Geologia Goiânia, Sociedade Brasileira de Geologia*, **2**:972-986 p.
- Williams, H., Turner, F.J., and Gilbert, C.M. 1970. *Petrografia: Uma Introdução ao Estudo das Rochas em Seções Delgadas - tradução de Ruy Ribeiro Franco*. São Paulo, Polígono e Editora da Universidade de São Paulo, 424p.
- Yardley, B.W.D. 2004. *Introdução à petrologia metamórfica - tradução de Reinhardt Adolfo Fuck*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 432p.
- Wernick E.. 2003 *Rochas magmáticas: Conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica*. São Paulo, Editora Unesp 655p.

# MAPA GEOLÓGICO



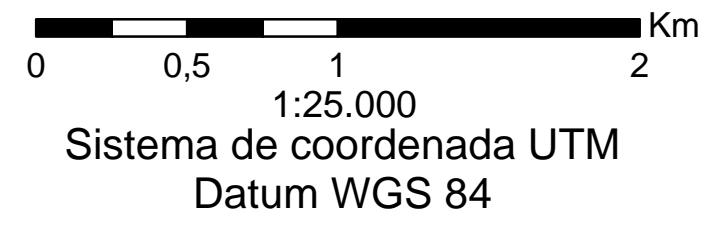
## Litologia

- Aluvião
- Granito Gentio
- Fácies Fina a Média
- Fácies Porfírica
- Gabro Vitoriano Veloso
- Ortognaisse Tonalítico Brejo Alegre
- Greenstone Belt Dores de Campos*
- Anfibolito
- Metaultramáfica fina
- Metaperidotito-metagabro Estação Prados
- Metagabros
- Metaperidotitos-anfibolitos-metapiroxiênitos

## Legenda

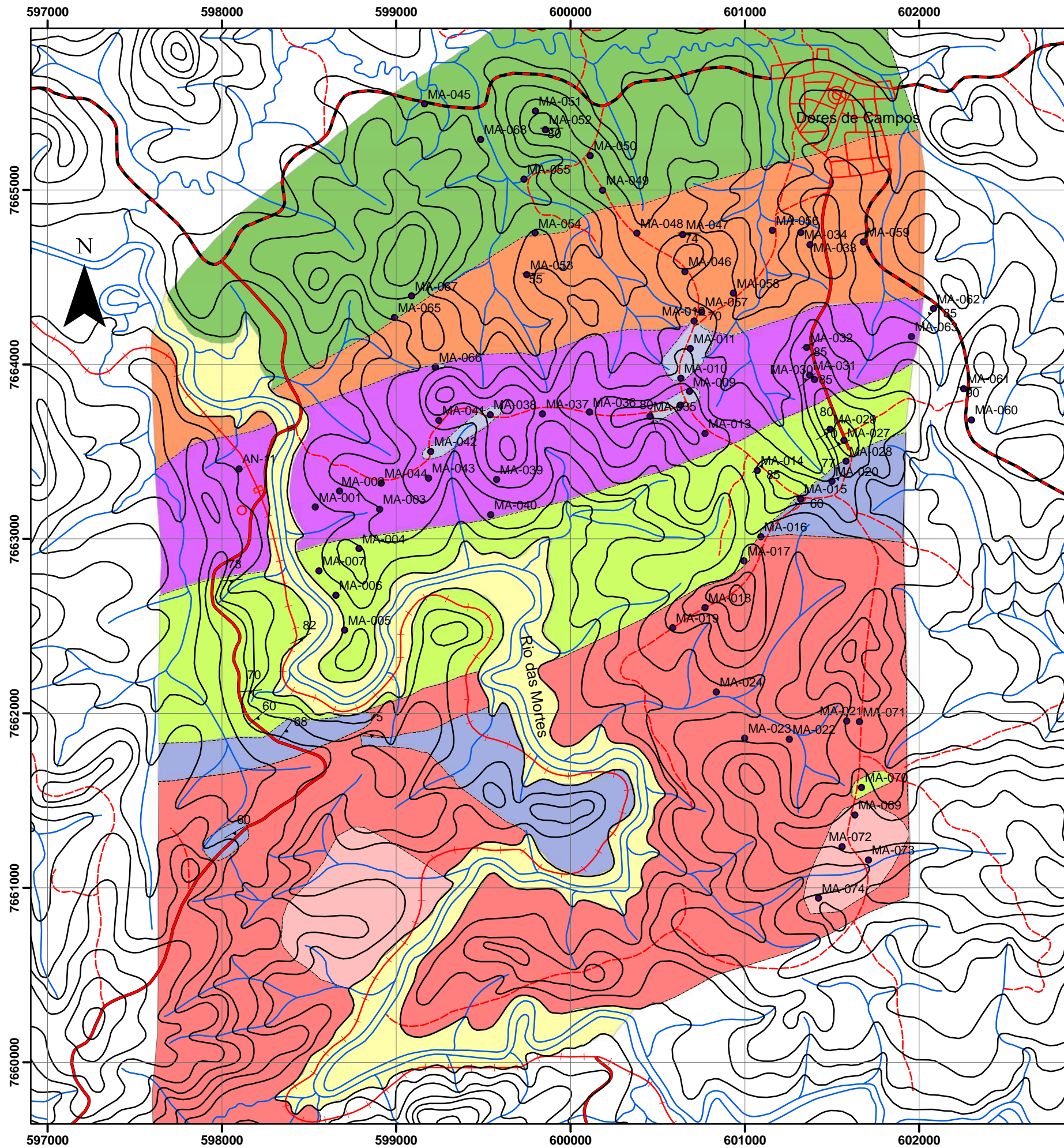
- Foliação (Sn)
- Drenagem
- Estrada secundária
- Linha férrea
- Estrada principal
- Caminhos

**Autora: Marize Muniz da Silva**  
**Trabalho final de Graduação - UFRJ**  
**Janeiro de 2012**  
**Escala**





# MAPA DE PONTOS



## Litologia

- Aluvião
- Granito Gentio
- Fácies Fina a Média
- Fácies Porfírica
- Gabro Vitoriano Veloso
- Ortognaisse Tonalítico Brejo Alegre
- Greenstone Belt Dolores de Campos*
- Anfibolito
- Metaultramáfica fina
- Metaperidotito-metagabro
- Estação Prados
- Metagabros
- Metaperidotitos-anfibolitos-metapiroxiênitos

## Legenda

- Foliação (Sn)
- Drenagem
- Ponto geológico
- Estrada secundária
- Linha férrea
- Estrada principal
- Caminhos

**Autora: Marize Muniz da Silva**  
**Trabalho final de Graduação - UFRJ**  
**Janeiro de 2012**  
**Escala**



1:25.000  
 Sistema de coordenada UTM  
 Datum WGS 84