



UFRJ

Maria Taryn Relvas Campos

**MAPA GEOLÓGICO 1:100.000 DA REGIÃO DE ALFENAS
SUL DE MINAS GERAIS**

**Trabalho de Final de Curso
Geologia**

UFRJ

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

JULHO - 2012

Campos, Maria Taryn Relvas

Mapa Geológico 1:100.000 da região de Alfenas, Sul de Minas Gerais /
Maria Taryn Relvas Campos - Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2012.
xii, 91p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,
Departamento de Geologia, 2012.

Orientador: André Ribeiro

1. Sistemas de nappes Neoproterozóicas Guaxupé e Andrelândia
2. Faixa Brasília Meridional
3. Folhas Alfenas e Machado

Maria Taryn Relvas Campos

**MAPA GEOLÓGICO 1:100.000 DA REGIÃO DE ALFENAS
SUL DE MINAS GERAIS**

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

Orientador: André Ribeiro

Aprovada em:

Por:

Orientador: André Ribeiro (UFRJ)

Renata S. Schmitt (UFRJ)

Rudolph A. J. Trouw (UFRJ)

Sumário

Índice das Figuras	v
Resumo	xi
Abstract	xii
1. Introdução	1
1.1. 1.1. Objetivo	1
1.2. 1.2. Localização e Acesso	1
1.3. 1.3. Metodologia	5
1.4. Nomenclatura	5
2. Geologia Regional	8
3. Unidades de Mapeamento	13
3.1. Embasamento	15
3.1.1. Embasamento autóctone	15
3.1.1.1. Ortognaisse Campos Gerais	15
3.1.1.2. Granito Porto dos Mendes	17
3.1.2. Embasamento no Sistema de Nappes Andrelândia	19
3.1.2.1. Ortognaisse São Gonçalo	20
3.1.2.2. Ortognaisse Santa Luzia	23
3.1.2.3. Ortognaisse Gaspar Lopes	26
3.2. Sucessões metassedimentares no Sistema de Nappes Andrelândia	28
3.2.1. Unidade São Vicente	29
3.2.2. Unidade Arantina	31
3.2.3. Unidade Santo Antônio – biotita xisto	35
3.3. Unidade Paraíso	37
3.4. Unidades da Nappe Guaxupé	41
3.4.1. Ortognaisse Paiolinho	41
3.4.2. Ortognaisse Elói Mendes	45
3.4.3. Ortognaisse Alfenas	49
3.4.4. Gnaisse São João da Mata	51
3.4.5. Ortognaisse Machado	57
3.4.6. Metagranito Serra do Navio	59
3.4.7. Metagranito Poço Fundo	62
3.4.8. Xisto Bela Vista	64

3.5.	Rochas metamáficas e metaultramáficas	67
3.6.	Pegmatitos e Veios de quartzo	70
3.7.	Diques de diabásio	70
3.8.	Depósitos fluviais recentes, colúvios e talus	70
4.	Geologia Estrutural	73
5.	Metamorfismo	81
6.	Conclusões	85
7.	Referências bibliográficas	87
	Anexo I – Mapa geológico da região de Alfenas	
	Anexo II – Seções geológicas na região de Alfenas	
	Anexo III – Mapa de pontos da região de Alfenas	

Índice de figuras

Figura 1	Localização da área no sul de Minas Gerais e articulação das folhas 1:50.000 do IBGE, 1970.	2
Figura 2	Localização e principal via de acesso a área de estudo. Fonte: <i>Google Maps</i> http://maps.google.com.br/	3
Figura 3	Cidades e localidades citadas no texto e áreas mapeadas por 1 - Oliveira (2007), 2 - Rocha (2010), 3 - Loreto (2011), 4 - Carvalho (2010) e 5 - Kussama (2010). Retângulo vermelho região do presente trabalho. Parte da Folha Varginha 1:250.000, IBGE, 1985.	4
Figura 4	Tabela de classificação granulométrica em relação ao tamanho dos cristais (Williams <i>et al.</i> , 1970)	5
Figura 5	Classificação quanto ao índice de cor de rochas segundo Streckeisen (1976)	6
Figura 6	Lista de abreviações sugeridas por Kretz (1983) e utilizadas neste trabalho	6
Figura 7	Diagrama QAP de Streckeisen (1976) para as rochas plutônicas com quartzo. (1 – Quartzolito, 2 – Granitóides ricos em quartzo, 3 – Alkali-feldspato granito, 4a – Sienogranito, 4b – Monzogranito, 5 – Granodiorito, 6 – Tonalito/trondhjemito, 7 – Alkali-feldspato quartzo sienito, 8 – Quartzo sienito, 9 – Quartzo monzonito, 10 – Quartzo monzodiorito/quartzo monzogabro, 11 – Quartzo diorito/quartzo gabro, 12 – Alkali-feldspato sienito, 13 – Sienito, 14 – Monzonito, 15 – Monzodiorito/monzogabro/monzonorito, 16 – Diorito/gabro/norito.)	7
Figura 8	Localização da área de estudo – retângulo vermelho, nos mapas a) tectônico regional e b) de nappes na parte meridional da Faixa Brasília. Modificado de Trouw <i>et al.</i> , 2011.	10
Figura 9	Localização da área de estudo no mapa geológico de Minas Gerais de Pedrosa Soares <i>et al.</i> , 2003.	11
Figura 10	Localização da área de estudo - retângulo vermelho, no mapa de Campos Neto <i>et al.</i> , 2004.	12
Figura 11	Localização de parte da área estudada - retângulo vermelho, no mapa de Turbay <i>et al.</i> , 2008. Retângulo preto corresponde à área estudada pelo autor.	12
Figura 12	Mapa geológico da região de Alfenas incluindo a maior parte das Folhas Alfenas e Machado e a parte oeste das folhas Nepomuceno e Varginha, 1:100.000.	14
Figura 13	Paredão de Ortognaisse Campos Gerais na Serra de Santa Catarina próximo a cidade de Campo do Meio no noroeste da área.	16
Figura 14	Ortognaisse Campos Gerais mergulhando para sul na Serra do Leitão próximo a Boa Esperança.	16
Figura 15	Matacão de granito Porto dos Mendes com foliação de fluxo ígneo provavelmente acentuada por deformação tectônica. Ponto Be-167, no nordeste da área próximo a Boa Esperança	17

Figura 16	Xenólitos de ortognaisses no Granito Porto dos Mendes. Matacão em pedreira inativa proximo a Boa Esperança. Ponto BE-164.	18
Figura 17	Biotita, quartzo, microclina e plagioclásio definindo e textura equigranular típica do Granito Porto dos Mendes, ponto BE-164 a sul de Boa Esperança	18
Figura 18	Ortognaisse São Gonçalo encaixando veios quartzo feldspáticos, na parte sudeste da área, Folha Poço Fundo 1:50.000.	20
Figura 19	Matriz seriada hipidiomórfica a xenomórfica média no Ortognaisse São Gonçalo.	21
Figura 20	Hornblenda e biotita na foliação; allanita, epidoto, titanita e zircão e matriz de quartzo e feldspatos no Ortognaisse São Gonçalo.	21
Figura 21	Composição modal de amostras do Ortognaisse São Gonçalo segundo Oliveira, 2007.	22
Figura 22	A composição tonalítica de oito amostras do Ortognaisse São Gonçalo (fig.21) no diagrama de Streckeisen (1976). Campos 1 até 16 vide fig. 7.	22
Figura 23	Paredão de ortognaisse na Serra de Santa Luzia, região de São Gonçalo do Sapucaí.	23
Figura 24	Fenocristais de álcali-feldspatos e foliação anastomosada, estrutura típica no Ortognaisse Santa Luzia, no sudeste da área.	24
Figura 25	Microclina, plagioclásio, biotita e quartzo definindo a matriz de ortognaisse monzogranítico do Ortognaisse Santa Luzia.	24
Figura 26	Composição modal de oito amostras do Ortognaisse Santa Luzia segundo Oliveira (2007).	25
Figura 27	A composição sieno e monzogranítica de oito amostras do Ortognaisse Santa Luzia (vide fig.26) no diagrama de Streckeisen (1976). Campos 1 até 16 vide fig. 7.	25
Figura 28	Fenocristais de K-feldspato deformados e matriz com quartzo, feldspatos, biotita e granada, e leitos escuros miloníticos, textura típica do Ortognaisse Gaspar Lopes. Ponto ALF-1, Gaspar Lopes.	26
Figura 29	Leitos quartzo feldspáticos paralelos a foliação principal definindo dobras no Ortognaisse Gaspar Lopes	27
Figura 30	Banda escura milonítica e foliação protomilonítica no Ortognaisse Gaspar Lopes.	27
Figura 31	Distribuição da unidades da Megassequência Andrelândia em uma margem passiva na borada do Paleocontinente São Francisco segundo a interpretação mostrada em Trouw <i>et al.</i> 2011. A1 até A6 associações de litofacies; + - embasamento. Tratos de sistema de: Ls- mar baixo, TSt – transgressivo, Hs- mar alto. Superfícies de inundação: MF s – marinha e MxF s – máxima.	28
Figura 32	Serra da Fortaleza e baixada adjacente, área biotita gnaisse da Unidade São Vicente a oeste de Campos Gerais.	29
Figura 33	Biotita gnaisse cinza homogêneo com veios quartzo feldspáticos paralelos a foliação principal. Unidade São Vicente na Serra do Paraíso, Campos Gerais.	30
Figura 34	Bandamento do biotita gnaisse da Unidade São Vicente, Serra da Fortaleza, Campos Gerais.	30

Figura 35	Hornblenda ao longo da foliação dobrada em epidoto biotita gnaïsse da Unidade São Vicente em Campos Gerais.	31
Figura 36	Intercalações de muscovita xisto (níveis escuros) em quartzito micáceo, Unidade Arantina, Nappe Carmo da Cahoeira, próximo a Três Pontas.	32
Figura 37	Muscovita e cianita definindo a foliação em xisto da Nappe Liberdade na Serra de Santa Luzia, São Gonçalo do Sapucaí.	32
Figura 38	Empilhamento de bancos até decimétricos de granada cianita gnaïsse alterado a norte de Alfenas.	33
Figura 39	Quartzo, K-feldspato, cianita e granada, associação típica da fácies granulito no gnaïsse da Unidade Arantina, associação A6g. Afloramento próximo a Três Pontas.	34
Figura 40	Granada, cianita, biotita vermelha e matriz de quartzo e K-feldspato (parte clara da rocha) em gnaïsse da Unidade Arantina a sul de Três Pontas.	34
Figura 41	Sillimanita ao longo da foliação em paragnaisse granulítico da Megassequência Andrelândia no topo da Nappe Varginha, a sul de Três Pontas.	35
Figura 42	Granada e veios de quartzo centimétricos típicos do biotita xisto da Unidade Santo Antônio.	36
Figura 43	Biotita definindo a xistosidade no biotita xisto, note também a presença de granada e cianita.	36
Figura 44	Gnaïsse fino bandado característico da Unidade Paraíso.	37
Figura 45	Gnaïsse fino maciço da Unidade Paraíso.	38
Figura 46	Banco de quartzito micáceo fino intercalado em gnaïsse fino bandado da Unidade Paraíso	38
Figura 47	Quartzo e mica branca e clivagem de crenulação espaçada em filito da Unidade Paraíso.	39
Figura 48	Metavaque esverdada sobre gnaïsse fino bandado.	39
Figura 49	Metavaque com a) fragmentos arredondados de quartzo, feldspatos e material ferruginoso espalhados na matriz cinza e b) fotomicrografia mostrando laminação crenulada. Unidade Paraíso.	40
Figura 50	Exposição do Ortognaisse Paiolinho em encosta rochosa na área da Fazenda Barro Branco a leste de Paiolinho.	42
Figura 51	Foliação anastomosada no Ortognaisse Paiolinho	42
Figura 52	Lente de granito equigranular interpretada como magma extraído de <i>mush</i> de cristais do ortognaisse porfirítico Paiolinho.	43
Figura 53	Hornblenda e granada em matriz félsica no Ortognaisse Paiolinho.	43
Figura 54	A composição modal do Ortognaisse Paiolinho segundo Rocha (2011).	44
Figura 55	A moda do monzogranítica e granodiorítica do Ortognaisse Paiolinho no diagrama trinagular de Streckeisen (1976), segundo Rocha (2011)	44

Figura 56	Paredão de Ortognaisse Elói Mendes a sul da cidade de Paraguaçu.	46
Figura 57	Ortognaisse Elói Mendes na BR-267 entre Elói Mendes e Paraguaçu.	46
Figura 58	Ortognaisse esverdeado em nucleo fresco de esfoliação esferoidal próximo a Elói Mendes	47
Figura 59	Quartzo em lentes - “fitas de quartzo”, feldspatos e a cor branca característica do Ortognaisse Elói Mendes alterado.	47
Figura 60	Alternância de leitos de cores variadas, mais ou menos xistosos, definindo bandamento no Ortognaisse Elói Mendes. Corte no cais da balsa de Pontalete.	48
Figura 61	Granada e na parte superior fita de quartzo no Ortognaisse Elói Mendes	48
Figura 62	Lajedo de Ortognaisse granítico Alfenas em lajedo proximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.	49
Figura 63	Xistosidade mais ou menos definida por concentrações de minerais máficos I no Ortognaisse granítico Alfenas. Proximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.	50
Figura 64	Piroxênio verde claro (clinopiroxênio) parcialmente substituído por anfibólio no Ortognaisse Alfenas. Proximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.	50
Figura 65	Biotita gnaisse com veios quarto-feldspáticos interpretados como leucossomas no Gnaisse São João da Mata.	52
Figura 66	Gnaisses interpretados como ortognaisses da unidade São João da Mata	52
Figura 67	Leucossomas concordantes e discordantes no biotita gnaisse migmatítico São João da Mata.	53
Figura 68	Leucossoma e bordas escuras (melanossoma) no biotita gnaisse migmatítico São João da Mata.	53
Figura 69	Pegmatitos, possivelmente relacionados ao Metagranito Serra do Navio, em contato brusco (foto superior) e transicional com biotita gnaisse migmatítico São João da Mata.	54
Figura 70	Rede de veios de metagranito grosso do tipo Serra do Navio cortando biotita gnaisse migmatítico São João da Mata (rocha cinza).	55
Figura 71	Veios graníticos paralelos a foliação do biotita gnaisse migmatítico São João da Mata.	55
Figura 72	Feldspatos dos veios graníticos introduzidos no gnaisse migmatítico São João da Mata.	56

Figura 73	A textura e a cor esverdeada do Ortognaisse Machado similar ao do Ortognaisse Elói Mendes.	57
Figura 74	Abundante microclina que define a moda granítica do Ortognaisse Machado.	58
Figura 75	Ortopiroxênio, minerais opacos e titanita ao longo da foliação do Ortognaisse Machado.	58
Figura 76	Metagranito Serra do Navio no Parque Pedra do Navio, São João da Mata.	59
Figura 77	Fenocristais euédricos registrando fluxo magmático. Serra do Navio, São João da Mata.	60
Figura 78	Lente de granito equigranular interpretado como liquido filtrado do granito com fenocristais envolvente.	60
Figura 79	Fenocristais arredondados por corrosão magmática coexistindo com fenocristais euédricos. Metagranito Serra do Navio.	61
Figura 80	Matriz inequigranular seriada grossa, com foliação fraca definida por cristais de biotita.	61
Figura 81	Enclave de rocha máfica no Metagranito Poço Fundo	62
Figura 82	Quartzo, feldspatos e biotita em textura equigranular no Metagranito Poço Fundo	63
Figura 83	Granada e veio granítico no xisto Bela Vista, afloramento rasteiro.	64
Figura 84	Sillimanita definindo a xistosidade fina do xisto Bela Vista.	65
Figura 85	Mica branca fina substituindo muscovita tardia e a foliação principal no xisto Bela Vista.	65
Figura 86	Banco tabular de quartzito micáceo grosso encaixado em granada sillimanita xisto.	66
Figura 87	Banco de anfibolito (cor de alteração ocre) intercalado no biotita gnaisse São João da Mata.	67
Figura 88	Granada com inclusões de quartzo (parte clara), anfíbólio verde, biotita marrom e minerais opacos definem foliação em anfibolito encaixado no Xisto Bela Vista.	68
Figura 89	Granada, diopsidio, horblenda, rutilo, plagioclasio e quartzo (incoloros) em rocha máfica encaixada no cianita K-feldspato gnaisse da Unidade Arantina.	68
Figura 90	Talco xisto alterado no embasamento da parte norte da área	69
Figura 91	Bolsão irregular de pegmatito no Gnaisse São João da Mata (foto superior) e veio de quartzo tabular no Granito Serra do Navio.	71

Figura 92	Colúvio argilo arenoso vermelho muito comum na área cobrindo as unidades precambrianas.	72
Figura 93	Matacões de metagranito na base da Serra do Cantagalo, São João da Mata, sul da área.	72
Figura 94	Estereogramas igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação em unidades da Nappe Guaxupé (265 medidas, figura superior) e no sistema de nappes Andrelândia (548 medidas).	75
Figura 95	Estereogramas igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação principal (figura superior) e de lineação de estiramento (figura inferior) nos três domínios tectônicos, autóctone, sistema de nappes Andrelândia e Nappe Guaxupé.	76
Figura 96	Lineação de estiramento em ortognaisse da unidade Elói Mendes.	77
Figura 97	Dobras isoclinais que transpõem acamamento e foliação pretérita, resultando na foliação principal da área. Quartzito da Unidade São Vicente na Serra do Paraíso.	77
Figura 98	Foliação pretérita transposta por crenulação. Nota-se ainda crenulações abertas de uma terceira fase de deformação. Filito da Unidade São Vicente na Serra do Paraíso.	78
Figura 99	Dobra aberta dobrando a foliação principal em gnaisse esverdeado da Unidade Machado.	78
Figura 100	Dobras abertas e fechadas que deformam a foliação principal em quartzitos da Unidade Arantina próximo a Três Pontas.	79
Figura 101	Zona de cisalhamento NE-SW subvertical dextral em Ortognaisse Paiolinho, sul da área.	80
Figura 102	Pseudotaquilito – faixa escura com 1cm de largura, em gnaisse cataclástico. Ortognaisse Campos Gerais, a sul de Campo do Meio.	80
Figura 103	A região mapeada anexada ao mapa metamórfico de Trouw <i>et al.</i> 2011. Em vermelho fácies anfíbolito, roxo – granulito de alta pressão com cianita e roxo claro com sillimanita. Em verde granulito retrógrado a anfíbolito e verde claro anfíbolito com sillimanita na Nappe Guaxupé.	82
Figura 104	Principais minerais metamórficos nas unidades mapeadas. Linha cheia = ocorrência regional, linha tracejada = ocorrência local. Restrito ao: 1- Ortognaisse Machado, 2- Ortognaisse Alfenas, 3- Ortognaisse Machado e alguns pontos no Ortognaisse Elói Mendes e no Gnaisse São João da Mata. 4- inclusão em granada no biotita xisto da Unidade Santo Antonio.	82
Figura 105	Campos de associações metamórficas em diagrama baseado em Yardley (1991) e Rudolph Trouw (inédito). Nappe Guaxupé: fácies anfíbolito definida em sillimanita-xisto Bela Vista (amarelo) e granulito em ortognaisses com ortopiroxênio (verde). Hornblenda substituindo ortopiroxênio sugere desequilíbrio (setas verdes). Em laranja fácies granulito de pressão alta registrada em cianita K-feldspato gnaisse da Unidade Arantina na Nappe Varginha.	83
Figura 106	Inclusão blindada de estauroлита em granada no biotita xisto Santo Antônio no sudeste da área.	84

Resumo

CAMPOS, M.T.R., **Mapa geológico 1:100.000 da região de Alfenas, sul de Minas Gerais**, 2012, xii, 90pp. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A Faixa Brasília no sul de Minas Gerais é relacionada à colisão entre os paleocontinentes São Francisco e Paranapanema no intervalo 640-605 Ma. As rochas desta faixa na região de Alfenas podem ser agrupadas em dezoito unidades litológicas mapeáveis em escala 1:100.000, distribuídas em três domínios tectônicos: autóctone, sistema de nappes Andrelândia e Nappe Guaxupé, separados por falhas de empurrão com transporte tectônico de topo para leste. No domínio autóctone ocorrem o ortogneisse arqueano Campos Gerais, o granito paleoproterozóico Porto dos Mendes, biotita xisto neoproterozóico (Unidade Santo Antônio, Megassequência Andrelândia), e gnaiss fino bandado e metavaque de posição estratigráfica indefinida compondo a Unidade Paraíso. O sistema de nappes Andrelândia é constituído por paragneisses, xistos, quartzitos e metabasitos das unidades São Vicente, Arantina e Santo Antônio (Megassequência Andrelândia), nas nappes Carmo da Cachoeira, Liberdade e Varginha. A Nappe Guaxupé inclui os ortogneisses graníticos/granodioríticos Paiolinho, Elói Mendes, Alfenas e Machado; gnaisses migmatíticos São João da Mata, os metagranitos Serra do Navio e Poço Fundo e o Xisto Bela Vista. A estrutura regional é um sinformal suave que passa a dobras fechadas no norte e abertas no sul da área. As dobras têm planos axiais íngremes para norte ou sul e eixos de baixo caimento para oeste ou leste, paralelos à lineação de estiramento. Empurrões, dobramento e foliação principal são interpretados como produtos de deformação progressiva contemporânea à colocação das nappes. As estruturas íngremes no norte da área podem ser consideradas como a rampa lateral do conjunto de nappes. O metamorfismo principal, sin-tectônico, é de fácies anfíbolito e granulito. Nas nappes Carmo da Cachoeira e Liberdade muscovita e cianita ocorrem na fácies anfíbolito. Na Nappe Varginha cianita, K-feldspato, granada e rutilo em paragneisse, e plagioclásio, granada e diopsídio em metabasito registram fácies granulito de alta pressão. Na Nappe Guaxupé ortopiroxênio parcialmente substituído por anfíbolio evidencia fácies granulito retrógrada a anfíbolito nos gnaisses. Sillimanita sin-foliação em xisto sem muscovita marca fácies anfíbolito na parte superior desta nappe.

Abstract

The southern Brasília Belt in Minas Gerais state is related to the collision between the São Francisco e Paranapanema paleocontinents during the time interval of 640-605Ma. The rocks of the belt in the Alfenas region constitute eighteen lithological units in three tectonic domains limited by top to the east thrust faults: autochthonous, Andrelândia nappe system and Guaxupé Nappe. The autochthonous domain includes the archean Campos Gerais orthogneiss, the paleoprotherozoic Porto dos Mendes granite, neoprotherozoic biotite schist (Santo Antônio Unit, Andrelândia Megasequence) and fine banded gneiss and metawacke of unknown stratigraphic position named the Paraíso Unit. The Andrelândia nappe system is constituted of paragneiss, schists, quartzite and metabasite of the São Vicente, Arantina e Santo Antônio units of the Andrelândia Megasequence in the Carmo da cachoeira, Liberdade and Varginha nappes. The Guaxupé Nappe includes the granitic/granodioritic Paiolinho, Elói Mendes, Alfenas and Machado orthogneisses; the São João da Mata migmatitic gneiss; the Poço Fundo and Serra do Navio metagranites and the Bela Vista Schist. The regional structure is a gentle sinformal that passes to very tight folds in the north and to open folds in the southern part of the region. Folds show north or south steep dipping axial planes and east or west gentle plunging axes parallel to the stretching lineation. Thrusting, folding and the main foliation development can be interpreted as generated in a progressive deformational event during the emplacement of the nappes. Steep structures in the northern part of the area are interpreted as the lateral ramp of the nappe structure. The syn-tectonic metamorphism is of amphibolite and granulite facies. Muscovite and kyanite appear in the amphibolite facies in the Carmo da Cachoeira and Liberdade nappes. Kyanite, K-feldspar, garnet and rutile in metapelitic gneiss and clinopyroxene-garnet-plagioclase-quartz in mafic rocks characterize the granulite facies in the Varginha Nappe. In the Guaxupé Nappe gneisses, orthopyroxene half substituted by amphibole testifies granulite retrograded to amphibolite facies. Syn-foliation sillimanite in schists without muscovite evidence amphibolite facies in the upper part of the nappe.

1. Introdução

As faixas móveis Brasília e Ribeira - Orogenia Brasileira ca. 600Ma, no sul do Estado de Minas Gerais são constituídas por unidades litológicas arqueanas e proterozóicas. Na região mapeada, no extremo sul da Faixa Brasília, uma falha de empurrão com vergência para leste caracteriza a sutura entre os paleocontinentes Paranapanema - placa superior e São Francisco - placa inferior. Acima do empurrão ocorrem ortognaisses considerados de arco magmático neoproterozóico, granito-gnaisse provavelmente sin-colisional, xistos e gnaisses, incluídos na *Nappe* Guaxupé por Campos Neto *et al.*, 2004. Sob o empurrão ocorrem ortognaisses do embasamento autóctone ou paraúctone, Arqueano e Paleoproterozóico, vinculado ao Cratón do São Francisco e o Sistema de *nappes* Andrelândia. Este sistema é constituído por unidades da Megassequência Andrelândia e lascas de embasamento. Na placa superior as rochas aparecem na facies anfíbolito, localmente granulito, com sillimanita em xistos. Na placa inferior o metamorfismo de facies xisto verde até granulito foi contemporâneo a duas fases principais de deformação dúctil regional. Isógradas associadas a Faixa Brasília são paralelas aos contatos tectônicos, isógradas vinculadas a evolução da Faixa Ribeira truncam estes contatos (Trouw *et al.*, 2011).

1.1. Objetivo

O objetivo do trabalho é o levantamento geológico regional em escala 1:100.000 na região de Alfenas no sul de Minas Gerais. O trabalho baseia-se essencialmente em geologia de campo com auxílio de petrografia. O resultado é um mapa e seção geológica que mostram as unidades litoestratigráficas e suas relações na região considerada. Inclui a Folha Machado e grande parte da Folha Alfenas, 1:100.000 do Programa Nacional de Geologia – PRONAGEO, contrato CPRM/Serviço Geológico do Brasil e UFRJ. É uma contribuição a geologia da parte meridional da Faixa Brasília.

1.2. Localização e Acesso

A área estudada localiza-se no sul do Estado de Minas Gerais englobando as folhas 1:50.000 do IBGE, 1970: Campos Gerais (SF-23-V-D-II-1), Boa Esperança (SF-23-V-D-II-2), Alfenas (SF-23-V-D-II-3), Três Pontas (SF-23-V-D-II-4), Machado (SF-23-V-D-V-1), Elói Mendes (SF-23-V-D-V-2), Poço Fundo (SF-23-V-D-V-3) e São Gonçalo do Sapucaí (SF-23-V-D-V-4) conforme mostra a figura 1.

O principal município da região é Alfenas. Outros municípios na área estudada são Três Pontas, Machado, São Gonçalo do Sapucaí, Boa Esperança, Campo do Meio, Campos Gerais, Poço Fundo, São João da Mata, Carvalhópolis, Cordislândia, Turvolândia e Monsenhor Paulo. Os principais rios são o Verde, Sapucaí e Machado, que alimentam o sistema de lagos de Furnas.

Do Rio de Janeiro o acesso se dá pela BR-116 -Via Dutra até Engenheiro Passos, daí pela BR-354 a Caxambú, depois pela BR-267 a Campanha e Monsenhor Paulo. Outra opção é a BR-040 até Barbacena e daí pela BR-265 a Boa Esperança (Fig. 2).

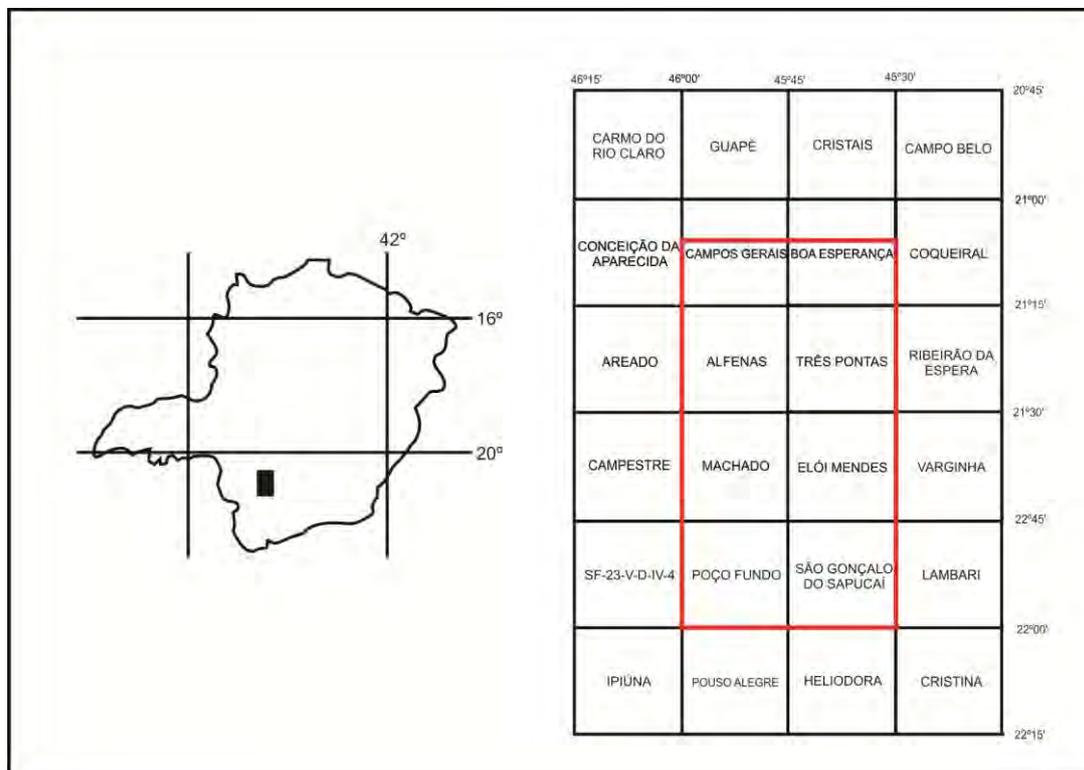


Figura 1. Localização da área no sul de Minas Gerais e articulação das folhas 1:50.000 do IBGE, 1970.

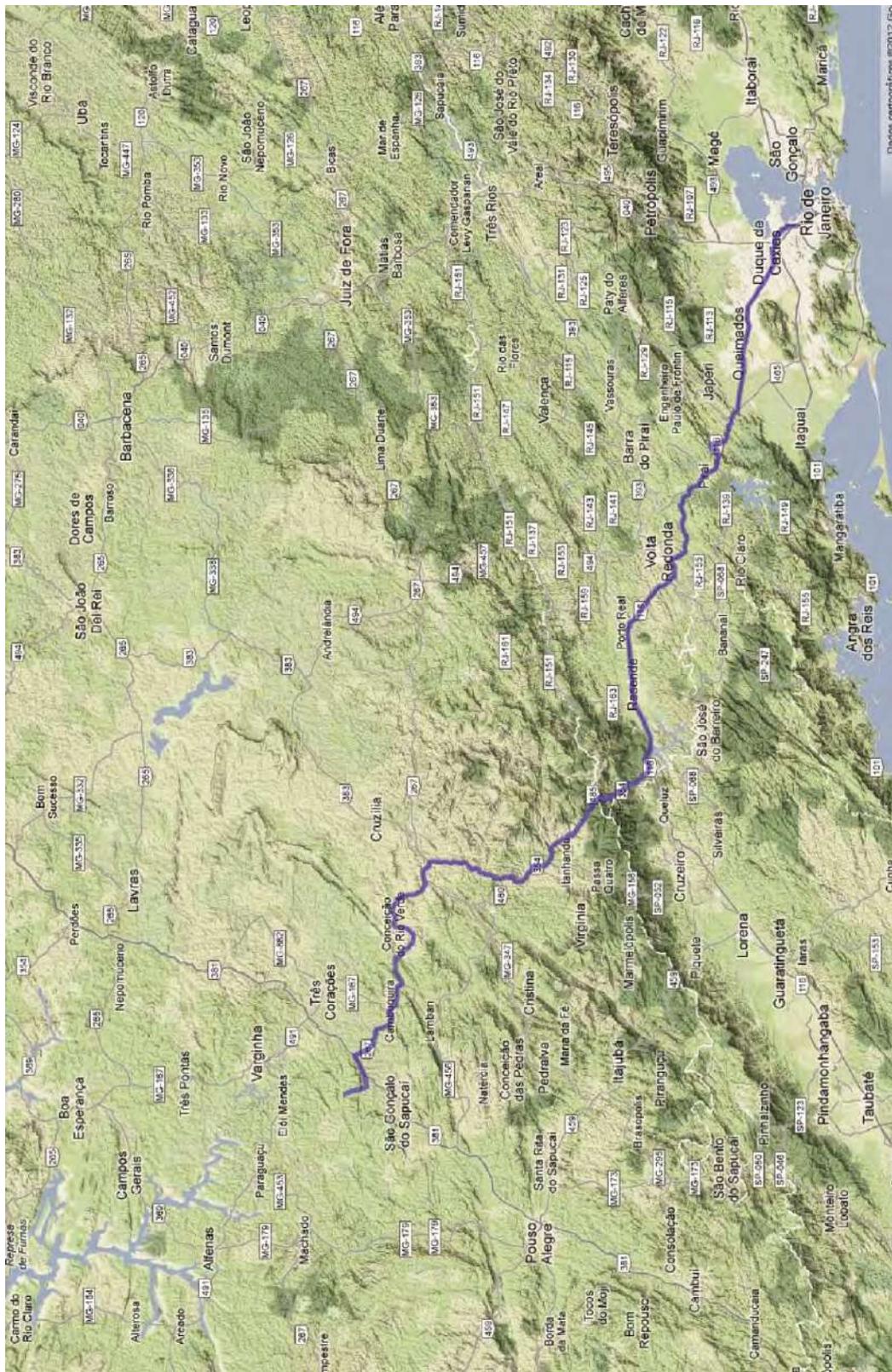


Figura 2. Localização e principal via de acesso a área de estudo. Fonte: [Google Maps <http://maps.google.com.br/>](http://maps.google.com.br/).



Figura 3. Cidades e localidades citadas no texto e áreas mapeadas por 1 - Oliveira (2007), 2 - Rocha (2010), 3 - Loreto (2011), 4 - Carvalho (2010) e 5 - Kussama (2010). Retângulo vermelho região do presente trabalho. Parte da Folha Varginha 1:250.000, IBGE, 1985.

1.3. Metodologia

Consistiu em obtenção e interpretação de dados de campo, petrografia e mapeamento geológico 1:50.000. Ao mesmo tempo foi sendo feita a integração de dados de campo e petrográficos prévios, além de análise da bibliográfica. O principal resultado é um mapa geológico e seções regionais, em escala 1:100.000.

Foram realizados trinta dias de campo durante os quais foram estudados 500 pontos, definidos e mapeados contatos litológicos no campo. A este levantamento foram integrados dados de Paciullo (inédito) na Folha Alfenas e das monografias de Oliveira (2007), Rocha (2010) e Loreto (2011) orientados por Andre Ribeiro e Carvalho (2010) e Kussama (2010), orientados por Fabio Paciullo (Fig. 3). Na parte norte da área foram usadas informações de Valeriano et al. (2007) e Turbay et al. (2008).

Para o mapeamento foram utilizadas as cartas 1:50.000 indicadas na figura 2. Cerca de XX lâminas delgadas foram estudada em microscópio *Ortoplan Zeiss*, modelo L. Para fotomicrografias utilizamos o programa *Axiovision 1.8* com resolução vertical e horizontal de 150 dpi. Mapas e figuras gráficas foram feitos nos *softwares* ArcGIS® versão 9.3 e CorelDRAW® Graphics Suite X5. Estereogramas sintetizando os dados estruturais foram gerados no programa *Rockworks 14*.

1.4. Nomenclatura

Para a granulação das rochas e minerais foi usada a classificação de Williams *et al.* (1970; Fig. 4), para o índice de cor a de Streckeisen (1976; Fig. 5) e abreviações minerais segundo Kretz (1983; Fig. 6). Os ortognaisses foram classificados conforme sua moda no diagrama de Streckeisen (1967; Fig.7).

Nas fotomicrografias foram usadas as abreviações NDX e ND, para nicóis descruzados e cruzados, respectivamente.

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

Figura 4. Tabela de classificação granulométrica em relação ao tamanho dos cristais (Williams *et al.*, 1970).

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

Figura 5. Classificação quanto ao índice de cor da rocha segundo Streckeisen (1976).

Aln	allanita	Mc	microclina
Amp	anfíbólio	Ms	muscovita
Ap	apatita	Opx	ortopiroxênio
Cal	calcita	Pl	plagioclásio
Cpx	clinopiroxênio	Qtz	quartzo
Ep	epidoto	Rt	rutilo
Grt	granada	Sil	sillimanita
Hbl	hornblenda	Ttn	titanita
Kfs	K-feldspato	Zrn	zircão

Figura 6. Lista de abreviações sugeridas por Kretz (1983) e utilizadas neste trabalho.

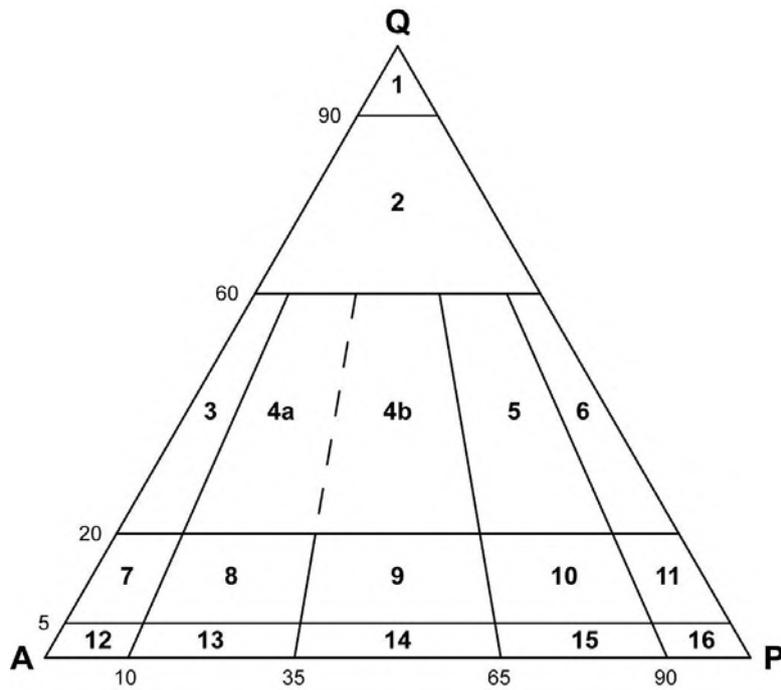


Figura 7. Diagrama QAP de Streckeisen (1976) para as rochas plutônicas com quartzo.

- (1 – Quartzolito, 2 – Granitóides ricos em quartzo, 3 – Alkali-feldspato granito,
 4a – Sienogranito, 4b – Monzogranito, 5 – Granodiorito, 6 – Tonalito/trondhjemito,
 7 – Álcali-feldspato quartzo sienito, 8 – Quartzo sienito, 9 – Quartzo monzonito,
 10 – Quartzo monzodiorito/quartzo monzogabro, 11 – Quartzo diorito/quartzo gabro,
 12 – Álcali-feldspato sienito, 13 – Sienito, 14 – Monzonito,
 15 – Monzodiorito/monzogabro/monzonorito, 16 – Diorito/gabro/norito.)

2. Geologia Regional

A região mapeada situa-se no sul da Faixa Brasília (Figs. 8, 9 e 10), um cinturão móvel gerado na Orogenia Brasileira (~640-570 Ma na região). As unidades cartografadas podem ser agrupadas em três domínios tectônicos: autóctone, sistema de nappes Andrelândia e Nappe Guaxupé, cuja história relaciona-se a colisão entre os paleocontinentes São Francisco e Paranapanema. Os domínios autóctone e nappes Andrelândia incluem embasamento Arqueano/Paleoproterozóico e sucessões metassedimentares neoproterozóicas relacionadas às margens dos paleocontinentes São Francisco e Paranapanema. A Nappe Guaxupé inclui ortognaisses neoproterozóicos pré-colisionais alojados na margem do Paleoc continente Paranapanema (Campos Neto *et al.*, 2004, 2011; Valeriano *et al.*, 2004, 2008; Trouw *et al.*, 2011).

O embasamento autóctone é constituído pelo Granito Porto dos Mendes com idade U-Pb rocha total de 1978 ± 25 Ma (Paciullo *et al.*, 2008) e ortognaisses incluídos no Complexo Campos Gerais por Cavalcante *et al.* (1979). Segundo Zanardo *et al.* (2006) estas unidades foram retrabalhadas durante a Orogenia Brasileira. Paciullo *et al.* (2008) consideraram que a faixa de ortognaisses Campos Gerais (Fig. 11) segue para nordeste e leste nas folhas Campo Belo e Nepomuceno 1:100.000. Em uma pedreira em Campo Belo ortognaisse migmatítico correlacionável ao ortognaisse Campos Gerais foi considerado Arqueano (~3.Ga) com base em idades U-P SHRIMP de zircões (Teixeira *et al.*, 2000; Carneiro *et al.*, 2006). Para oeste idades arqueanas foram obtidas em zircões pelo método ablação a laser (Valeriano *et al.*, 2006). Com base nestes dados e análises Sm-Nd TDM em ortognaisses na Folha Nepomuceno, Paciullo *et al.*, (2008) também consideraram os ortognaisses do Complexo Campos Gerais arqueanos.

O embasamento no sistema de nappes Andrelândia forneceu zircões paleoproterozóicos. Idades U-Pb em zircão de 2050 ± 50 Ma e de 2086 ± 5 Ma foram obtidas, respectivamente, em ortognaisses na base da Nappe Varginha e da Nappe Liberdade logo a leste da área aqui apresentada (Peternel, 2005; Trouw *et al.*, 2008).

As rochas metassedimentares e anfíbolitos associados que compõem o sistema de nappes Andrelândia são consideradas neoproterozóicas. Elas foram agrupadas por Paciullo *et al.* (2000, 2003) na Megassequência Andrelândia formando cinco unidades de mapeamento, da base para o topo: 1- Unidade São Vicente com paragnaisses e anfíbolitos basais passando a paragnaisses, quartzitos, filitos e xistos, 2- Unidade São Tomé das Letras, quartzitos com mica esverdeada, 3- Unidade Campestre contendo

filitos, xistos e quartzitos, 4- Unidade Santo Antônio composta por biotita xisto e 6- Unidade Arantina com xistos, quartzitos, paragneisses, metachert, anfíbolito, rochas metaultramáficas e calcissilicáticas. A Unidade Arantina em facies granulito é caracterizada por cianita K-feldspato gnaiss. Na região mapeada afloram rochas das unidades São Vicente, Arantina e Santo Antônio.

Belém *et al.* (2011) mostram idades em torno de 950 Ma de zircões detríticos (U-Pb; LA-ICP-MS) de paragneisse São Vicente ao sul de São João del Rei. Valladares *et al.* (2004) e Valeriano *et al.* (2004) obtiveram idades paleoproterozóicas em zircões detríticos da Unidade Campestre ao norte de Carrancas. O valor de $1047\text{Ma} \pm 77\text{ Ma}$ foi considerado idade máxima de sedimentação da unidade. Belém *et al.* (2011) e Trouw (2008) obtiveram idades em torno de 640Ma em zircões detríticos do biotita xisto Santo Antônio. Campos Neto *et al.* (2004) mostram idades U-Pb similares em zircões das unidades Arantina e Santo Antonio. Em conjunto estas idades mostram os protólitos das rochas da Megassequência Andrelândia depositados no intervalo 1000-640Ma.

A Nappe Socorro-Guaxupé segundo Campo Neto *et al.* (2004) é constituída na base por granulitos de alta pressão e alta temperatura, sobrepostos por diatexitos, migmatitos estromáticos, ortogneisses e granitóides (Fig. 10). Estas rochas foram consideradas como geradas em domínio de arco magmático cordilheirano instalado na borda oriental da placa Paranapanema no intervalo 700-640Ma. Segundo os autores o arco é a provável fonte de detritos das sucessões do sistema de nappes Andrelândia.

Registros geocronológicos indicam que a colisão entre os paleocontinentes Paranapanema e São Francisco se iniciou na região em torno de 640Ma (Campos Neto & Caby, 1999) e o avanço das nappes para leste foi sin-metamorfismo (Ribeiro *et al.*, 1990; Trouw *et al.*, 2000; Campos Neto & Caby, 1999, 2000; Campos Neto *et al.*, 2004). O metamorfismo ocorreu entre 640 e 610Ma na Nappe Passos (Valeriano *et al.*, 2000) e em torno de 620Ma na nappe Socorro-Guaxupé (Campos Neto & Caby, 1999). Segundo Campos Neto *et al.* (2011) a migração do metamorfismo em direção ao antepaís e nappes inferiores é registrada por idades U-Pb em monazita no intervalo 618-575 Ma em rochas do topo até a base das nappes Andrelândia. Reno *et al.* (2009) interpretam idades U-Pb de $648 \pm 12\text{ Ma}$ de zircões do cianita K-feldspato gnaiss Arantina, como auge do metamorfismo. Zonas de cisalhamento NE-SW/subverticais dextrais cortam o conjunto e parecem registrar um evento de compressão regional E-W posterior a colocação das nappes (Ribeiro *et al.*, 1990; Trouw *et al.*, 2000).

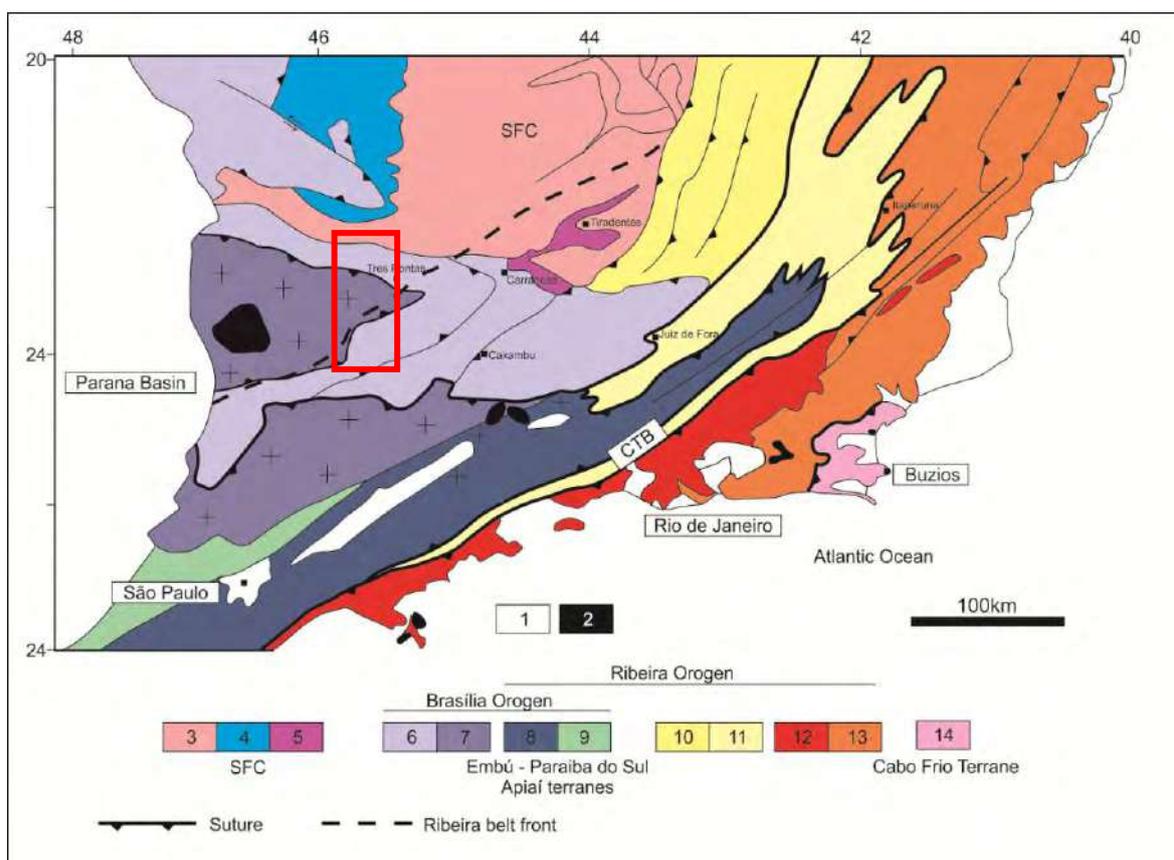


Figura 8a. Localização da área de estudo – retângulo vermelho no mapa tectônico regional . Modificado de Trouw *et al.*, 2011. Legenda: 1- Bacias sedimentares fanerozóicas; 2- rochas alcalinas K-T. Cráton do São Francisco: 3- embasamento, 4- cobertura sedimentar; 5-metassedimentos do domínio autóctone. Orógeno Brasília: 6- Nappe Socorro-Guaxupé; 7- nappes inferiores. 8-Terrenos Embu – Paraíba do Sul e 9- Apiaí. Orógeno Ribeira: 10- domínio externo e 11- Domínio Juiz de Fora do Terreno Ocidental. Terreno Oriental: 12-Arco Rio Negro, 13- Sucessões metassedimentares neoproterozóicas; 14- Terreno Cabo Frio.

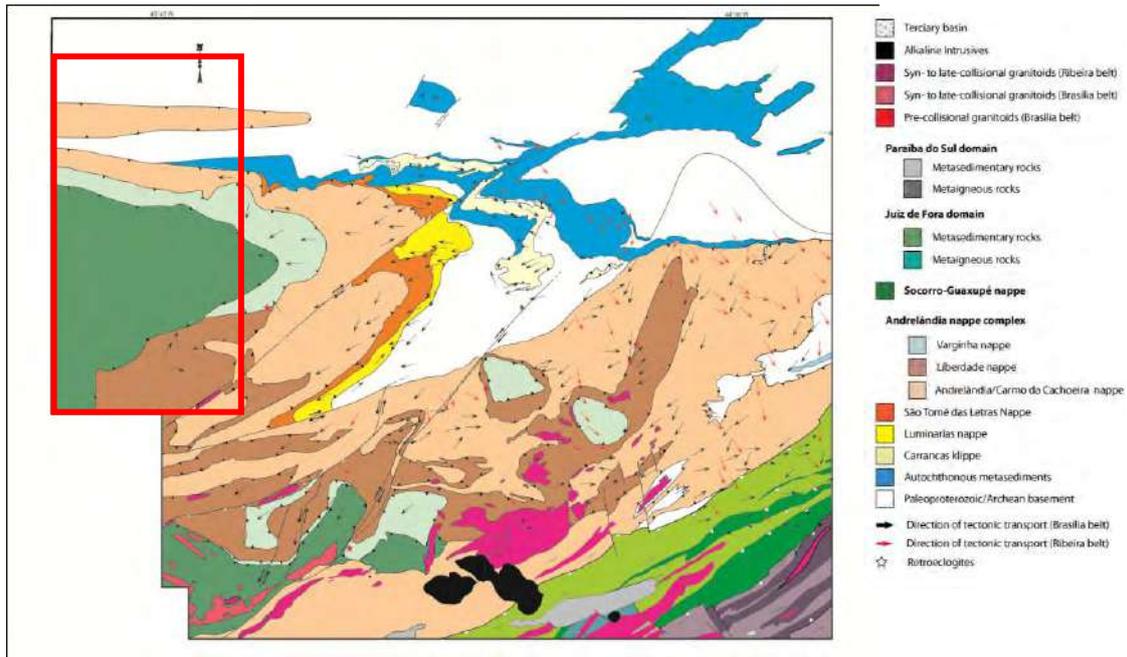


Figura 8b. A região mapeada – retângulo vermelho, anexada ao mapa de nappes de Trouw *et al.* (2011).

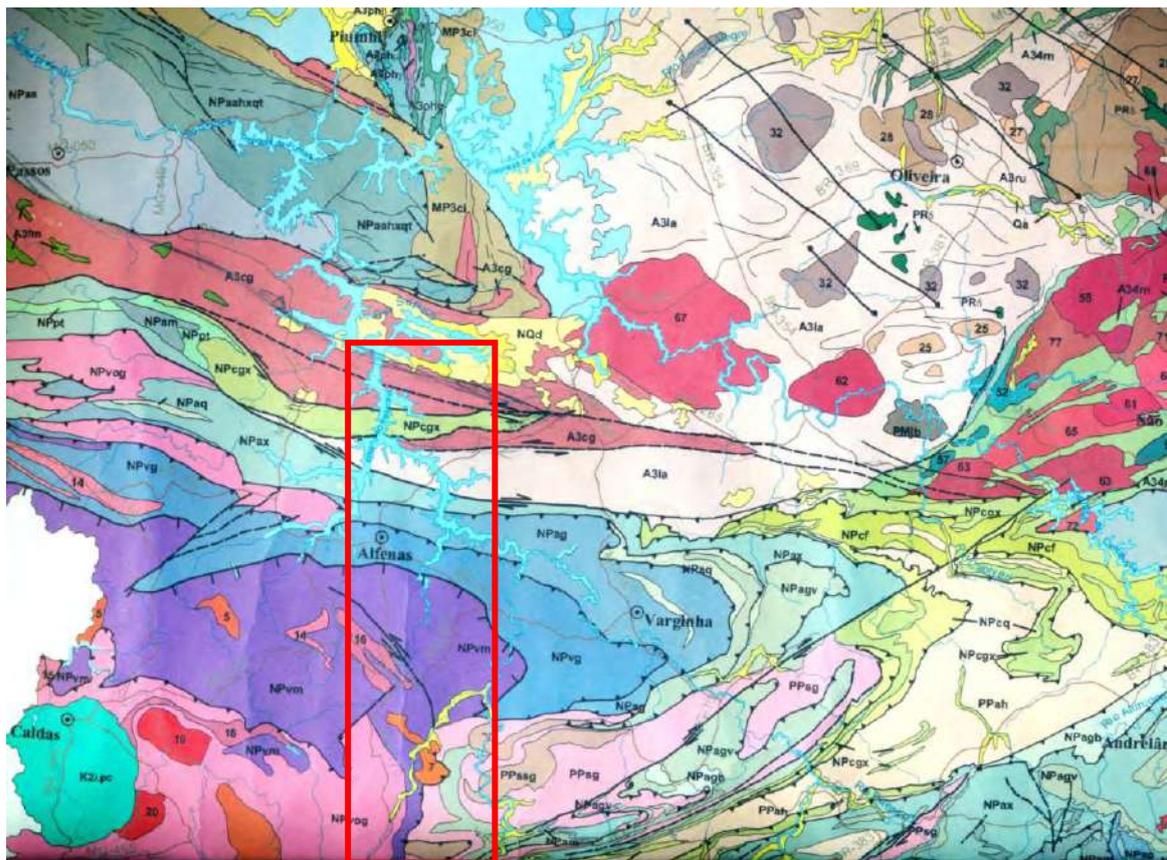


Figura 9. Localização da área de estudo no mapa geológico de Minas Gerais de Pedrosa Soares *et al.*, 2003.

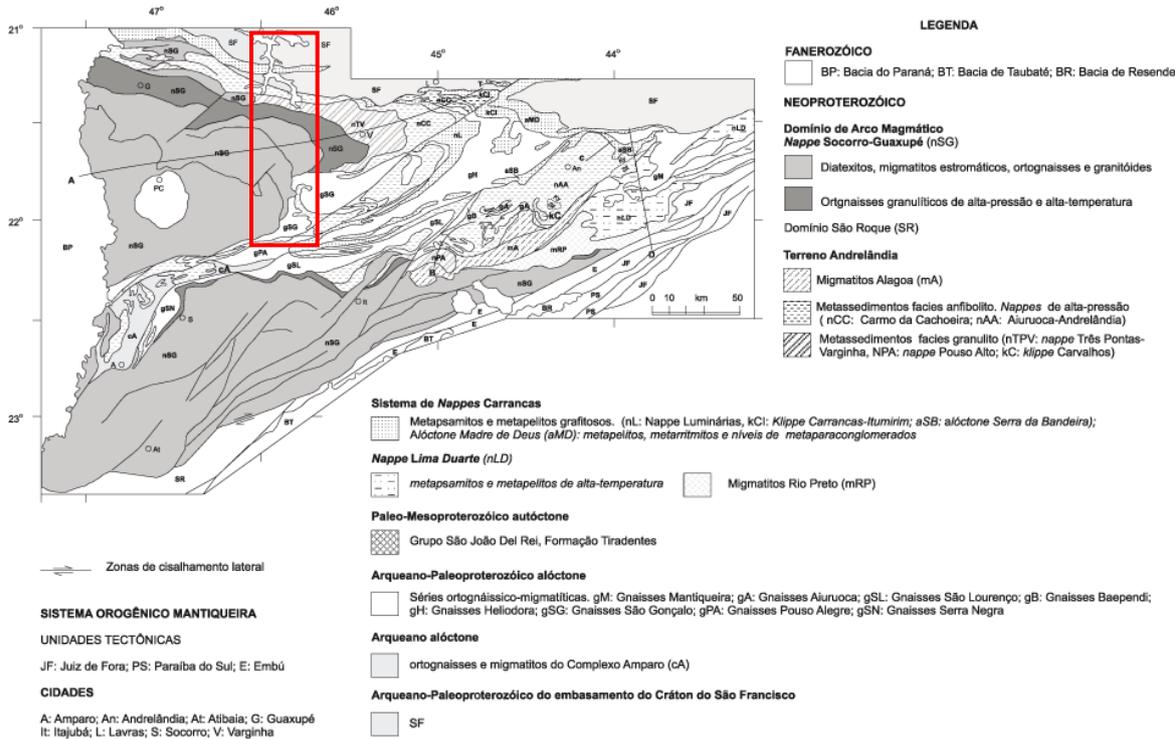


Figura 10. Localização da área de estudo - retângulo vermelho, no mapa de Campos Neto et al., 2004.

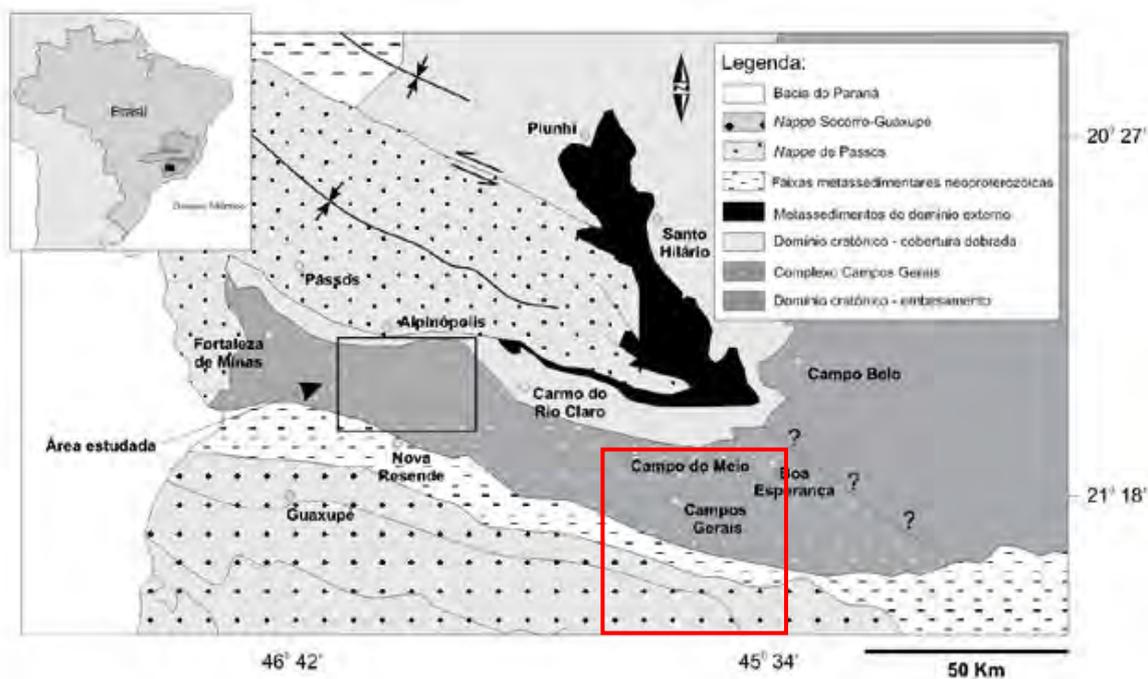


Figura 11. Localização de parte da área estudada - retângulo vermelho, no mapa de Turbay et al., 2008. Retângulo preto corresponde à área estudada pelo autor.

3. Unidades de mapeamento

Na área estudada uma falha de empurrão separa dois conjuntos litológicos de domínios tectônicos distintos gerando uma discordância tectônica expressiva (Anexo I e Fig. 12). Esta falha de empurrão representa parte da sutura entre os paleocontinentes Paranapanema, acima e São Francisco, abaixo da falha.

Sob a falha ocorrem unidades do embasamento Arqueano/Paleoproterozóico e do sistemas de nappes Andrelândia. O embasamento é representado no norte da área por ortognaisses incluídos no Complexo Campos Gerais por Cavalcante *et al.* (1979) e pelo Granito Porto dos Mendes. No sul da área ocorrem os ortognaisses Gaspar Lopes, Santa Luzia e São Gonçalo. No sistema de nappes Andrelândia e faixa autóctone adjacente ocorrem paragnaisses com intercalações de filitos, xistos e quartzitos; muscovita xisto, quartzito micáceo; biotita xisto e paragnaisse com K-feldspato e cianita. O metamorfismo vai de fácies xisto verde a granulito com cianita. Estas unidades compõem a Megassequência Andrelândia de Paciullo *et al.*, 2000. Tanto embasamento como nas nappes ocorrem corpos de rochas metamáficas e metaultramáficas.

Acima da falha foram reconhecidas sete unidades de ortognaisses e uma de sillimanita xisto, em fácies anfíbolito e, localmente, granulito. Estas unidades foram informalmente denominadas, da base para o topo, de ortognaisses Paiolinho, Elói Mendes, Alfenas, São João da Mata, Machado, Serra do Navio, Poço Fundo e Xisto Bela Vista. Neste domínio acima da falha de empurrão Campos Neto *et al.* (2007) mostram quatro unidades, da base para o topo: granulitos, metatexitos, diatexitos e granitos sin-orogênicos, integrando a Nappe Guaxupé.

Assim, as unidades litoestratigráficas serão descritas a seguir conforme o domínio tectônico em que ocorrem: 1- embasamento autóctone no Complexo Campos Gerais, Granito Porto dos Mendes; 2- embasamento nas nappes (ortognaisses Gaspar Lopes, Santa Luzia e São Gonçalo); 3- sucessões metassedimentares no sistema de nappes Andrelândia; 4- Unidade Paraíso de posição estratigráfica indefinida e 5- ortognaisses, gnaisse migmatítico e sillimanita xisto na Nappe Guaxupé. O mapa mostra também os principais depósitos de sedimentos relacionados aos rios da região.

3.1. Embasamento

3.1.1. Embasamento autóctone

Este setor do embasamento forma duas faixas leste-oeste na parte norte da área, tem continuidade física com o embasamento do Craton do São Francisco e ocorre sob o sistema de nappes Andrelândia. Por tal razão foi considerado autóctone/parautóctone. Duas unidades constituem este embasamento na área, o Ortognaisse Campos Gerais e o Granito Porto dos Mendes.

3.1.1.1. Ortognaisse Campos Gerais

Trata-se de ortognaisses arqueanos/paleoproterozóicos incluídos por Cavalcante *et al.* (1979), junto com faixas do tipo *greenstone* e rochas metassedimentares mais novas, no Complexo Campos Gerais. Paciullo *et al.* (2007), Turbay *et al.* (2008) com base no contraste litológico excluíram do complexo as faixas *greenstone* e as seqüências metassedimentares mais jovens, interpretadas como da Megasseqüência Andrelândia. Segundo estes autores somente os ortognaisses compoariam o complexo. Turbay *et al.* (2008) reconheceram a oeste da área estudada duas unidades no complexo, os ortognaisses Serra do Quilombo e Campos Gerais. Rochas semelhantes foram reunidas aqui sob a denominação Ortognaisse Campos Gerais.

O Ortognaisse Campos Gerais aflora em paredões nas serras do Leitão, Amargoso, das Pedras, da Custódia e Santa Catarina (Fig. 13). Nas baixadas adjacentes ocorrem saprolitos. A espessura mínima do conjunto foi estimada em cerca de 3km.

Trata-se de ortognaisses cinzentos grossos com quartzo, feldspatos, biotita e fenocristais de feldspatos (Fig. 14). Facies protomiloíticas e miloníticas de espessuras até decimétricas estão quase sempre presentes. Estes ortognaisses encaixam lentes quartzo feldspáticas centimétricas mas não foram observadas evidências de anatexia.

A composição varia de granito a tonalito. A mineralogia essencial das rochas analisadas é quartzo, microclina, plagioclásio e biotita. Traços de hornblenda ocorrem em algumas amostras. Paciullo *et al.* (2007) e Turbay *et al.* (2008) mencionam hornblenda em quantidade inferior a 0,5%, e traço de ortopiroxênio alterado a biotita e hornblenda principalmente nos gnaisses tonalíticos. Os acessórios são zircão, apatita, titanita e minerais opacos. Turbay *et al.* (2008) reconheceram ilmenita e magnetita em concentrados de minerais pesados. Os minerais secundários são sericita, epidoto e clorita, substituindo feldspatos e biotita, respectivamente.



Figura 13. Paredão de Ortognaisse Campos Gerais na Serra de Santa Catarina próximo a cidade de Campo do Meio no noroeste da área.



Figura 14. Ortognaisse Campos Gerais mergulhando para sul na Serra do Leitão proximo a Boa Esperança.

3.1.1.2. Granito Porto dos Mendes

O Granito Porto Mendes (Cavalcante *et al.* 1979; Machado Filho *et al.* 1983) constitui um pluton com dimensões aproximadas de 20 X 35km exposto a leste da área, na Folha Nepomuceno (Paciullo *et al.*, 2007). Na área aparece em corpos de dimensões menores isolados no Ortognaisse Campo Gerais (Anexo 1, Fig. 12) em pequenos afloramentos de rochas alteradas e semi-frescas ou em matacões semi-frescos (Fig. 15).

Trata-se de granito, monzogranito e granodiorito, mesocráticos, cinza claros, finos a grossos, equigranulares ou com fenocristais hipidiomórficos de K-feldspato. Localmente foram observadas foliação ígnea e xenólitos de ortognaisses (Fig. 16). A foliação tectônica é mal desenvolvida e foliação protomilonítica ocorre localmente.

As cinco amostras analisadas contêm k-feldspato, quartzo, plagioclásio, biotita, minerais opacos e traços de allanita e zircão (Fig. 17). Pertita e mirmequita também ocorrem. Sericita e clorita são minerais secundários sobre feldspatos e biotita, respectivamente.



Figura 15. Matacão de granito Porto dos Mendes com foliação de fluxo ígneo provavelmente acentuada por deformação tectônica. Ponto BE-164 no nordeste da área próximo a Boa Esperança.



Figura 16. Xenólitos de ortognaisses no Granito Porto dos Mendes, matacão em pedra inativa próximo a Boa Esperança. Ponto BE-164.

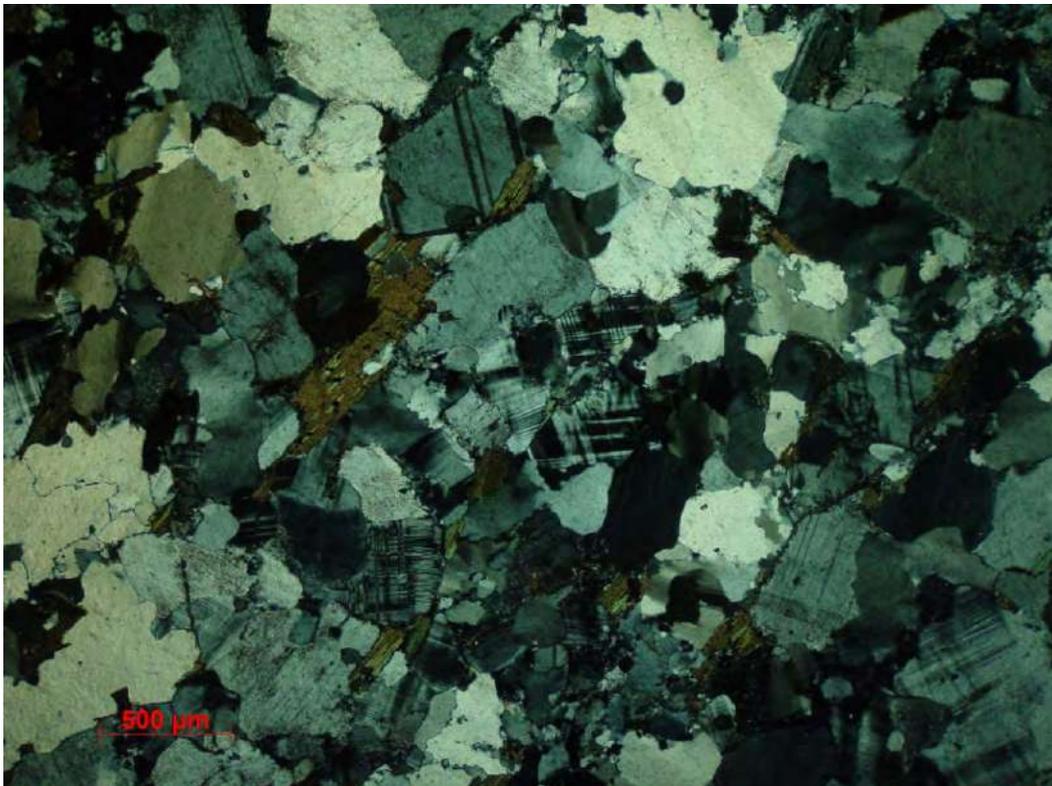


Figura 17. Biotita, quartzo, microclina e plagioclásio definindo textura equigranular típica do Granito Porto dos Mendes, ponto BE-164 a sul de Boa Esperança.

3.1.2. Embasamento no Sistema de Nappes Andrelândia

Três ortognaisses aparecem no Sistema de Nappes Andrelândia (Fig. 8). Os ortognaisses São Gonçalo e Santa Luzia afloram na área de São Gonçalo do Sapucaí na Nappe Liberdade. O Ortognaisse Gaspar Lopes aparece em corpos descontínuos na base da Nappe Varginha (Anexo I, Fig. 12).

Perrota (1991) incluiu o que mapeamos como Ortognaisse São Gonçalo no Complexo São Gonçalo do Sapucaí, considerado uma associação ortognáissico-metavulcânica de gnaisses homogêneos e bandados que constitui a encaixante de corpos granitóides gnáissicos do Complexo Amparo.

Campos Neto *et al.* (2004) incluem o Ortognaisse São Gonçalo, junto com o Ortognaisse Santa Luzia, nos “gnaisses São Gonçalo”, que seriam parte da sua “série ortognássico-migmatítica”, de provável idade arqueana.

Fetter *et al.* (2003) mostram uma idade U-P de 2.119 ± 6 Ma para os “gnaisses São Gonçalo” que pode incluir tanto o Ortognaisses Santa Luzia como o São Gonçalo. Relatam também idade de 2109 ± 57 Ma para um gnaisse de Turvolândia onde aflora o Ortognaisse Santa Luzia.

Peternel *et al.* (2005) mostra idade Pb-Pb de 2.909 ± 2.9 Ma em zircão de ortognaisse exposto a sul área, na região de Heliadora, semelhante e provavelmente correlacionável ao Ortognaisse São Gonçalo. Obteve também idade U-Pb em zircão de 2086 ± 5 Ma para um ortognaisse próximo a Monsenhor Paulo (Anexo 1) que, por sua posição no mapa geológico - Folha Varginha 1:100.000 (Trouw *et al.*, 2008), parece ter continuidade física com o Ortognaisse Santa Luzia. Uma outra idade U-Pb em zircão de 2050 ± 50 foi obtida por este autor em ortognaisse em uma lasca tectônica na base da Nappe Varginha (cf. Folha Varginha 1:100.000; Trouw *et al.*, 2008). Por sua semelhança litológica e posição na base da Nappe Varginha este ortognaisse pode ser correlacionado ao Ortognaisse Gaspar Lopes.

Baseado nos dados geocronológicos acima podemos inferir que o Ortognaisse São Gonçalo possivelmente é Arqueano, e que os ortognaisses Santa Luzia e Gaspar Lopes representam corpos plutônicos Paleoproterozóicos, possivelmente relacionados a evolução do Cinturão Mineiro.

3.1.2.1. Ortognaisse São Gonçalo

Aflora no sudeste da área em São Gonçalo do Sapucaí (Anexo I, Fig. 12) integrando a Nappe Liberdade do Sistema de Nappes Andrelândia (Fig. 8), formando um corpo com cerca de 2km de espessura aparente constituído por ortognaisse tonalítico cinza. Esta rocha encaixa lentes quartzo-feldspáticas (Fig. 18) interpretadas como anatéticas por Oliveira (2007), pegmatitos, aplitos e veios de quartzo de espessuras máximas decimétricas. O ortognaisse é leucocrático a mesocrático, equigranular ou seriado (Fig. 19), com matriz média e fenocristais de plagioclásio de até 6mm. Contém quartzo, plagioclásio, biotita, hornblenda, epidoto, allanita, titanita (Fig. 20), microclina, apatita, zircão e minerais opacos e mirmequíta. A moda tonalítica foi definida por Oliveira (2007; Figs. 21 e 22) que, com base em geoquímica, interpretou este corpo como um pluton calcio-alcálico de arco magmático.

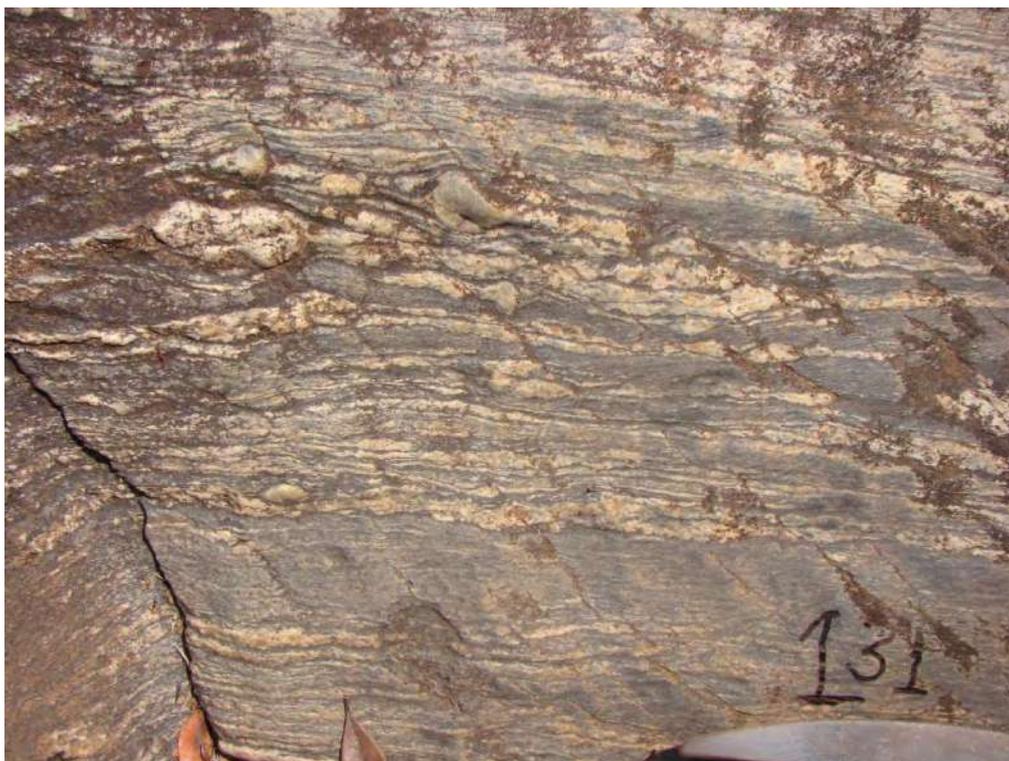


Figura 18. Ortognaisse São Gonçalo encaixando veios quartzo feldspáticos na parte sudeste da área, Folha Poço Fundo 1:50.000.

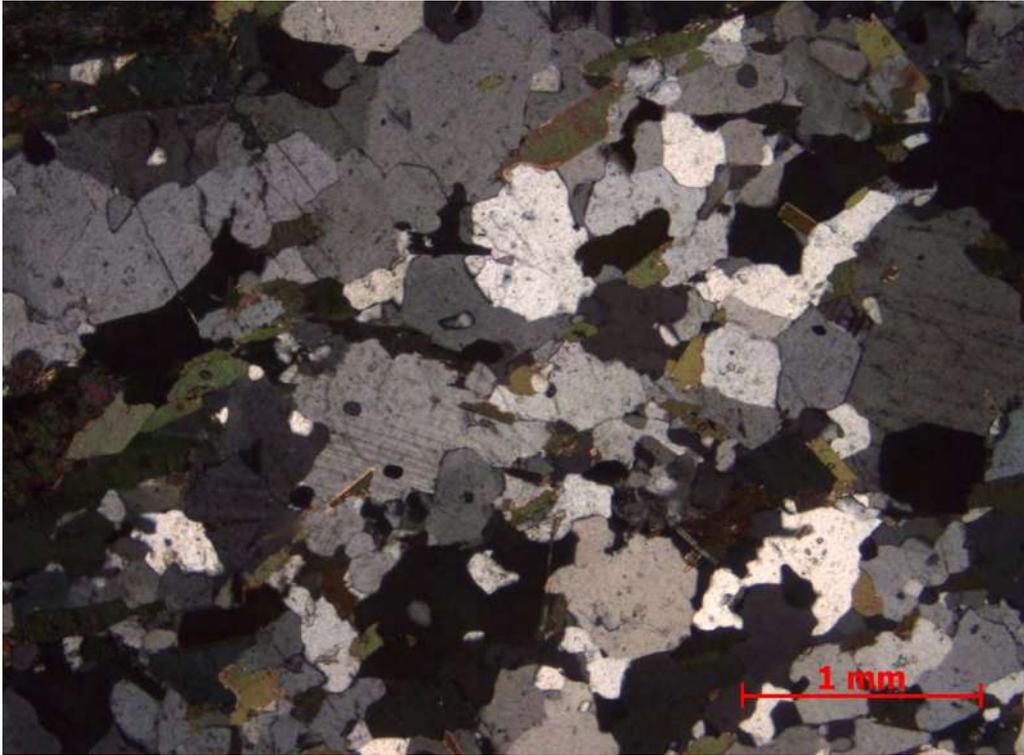


Figura 19. Matriz seriada hipidiomórfica a xenomórfica média típica do Ortognaisse São Gonçalo.



Figura 20. Hornblenda e biotita definindo foliação no Ortognaisse São Gonçalo. Aparecem ainda allanita, epidoto, titanita e zircão. A matriz clara é de quartzo e feldspatos.

% modal	SG 29	SG 60	SG 65	SG 71	SG 189	SG 337	SG 399	SG 432
Qtz	29,2	22,0	24,0	39,2	30,7	28,3	31,3	25,7
Pl	57,7	47,5	39	46,9	46,7	38,4	45,7	55,5
Mc	0,1	0,2	2,0	0,0	5	2,3	5	0,0
Biot	7,2	16,9	12,6	10,8	15,5	13,4	11	6,7
Hbl	0,8	6,7	10,4	2,0	0,2	15,6	6	11,5
Grt	5,0	6,2	11,0	Tr	0,7	1,2	0,8	Tr
Ep /Aln	Tr	0,5	0,7	Tr	1,2	0,7	0,2	0,1
Zrn	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr	Tr	Tr	0,1
Apt	Tr	Tr	Tr	1,1	Tr	Tr	Tr	0,4
Min. opacos	Tr	Tr	0,2	Tr	0,2	0,1	Tr	Tr

Figura 21. Composição modal de amostras do Ortognaisse São Gonçalo segundo Oliveira, 2007.

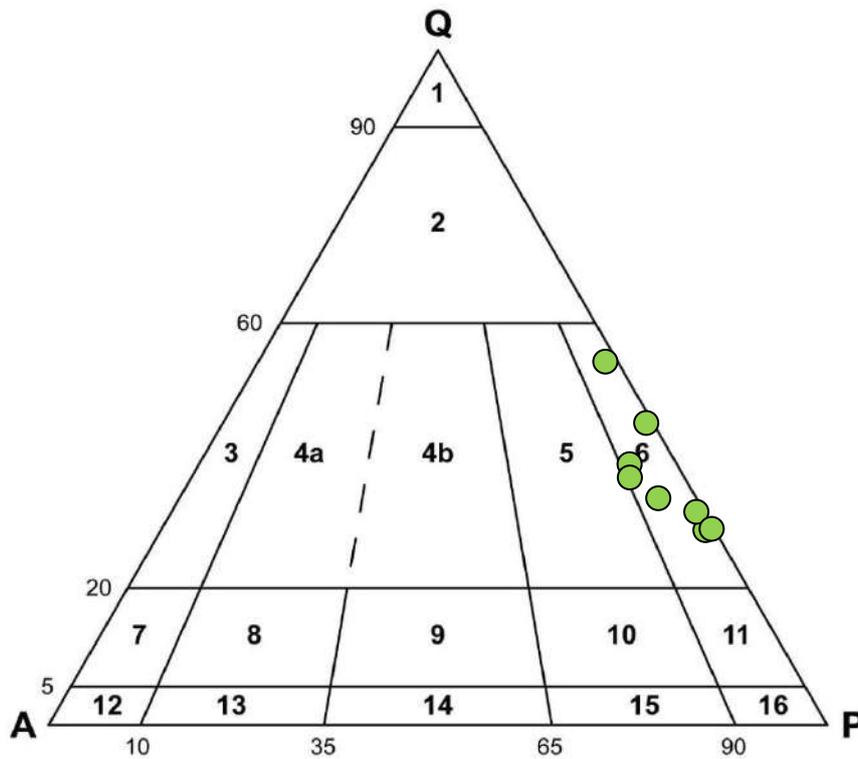


Figura 22. A composição tonalítica de oito amostras do Ortognaisse São Gonçalo (vide fig. 20) no diagrama de Streckeisen (1976). Campos 1 até 16 vide fig. 7.

3.1.2.2. Ortognaisse Santa Luzia

Este ortognaisse forma um corpo com cerca de 2km de espessura exposto na Serra de Santa Luzia e adjacências na área de São Gonçalo do Sapucaí (Anexo I, Figs. 12 e 23) também integrando a Nappe Liberdade (Fig. XX).

Trata-se de ortognaisse porfirítico tipo *augen* gnaisse (Fig. 24) que encaixa pegmatitos, aplitos e veios de quartzo. Os fenocristais de alcalifeldspato alcançam cerca de 5cm e a matriz é composta por quartzo, microclina, plagioclásio e biotita (Fig. 25). Epidoto, allanita, titanita, zircão, apatita e minerais opacos são acessórios. Localmente ocorrem traços de hornblenda em níveis máficos, granada fina e intercrescimentos mirmequíticos. A composição modal é sieno à monzogranítica (Figs. 26 e 27). Segundo Oliveira (2007), análises químicas de elementos maiores de quatro amostras sugerem um corpo calci-alcalino de ambiente intra-placa continental.

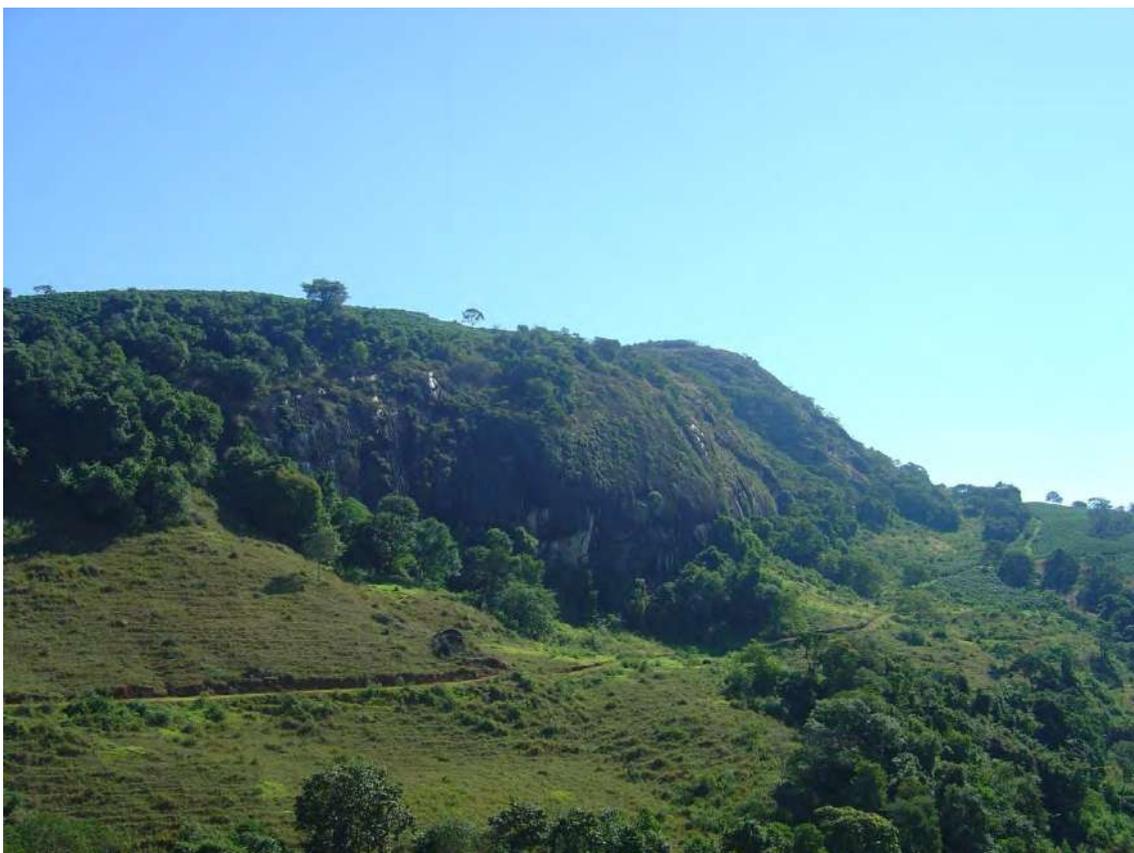


Figura 23. Paredão de ortognaisse na Serra de Santa Luzia, região de São Gonçalo do Sapucaí.



Figura 24. Fenocristais de álcali-feldspatos e foliação anastomosada, estrutura típica do Ortognaisse Santa Luzia, no sudeste da área.



Figura 25. Microclina, plagioclásio, biotita e quartzo definindo a matriz de ortognaisse monzogranítico do Ortognaisse Santa Luzia.

% modal	SG-103	SG-104	SG-115	SG-126	SG-127	SG-162	SG-192	SG-382
Qtz	35,0	34,3	23,8	33,8	33,5	25,5	29,7	41,5
Pl	10,3	13,9	12,1	28,0	16,5	25	19,5	14,2
Mic	26,5	36,6	53,3	30,1	39,5	39,7	40,2	26,5
Biot	21,0	7,5	3,7	7,6	8,1	9,2	9,7	13,2
Ep/Aln	7,0	5,7	0,5	0,5	1,8	0,5	0,5	2,2
Tit	Tr	1,3	0,8	Tr	Tr	Tr	0,2	2,0
Zrn	Tr	-	Tr	-	Tr	Tr	Tr	Tr
Apt	-	0,1	Tr	Tr	Tr	-	-	Tr
Grt	-	-	0,6	-	0,5	-	-	-
Hbl	-	-	4,6	-	-	-	-	-
Min. opacos	Tr	0,1	0,6	Tr	Tr	Tr	Tr	0,2

Figura 26. Composição modal de oito amostras do Ortognaisse Santa Luzia segundo Oliveira (2007).

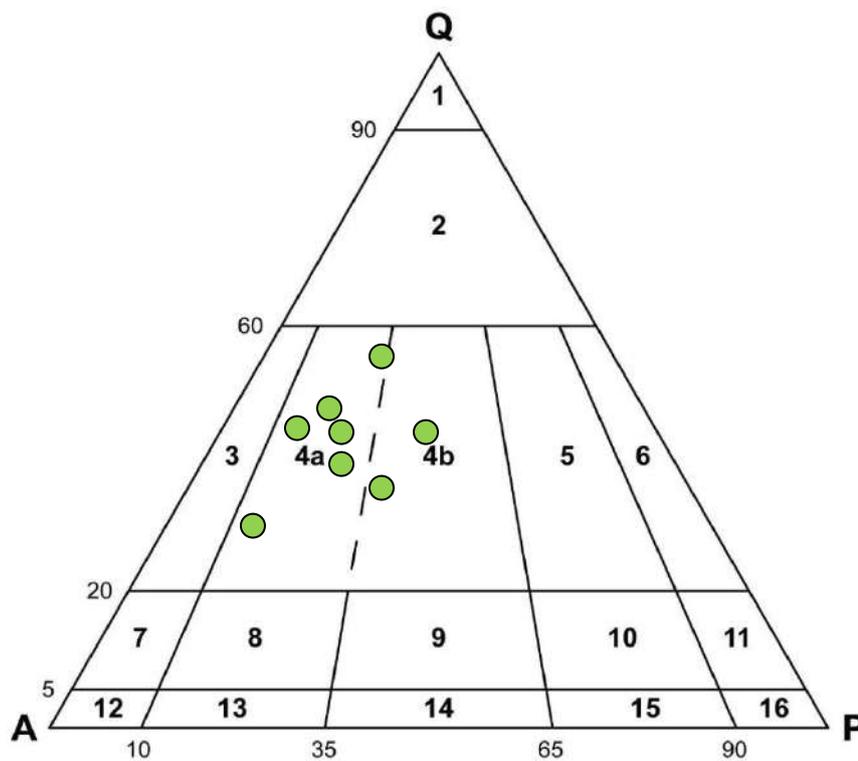


Figura 27. A composição sieno e monzogranítica de oito amostras do Ortognaisse Santa Luzia (vide fig.26) no diagrama de Streckeisen (1976). Campos 1 até 16 vide fig. 7.

3.1.2.3. Ortognaisse Gaspar Lopes

Este ortognaisse aflora em lascas tectônicas com até cerca de 1000 metros de espessura na base da Nappe Varginha (Anexo I, Figs. 12). Aparece em lajedos de frescos e semi-frescos mostrando sempre as mesmas feições estruturais e composicionais. È um ortognaisse granítico com fenocristais de K-feldspato de até cerca de 5cm de comprimento e matriz com quartzo, biotita, K-feldspato, plagioclásio e granada (Fig. 28). São comuns os leitos quartzo feldspáticos de possível origem ígnea (Fig. 29) e níveis protomiloníticos ou miloníticos (Fig. 30). Ao microsocópio aparecem proporções acessórias de epidoto, allanita, apatita, titanita, minerais opacos e localmente horblenda, além de traços de rutilo e zircão.



Figura 28. Fenocristais de K-feldspato deformados e matriz com quartzo, feldspatos, biotita e granada, e leitos escuros miloníticos, textura típica do Ortognaisse Gaspar Lopes. Ponto ALF-1, Gaspar Lopes.



Figura 29. Leitos quartzo feldspáticos paralelos a foliação principal definindo dobras no Ortognaisse Gaspar Lopes.



Figura 30. Banda escura milonítica e foliação protomilonítica no Ortognaisse Gaspar Lopes.

3.2. Sucessões metassedimentares no Sistema de Nappes Andrelândia

A Megassequência Andrelândia definida por Paciullo *et al.* (2000), inclui seis associações de litofacies metassedimentares, A1 até A6, que representariam depósitos de margem passiva na borda do Paleocontinente São Francisco. As associações 5 e 6 tem sido também interpretadas como depósitos de ante-país relacionados a colisão dos paleocontinentes Paranapanema e São Francisco (Campos Neto *et al.*, 2004).

A associação basal, A1, é constituída por paragneisses e anfibólitos sobrepostos por paragneisses, quartzitos, filitos e xistos da associação A2. Em conjunto as duas associações constiuem a Unidade São Vicente. A associação A3 é composta por quartzitos com mica esverdeada da Unidade São Tomé das Letras. A4 contém filitos e xistos e quartzitos compondo a Unidade Campestre. Biotita xistos compõem a associação A5 ou Unidade Santo Antônio. Todas estas unidades passam lateralmente para associação A6, Unidade Arantina. Esta é constituída por xistos e paragneisses com intercalações de anfibólitos, rochas metaultramáficas e calcissilicáticas e metachert. Cianita K-feldspato gnaiss caracteriza a Unidade Arantina em facies granulito.

Na área de estudo afloram sucessões das unidades São Vicente, Arantina e Santo Antonio, nas nappes Carmo da Cachoeira, Liberdade e Varginha (Fig. 8).

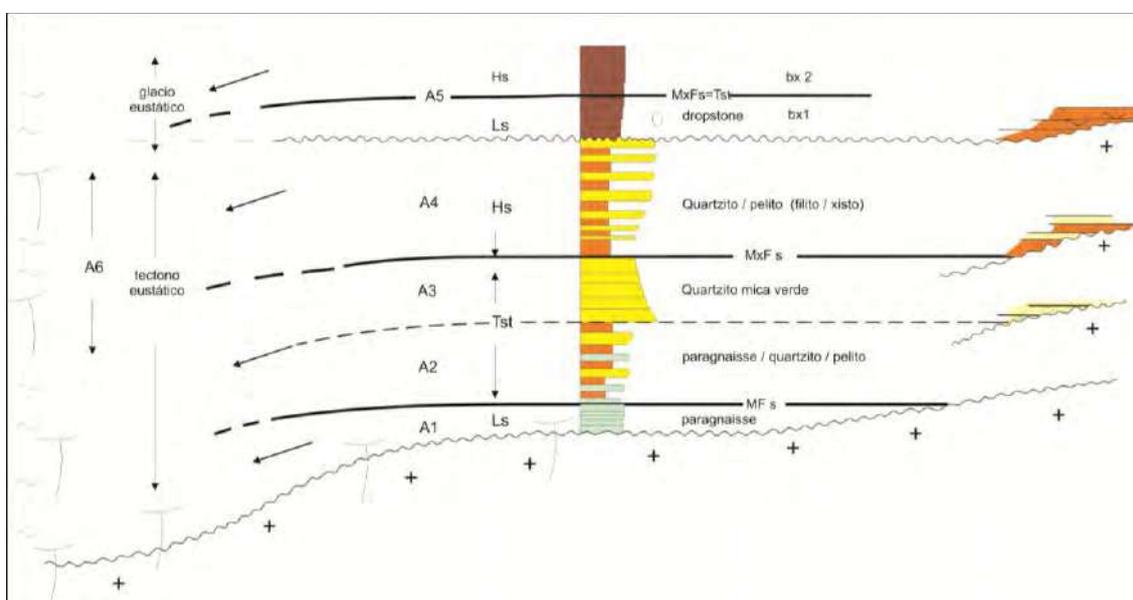


Figura 31. Distribuição da unidades da Megassequência Andrelândia em uma margem passiva na borda do Paleocontinente São Francisco segundo a interpretação mostrada em Trouw *et al.* 2011. A1 até A6 associações de litofacies; + - embasamento. Tratos de sistema de: Ls- mar baixo, TSt – transgressivo, Hs- mar alto. Superfícies de inundação: MF s – marinha e MxF s – máxima.

3.2.1. Unidade São Vicente

Corresponde a associação A1+A2 da Megassequência Andrelândia que na área consiste de biotita gnaiss e intercalações de quartzitos e filitos. A unidade aflora na Nappe Carmo da Cachoeira, constituindo as serras da Fortaleza, Mato Dentro, Paraíso, Macuco e baixadas adjacentes, próximo a Campos Gerais (Fig. 32), e em uma faixa leste-oeste que passa por Três Pontas, com escassos afloramentos de saprólitos.

O biotita gnaiss é fina a médio, homogêneo (Fig. 33) ou com bandamento centimétrico definido por leitos claros e escuros (Fig. 34). Quase sempre ocorrem veios quartzo feldspáticos centimétricos paralelos a foliação. A mineralogia essencial é quartzo, plagioclásio, biotita e epidoto. Acessórios são K-feldspatos, titanita, apatita e zircão. Foram observadas em amostras distintas stilpnomelana e hornblenda (Figs. 35).

Os quartzitos formam camadas tabulares delgadas (1-10cm) e médias (10-30cm de espessura) empilhadas em sucessões de espessuras até decamétricas encaixadas no biotita gnaiss. Filitos e xistos finos prateados ou cinzentos aparecem em bancos delgados até espessos (30-100cm) nos quartzitos ou isolados no biotita gnaiss.



Figura 32. Serra da Fortaleza e baixada adjacente, área biotita gnaiss da Unidade São Vicente a oeste de Campos Gerais.



Figura 33. Biotita gnaiss cinza homogêneo com veios quartzo feldspáticos paralelos a foliação principal. Unidade São Vicente na Serra do Paraíso, Campos Gerais.



Figura 34. Bandamento do biotita gnaiss da Unidade São Vicente, Serra da Fortaleza, Campos Gerais

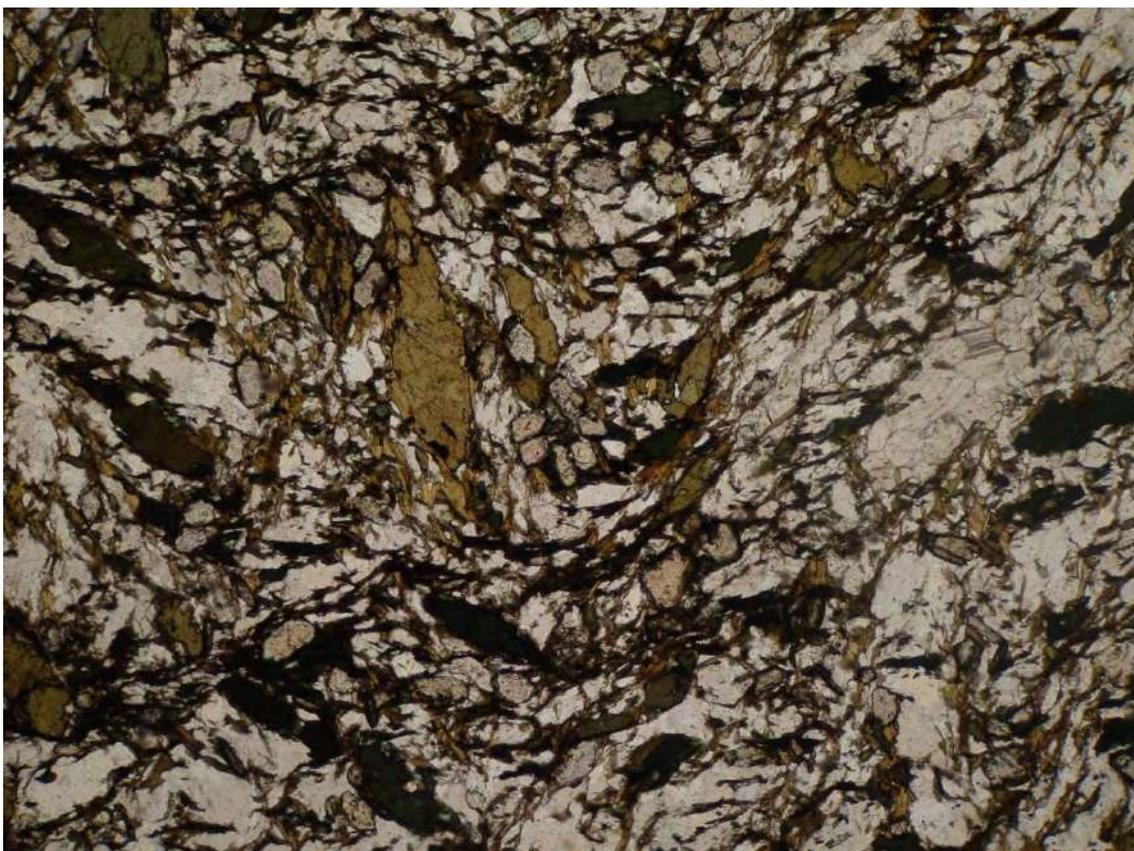


Figura 35. Hornblenda ao longo da foliação dobrada em epidoto biotita gnaisse da Unidade São Vicente em Campos Gerais.

3.2.2. Unidade Arantina

Esta unidade está representada na área por sucessões de biotita muscovita xistos e quartzitos em facies anfíbolito com cianita (associação A6) e paragneisses com K-feldspato e cianita em facies granulito (associação A6g, conforme Paciullo et al. 2000).

A sucessão de xistos e quartzitos, em facies anfíbolito, aparece na Nappe Liberdade em São Gonçalo do Sapucaí e Nappe Carmo da Cachoeira em Três Pontas. As rochas aparecem sempre alteradas. Predominam muscovita xistos médios a grossos nos quais se intercalam quartzo xistos e quartzitos micáceos (Fig. 36). Localmente os xistos encaixam lentes quartzo-feldspáticas centimétricas. Os xistos sempre contêm muscovita, biotita, quartzo, granada e cianita (Fig. 37). Rutilo, zircão, minerais opacos são acessórios comuns. Sillimanita e estauroлита foram descritas na área de São Gonçalo do Sapucaí por Oliveira (2007).



Figura 36. Intercalações de muscovita xisto (níveis escuros) em quartzito micáceo, Unidade Arantina, Nappe Carmo da Cahoeira, próximo a Três Pontas.

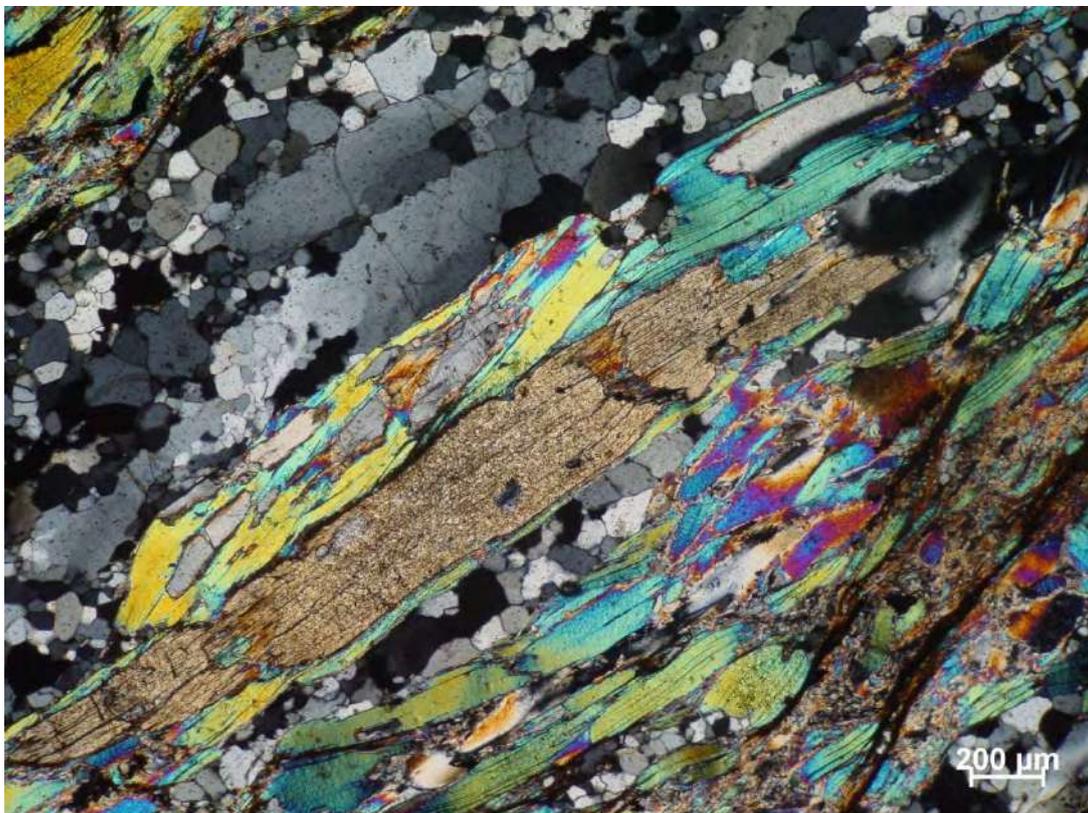


Figura 37. Muscovita e cianita definindo a foliação em xisto da Nappe Liberdade na Serra de Santa Luzia, São Gonçalo do Sapucaí.

O K-feldspato cianita gnaiss ocorre na Nappe Varginha numa faixa que vai de Alfenas, passa por Três Pontas e termina sob a Nappe Guaxupé a sul de Elói Mendes (Anexo 1, Fig. 12). Nos afloramentos estudados as rochas aparecem bastante alteradas mas pode-se observar o gnaiss camadas delgadas até espessas em sucessões métricas (Fig. 38) com quartzo, feldspatos, bastante granada e cianita (Fig. 39). Ocorrem transições a gnaisses quartzosos e granada cianita quartzito. Em uma pedreira logo a leste da área próximo a Três Pontas no gnaiss fresco ocorrem intercalações de bancos com até dois metros de espessura de granada anfíbolito e corpos tabulares delgados e médios de metachert e rochas calcissilicáticas, além de veios quartzo-feldspáticos.

O gnaiss contém quartzo, K-feldspato, granada, cianita e menor proporção de plagioclásio, biotita, rutilo, titanita, minerais opacos e traços de zircão e carbonato. Mica branca pode ocorrer substituindo cianita e feldspatos (Fig. 40). No topo da Nappe Varginha pode ocorrer sillimanita (Fig. 41) como já observou Peternel (2000).



Figura 38. Empilhamento de bancos decimétricos de granada cianita gnaiss alterado a norte de Alfenas.

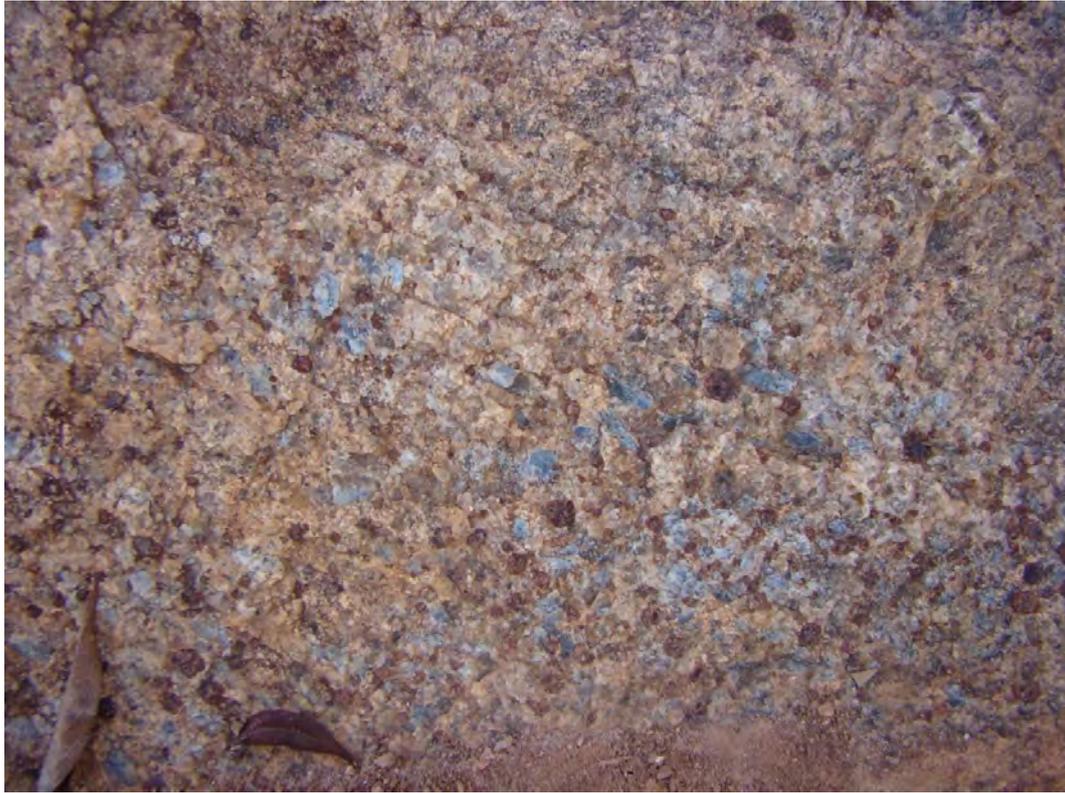


Figura 39. Quartzo, K-feldspato, cianita e granada, associação típica da fácies granulito no gnaiss da Unidade Arantina, associação A6g. Afloramento próximo a Três Pontas.



Figura 40. Granada, cianita, biotita vermelha e matriz de quartzo e K-feldspato (parte clara da rocha) em gnaiss da Unidade Arantina a sul de Três Pontas.

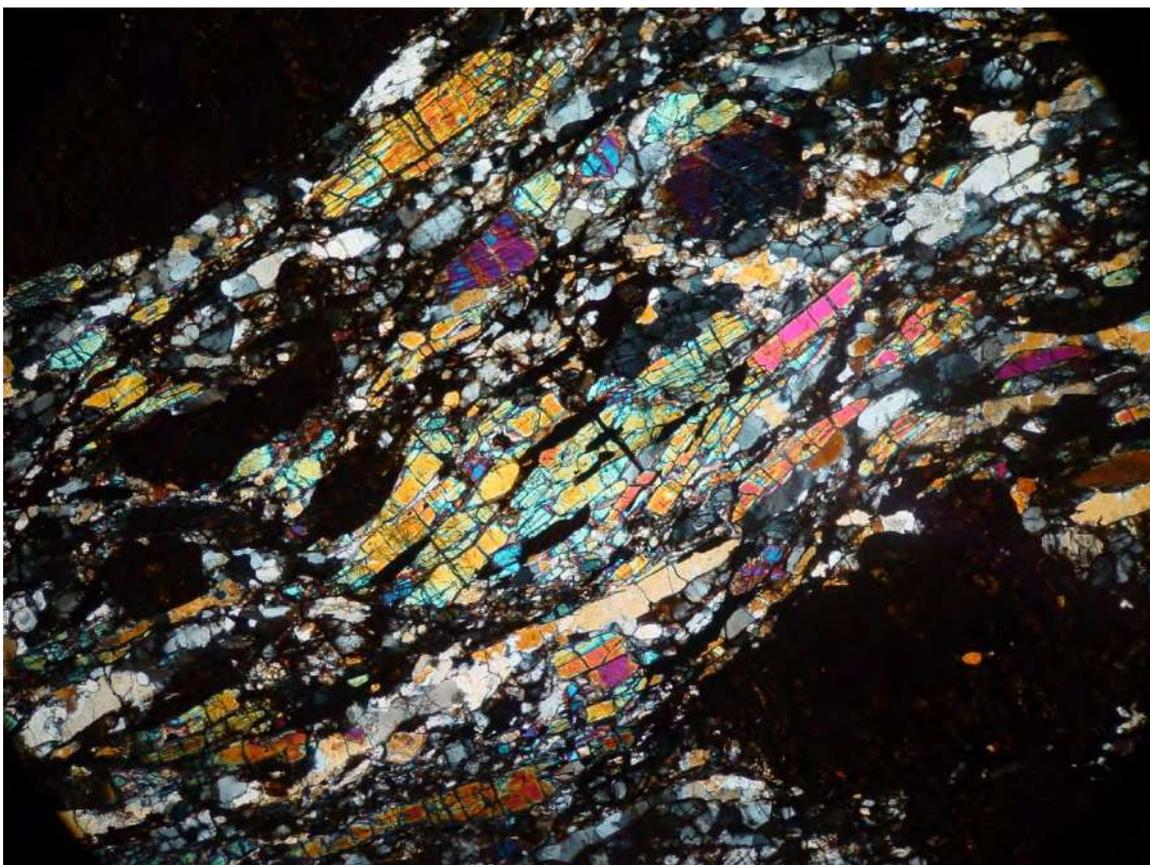


Figura 41. Sillimanita ao longo da foliação em gnaiss granulítico da Unidade Arantina no topo da Nappe Varginha, a sul de Três Pontas.

3.2.3. Unidade Santo Antonio - biotita xisto

Esta unidade ocorre no sudoeste da área, em discordância litológica sobre o Ortognaisse São Gonçalo e numa faixa de rochas alteradas a norte de Três Pontas em discordância sobre o Ortognaisse Campos Gerais. Trata-se de biotita xisto homogêneo com xistosidade anastomosada definida por biotita e constante presença de veios de quartzo em lentes centimétricas (Figs. 42 e 43). É uma rocha composta por quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita e granada. Acessórios comuns são apatita, rutilo, zircão e minerais opacos. Cianita, sillimanita, epidoto, allanita e porfiroblastos de granada com inclusões de estauroлита, rutilo, quartzo, clorita e minerais opacos foram reportados por Oliveira (2007) na área de São Gonçalo do Sapucaí.



Figura 42. Granada e veios de quartzo centimétricos típicos do biotita xisto da Unidade Santo Antônio.

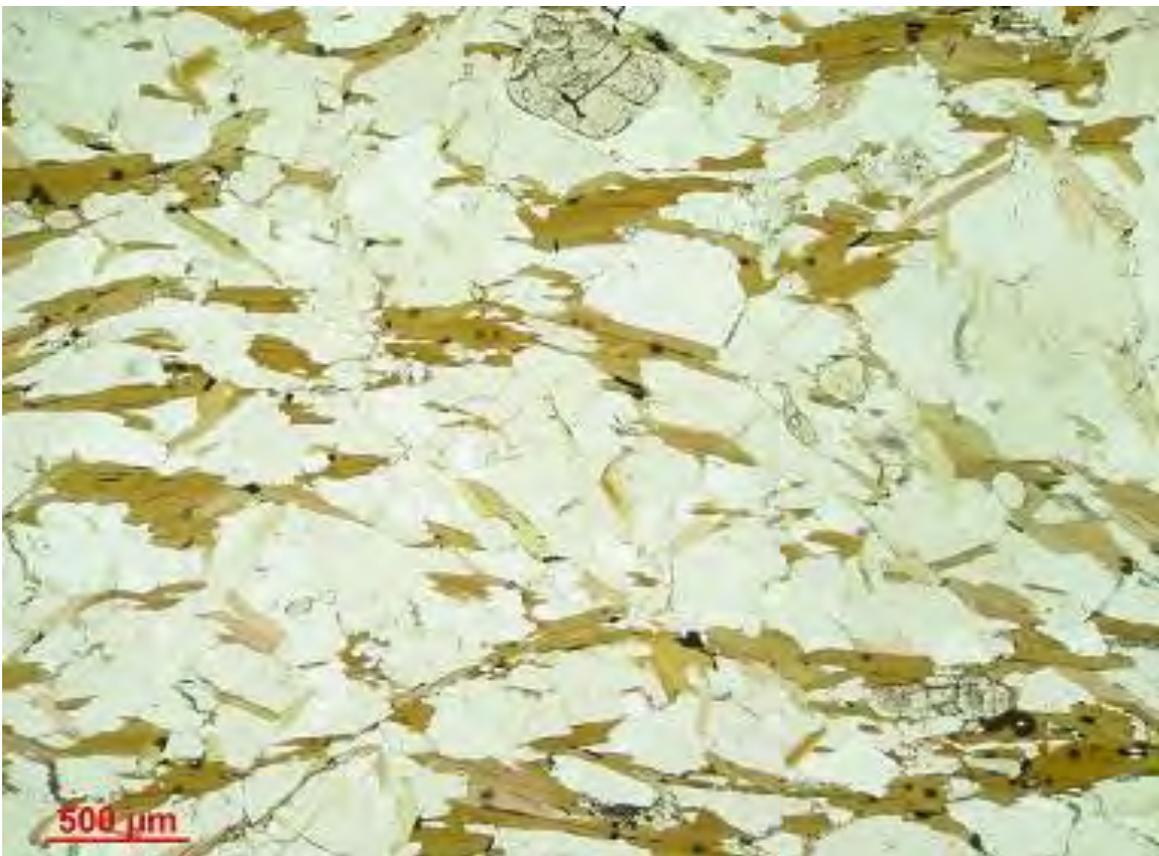


Figura 43. Biotita definindo a xistosidade no biotita xisto, note também a presença de granada e cianita.

3.3. Unidade Paraíso - posição estratigráfica indefinida

Na base da Serra do Paraíso em Campos Gerais, entre o embasamento e a Unidade São Vicente (Anexo I, Fig. 12), aparece uma unidade de rochas finas alteradas. Predomina um gnaiss fino com badamento tabular delgado (1-10cm) definido por camadas claras, avermelhadas e amareladas (Fig. 44). Neste gnaiss se intercalam camadas tabulares delgadas e espessas (30-100cm) de: 1- gnaiss fino maciço (Fig. 45); 2- quartzito fino (Fig. 46); 3- filito prateado (Fig. 47) e 4- metavaque cinza (Fig. 48) com matriz muito fina composta por sericita, minerais opacos, quartzo, titanita, biotita (?) e traços de granada. Espalhados na matriz ocorrem fragmentos de até cerca de 4mm, de plagioclásio, epidoto e material ferruginoso (Fig. 49). A composição rica em plagioclásio sugere um protólito vulcanoclástico derivado de rochas andesíticas.

Uma possível correlação da Unidade Paraíso é com o Xisto Costa ou com a Sequência Turbidítica, unidades paleoproterozóicas descritas a norte por Valeriano *et al.* (2007). Com base em idade U-Pb (TIMS) em zircão de 1721 ± 9 Ma, Valeriano *et al.* (2004) sugerem que o Xisto Costa representa vulcanismo félsico relacionado a rifteamento estateriano, ou seja, Rife Espinhaço.



Figura 44. Gnaiss fino bandado característico da Unidade Paraíso.



Figura 45. Gnaiss fino maciço da Unidade Paraíso.



Figura 46. Banco de quartzito micáceo fino intercalado em gnaiss fino bandado da Unidade Paraíso.



Figura 47. Quartzo e mica branca e clivagem de crenulação espaçada em filito da Unidade Paraíso.



Figura 48. Metavaque cinza esverdeada sobre gnaisse fino bandado.

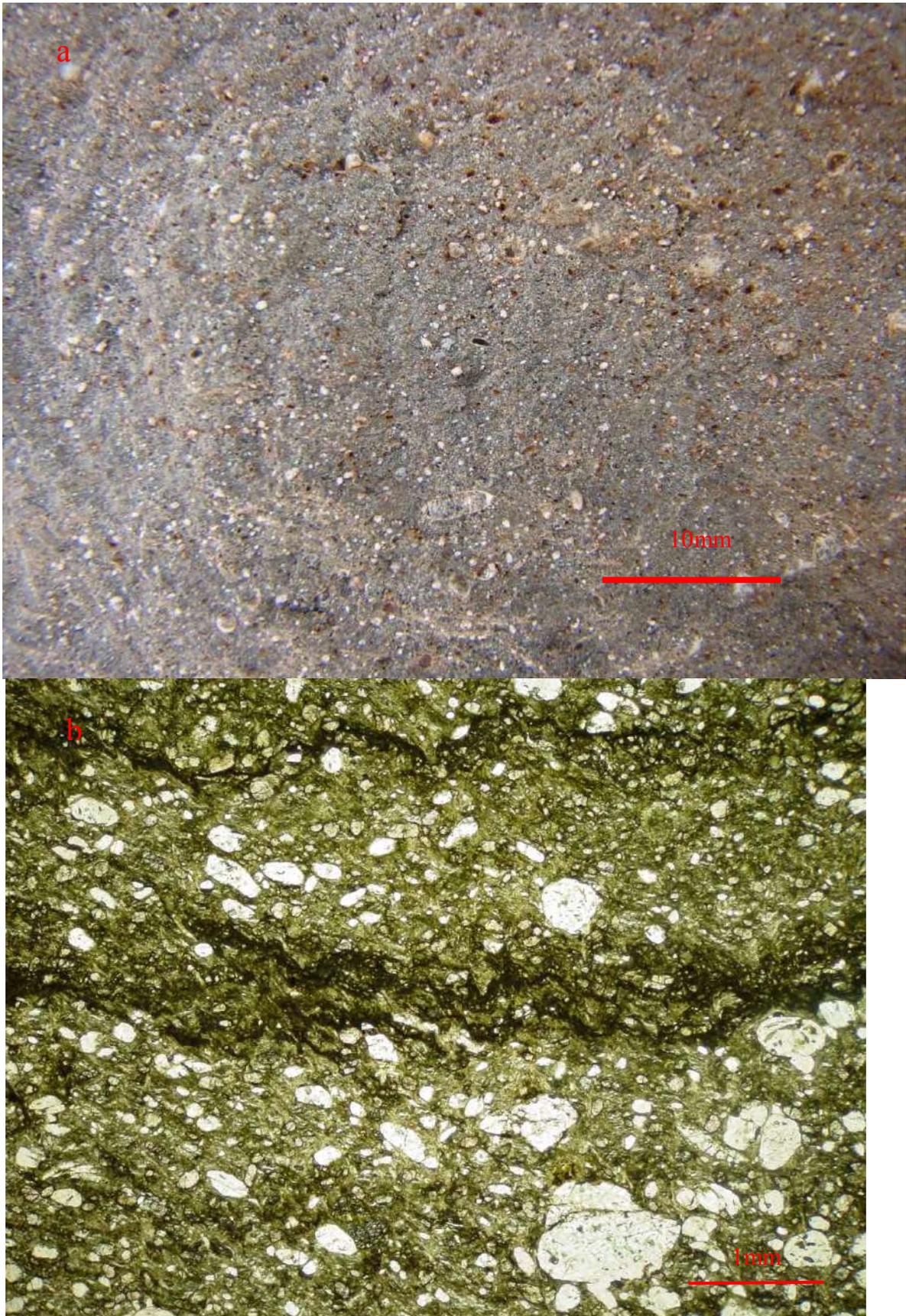


Figura 49. Metavaque com a) fragmentos arredondados de quartzo, feldspatos e material ferruginoso espalhados na matriz cinza e b) fotomicrografia mostrando laminação crenulada. Unidade Paraíso.

3.4. Unidades da Nappe Guaxupé

Acima da falha de empurrão interpretada como a sutura entre os paleocontinentes Paranapanema e São Francisco foram reconhecidas seis unidades de ortognaisses e uma de sillimanita xisto, em facies anfíbolito e localmente granulito (Anexo I, Fig. 12). Campos Neto e Caby (1999, 2000), Campos Neto *et al.* (2004, 2007) identificaram neste domínio: granulitos basais, metatexitos, diatexitos e granitos sin-orogênicos constituindo uma nappe, a Nappe Guaxupé, com 15km de espessura. Os autores mostram dados geocronológicos, geoquímicos e metamórficos indicando que o metamorfismo de alta pressão ocorreu a cerca de 625 ± 5 Ma atrás, com as rochas das unidades superiores atingindo condições de $900 \pm 50^\circ\text{C}$ e pressões de 6.5 ± 2 Kbar. Os granitos sin- a tardi-colisionais teriam se formando entre 619 ± 4 Ma e 604 ± 10 Ma e admitem que a extrusão da *nappe* ocorreu a cerca de 615 Ma.

O mapeamento detalhado mostrou que os gnaisses da área podem ser separados principalmente, pela sua posição tectono-estratigráfica, composição e estrutura (litofácies) em sete unidades independentes, informalmente denominadas, da base para o topo de ortognaisses Paiolino, Elói Mendes, Alfenas e Machado, Gnaiss São João da Mata, Metagranito Serra do Navio e Metagranito Poço Fundo. Além destas ocorre uma unidade de xistos, o Xisto Bela Vista.

3.4.1. Ortognaiss Paiolino

Esta unidade ocorre no sul da área, próximo a Paiolino (Anexo I, Figs. 12 e 2b), alcançando cerca de 1km de espessura. Trata-se de uma hornblenda ortognaiss que aflora em lajedos e encostas rochosas (Fig. 50) sempre com a mesma facies de *augen* gnaiss com foliação anastomosada em torno de fenocristais de feldspatos (Fig. 51). Localmente preservaram-se estruturas de fluxo, estratificação ígnea definida por zonas com maior ou menor concentração de fenocristais, além de massas irregulares de rocha equigranular extraídas de “líquidos” do *mush* de cristais já formados (Fig. 52).

A rocha contém fenocristais de feldspatos, a maioria plagioclásio de até 10cm e lentes máficas com biotita, granada e hornblenda (Fig. 53). A matriz é inequigranular média, composta por quartzo, plagioclásio, k-feldspato e biotita. Zircão, apatita, epidoto, allanita e minerais opacos são acessórios. Calcita e sericita ocorrem como fases secundárias. Segundo Rocha (2011) a composição modal é monzogranítica a granodiorítica (Figs. 54 e 55).



Figura 50. Exposição do Ortognaisse Paiolino em encosta rochosa na área da Fazenda Barro Branco a leste de Paiolino.



Figura 51. Foliação anastomosada no Ortognaisse Paiolino.



Figura 52. Lente de granito equigranular interpretada como magma extraído de *mush* de cristais do ortogneisse porfirítico Paiolino.

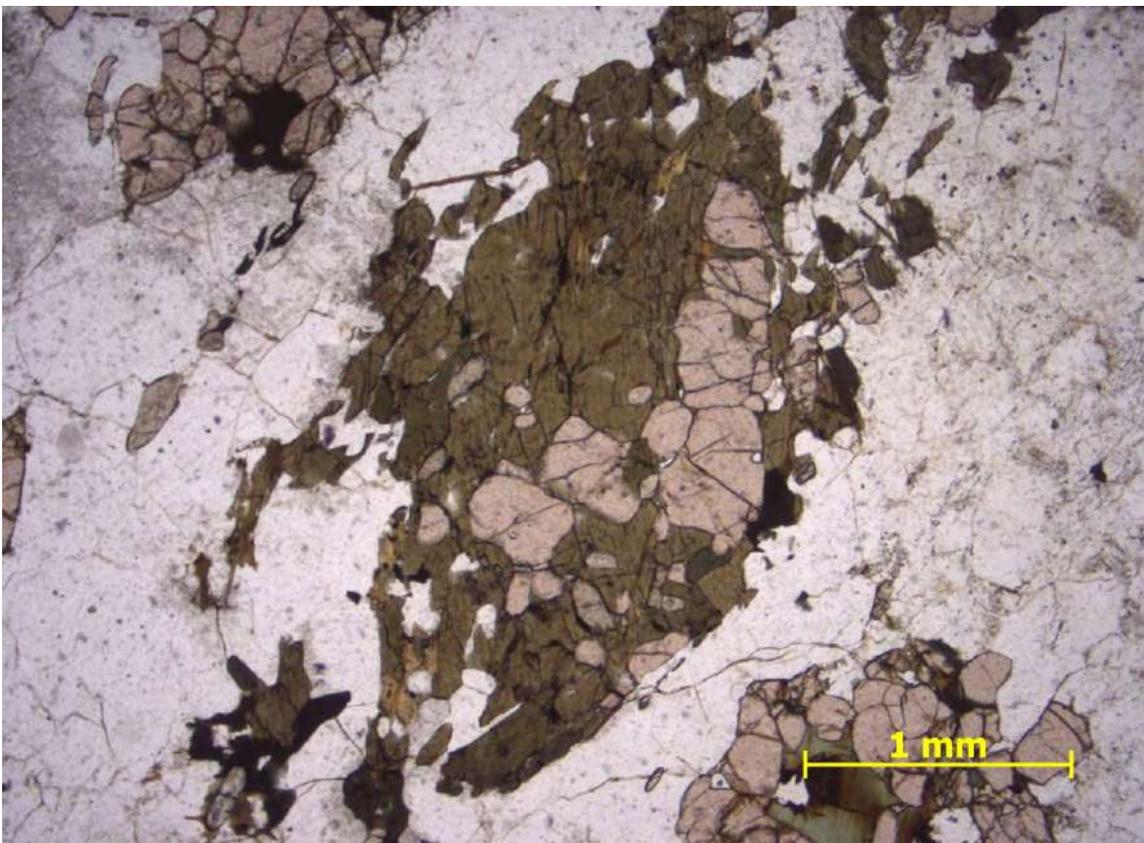


Figura 53. Hornblenda e granada em matriz fêlsica no Ortogneisse Paiolino.

% modal	FPF-129A	FPF-129B	FPF-195	FPF-252-1	FPF-383B	FPF-394
Qtz	35	30	35	35	45	40
Pl	30	30	15	25	10	30
Mc	10	5	25	17,5	25	15
Biot	5	7,5	10	5	12,5	5
Hbl	10	15	15	12,5	7,5	10
Grt	10	12,5	Tr	5	Tr	-
Ep / Aln	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Zrc	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Apt	Tr	Tr	-	Tr	Tr	Tr
Ttn	-	-	-	Tr	Tr	Tr
Min. opacos	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr

Figura 54. A composição modal do Ortognaisse Paiolino segundo Rocha (2011).

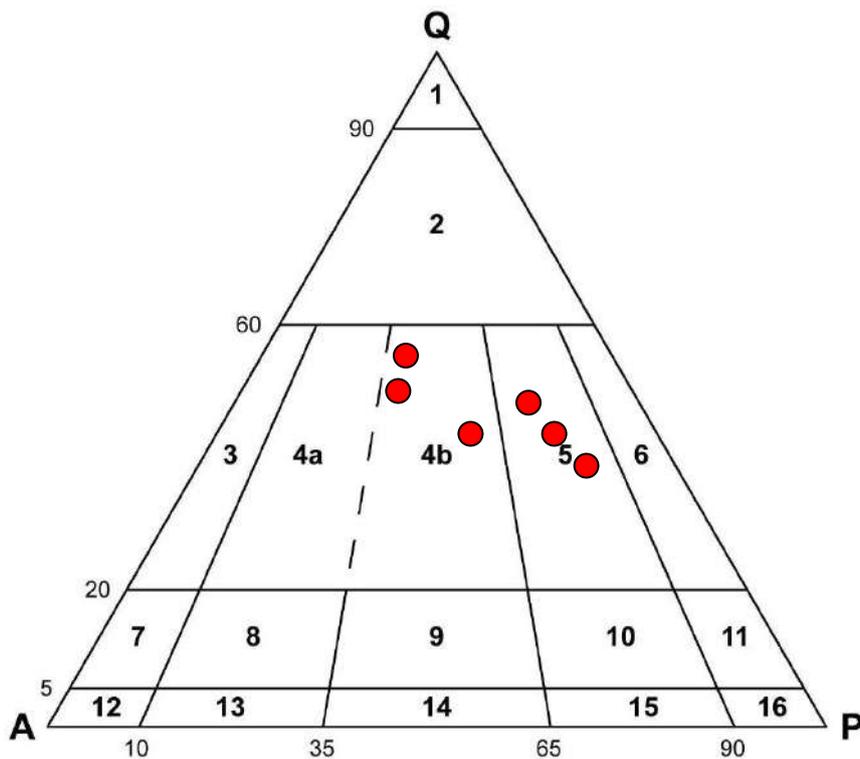


Figura 55. A moda do monzogranítica e granodiorítica do Ortognaisse Paiolino no diagrama triangular de Streckeisen (1976), segundo Rocha (2011).

3.4.2. Ortognaisse Elói Mendes

Esta unidade aparece em alguns paredões rochosos (Fig. 56) e cortes de estradas (Fig. 57) mas a maioria das exposições ocorrem em barrancos alterados. É constituída por espesso (ca. 5 km) e monótono pacote de granada ortognaisses esverdeados (Fig. 58) médios a grossos com fenocristais de feldspato e uma textura típica com fitas lenticulares de quartzo. As rochas alteradas assumem variadas cores, sendo comum cor branca (Fig 59). A aparência nos afloramentos é de uma rocha maciça, exceto pela xistosidade definida pela orientação de níveis de minerais máficos. Em alguns afloramentos de rocha alterada nota-se uma alternância de leitos de cores variadas mais ou menos xistosos, de espessura até decimétrica (Fig. 60).

Foram analisadas duas amostras cuja composição é granítica com quartzo, microclina, hornblenda verde, granada, raro plagioclásio e biotita, espinélio associado a minerais opacos, titatanita, apatita e zircão. O quartzo repete em escala microcópica a textura fitada (Fig 61) e o anfibólio associa-se a granada formando níveis máficos (Fig 62). Sericita parece como secundário nos feldspatos.

Encaixado neste ortognaisse ocorre uma lente de granada biotita gnaisse migmatítico e outra de quartzito micáceo grosso (Anexo I, Fig.12). Estas corpos podem ser interpretados como xenólitos das encaixantes do ortognaisse.



Figura 56. Paredão de Ortognaisse Elói Mendes a sul da cidade de Paraguaçu.

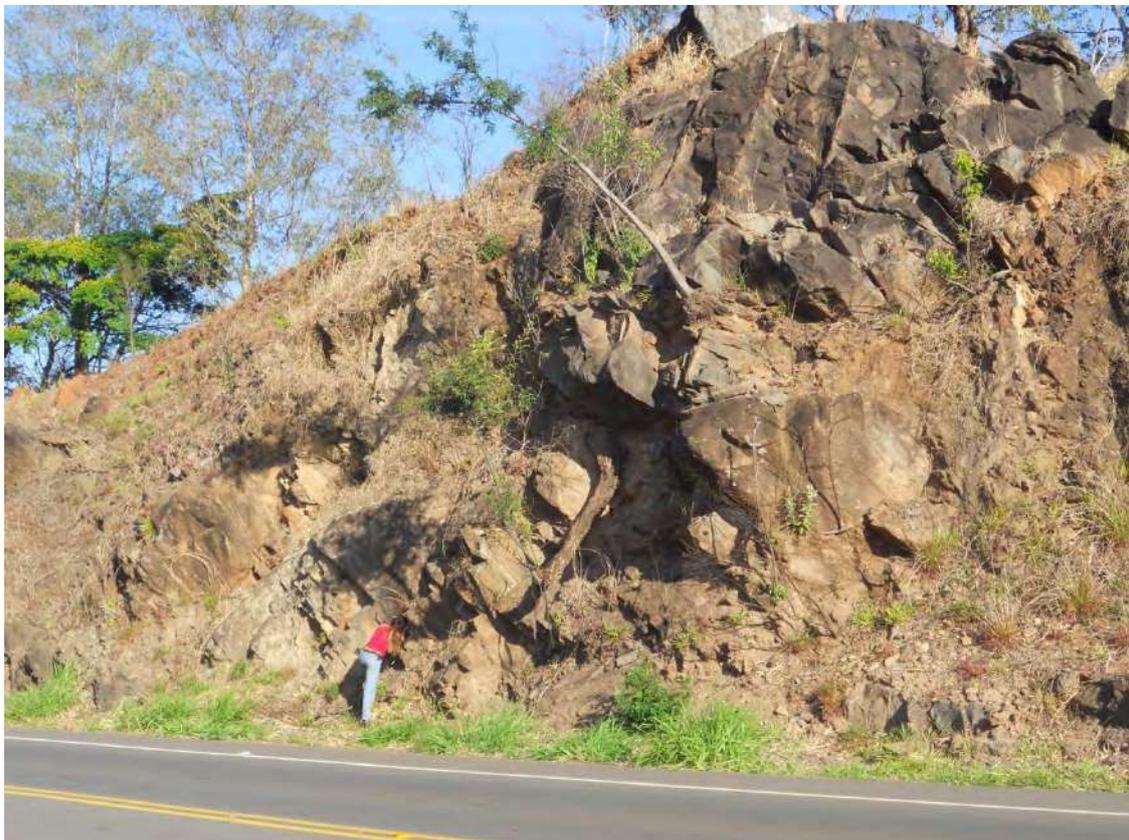


Figura 57. Ortognaisse Elói Mendes na BR-267 entre Elói Mendes e Paraguaçu.



Figura 58. Ortognaisse esverdeado em nucleo fresco de esfoliação esferoidal próximo a Elói Mendes.



Figura 59. Quartzo em lentes - “fitas de quartzo”, feldspatos e a cor branca característica do Ortognaisse Elói Mendes alterado.



Figura 60. Alternância de leitos de cores variadas, mais ou menos xistosos, definindo bandamento no Ortognaisse Elói Mendes. Corte no cais da balsa de Pontalete.

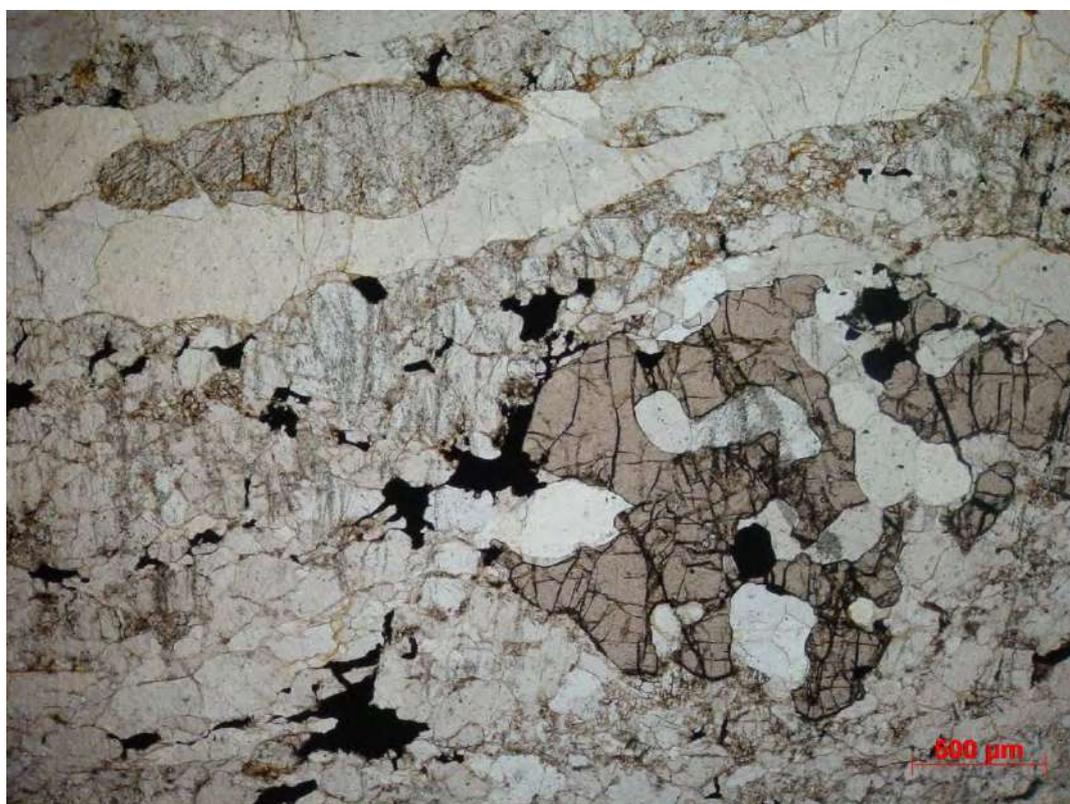


Figura 61. Granada e na parte superior fita de quartzo no Ortognaisse Elói Mendes.

3.4.3. Ortognaisse Alfenas

Esta unidade ocorre em duas lentes de extensão quilométrica encaixadas no Ortognaisse Elói Mendes (Anexo I, Fig. 12). A rocha aparece em lajedos frescos ou embarrancos muito alterados (Fig. 62). O aspecto de campo é de um metagranitoequigranular grosso com minerais máficos e xistosidade mal desenvolvida (Fig. 63). A rocha fresca é rosada mas localmente esverdeada.

Este metagranito é composto essencialmente por quartzo, microclina e aglomerados máficos contendo clinopiroxênio, anfibólio verde, biotita e minerais opacos isolados ou inclusos nos minerais máficos. O piroxênio é parcialmente substituído por anfibólio (Fig. 64) e estes por epidoto e carbonato. A biotita aparece em cristais grossos isolados e em trama de cristais finos vermiformes geralmente no contato biotita-feldspato. O plagioclásio ocorre como inclusões na microclina e em poucos cristais na matriz mais fina de quartzo e K-feldspato recristalizada entre os grãos grossos primários. Titanita, apatita e zircão também ocorrem.



Figura 62. Lajedo de Ortognaisse granítico Alfenas em lajedo próximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.



Figura 63. Xistosidade mais ou menos definida por concentrações de minerais máficos I no Ortognaisse granítico Alfenas. Proximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.

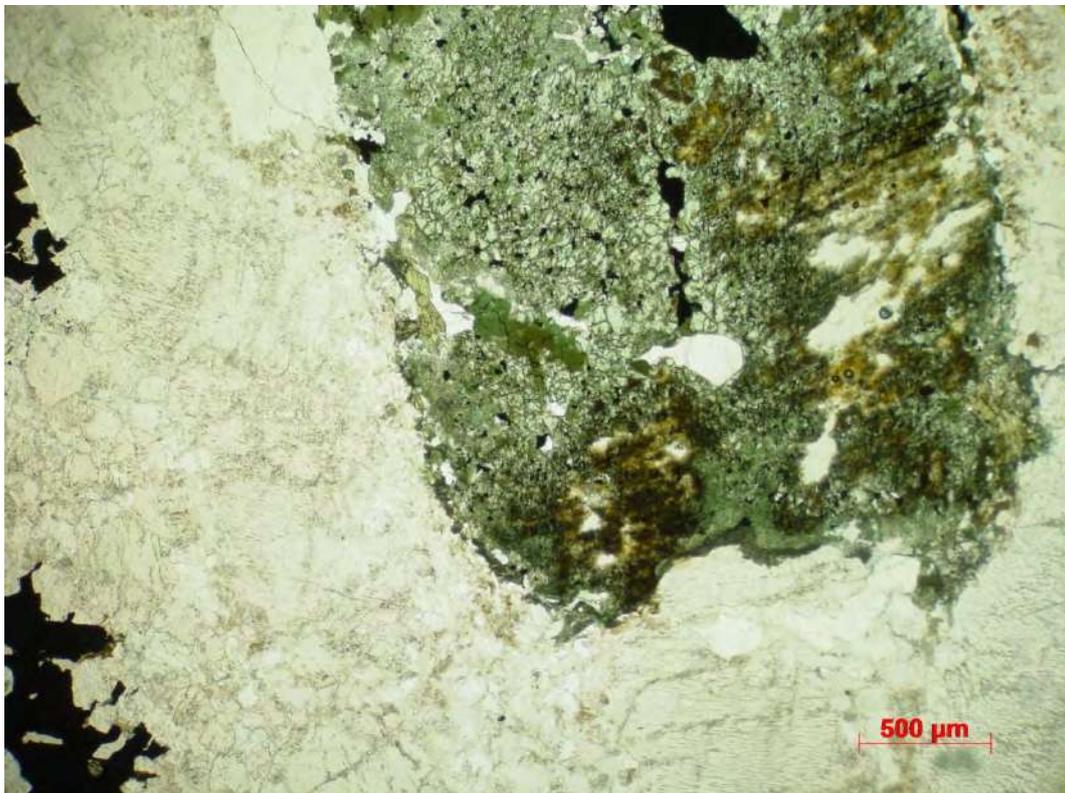


Figura 64. Piroxênio verde claro (clinopiroxênio) parcialmente substituído por anfibólio no Ortognaisse Alfenas. Proximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas.

3.4.4. Gnaiss São João da Mata

Com espessura aproximada de 2 km (Anexo I, Fig. 12) esta unidade forma uma faixa norte-sul na parte sudoeste do mapa, que vira para oeste a sul de Machado. Inclui um conjunto de biotita gnaisses migmatíticos (Fig. 65) de pelo menos dois tipos, um com granada que pode ser interpretado como paragnaisse e outro com fenocristais de K-feldspato que pode ser derivado de um ortognaisse (Fig. 66).

Ambos tipos de gnaisses são constituídos por quartzo, microclina, plagioclásio e biotita. Localmente ocorre hornblenda e ortopiroxênio. Granada aparece no paragnaisse. Epidoto, allanita, apatita, titanita, zircão e minerais opacos, incluindo magnetita.

O caráter migmatítico é dado por leucossomas quartzo-feldspáticos com contatos bruscos ou transicionais com a encaixante (paleossoma), paralelos ou discordantes da foliação (Fig. 67), bordeados ou não níveis de biotita (Figs. 68). Além disso, ambos gnaisses são cortados por pegmatitos e veios graníticos em contato brusco ou transicional (Fig. 69), às vezes formando rede de veios (Fig. 70). Em alguns afloramentos observa-se estes veios graníticos paralelos a foliação (Fig. 71) e feldspatos dos veios no granada biotita gnaiss (Fig. 72) o que pode gerar uma terceira facies no conjunto gnáissico São João da Mata. Estes veios podem estar relacionados ao Metagranito Serra do Navio.



Figura 65. Biotita gnaisse com veios quarto-feldspáticos interpretados como leucossomas no Gnaisse São João da Mata.



Figura 66. Gnaisses interpretados como ortognaisses da unidade São João da Mata



Figura 67. Leucossomas concordantes e discordantes no biotita gnaiss migmatítico São João da Mata.



Figura 68. Leucossoma e bordas escuras (melanosoma) no biotita gnaiss migmatítico São João da Mata.



Figura 69. Pegmatitos, possivelmente relacionados ao Metagranito Serra do Navio, em contato brusco (foto superior) e transicional com biotita gnaiss migmático São João da Mata.



Figura 70. Rede de veios de metagranito grosso do tipo Serra do Navio cortando biotita gnaiss migmatítico São João da Mata (rocha cinza).



Figura 71. Veios graníticos paralelos a foliação do biotita gnaiss migmatítico São João da Mata.



Figura 72. Feldspatos dos veios graníticos introduzidos no gnaisse migmatítico São João da Mata.

3.4.5. Ortognaisse Machado

Esta unidade ocorre desde a Serra do Alemão a oeste de Machado até os arredores desta cidade. Trata-se de ortognaisse esverdeado homogêneo (Fig. 73) semelhante ao Ortognaisse Elói Mendes mas, em posição tectono-estratigráfica superior (Anexo I, Fig. 12).

São rochas graníticas a granodioríticas com fenocristais de feldspato esverdeado e matriz equigranular quartzo-feldspática grossa (Fig. 74). A foliação é definida por aglomerados de minerais máficos e fitas de quartzo. As rochas contêm quartzo, microclina, plagioclásio, ortopiroxênio, anfibólio, biotita e granada (Fig. 75). Em menor proporção existe apatita, titanita, epidoto e alanita, zircão e minerais opacos.



Figura 73. A textura e a cor esverdeada do Ortognaisse Machado similar ao do Ortognaisse Elói Mendes.

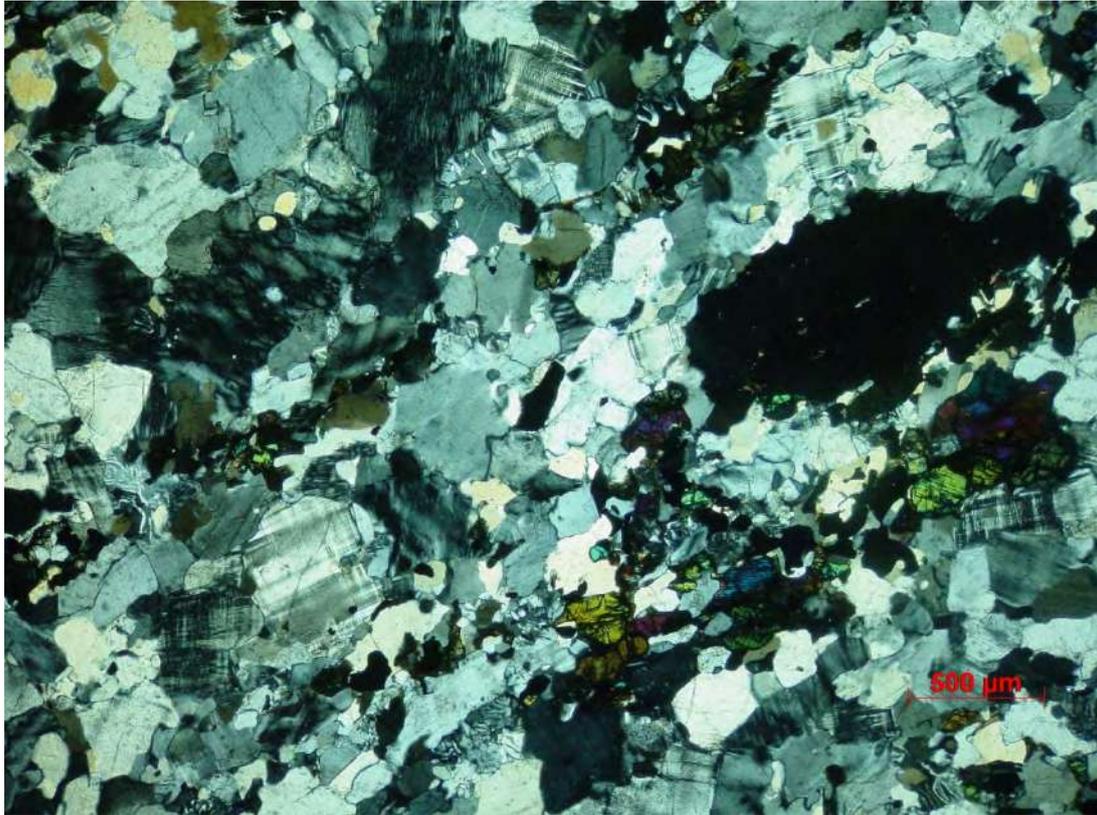


Figura 74. Abundante microclina que define a moda granítica do Ortognaisse Machado.

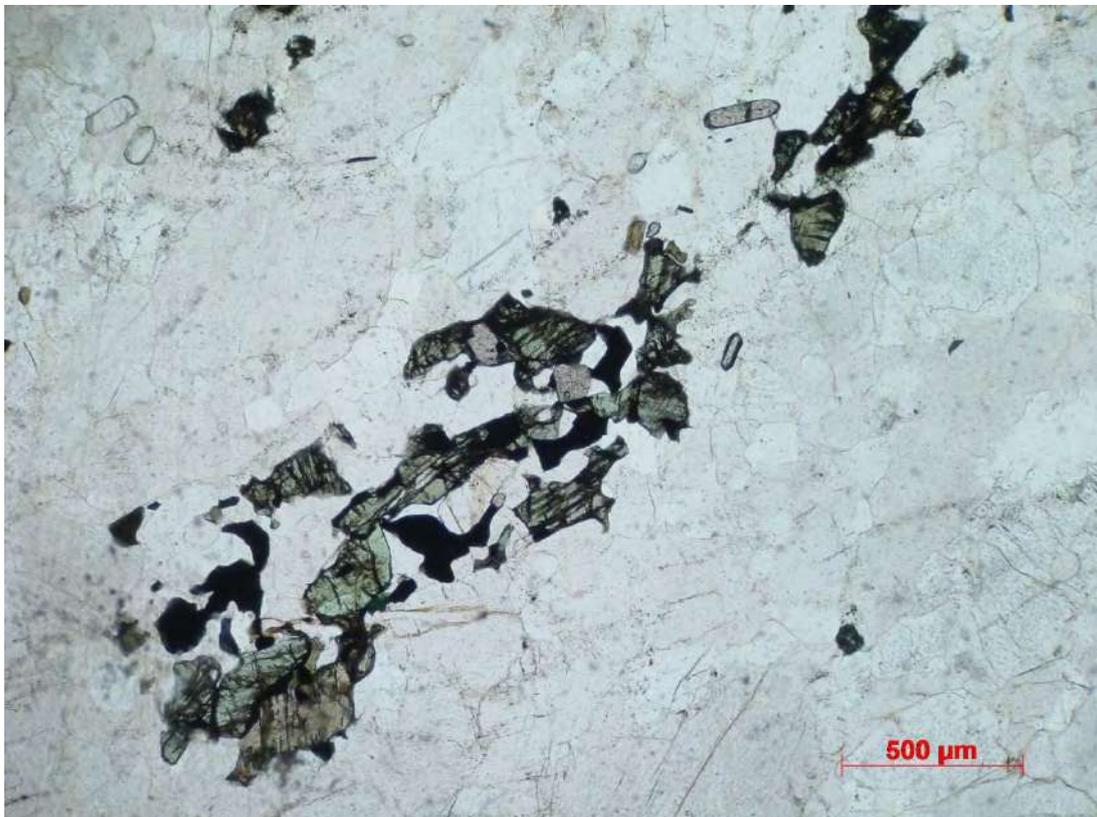


Figura 75. Ortopiroxênio, minerais opacos e titanita ao longo da foliação do Ortognaisse Machado.

3.4.6. Metagranito Serra do Navio

Esta unidade está exposta na Serra do Navio no sudoeste da área. Para norte a gradativa diminuição da quantidade de fenocristais marca a transição para o metagranito equigranular Poço Fundo. Veios relacionados a estes corpos cortam o Xisto Bela Vista.

O afloramento tipo se encontra no Parque da Serra do Navio, no município de São João da Mata (Fig. 76). Trata-se de um metagranito grosso com fenocristais de K-feldspato, em média com 5cm de comprimento (Fig. 77). Feições primárias preservadas são foliação de fluxo do magma, estruturas convolutas em *crystal mush* (massa fundida e cristais) e massas irregulares de granito equigranular provavelmente extraídas da fase *crystal mush* (Fig. 78), como observado também no Ortognaisse Paiolinho. Ocorrem também fenocristais euédricos e arredondados no mesmo afloramento indicando arredondamento por corrosão e movimento magmático (Fig. 79). Uma fraca foliação tectônica pode aparecer localmente.

A matriz grossa é composta por quartzo, microclina, biotita e plagioclásio (Fig. 80). Ocorrem como acessórios epidoto, allanita, apatita, titanita, rutilo, zircão e minerais opacos. As fases secundárias são carbonato e sericita.



Figura 76. Metagranito Serra do Navio no Parque Pedra do Navio, São João da Mata.



Figura 77. Fenocristais euédricos registrando fluxo magmático. Serra do Navio, São João da Mata.



Figura 78. Lente de granito equigranular interpretado como líquido filtrado do granito com fenocristais envolvente.



Figura 79. Fenocristais arredondados por corrosão magmática coexistindo com fenocristais euédricos. Metagranito Serra do Navio.

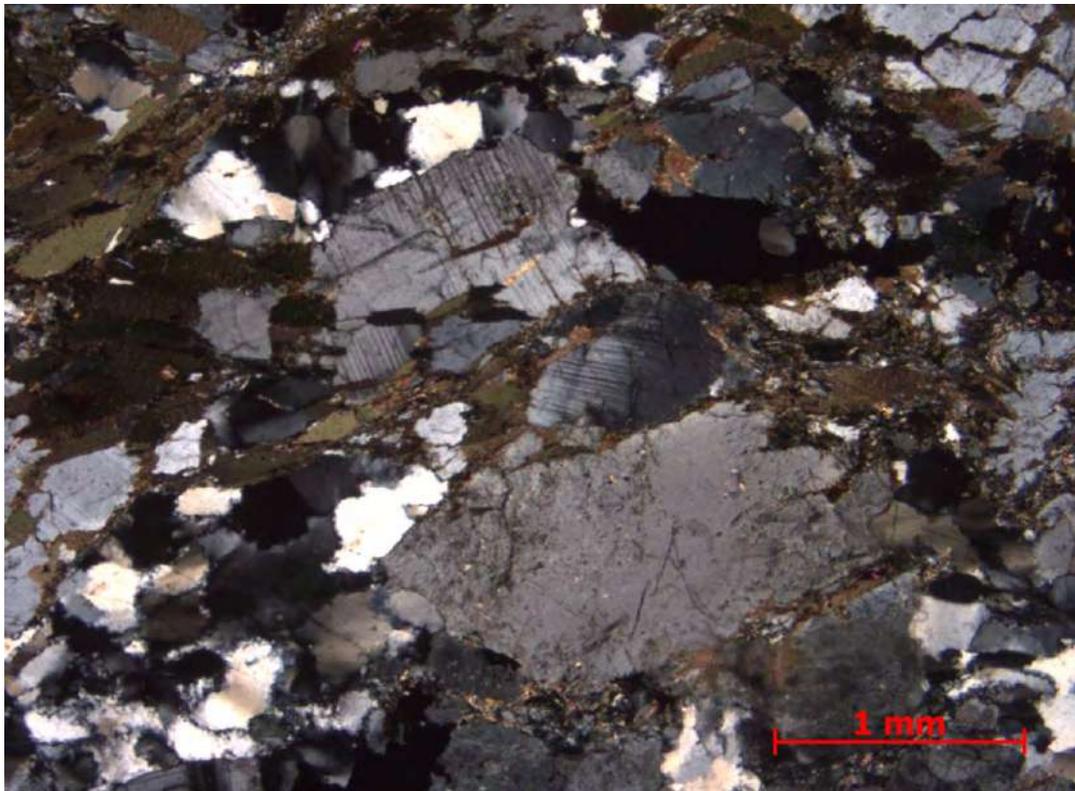


Figura 80. Matriz inequigranular seriada grossa, com foliação fraca definida por cristais de biotita.

3.4.7. Metagranito Poço Fundo

Aparece em transição com o Metagranito Serra do Navio, na Serra do Cantagalo e em veios no Xisto Bela Vista.

Trata-se de um granito equigranular médio com foliação tectônica fraca ou ausente. Esta rocha contém bolsões, com até cerca de 100m², de granito tipo Serra do Navio. Por sua vez, nestes bolsões ocorrem também “extraídos” do tipo Poço Fundo (Fig. 78). Assim, é possível que os dois corpos sejam cogenéticos representando distintas fácies de uma mesma unidade magmática. Localmente, em saprólitos, ocorrem enclaves ou xenólitos de rochas máficas (Fig. 81).

A rocha é formada por quartzo, microclina, biotita e plagioclásio (Fig. 82). Os acessórios são epidoto, allanita, apatita, titanita, rutilo, zircão e minerais opacos. Carbonato e sericita são secundários.



Figura 81. Enclave de rocha máfica no Metagranito Poço Fundo.

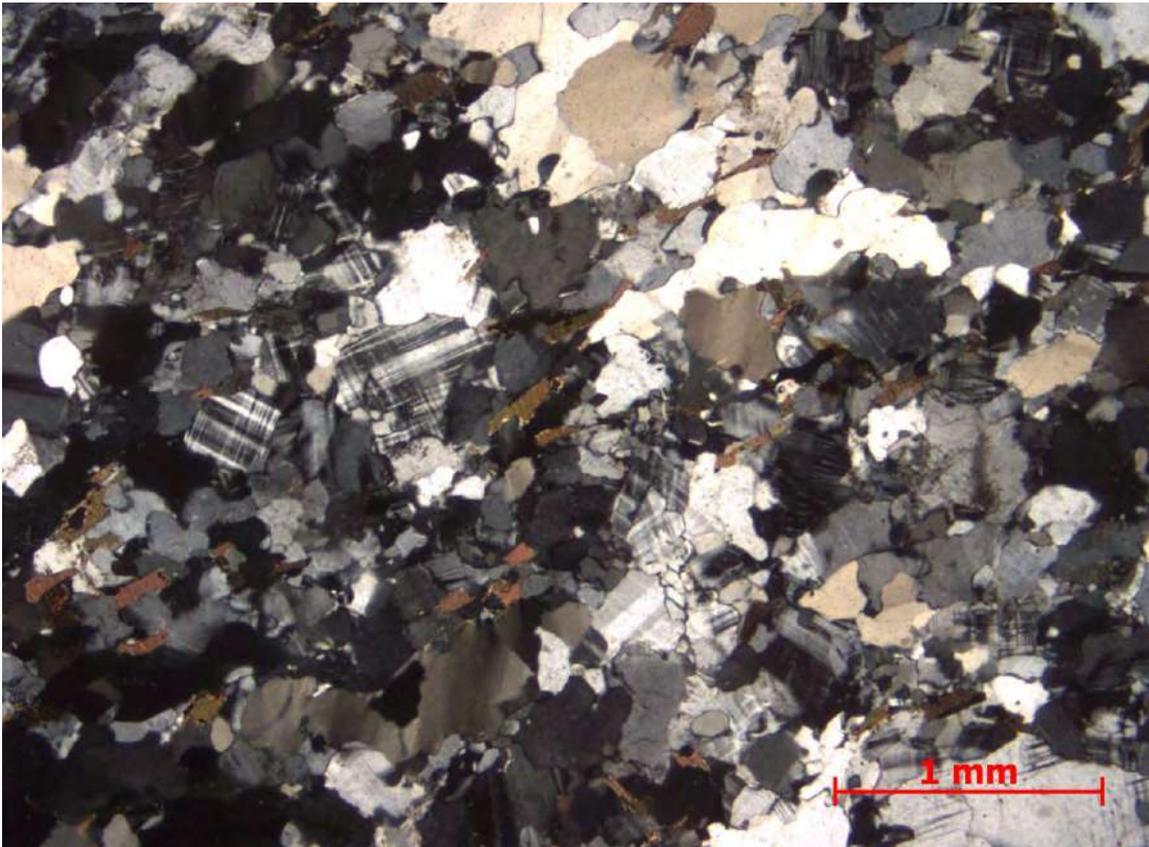


Figura 82. Quartzo, feldspatos e biotita em textura equigranular no Metagranito Poço Fundo.

3.4.8. Xisto Bela Vista

Uma sucessão de sillimanita xistos e intercalações quartzíticas forma esta unidade exposta na Serra da Bela Vista e arredores no canto sudoeste da área mapeada (Anexo I, Fig. 12). As rochas aparecem alteradas sempre alteradas em barrancos e leito de estradas (Fig.83).

Os xistos são homogêneos e sua mineralogia essencial é sillimanita, as vezes muito abundante, biotita, granada, quartzo, turmalina verde e minerais opacos. A xistosidade, definida por biotita e sillimanita (Fig. 84), contorna e foi apertada contra porfiroblastos de granada indicando serem estes minerais sin-tectônicos à foliação. O quartzo aparece em cristais xenomórficos ondulantes evidenciando deformação tardia e mica branca fina sobrecresce a foliação ou forma agregados que substituem os minerais essenciais, especialmente sillimanita (Fig. 85).

Quartzitos micáceos grossos forma intercalações tabulares, com espessuras de cerca de 1m (Fig. 86). Granada anfibolitito foi encontrado em ponto. O xisto encaixa veios graníticos em geral centimétricos (Fig. 83) e apófises maiores que podem ser relacionadas aos ortognaisses Poço Fundo e Serra do Navio, com os quais faz contato.

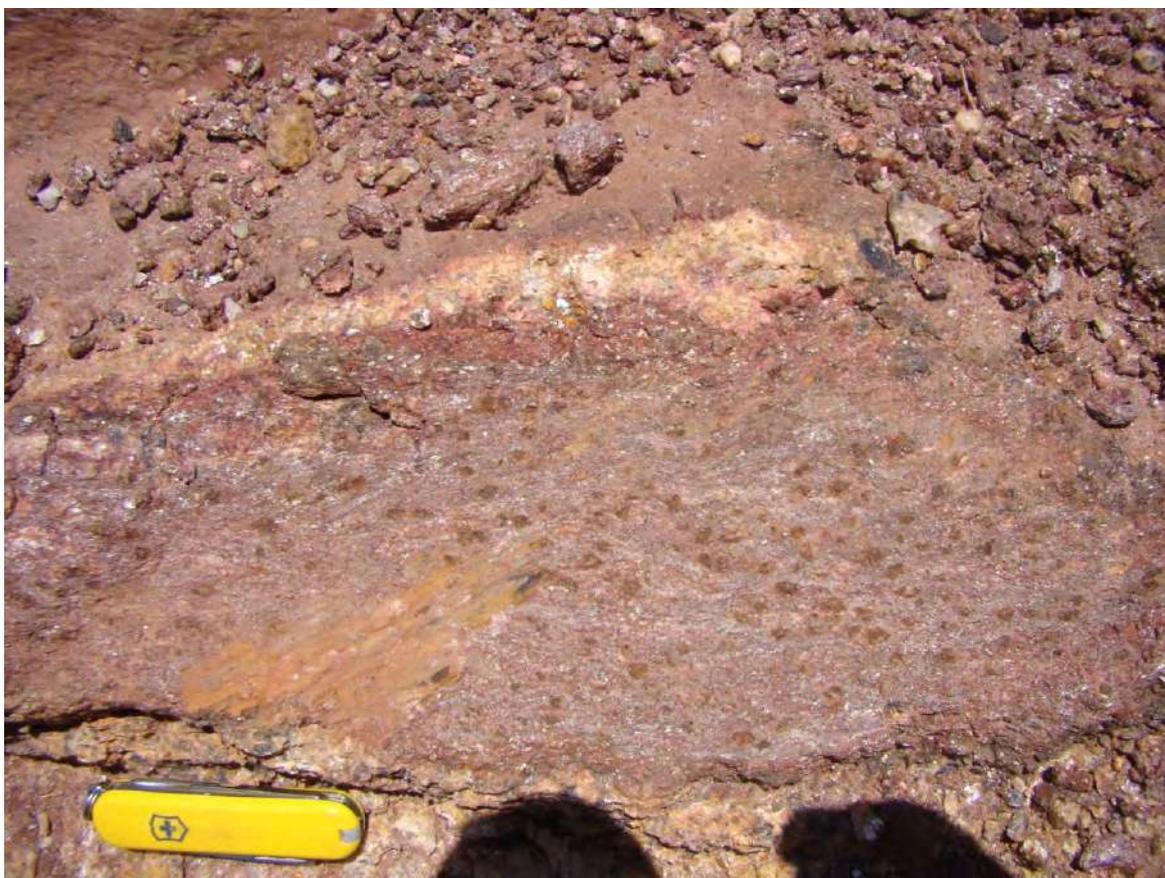


Figura 83. Granada e veio granítico no xisto Bela Vista, afloramento rasteiro.

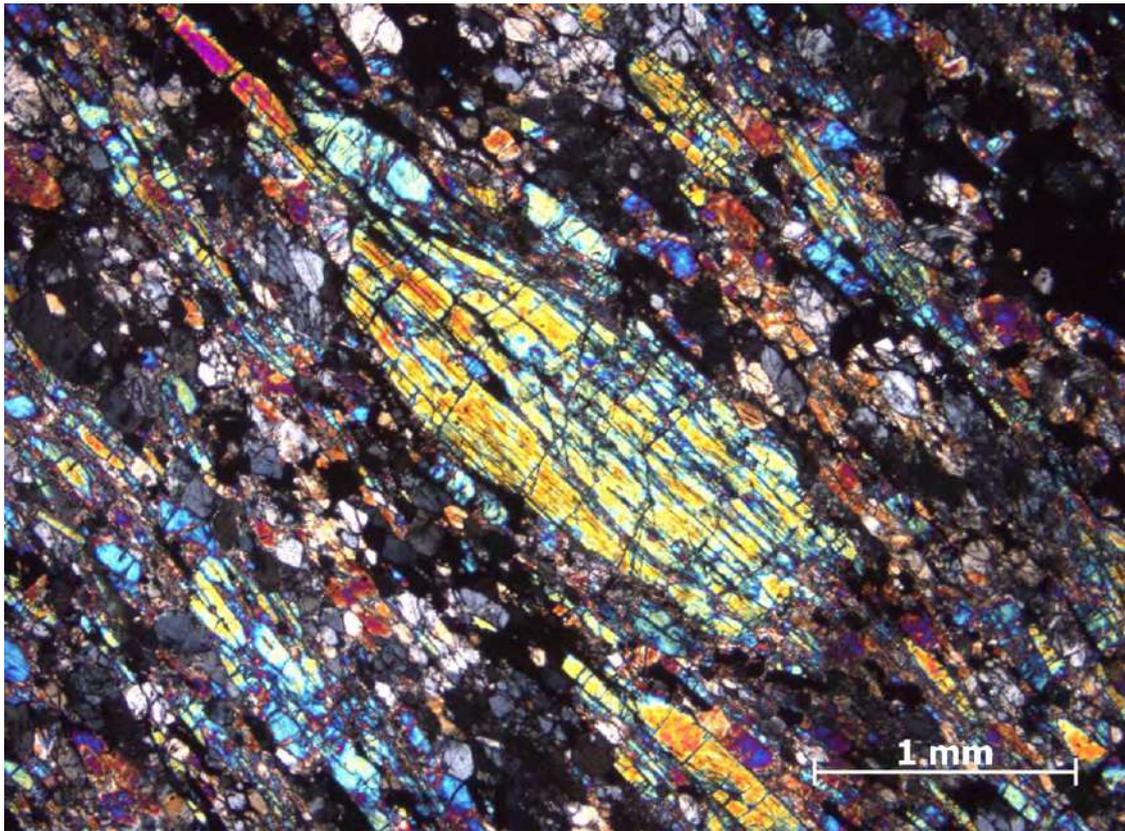


Figura 84. Sillimanita definindo a xistosidade fina do xisto Bela Vista.

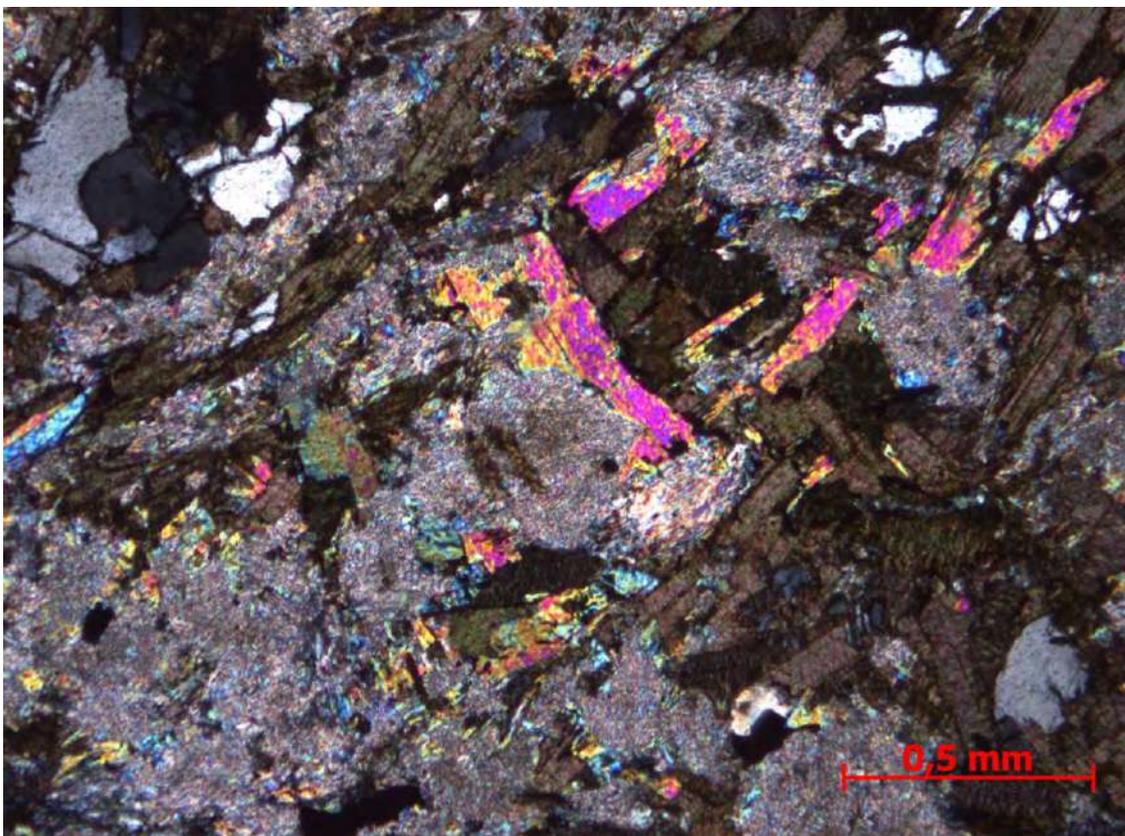


Figura 85. Mica branca fina substituindo muscovita tardia e a foliação principal no xisto Bela Vista.



Figura 86. Banco tabular de quartzito micáceo grosso encaixado em granada sillimanita xisto.

3.5. Rochas metamáficas e metaultramáficas

Anfibolitos

Anfibolitos em corpos com alguns metros de espessura ocorrem isolados nas rochas do embasamento, da Megassequência Andrelândia, no Gnaiss São João da Mata (Fig. 87) e Xisto Bela Vista. São rochas com hornblenda e plagioclásio, quartzo e minerais opacos. Granada ocorre no corpo encaixado no Xisto Bela Vista (Fig. 88).

Uma rocha máfica com cerca de 10 metros de espessura ocorre intercalado no cianita K-feldspato gnaiss da Unidade Arantina próximo a Três Pontas. É uma rocha com granada, diopside, anfibólio e biotita; plagioclásio e quartzo, e os acessórios rutilo e minerais opacos. Clorita ocorre substituindo os minerais máficos (Fig. 89).

Rochas Metaultramáficas

Talco/clorita xistos em afloramentos rasteiros e barrancos, alterados, ocorrem em corpos descontínuos nos ortognaisses do embasamento na parte norte da área (Anexo I, Fig 12; Fig. 90). Em outros dois pontos no sudeste da área, na base da Nappe Guaxupé, aflora clorita xisto encaixado no Ortognaiss Paiolinho.



Figura 87. Banco de anfibolito (cor de alteração ocre) intercalado no biotita gnaiss São João da Mata.

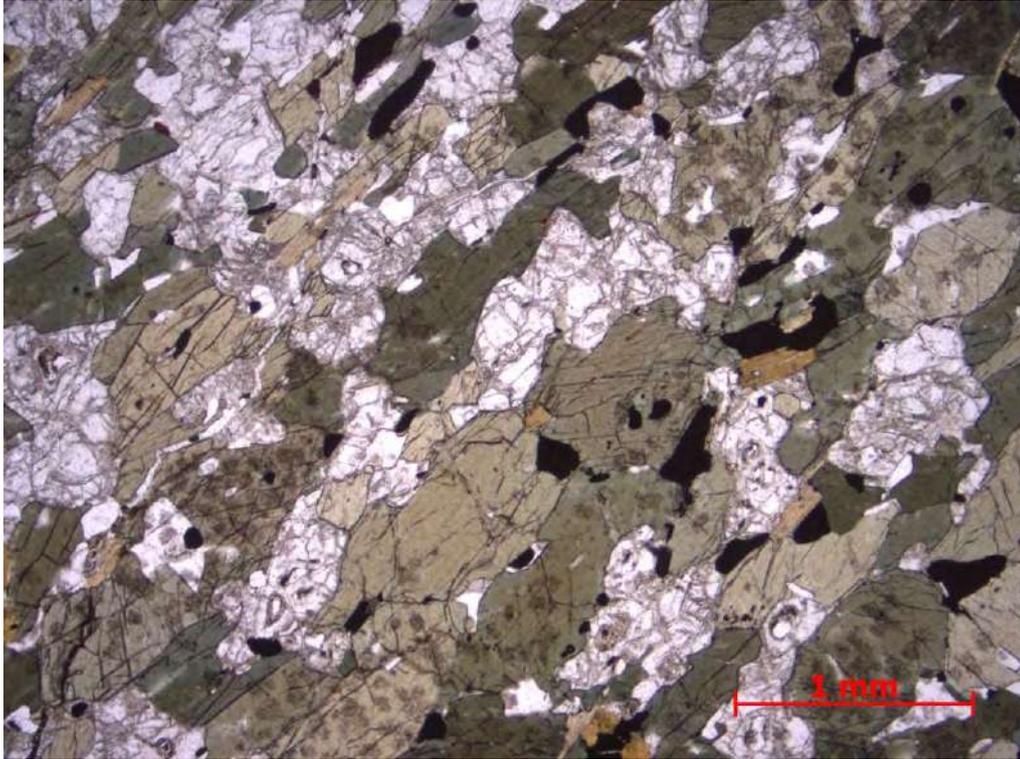


Figura 88. Granada com inclusões de quartzo (parte clara), anfíbólio verde, biotita marrom e minerais opacos definem foliação em anfibólito encaixado no Xisto Bela Vista.

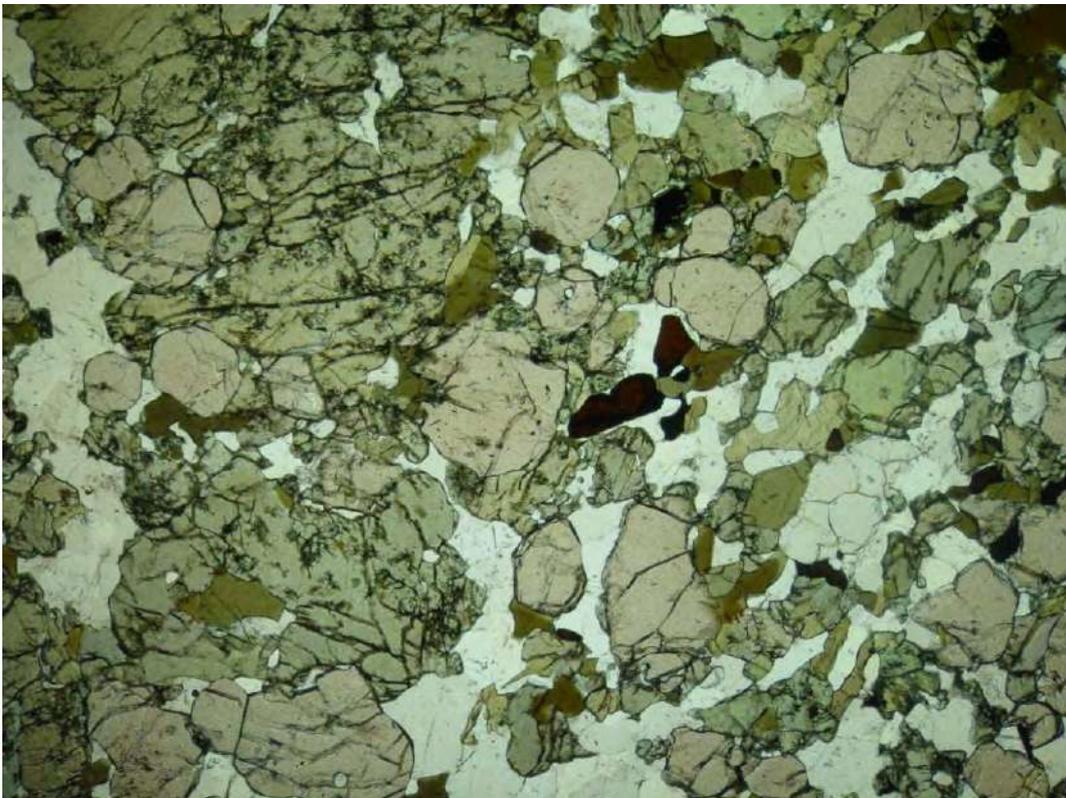


Figura 89. Granada, diopsídio, horblenda, rutilo, plagioclásio e quartzo (incolores) em rocha máfica encaixada no cianita K-feldspato gnaiss da Unidade Arantina.



Figura 90. Talco xisto alterado no embasamento da parte norte da área.

3.6. Pegmatitos e Veios de quartzo

Pegmatitos e veios de quartzo aparecem em quase todas as unidades em corpos tabulares ou irregulares com espessuras centimétricas e até cerca de um metro (Fig. 91). Os pegmatitos contêm quartzo, feldspato rosado e biotita. Magnetita e granada foram observadas nos metagranitos.

3.7. Diques de diabásio

Foram encontrados alguns diques de diabásio em afloramentos isolados de orientação NW-SE e NE-SW com espessura mínima de dez metros encaixados no Ortognaisse Campos Gerais e Granito Porto dos Mendes (Anexo I, Fig. 12). Nestes afloramentos a rocha ocorre fresca em blocos de esfoliação esférica, com matriz fina equigranular e fenocristais de plagioclásio de até dois centímetros.

Um dique de diabásio maciço fino com rumo E-W e espessura mínima de dois metros aparece cortando o biotita gnaisse São Vicente ao norte de Alfenas.

3.8. Depósitos fluviais recentes, colúvios e talus

Os depósitos fluviais de cascalho, areia e lama relacionados aos principais rios da área, Sapucaí, Verde e Machado aparecem no mapa. Os depósitos menores de seus afluentes não foram cartografados. Localmente existe exploração de areia e argila nestes depósitos.

Colúvios argilosos e argilo-arenosos, a maioria vermelhos (Fig. 92) são muito frequentes por toda área e também não foram cartografados, além disso dificultam o mapeamento das unidades precambrianas. Estas áreas cobertas por colúvios são utilizadas para pasto e agricultura, especialmente café.

Depósitos de talus com matacões e blocos ocorrem nas encostas das principais serras da região (Fig. 93).

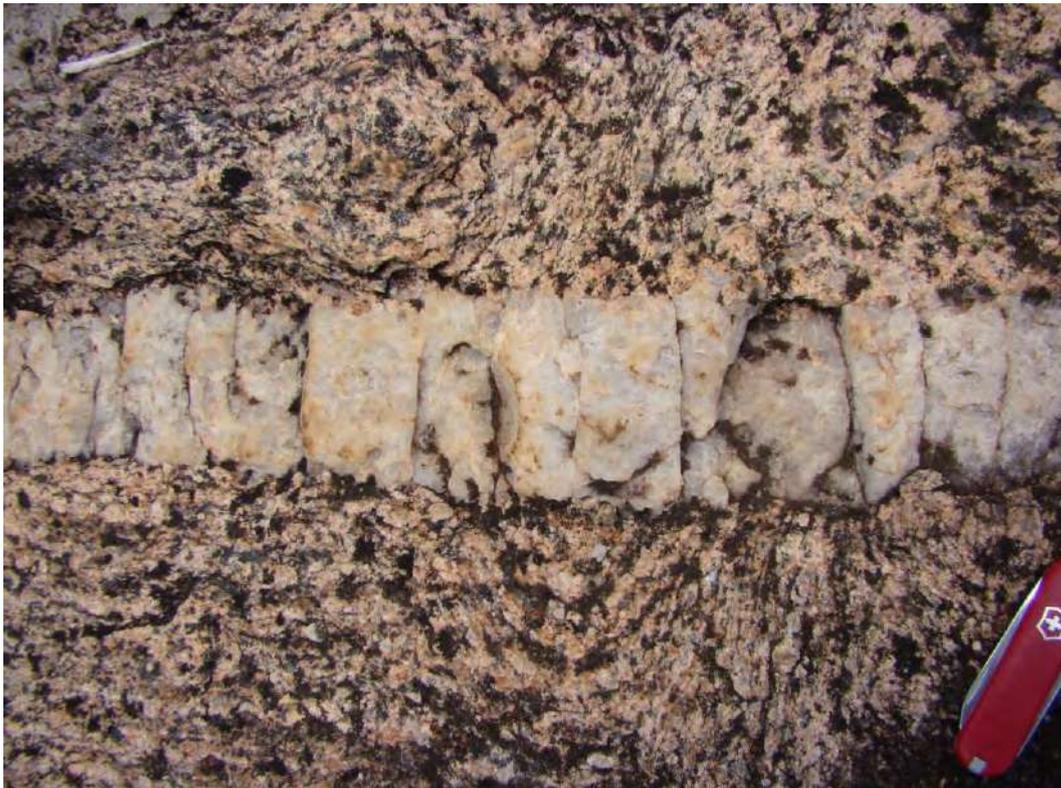


Figura 91. Bolsão irregular de pegmatito no Gnaiss São João da Mata (foto superior) e veio de quartzo tabular no Granito Serra do Navio.



Figura 92. Colúvio argilo arenoso vermelho muito comum na área cobrindo as unidades precambrianas.



Figura 93. Matacões de metagranito na base da Serra do Cantagalo, São João da Mata, sul da área.

4. Geologia estrutural

Conforme mostram o mapa e a seção geológica a estrutura regional é um conjunto de nappes formando um sinformal suave que passa a dobras fechadas a isoclinais no norte e a dobras abertas no sul da área (Anexo I e Fig. 12). As dobras dobram as falhas de empurrão e os contatos litológicos que por sua vez são paralelos a foliação principal (Figs. 94 e 95). Estas dobras regionais tem planos axiais íngremes para sul no norte, subverticais no sinformal central e mergulham para norte no sul da área. Os eixos são aproximadamente leste-oeste com caimento suave para leste ou oeste, paralelos a lineação de estiramento (Figs. 95).

Nos afloramentos os gnaisses mostram uma foliação que é uma xistosidade paralela aos contatos litológicos, mas são raras a lineação de estiramento (Fig. 96) e dobras (Figs. 29, 65). Nas rochas mais estratificadas, como gnaisses finos bandados, quartzitos, filitos e xistos das unidades São Vicente, Paraíso e Arantina, aparecem dobras em escala de afloramento que registram uma história com duas fases de deformação. A primeira fase gerou uma clivagem que foi transposta, junto com o acamamento, por dobras apertadas a isoclinais (Fig. 97) com clivagem de crenulação plano axial bem desenvolvida em metapelitos (Fig. 98). Esta clivagem de crenulação é paralela a xistosidade nos gnaisses e ambas constituem a foliação principal, regional na área (Fig. 94). Pode-se então interpretar os empurrões, o dobramento e a geração da foliação principal como produtos de deformação contínua, progressiva, durante a colocação das nappes. As dobras de escala regional na parte norte da área podem ser interpretadas como a rampa lateral das nappes (Anexo, Fig. 12).

Uma terceira fase foi observada localmente, inclusive nos gnaisses. Gerou dobras abertas e localmente fechadas com planos axiais íngremes de traço variando de NNE-SSW a NNW-SSE e eixos de baixo caimento para NNW, N, NNE ou S, SSE, SSW (Figs. 99 e 100). Esta terceira fase de compressão aproximadamente leste-oeste é um episódio mais novo que a colocação das nappes.

Na parte sul da área, truncando os contatos e a foliação principal, ocorrem milonitos em zonas de cisalhamento de espessuras centimétricas, subverticais destrais de direção nordeste-sudoeste (Fig. 101). Estas zonas são paralelas a uma estrutura regional, a Zona de Cisalhamento Três Corações (Peternel, 2000; Oliveira, 2007).

Empurrões – as falhas de empurrão são caracterizadas por truncamento de contatos estratigráficos e “pulos” no metamorfismo. Este último caso é ilustrado a norte de Alfenas por paragneisses e rochas máficas em facies granulito da Unidade Arantina sobre paragneisses, filitos e quartzitos da Unidade São Vicente em facies xisto verde. Nas zonas das falhas de empurrão as rochas mantêm sua textura, milonitos aparecem discretamente em níveis de espessuras centimétricas paralelos a foliação não milonítica das rochas. A exceção é um milonito de gnaiss São Vicente com pelo menos dois metros de espessura, exposto na Serra do Mato Dentro a sudoeste de Campos Gerais.

Milonitos no Ortognaiss Campos Gerais – a faixa de ortognaisses no norte da área tem sido considerada como uma zona de cisalhamento NW-SE subvertical sinistral com largura de até dois quilômetros. Trata-se do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio definido por Morales e Hasui (1993) como zonas de cisalhamento de carácter ductil a ductil-ruptil, sinuosas e anastomosadas, com variado grau de milonitização e cataclase. Kussama (2010) relata nos mesmos ortognaisses milonitos de baixo grau com indicadores cinemáticos registrando movimento sinistral oblíquo de topo para leste. Mostra também microfalhas cortando a foliação milonítica.

Na maioria dos afloramentos visitados observamos ortognaisses deformados porém com foliação não milonítica. Em alguns pontos ocorrem faixas de espessura centimétricas de protomilonitos ou milonitos em zonas de cisalhamento subverticais de rumo aproximado leste-oeste cujo movimento não foi possível determinar. A cerca de três quilômetros a sul de Campo do Meio aparece cataclasito com pseudotaquilito associado, subvertical de rumo quase leste-oeste (Fig. 102). A falta de estrias, ressaltos ou outros indicadores cinemáticos não permitiram determinar o movimento da falha.

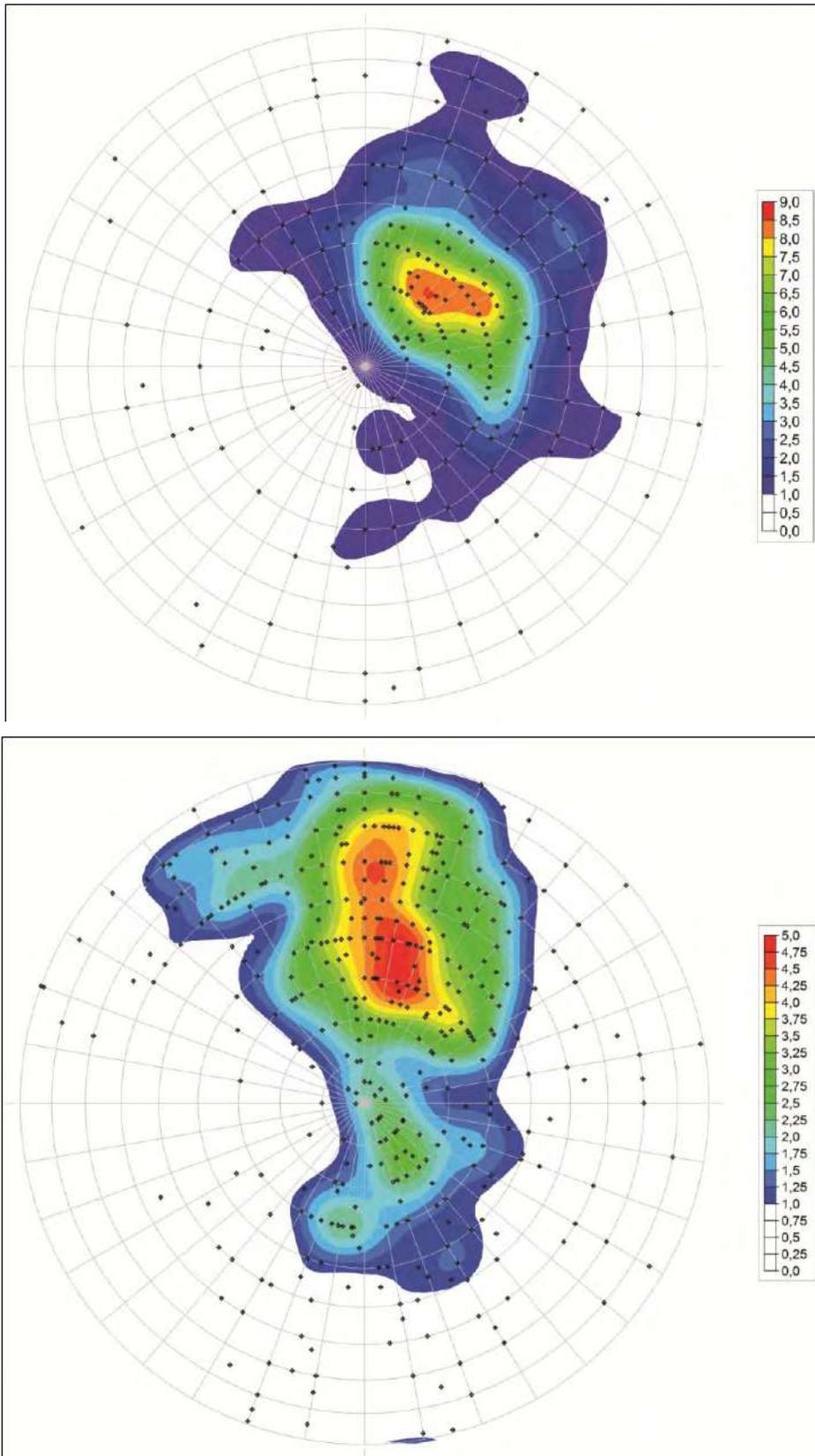


Figura 94. Estereogramas igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação em unidades da Nappe Guaxupé (265 medidas, figura superior) e no sistema de nappes Andrelândia (548 medidas).

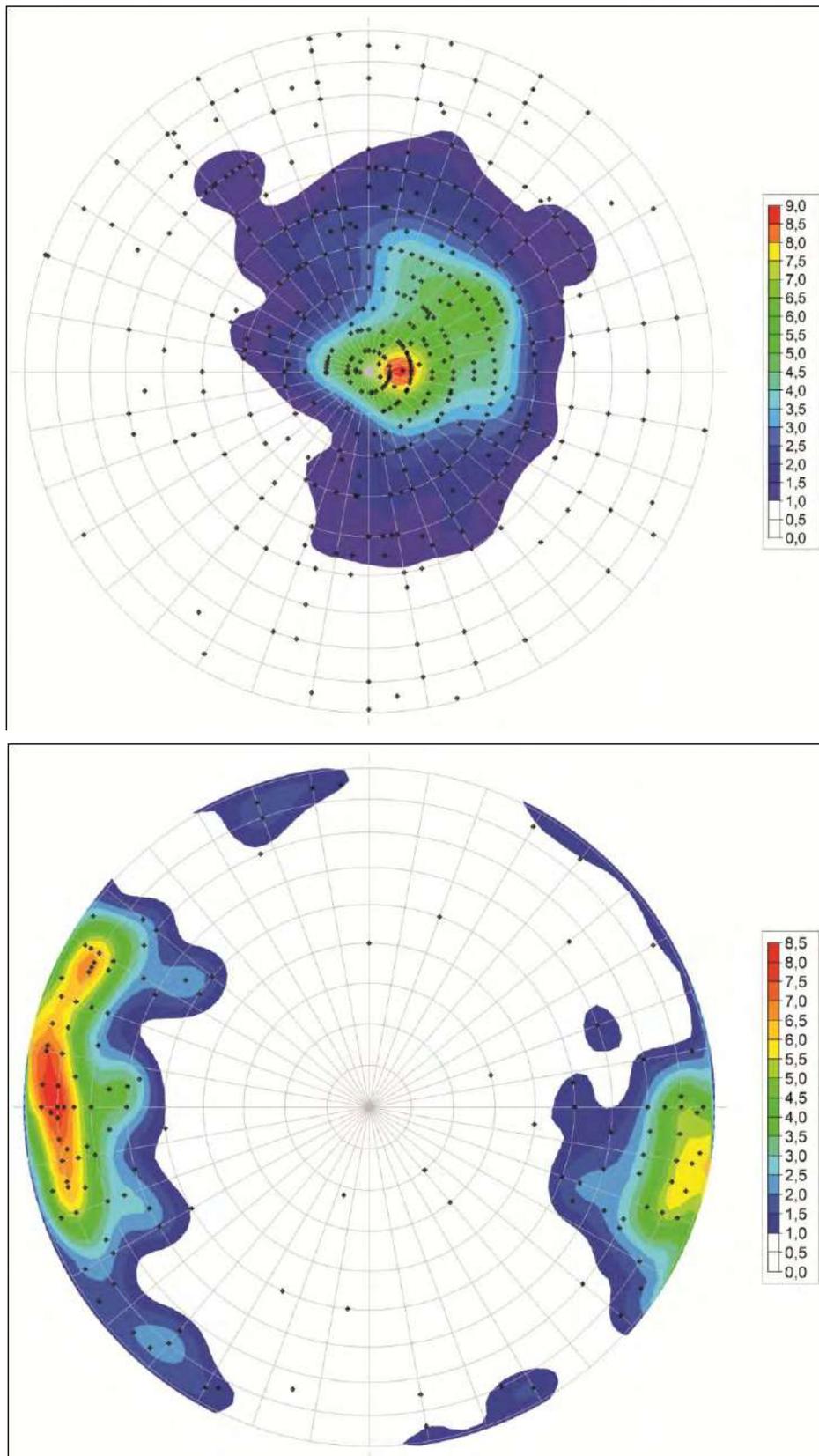


Figura 95. Estereogramas igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação principal (figura superior) e de lineação de estiramento (figura inferior) nos três domínios tectônicos, autóctone, sistema de nappes Andrelândia e Nappe Guaxupé.



Figura 96. Lineação de estiramento em ortogneisse da unidade Elói Mendes.



Figura 97. Dobras isoclinais que transpõem acamamento e foliação pretérita, resultando na foliação principal da área. Quartzito da Unidade São Vicente na Serra do Paraíso.

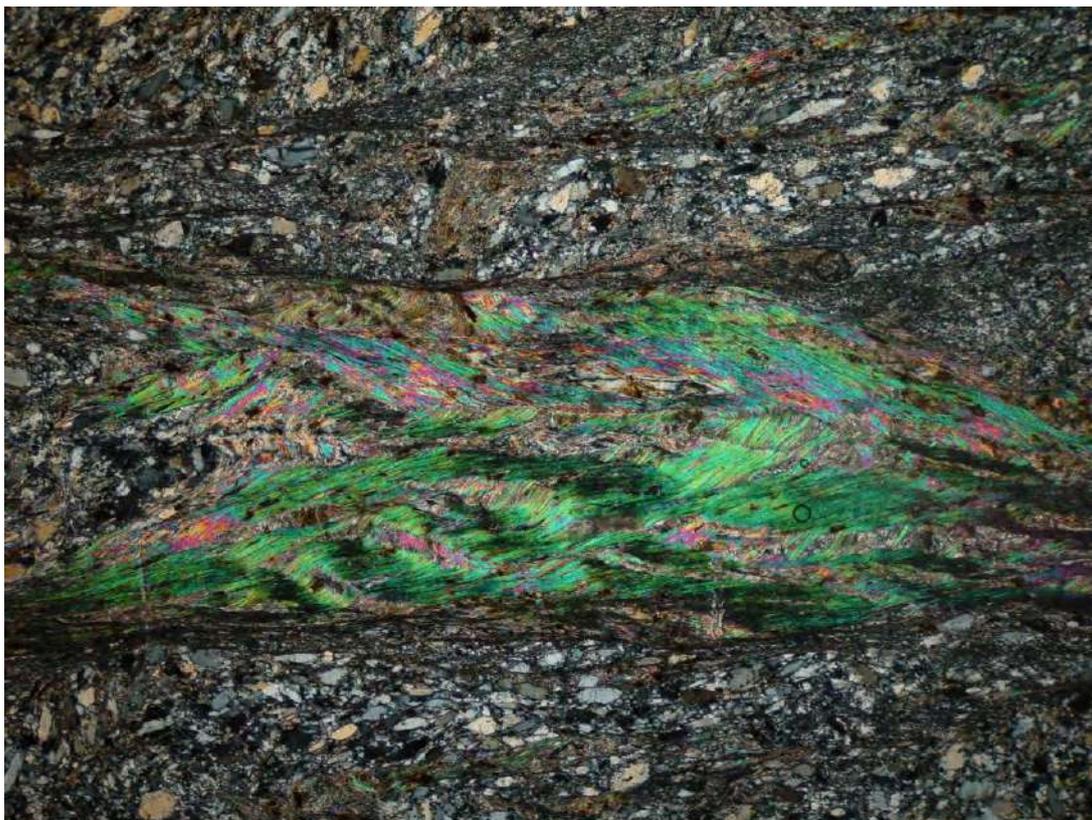


Figura 98. Foliação pretérita transposta por crenulação. Nota-se ainda crenulações abertas de uma terceira fase de deformação. Filito da Unidade São Vicente na Serra do Paraíso.



Figura 99. Dobra aberta dobrando a foliação principal em gnaiss esverdeado da Unidade Machado.



Figura 100. Dobras abertas e fechadas que deformam a foliação principal em quartzitos da Unidade Arantina próximo a Três Pontas.



Figura 101. Zona de cisalhamento NE-SW subvertical dextral em Ortognaisse Paiolinho, sul da área.



Figura 102. Pseudotaquítilo – faixa escura com 1cm de largura, em gnaisse cataclástico. Ortognaisse Campos Gerais, a sul de Campo do Meio.

5. Metamorfismo

Anfibolito e granulito são as principais facies de metamorfismo regional na área. Rochas em facies anfibolito ocorrem nas nappes inferiores (Carmo da Cachoeira e Liberdade), no domínio autóctone e no Xisto Bela Vista da Nappe Guaxupé. O limite entre a facies anfibolito e granulito acompanha os contatos tectônicos sugerindo isógradas sin-tectônicas a colocação das nappes (Fig. 103). Rochas em facies granulito parcialmente retrógradadas a facies anfibolito ocorrem nas nappes Varginha e Guaxupé. As associações minerais importantes são mostradas na figura 104 e o campo de pressão e temperatura registrado nas rochas na figura 105.

A facies anfibolito é caracterizada por muscovita, cianita, estauroлита e sillimanita em metapelitos das nappes inferiores (Figs. 106 e 37). Na parte superior da Nappe Guaxupé esta facies é definida por sillimanita no Xisto Bela Vista (Fig. 84) e hornblenda em anfibolito (Fig. 88) intercalado neste xisto.

Nas rochas granulíticas as associações cianita+K-feldspato (Fig. 40) em metapelitos e clinopiroxênio+plagioclásio+granada em metamáficas (Fig. 89) indicam metamorfismo de pressão alta na Nappe Varginha. Ortopiroxênio em ortognaisses caracteriza pressão média na Nappe Guaxupé.

No topo da Nappe Varginha aparece sillimanita ao longo da foliação principal do gnaiss Arantina (Fig. 41). Segundo Peternel (2000) nestes granulitos com sillimanita a cianita ocorre como inclusão em granada, indicando que as rochas passaram por condições de pressão mais elevada antes do crescimento da sillimanita. Esta, portanto, estaria relacionada a descompressão durante a exumação da nappe.

Nos gnaisses da Nappe Guaxupé clinopiroxênio e ortopiroxênio tem ocorrência relativamente restrita, entretanto, anfibolito é comum e em algumas amostras aparece substituindo piroxênio (Fig. 64). Este tipo de retrometamorfismo de facies anfibolito também pode ser relacionado a exumação das nappes.

No Xisto Bela Vista ocorrem muscovita atravessada sobre a foliação e mica branca fina substituindo principalmente sillimanita (Fig. 85).

Na parte norte da área clorita e stilpnomelano registram metamorfismo retrógrado de facies xisto verde nas rochas do embasamento e biotita gnaiss da Unidade São Vicente.

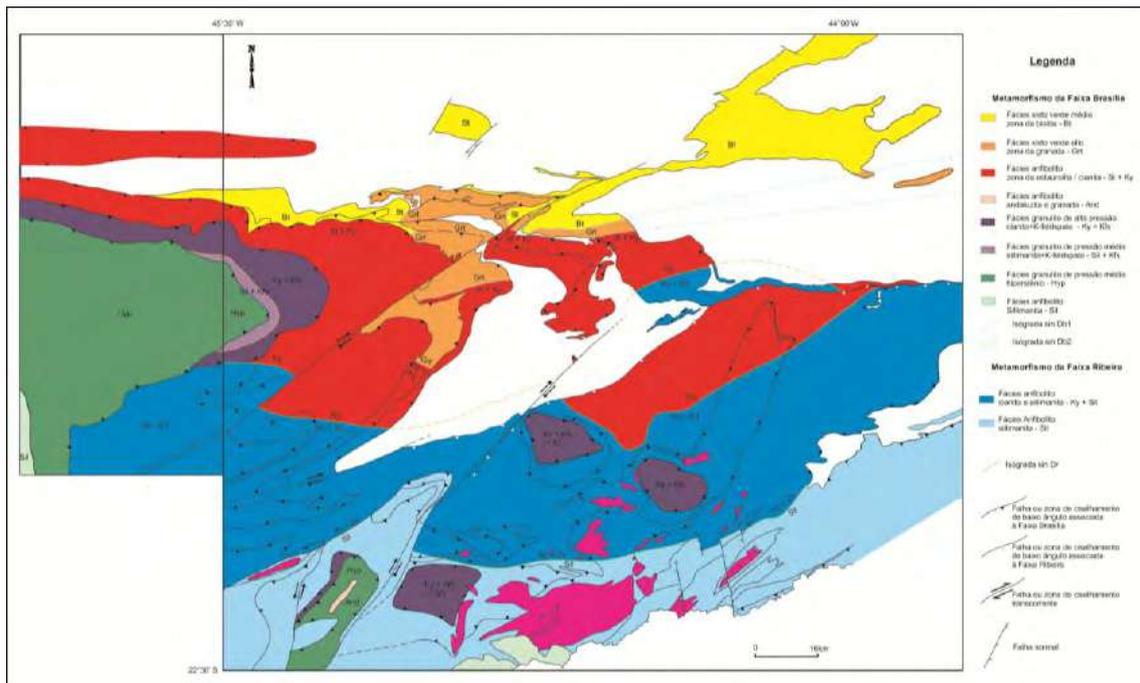


Figura 103. A região mapeada anexada ao mapa metamórfico de Trouw *et al.* 2011. Em vermelho facies anfibolito, roxo – granulito de alta pressão com cianita e roxo claro com sillimanita. Em verde granulito retrógrado a anfibolito e verde claro anfibolito com sillimanita na Nappe Guaxupé.

Rochas	Nappes inferiores		Nappe Varginha		Nappe Guaxupé		
	Metassedimentares	Metamáficas	Metassedimentares	Ortognaisses	Metassedimentares	Metamáficas	
Minerais							
Granada	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
Muscovita	_____						
Cianita	_____						
Sillimanita	-----		-----		_____		
Estaurolita	----- ⁴						
K-feldspato							
Rutilo				----- ¹			
Hornblenda		_____		_____		_____	
Clinopiroxênio		_____		----- ²			
Ortopiroxênio				----- ³			

Figura 104. Principais minerais metamórficos nas unidades mapeadas. Linha cheia = ocorrência regional, linha tracejada = ocorrência local. Restrito ao: 1- Ortognaisse Machado, 2- Ortognaisse Alfenas, 3- Ortognaisse Machado e alguns pontos no Ortognaisse Elói Mendes e no Gnaisse São João da Mata. 4- inclusão em granada no biotita xisto da Unidade Santo Antonio.

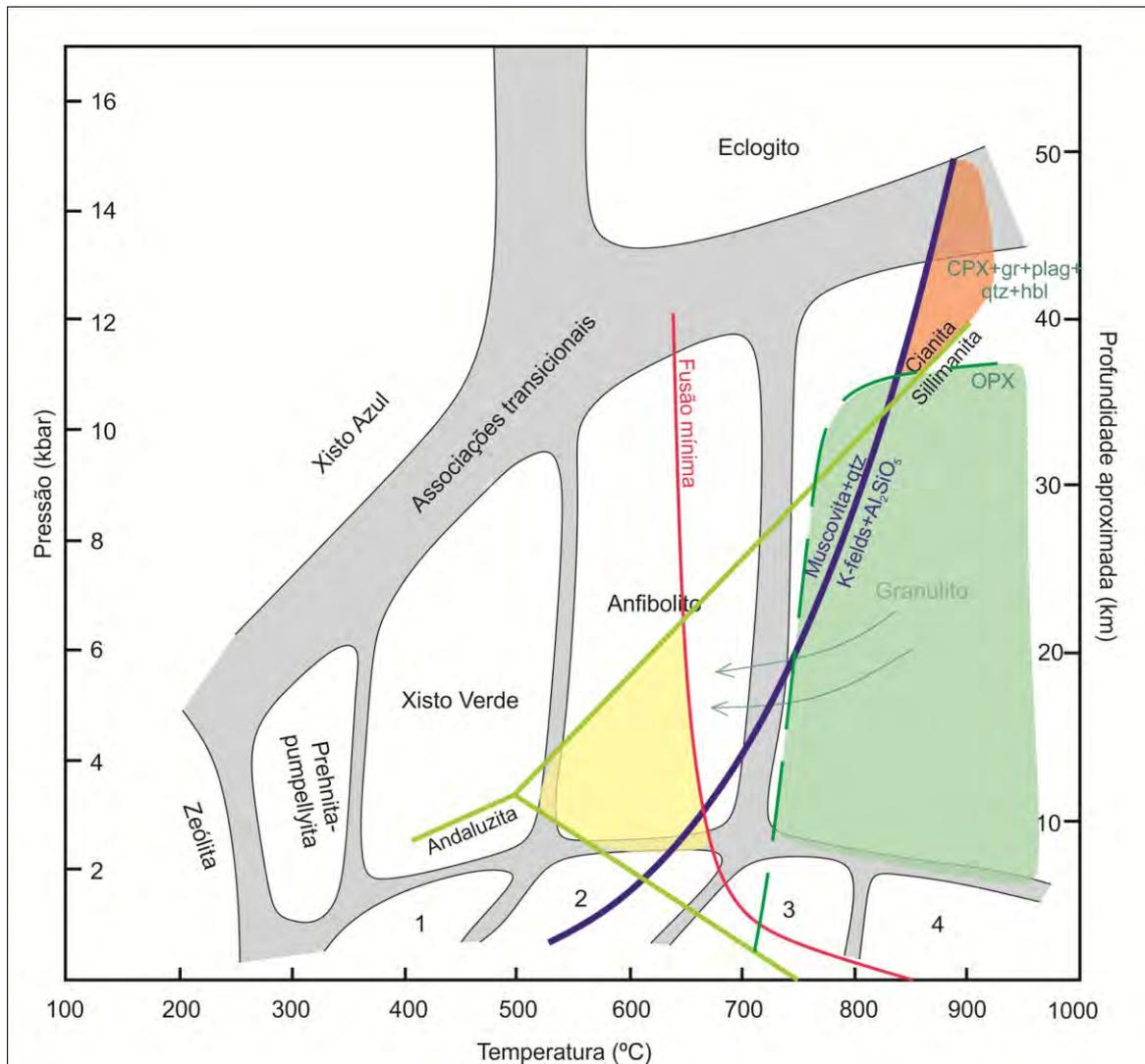


Figura 105. Campos de associações metamórficas em diagrama baseado em Yardley (1991) e Rudolph Trouw (inédito). Nappe Guaxupé: fácies anfibolito definida em sillimanita-xisto Bela Vista (amarelo) e granulito em ortognaisses com ortopiroxênio (verde). Hornblenda substituindo ortopiroxênio sugere disequilíbrio (setas verdes). Em laranja fácies granulito de pressão alta registrada em cianita K-feldspato gnaisse da Unidade Arantina na Nappe Varginha.

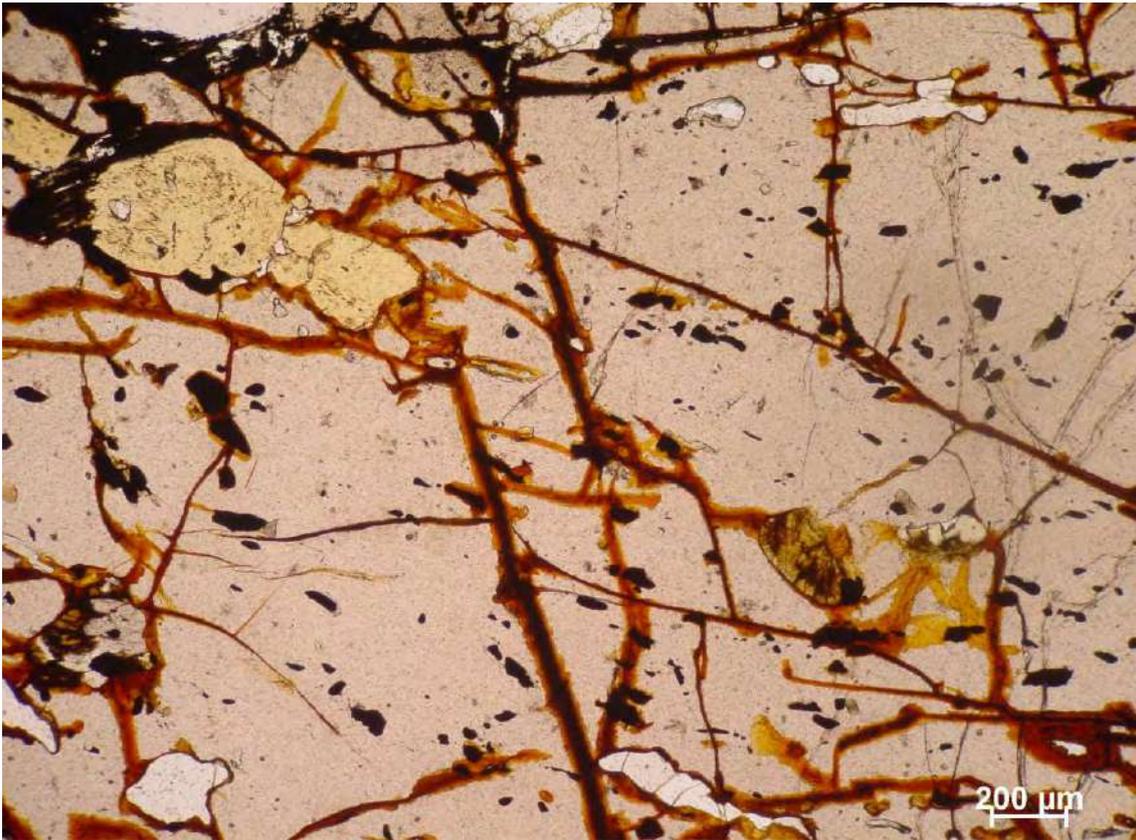


Figura 106. Inclusão blindada de estaurolita em granada no biotita xisto Santo Antônio no sudeste da área.

6. Conclusões

As rochas precambrianas da região de Alfenas podem ser agrupadas em dezoito unidades mapeáveis em escala 1:100.000. Estas unidades estão distribuídas em três domínios tectônicos separados por falhas de empurrão e relacionados a evolução neoproterozóica no sul da Faixa Brasília. São eles os domínios autóctone, sistema de nappes Andrelândia e Nappe Guaxupé.

No domínio autóctone ocorrem: 1- ortognaisses arquenos do Complexo Campos Gerais e o Granito Porto dos Mendes, Paleoproterozóico, considerados como embasamento retrabalhado do Cráton do São Francisco; 2- biotita xisto Santo Antônio da Megassequência Andrelândia e 3- unidade de posição estratigráfica indefinida constituída por gnaisses finos bandados, metavaque, filitos e quartzitos, informalmente denominada Unidade Paraíso. As rochas neste domínio estão em facies anfíbolito localmente retrogradadas a facies xisto verde.

No sistema de nappes Andrelândia foram cartografadas unidades da megassequência homônima, com continuidade a leste nas folhas Nepomuceno e Varginha 1:100.000. Trata-se de paragnaisses, quartzitos e xistos da Unidade São Vicente, basal na megassequência; xistos, paragnaisses e metabasitos da Unidade Arantina e biotita xisto Santo Antônio. Ocorrem nas nappes Carmo da Cachoeira e Liberdade em facies anfíbolito com cianita, e na Nappe Varginha em facies granulito com cianita e K-feldspato em paragnaisse e com plagioclásio, clinopiroxênio e granada em metabasitos. Na base desta nappe ocorrem fatias de ortognaisse Paleoproterozóico.

A Nappe Guaxupé inclui ortognaisses esverdeados e gnaisses migmatíticos em facies granulito retrograda a facies anfíbolito. Sobrepostos a estes gnaisses aparecem dois corpos graníticos e e sillimanita xisto em facies anfíbolito. As rochas deste conjunto litológico podem ser agrupadas em oito unidades informais.

Os ortognaisses Paiolinho, Elói Mendes e Machado são três corpos graníticos a granodioríticos esverdeados com baixa proporção de ortopiroxênio e abundante horblenda, em parte substituindo o piroxênio. O Ortognaisse Alfenas é um metagranito grosso rosado com clinopiroxênio substituído por anfíbólio, que ocorre encaixado no Ortognaisse Elói Mendes.

Os gnaisses São João da Mata são migmatíticos, graníticos a granodioríticos, localmente contendo ortopiroxênio. O Xisto Bela Vista é um pacote metapelítico com intercalações de quartzito e anfíbolito. Um megaxenólito ou teto-pendente de gnaisse

São João da Mata e outro de quartzito Bela Vista ocorrem encaixados no Ortognaisse Elói Mendes sugerindo as duas unidades como possíveis encaixantes do ortognaisse.

Os metagranitos Serra do Navio e Poço Fundo, tem contatos transicionais, texturas e estruturas primárias preservadas e são, aparentemente, menos deformados que as rochas das outras unidades. Suas relações de campo e composição sugerem corpos co-genéticos. Eles aparecem em apófises nos gnaisses São João da Mata e Xisto Bela Vista sugerindo serem intrusivos nestes. Possivelmente são granitos sin-colisionais.

O conjunto de unidades tem sido considerado como gerado em ambiente de arco magmático cordilheirano. Os ortognaisses basais aparecem nos mapas prévios com a denominação “granulitos basais” da Nappe Guaxupé. As outras unidades formam o conjunto superior denominado “diatexitos, migmatitos, ortognaisses e granitóides”.

As associações de minerais metamórficos sugerem que o metamorfismo principal, associado a colocação da Nappe Guaxupé é de fácies granulito passando a anfibolito com sillimanita no Xisto Bela Vista. A facies anfibolito superimposta nos gnaisses granulíticos pode ser relacionada a estágios tardios de exumação da nappe.

No sistema de nappes Andrelânida as associações cianita+ K-feldspato em paragnaisse e plagioclásio+clinopiroxênio+granada em metabasito indicam facies granulito de alta pressão. Nas nappes inferiores a facies anfibolito é registrada por estaurolita, granada e cianita em metapelitos com muscovita.

No domínio autóctone ortognaisses do embasamento e paragnaises da Unidade Paraíso contêm associações retrógradas de facies xisto verde com clorita e, localmente, stilpnomelano. Nos ortognaisses existem zonas de cisalhamento de espessuras até decimétricas subverticais leste-oeste, com milonitos de baixo grau. Estas zonas tem sido consideradas como obliquas sinistrais nos raros trabalhos que abordam o assunto.

Milonitos de baixo grau também aparecem localmente ao longo do empurrão basal da Nappe Guaxupé, que colocou granulitos de pressão média (ortognaisses esverdeados com ortopiroxênio) sobre granulitos de pressão alta (cianita-K-feldspato paragnaisse). Possivelmente, estes milonitos registram reativação local das falhas de empurrão durante a exumação das nappes.

7. Referências Bibliográficas

- Belém, J.; Pedrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Silva, L.C.; Armstrong, R.; Fleck, A.; Gradim C.; Queiroga, G. 2011. Bacia precursora versus bacias orogênicas: exemplos do Grupo Andrelândia com base em datações U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão e análises litoquímicas. *Geonomos*, 19(2) 2224-243, 2011.
- Campos Neto, M. C. & Caby, R. 1999. Tectonic constrain on Neoproterozoic high-pressure metamorphism and nappe system south of São Francisco craton, southeast Brazil. *Precambrian Research*, v. 97, p. 3-26.
- Campos Neto, M.C. and Caby, R. 2000. Terrain accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: petrologic and structural constraints. *Tectonics* 19 (4), 669-687.
- Campos Neto, M.C.; Basei, M.A.S.; Vlach, S.R.F.; Caby, R.; Szabó, G.A.J.; Vasconcelos, P. 2004. Migração de Orógenos e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira no Sul do Cráton do São Francisco, SE – Brasil. *Geol. USP Ser. Cient.*; v.4, p. 13-40.
- Campos Neto, M.C., Janasi, V.A., Basei, M.A.S., Siga Junior, O. 2007. Sistema de Nappes Andrelândia, setor oriental: Litoestratigrafia e posição estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências* 37 (4-suplemento), 47-60.
- Campos Neto, M.C., Cioffi, C.R., Moraes, R., Motta, R.G., Siga Jr, O., Basei, M.A.S. 2010. Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites: The Carvalhos Klippe example, from the oriental Andrelândia Nappe System, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil. *Precambrian Research*, 180, 125-142.
- Carneiro, M.A. Nalini Júnior, H.; Endo, I.; Suita, M. T. F.; Castro, P. T. A.; Barbosa, M.S.C.B.; Campos J. C. S.; Goulart L. E.I A.; Silva, E. F.; Perreira A.A.; Tavares T.D.; Jiamelaro, F.; Carneiro, J.M.; Mariano, L.C.; Miguel, F.P.; Silva Junior, J.C; Barbosa, A.S.; Prado, G.E.A; Prado, E. A.; Santos, C.; Urbano, E. E.M. C. 2008. Geologia das Folhas Campo Belo Oliveira escala 1:100.000: relatório final. Ouro Preto, 2006. 192 p. Programa Geologia do Brasil: Mapas.
- Cavalcante, J.; Cunha, H.C.S.; Chieregatti, L.A.; Kaeffer, L.Q.; Rocha, J.M.; Daitx, E.C.; Coutinho, M.G.N.; Yamamoto, K.; Drumond, J.; Rosa, D.B. & Ramalho, R. 1979. Projeto Sapucaí, estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, Relatório Final de Geologia. DNPM/CPRM, 229p. Brasília.

- Carvalho, M.V.M. 2010. Mapeamento Geológico da Serra Paraíso, Campos Gerais - MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 65 pp.–
- Fetter, A.H.; Hackspacher, P.C.; Ebert, H.D.; Dantas, E.L.; Costa A.C.D.; Teixeira, W. 2003. Resultados isotópicos Sm/Nd, U/Pb E Ar/Ar dos gnaisses do embasamento na Zona de Interseção entre os cinturões Brasília e Ribeira: implicações genéticas e tectônicas. VIII Simpósio de Geologia do Sudeste, São Pedro, SP, pag.6.
- Kretz, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 68: 277-279.
- Kussama, H. H. 2010. Mapeamento Geológico da área entre Boa Esperança e campo do Meio, Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 74 pp.
- Loreto, L. D. 2011. Mapeamento Geológico da Folha Machado 1:50.000, Machado, Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 76 pp.
- Machado Filho, L.; Ribeiro, M.; Gonzales, S.R.; Schenini, C.A.; Santos Neto, A.; Palmeira, R.C.; Pires, J.L.; Teixeira, W.; Castro, H.E. F.1983. Geologia das folhas Rio de Janeiro (SF 23/24) escala 1:1.000.000, mapa e texto explicativo. RADAM Brasil-Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 780p.
- Morales, N. & Hasui, Y. 1993. Evolução tectônica da porção ocidental do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio. In: 40 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos SBG, Belo Horizonte, 12: 292-296.
- Oliveira, A. A. 2007. Geologia da Folha São Gonçalo do Sapucaí, sul de Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 87pp.
- Paciullo, F.V.P., Ribeiro, A., Andreis, R.R. and Trouw, R.A.J., 2000. The Andrelândia Basin, a Neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília belt, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 200-202.

- Paciullo, F.V.P.; Trouw R.A.J.; Ribeiro, A. 2003. Geologia da Folha Andrelândia In: Predrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J. & Heilbron, M. (eds). Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais. Volume I, Capítulo 4: 84-110.
- Paciullo, F.V.P. ; Ribeiro, A.; Chermam, A.; Chrispin, S.; Maciel, R.R. 2008. Geologia da Folha Nepomuceno SF.23-V-D-III, escala 1:100.000. *in*: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Brasília.
- Perrota, M.M. 1991. As faixas Alto Rio Grande na região a sul de São Gonçalo do Sapucaí. Mestrado em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, p. 119.
- Peternel. R. 2005. A zona de superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira na região entre Caxambu e Pedralva, sul de Minas Gerais. Doutorado em Geologia – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Reno, B.L., Brown, M., Piccoli, P., Trouw, R.A.J., Kobayashi, K., Usui, T., Nakamura, E., 2006. Geochronologic Constraints on the Tectonic Evolution of the Southern Brasília Fold Belt, Brazil. In: Brown M, Piccoli P (eds) Granulites and granulites, Brasilia, p 72.
- Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Andreis, R. R; Trouw, R.A..J; Heilbron, M. 1990. Evolução Policíclica ao Sul do Craton do São Francisco: análise da região São João del Rei - Andrelândia Cong. Bras. Geol. 36, v.6: 2605-2613. Natal, RN.
- Rocha, F.M. 2010. Mapeamento Geológico da Folha Poço Fundo, 1:50.000, Poço Fundo, Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 76 pp.
- Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock, its proper name. *Earth Science Review*, 12(1): 1-33.
- Teixeira, W.; Sabaté, P.; Barbosa, J.; Noce, C.M.; Carneiro, M.A. 2000. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton. Eds: Cordani, U.G; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.A., p. 101-138.
- Turbay, C.V. G.; Valeriano, C.M.; Rossi, A., Rocha e Silva, V.G.M. 2008. Geologia do Complexo Campos Gerais ao sul de Alpinópolis, sudoeste de Minas Gerais. *Geonomos* 16(2): 79 - 90, 2008

- Trouw, C.C. 2008. Mapeamento da Folha Virgínia-MG, geocronologia U-Pb (Shrimp) em zircões e interpretação geotectônica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 140p. (PhD Thesis)
- Trouw, R.A.J., Heilbron, M., Ribeiro, A., Paciullo, F.V.P., Valeriano, C.M., Almeida, J.C.H., Tupinambá, M. and Andreis, R.R. 2000. The central segment of the Ribeira Belt. In: *Tectonic Evolution of South America*, ed. by U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho and D.A. Campos, p. 287-311, 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brazil.
- Trouw, R. A. J.; Heilbron, M.; Tupinambá M.; Ribeiro, A., 2011. The Ribeira and Brasília belts in the context of West Gondwana. Field Trip Guide, Gondwana 14-reuniting Gondwana: East meets West. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- Valladares, C.S.; Machado, N.; Heilbron, M.; Gauthier, G., 2004. Ages of detrital zircon from siliciclastic successions south of the São Francisco Craton, Brazil: implications for the evolution of Proterozoic basin. *Gondwana Research*, Japan, v. 7, n. 4, p. 913-921
- Valeriano, C.M.; Simões, L.S.A.; Teixeira, W; Heilbron, M. 2000. Southern Brasília belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K-Ar and evolution during the Neoproterozoic Brasiliano orogeny. *Revista Brasileira de Geociências* 30: 295-299.
- Valeriano, C.M.; Machado, N.; Simonetti, A.; Valladares, C.S.; Seer, H.J.; Simões, L.S.A. 2004. U-Pb geochronology of the southern Brasília Belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research*, 130: 27-55.
- Valeriano, C.M.; Simonetti, A.; Turbay, C.; Rossi, A.; Nogueira, J.R. 2006. U-Pb zircon ages by La-Mcicpms from orthogneisses south of Alpinópolis (Minas Gerais, SE-Brazil): reconstructing paleoproterozoic cratons on the southwestern margin of the São Francisco Palecontinent. *Gacmac Annual Meeting*, Montreal, Canada.
- Valeriano, C.M; Almeida, J. C. H.; Trouw, R. A. J.; Paciullo, F. V. P.; Simoes, L. S. A.; Szabo, G. A. J.; Heilbron, M.; Duarte, B. P.; Tupinamba, M. A. S. & Turbay, C. V. G. 2007. Mapa Geológico da Folha Alpinópolis - escala 1:100.000. *in*: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Brasília.

- Valeriano, C.M., Pimentel, M.M., Heilbron, M., Almeida, J.C.H. & Trouw, R.A.J. 2008. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B. & de Wit, M.J. (eds) West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. Geological Society, London. Special Publications, 294, 197-210.
- Yardley, B.W.D., 1991. An introduction to metamorphic petrology. New York: Longman: Earth Science Series. 248p
- Zanardo, A.; Morales, N.; Oliveira, M.A.F. & Del Lama, E.A. 2006. Associação tectono-litológica da paleozona de sutura Alterosa, sudeste do Brasil. Revista UnGGeociências, 5(1): 103-117.
- Willinas, H. Tuner, F.J.; Gilbert, C.M. 1970. Petrografia: Introdução ao estudo de rochas em seções delgadas. Tradução de Ruy Ribeiro Franco. São Paulo, Editora Polígono /EDUSP, 445pp.



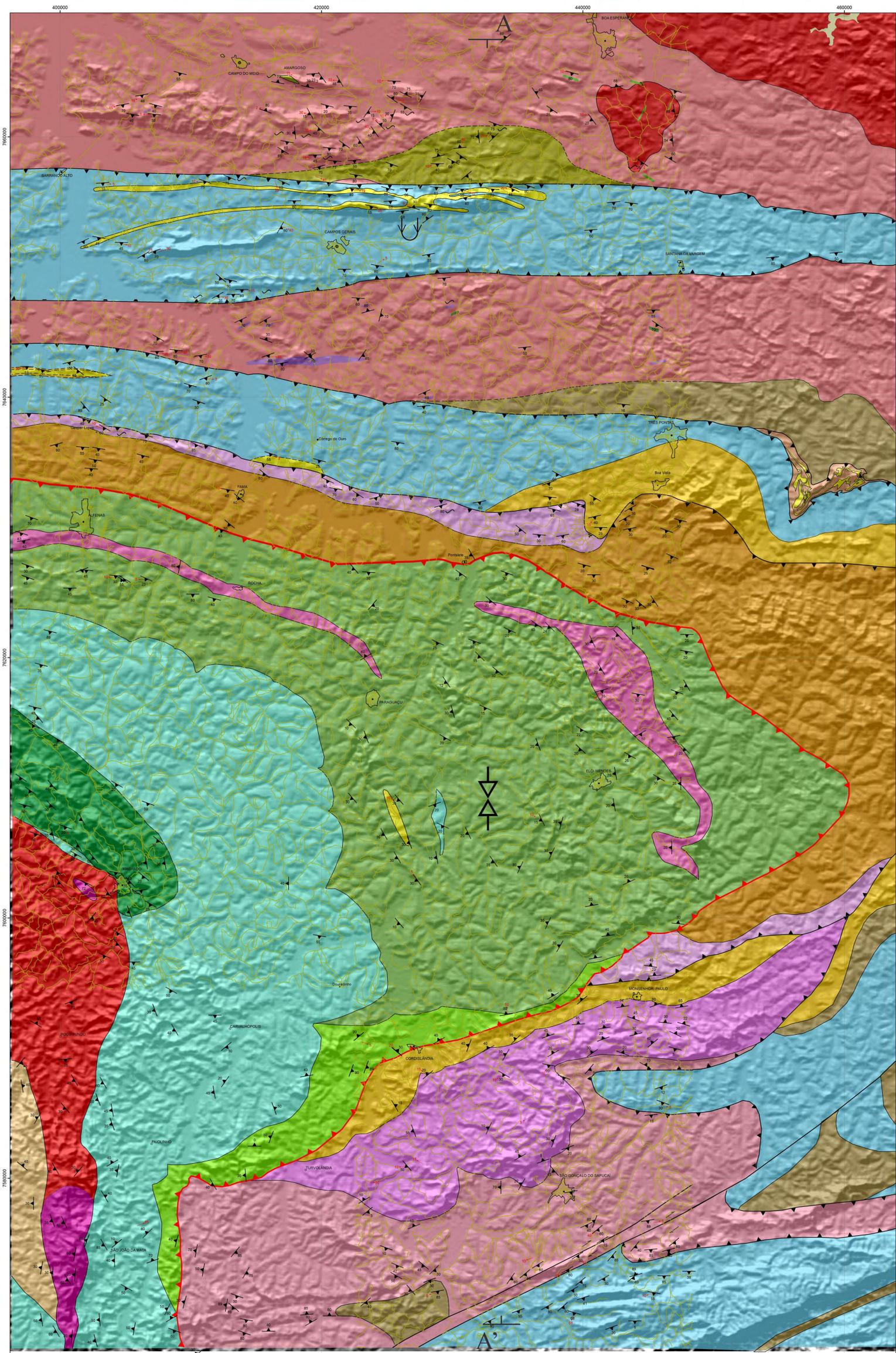
MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE ALFENAS

Escala 1:100.000

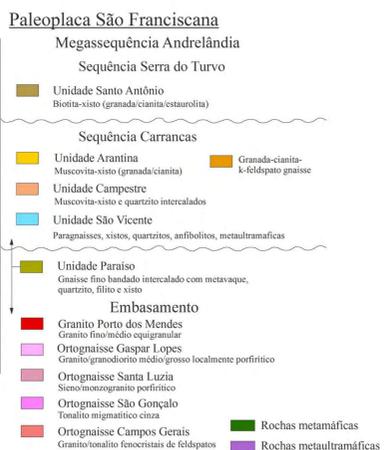
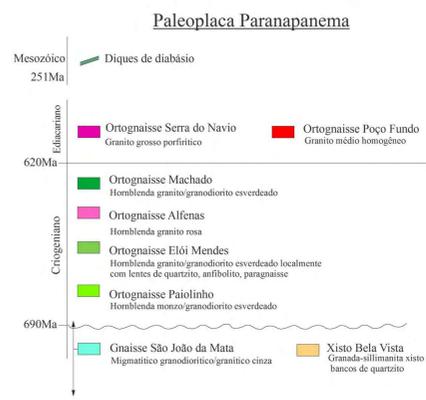


Universidade Federal do Rio de Janeiro

Departamento de Geologia

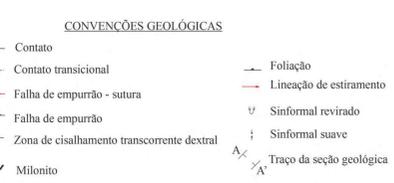


UNIDADES LITOLÓGICAS

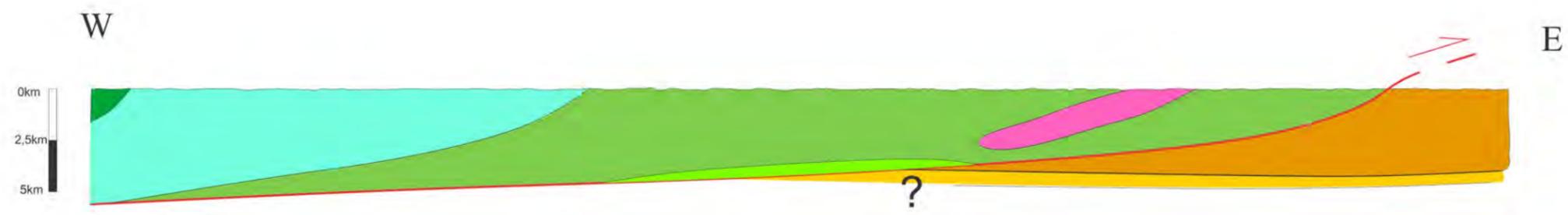
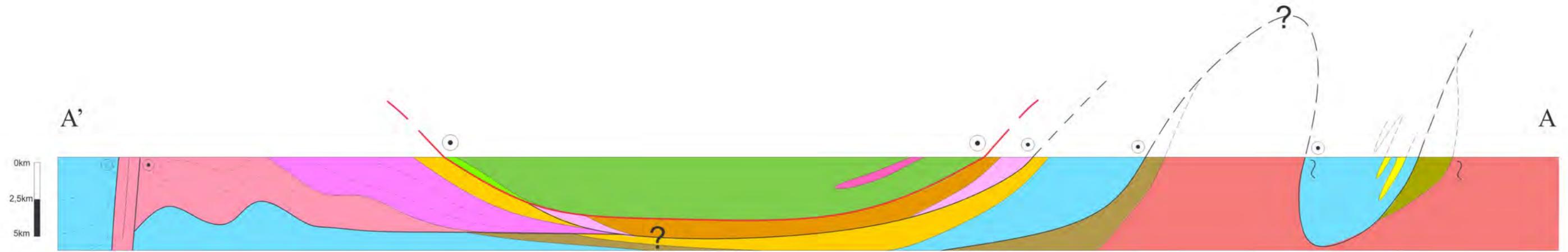


Autora: Maria Taryn Relvas Campos
 com colaboração de: Alexandre Oliveira;
 Felipe Rocha; Danilo Loreto;
 Vinícius Carvalho e Hugo Kusama

Orientador: André Ribeiro



ANEXO II:
SEÇÕES GEOLÓGICAS NA REGIÃO DE ALFENAS





MAPA DE PONTOS DA REGIÃO DE ALFENAS

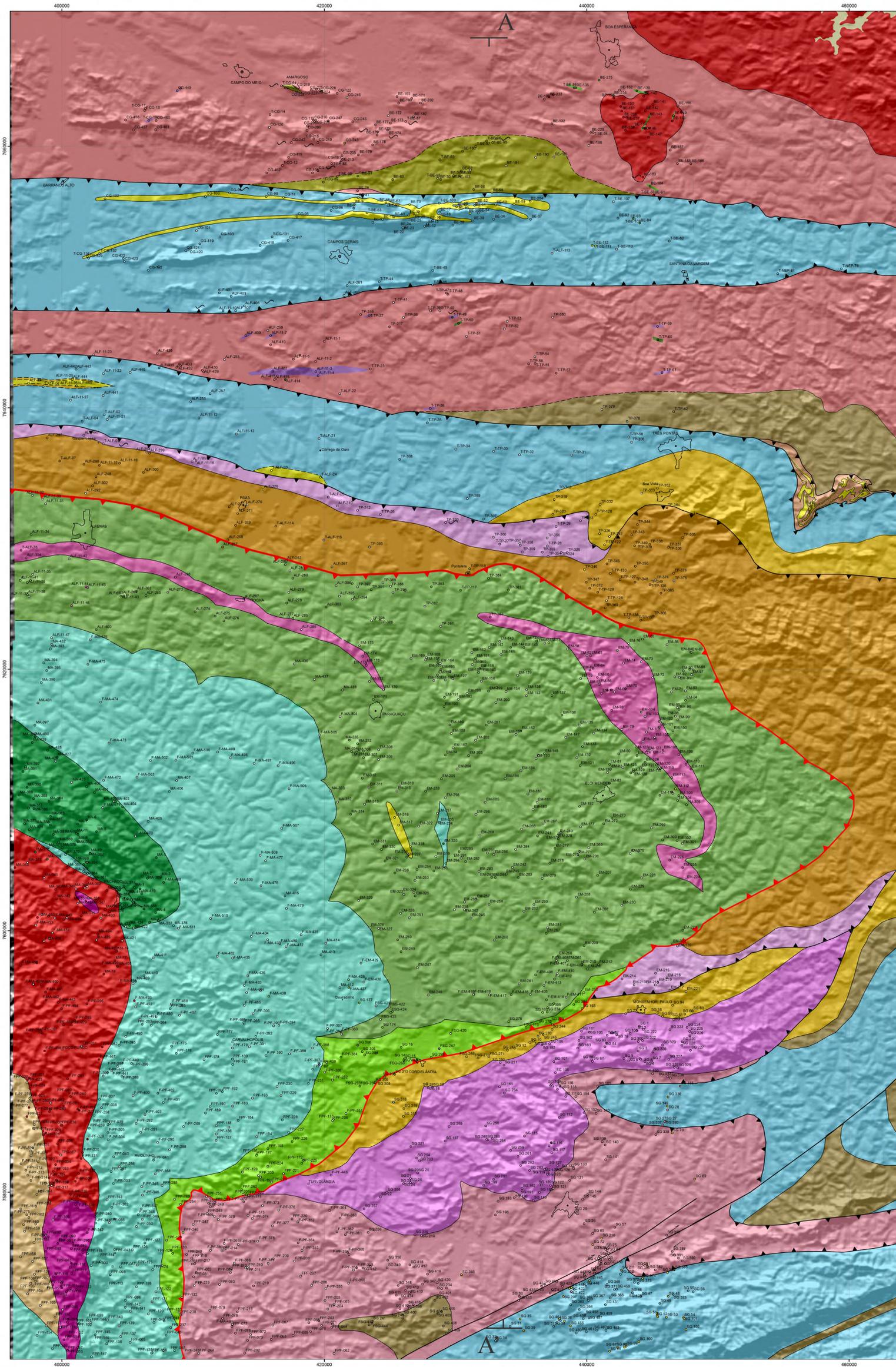
Escala 1:100.000



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Maria Taryn Relvas Campos

Departamento de Geologia



UNIDADES LITOLÓGICAS

Paleoplaca Paranapanema

- Mesozóico
 - 251Ma: Diques de diabásio
- Eólicasiano
 - Ortognaisse Serra do Navio: Granito grosso porfirítico
 - Ortognaisse Poco Fundo: Granito médio homogêneo
- 620Ma
 - Ortognaisse Machado: Hornblenda granito/granodiorito esverdeado
 - Ortognaisse Alfenas: Hornblenda granito rosa
 - Ortognaisse Eliói Mendes: Hornblenda granito/granodiorito esverdeado localmente com lentes de quartzo, anfibólio, panguanaisse
 - Ortognaisse Patolino: Hornblenda monzo/granodiorito esverdeado
- 690Ma
 - Ortognaisse São João da Mata: Migmatítico granodiorítico/granítico cinza
 - Xisto Bela Vista: Granada-sillimanita xisto e bancas de quartzo

Paleoplaca São Franciscana

- Megassequência Andrelândia
 - Sequência Serra do Turvo
 - Unidade Santo Antônio: Biotita-xisto (granada/cianita/cestauroлита)
 - Sequência Carrancas
 - Unidade Arantina: Muscovita-xisto (granada/cianita)
 - Unidade Campestre: Muscovita-xisto e quartzo intercalados
 - Unidade São Vicente: Paragnaisse, xistos, quartzitos, anfibólitos, metatramfácias
 - Unidade Paraiso: Gnaiss fino bandado intercalado com metavaque, quartzito, fôca xisto
 - Embasamento
 - Granito Porto dos Mendres: Granito fino/médio equigranular
 - Ortognaisse Gaspar Lopes: Granito granodiorítico médio grosso localmente porfirítico
 - Ortognaisse Santa Luzia: Sillimanite migmatítico porfirítico
 - Ortognaisse São Gonçalo: Tonalito migmatítico cinza
 - Ortognaisse Campos Gerais: Granito/tonalito fenocrístais de feldspatos
- Rochas metamáficas
- Rochas metatramfácias

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato
- Contato transicional
- Falha de empurrão - sutura
- Falha de empurrão
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Milonito
- Foliação
- Lineação de estiramento
- Sinformal revirado
- Sinformal suave
- Traço da seção geológica