



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Geologia

Rodson de Abreu Marques

**Evolução metamórfica do Terreno Oriental da Faixa Ribeira entre Italva e
Bom Jesus do Itabapoana, noroeste do RJ.**

Rio de Janeiro
2009

Rodson de Abreu Marques

Evolução metamórfica do Terreno Oriental da Faixa Ribeira entre Italva e Bom Jesus do Itabapoana, noroeste do RJ.

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



Orientador: Prof^a. Dr^a. Beatriz Paschoal Duarte

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CTC/C

M357 Marques, Rodson de Abreu.
Evolução metamórfica do terreno oriental da Faixa
Ribeira entre Italva e Bom Jesus do Itabapoana /
Rodson de Abreu Marques.- 2009.
177 f. : il. : color.

Orientador: Beatriz Paschoal Duarte.
Co-orientador: Miguel Tupinambá
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado
do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia.

1. Química mineralógica - Teses. 2. Geodinâmica -
Teses. 3. Metamorfismo (Geologia) – Teses I. Duarte,
Beatriz Paschoal. II. Tupinambá, Miguel. III. Universidade
do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia.
IV. Título.

CDU 549.02(815.3)

Rodson de Abreu Marques

**Evolução metamórfica do terreno oriental da Faixa Ribeira entre Italva e
Bom Jesus do Itabapoana, noroeste do RJ.**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-Graduação em Análise de Bacias e
Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio
de Janeiro.

Aprovada em 27 de março de 2009.

Orientadores:

Prof. Dr^a. Beatriz Paschoal Duarte (Orientador)
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof. Dr. Miguel Tupinambá
Faculdade de Geologia da UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Renato Nogueira
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Maria da Glória Motta Garcia
Instituto de Geociências da USP

Rio de Janeiro

2009

AGRADECIMENTOS

À Beatriz Paschoal Duarte, minha orientadora, por toda dedicação, companheirismo, sabedoria e presença durante o desenvolvimento da dissertação.

Aos amigos de pós-graduação da UERJ – Sheila Souza, Leonardo Oliveira, Natália Famelli (gata), Maísa Pamplona, Mírian, Marcelo Dilello, Gabriela Vargas, Jefferson André, Artur Corval, Fábio Peres e Ricardo.

Aos profissinais Evânia, Bruno, Rosalva, Fábio e Mário pelo apoio técnico.

Aos professores da UFMG Carlos Antônio Pedrosa-Soares e Luíz Aba pela oportunidade da obtenção dos dados de química mineral.

Ao geólogo Luiz Garcia pelo apoio na aquisição dos dados de química mineral.

À professora Maria da Glória Motta Garcia, Rubem Porto Jr. e Sérgio Valente pelo auxílio fornecido.

Ao seu Tarsiso pela confecção de lâminas delgadas na UFRJ.

Aos professores de geologia da UERJ – José Renato Nogueira, Miguel Tupinambá, Cláudia Sayão Valladares, Mônica Heilbron e Cláudio Valleriano.

E, agradeço, honrosamente aos meus pais, Antonio Carlos Fernande Marques e Maria Valma de Abreu Marques e a toda minha família.

RESUMO

MARQUES, Rodson de Abreu. *Evolução metamórfica do terreno oriental da Faixa Ribeira entre Italva e Bom Jesus do Itabapoana*. Rio de Janeiro, 2009. 177f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

A região entre Bom Jesus de Itabapoana e Italva tem seu contexto geológico situado no Terreno Oriental (Domínios Cambuci, Costeiro e Italva) do Setor Central da Faixa Ribeira. Esta Faixa foi formada durante a Orogenia Brasileira (Neoproterozóico-Cambriano), na borda sul/sudeste do Cráton São Francisco. A partir de mapas publicados na área e coletas de amostra em dois perfis estruturais, desenvolveu-se o presente trabalho, cuja meta foi a análise química de mineral para a investigação do metamorfismo dos Domínios Cambuci, Costeiro (Unidades Angelim e São Fidélis) e Italva. Para tal, foi objeto de estudo os metapelitos e metabasitos dos domínios supracitados. A identificação de associações minerais, a discriminação de diferentes equilíbrios metamórficos e a determinação de valores absolutos de pressão e temperatura (geotermobarometria) para cada um dos Domínios Tectônicos do Terreno Oriental foram os parâmetros fundamentais para a caracterização da evolução metamórfica da área de estudo. Estes dados indicaram diferentes condições e evoluções metamórficas, com distintos níveis crustais, para os diferentes domínios do Terreno Oriental. As rochas do Domínio Cambuci registram dois eventos térmicos distintos, ambos sob condições de alta temperatura, sendo o primeiro formado sob condições de pressão mais baixas que o segundo. Os litotipos do Domínio Costeiro registram pico metamórfico sob condições de facies granulito de pressão intermediária e os valores de pressão e temperatura obtidos foram os mais altos dentre os três domínios estudados. As rochas do Domínio Italva fornecem valores de temperatura correspondentes às condições de facies anfíbolito superior a granulito, sob pressão baixa a intermediária.

Palavras-chave: Faixa Ribeira. Terreno Oriental. Química Mineral. Geotermobarometria. Evolução Metamórfica.

ABSTRACT

The region between Bom Jesus de Itabapoana and Italva consists of a high-grade metamorphic terrane situated within the so-called Oriental Terrane of the Central Sector of the Ribeira Belt. This belt, of neoproterozoic-cambrian age, was formed during the Brasiliano Orogeny, in the south / southeast margin of the São Francisco Craton. The present work was developed on the basis of pre-existing geological maps and collection of samples along two structural sections of the study area. The aim of this work is the investigation of the metamorphism of the Cambuci, Costeiro and Italva Domains of the Oriental Terrane. This investigation was based on the acquisition and interpretation of chemical analyses of mineral phases from metapelites and metabasites of the previously quoted domains. The identification of mineral parageneses, the discrimination of different metamorphic equilibria and the determination of absolute values of pressure and temperature (geothermobarometry) for each one of the study tectonic domains were the basic tools used for the characterization of the metamorphic evolution of the area. The obtained data indicated different conditions and metamorphic evolutions, including different crustal levels, for the different tectonic domains of the Oriental Terrane. The rocks of the Cambuci Domain register two different thermal events, both under high temperature and medium pressure conditions. The first event, not unequivocally metamorphic, was developed under lower pressures than the second one. The rocks of the Costeiro Domain record metamorphic peak under conditions of medium pressure granulite facies. The obtained pressure and temperature values were the highest among the three studied domains. The rocks of the Italva Domain yield temperature values of the transition zone between upper amphibolite and granulite facies conditions. Low to medium pressure values were obtained for this domain.

Key-Words: Ribeira Belt. Oriental Terrane. Chemical analyses of mineral phases. Geothermobarometry. Metamorphic Evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de acesso e localização da área de estudo	3
Figura 2 -	Ilustração da subdivisão do sistema Orogênico Mantiqueira	7
Figura 3 -	Mapa geológico simplificado da Faixa Ribeira	8
Figura 4 -	Ilustração Seção estrutural composta do Orógeno Ribeira com relação entre os diferentes terrenos e domínios estruturais	9
Figura 5 -	Figura do mapa geológico da região entre Italva e Bom Jesus de Itabapoana	22
Figura 6a -	Perfil estrutural (A-B) da Região de Italva	23
Figura 6b -	Perfil estrutural (C-D) da Região de Bom Jesus de Itabapoana	23
Figura 7 -	Fotografia de afloramento tipo pedreira correspondente aos ortognaisses do Complexo Juiz de Fora	25
Figura 8 -	Fotografia do bandamento máfico decamétrico no ortognaisse leucocrático do Complexo Juiz de Fora	25
Figura 9 -	Fotografia de xenocristais de ortopiroxênio no granulito félsico do Complexo Juiz de Fora	26
Figura 10 -	Fotografia de xenocristais de granada no ortogranulito máfico do Complexo Juiz de Fora	26
Figura 11 -	Fotografia de textura migmatítica do tipo schiliren no granada-biotita-gnaisse da Megassequencia Andrelândia	30
Figura 12 -	Fotografia de enclave de rocha clacissilicática no paragnaisse da Megassequencia Andrelândia	31
Figura 13 -	Fotografia de enclave de anfibolito referente ao conjunto paraderivado da Megassequencia Andrelândia	31

Figura 14 -	Fotografia de textura nebulítica no paragnaisse da Unidade Cambuci	35
Figura 15 -	Fotografia de textura Schiliren no paragnaisse da Unidade Cambuci .	35
Figura 16 -	Fotografia de textura flebítica no paragnaisse da Unidade Cambuci ..	36
Figura 17 -	Fotografia de enclave de rocha metabásica na Unidade Cambuci	38
Figura 18 -	Fotografia de Enclave de rocha metaultrabásica na Unidade Cambuci	38
Figura 19 -	Fotografia de xenocristais de granada no leucocharnockitóide São João do Paraíso	42
Figura 20 -	Fotografia de pórfiros de plagioclásio alinhados no leucocharnockitóide São João do Paraíso	42
Figura 21 -	Fotografia de nódulo de metabasito, de dimensão decimétrica, encaixado no Leucocharnockitóide	43
Figura 22 -	Fotografia mostrando contatos de níveis félsicos e máficos no Complexo Serra da Bolívia	43
Figura 23 -	Fotografia de veios pegmatóides no ortognaisse do Complexo Serra da Bolívia	46
Figura 24 -	Fotografia do (sillimanita)-granada-biotita gnaisse referente à Unidade São Fidélis	48
Figura 25 -	Fotografia mostrando concentração de silimanita no melanossoma ao redor de veios leucossomáticos do paragnaisse da Unidade São Fidélis	48
Figura 26 -	Fotografia do gnaisse leucocrático homogêneo da Unidade Italva	52

Figura 27 -	Fotografia mostrando leucossomas associados ao paragnaisse da Unidade Itálva	52
Figura 28 -	Fotografia mostrando sigmóide de deformação no paragnaisse da Unidade Itálva	56
Figura 29 -	Fotografia mostrando intercalação centimétrica do paragnaisse com o anfíbolito do Grupo Itálva	56
Figura 30 -	Fotografia de dobras pitigmáticas no sillimanita-muscovita-quartzoxisto do Grupo Itálva	57
Figura 31 -	Fotomicrografia do metapelito do Domínio Cambuci. Presença de sillimanita, biotita e granada	69
Figura 32 -	Fotomicrografia do metaasito do Domínio Cambuci. Paragênese constituída por hornblenda, clinopiroxênio, ortopiroxênio e plagioclásio	69
Figura 33 -	Fotomicrografia do metabasito do Domínio Cambuci. Coroas de granada e hornblenda ao redor de ortopiroxênio, clinopiroxênio e plagioclásio. Presença de quartzo de forma vermiforme	71
Figura 34 -	Fotomicrografia do metapelito do Domínio Cambuci onde observa-se o equilíbrio grt-rt-als-ilm-qtz. Há a presença de espinélio verde em contato com granada	74
Figura 35 -	Fotomicrografia do metapelito do Domínio Cambuci onde observa-se espinélio coroado por sillimanita.....	74
Figura 36 -	Fotomicrografia do paragnaisse do Domínio Cambuci mostrando os equilíbrios 1 e 2 do termômetro grt-bt	75
Figura 37 -	Fotomicrografia do paragnaisse do Domínio Cambuci mostrando o equilíbrio 3 do termômetro grt-bt	75

Figura 38 -	Fotomicrografia do metabasito do Domínio Cambuci (amostra JI-II-07-36B) onde observa-se os equilíbrios 0 e 1	76
Figura 39 -	Fotomicrografia do metabasito do Domínio Cambuci (amostra JI-XI-15B) onde observa-se os equilíbrios 1 e 2	76
Figura 40 -	Diagrama de classificação da granada dos paragneisses do Domínio Cambuci	79
Figura 41 -	Diagrama de classificação da mica dos paragneisses do Domínio Cambuci	79
Figura 42 -	Diagrama de classificação do ortopiroxênio do metabasito do Domínio Cambuci	80
Figura 43 -	Diagrama de classificação do clinopiroxênio do metabasito do Domínio Cambuci	80
Figura 44 -	Diagrama de classificação do plagioclásio do metabasito do Domínio Cambuci	81
Figura 45 -	Diagrama de classificação da granada do metabasito do Domínio Cambuci	81
Figura 46 -	Diagrama de classificação do anfibólio do metabasito do Domínio Cambuci	82
Figura 47 -	Diagrama de classificação do anfibólio do metabasito do Domínio Cambuci	82
Figura 48 -	Diagrama de classificação do filossilicato do metabasito do Domínio Cambuci	84
Figura 49 -	Diagrama discriminante entre ortopiroxênios ígneos e metamórficos .	85
Figura 50 -	Diagrama discriminante entre ortopiroxênios ígneos e metamórficos .	85

Figura 51 -	Diagramas mostrando as projeções da composições do anfibólio dos metabasitos do Domínio Cambuci	87
Figura 52 -	Fotomicrografia do ortognaisse da Unidade Angelim mostrando o equilíbrio 0.....	93
Figura 53 -	Fotomicrografia do ortognaisse da Unidade Angelim mostrando os equilíbrios 1 e 2.....	93
Figura 54 -	Fotomicrografia do paragnaisse da Unidade São Fidélis mostrando os equilíbrios 1 e 2 entre granada, biotita, plagioclásio e quartzo.....	94
Figura 55 -	Diagrama de classificação das granadas do ortognaisse da Unidade Angelim e do paragnaisse da Unidade São Fidélis	96
Figura 56 -	Diagrama de classificação dos plagioclásios do ortognaisse da Unidade Angelim e do paragnaisse da Unidade São Fidélis	96
Figura 57 -	Diagrama de classificação dos filossilicatos do ortognaisse da Unidade Angelim e do paragnaisse da Unidade São Fidélis	97
Figura 58 -	Fotomicrografia do anfibolito do Domínio Itálva. Textura granoblástica com a paragênese hbl+pl+cpx+ttn	102
Figura 59 -	Fotomicrografia do anfibolito do Domínio Itálva. Textura nematoblástica com a paragênese hbl+pl+op	102
Figura 60 -	Fotomicrografia do anfibolito do Domínio Itálva mostrando os equilíbrios 1 e 2 nos grãos de hbl, pl, cpx e ttn	104
Figura 61 -	Fotomicrografia do anfibolito do Domínio itálva mostrando o crescimento tardio de biotita ao redor dos grãos de hornblenda	104
Figura 62 -	Diagrama de classificação do anfibólio do anfibolito do Domínio Itálva	107

Figura 67 -	Diagrama de classificação do plagioclásio do anfibolito do Domínio Italva	108
Figura 68 -	Diagrama de classificação do clinopiroxênio do anfibolito do Domínio Italva	108
Figura 65 -	Diagramas mostrando projeções das composições do anfibólio do Domínio Italva. Campos de diferentes posições de P definidos por Laird & Albee (1981)	111
Figura 66 -	Diagrama de composição das granadas das amostras dos domínios do Terreno Oriental	114
Figura 67 -	Diagrama de composição dos filossilicatos das amostras dos domínios do Terreno Oriental	115
Figura 68 -	Diagrama de composição dos ortopiroxênios das amostras dos domínios do Terreno Oriental	116
Figura 69 -	Diagrama de composição dos clinopiroxênios das amostras dos domínios do Terreno Oriental	117
Figura 70 -	Diagrama de composição dos feldspatos das amostras dos domínios do Terreno Oriental	118
Figura 71 -	Diagrama de composição dos anfibólios das amostras dos domínios do Terreno Oriental	119
Figura 72 -	Caminho P-T dos litotipos dos Domínios Cambuci, Costeiro e Italva comparados com campos de gradientes metamórficos para vários terrenos no mundo. Diagrama de Turner (1981).....	126
Figura 73 -	Caminho P-T dos litotipos dos Domínios Cambuci, Costeiro e Italva de acordo com as ferramentas utilizadas.....	127

Figura 74 -	Caminho P-T dos litotipos dos Domínios Cambuci, Costeiro e Italva...	128
Figura 75 -	Diagramas de comparação dos Domínios da Faixa Ribeira mostrando as projeções das composições dos anfibólitos. Campos de diferentes posições de P definidos por Laird & Albee (1981)	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Principais estruturas na Faira Ribeira de acordo com os autores indicados.....	9
Tabela 2 -	Correlação entre a nomenclatura litoestratigráfica adotada (Tupinambá <i>et al.</i> , 2007) e aquela de trabalhos prévios da literatura	16
Tabela 3 -	Caracterização petrográfica dos litotipos do Complexo Juiz de Fora	27
Tabela 4 -	Caracterização petrográfica dos litotipos da Megasseqüência Andrelândia	32
Tabela 5 -	Caracterização petrográfica dos litotipos da Unidade litológica Granada Charnockito.....	33
Tabela 6 -	Caracterização petrográfica dos litotipos do Unidade Cambuci	40
Tabela 7 -	Caracterização petrográfica do Leucocharnockitóide São João do Paraíso	41
Tabela 8 -	Caracterização petrográfica dos litotipos do Complexo Ortoderivado Serra da Bolívia	45
Tabela 9 -	Caracterização petrográfica dos litotipos do Domínio Costeiro	50
Tabela 10 -	Caracterização petrográfica dos litotipos do Domínio Italva	55

Tabela 11 - Geotermômetros e geobarômetros importantes para o estudo de metapelitos e metabasitos	59
Tabela 12 - Paragêneses das rochas da Unidade Cambuci no Domínio Tectônico homônimo	67
Tabela 13 - Valores de T obtidos para os equilíbrios 1, 2 e 3 da amostra IV-X-19 (metapelito do Domínio Cambuci)	88
Tabela 14 - Valores de P obtidos para os equilíbrios 1 e 2 da amostra IV-X-19 (metapelito do Domínio Cambuci)	88
Tabela 15 - Valores de T obtidos para os equilíbrios 0 e 2 dos metabasitos do Domínio Tectônico Cambuci	89
Tabela 16 - Valores de T obtidos para o equilíbrio 1 dos metabasitos do Domínio Tectônico Cambuci	90
Tabela 17 - Valores de P (Kbar) para o equilíbrio 2 da amostra JI-II-07-36B (metabasito do Domínio cambuci)	90
Tabela 18 - Paragêneses das rochas do Domínio Costeiro	92
Tabela 19 - Valor de T para o geotermômetro pl-Kfs (ou dois feldspatos) do ortognaisse da Unidade Angelim (amostra IV-RM-7B)	99
Tabela 20 - Valores de T para os equilíbrios 1 e 2 do ortognaisse da Unidade Angelim (amostra IV-RM-7B)	99
Tabela 21 - Valores de P segundo Santos <i>et al.</i> (2005) para ortognaises da Unidade Angelim	99

Tabela 22 -	Valores de T para os equilíbrios 1 e 2 do paragnaisse da Unidade São Fidélis (amostra IV-RM-5A)	99
Tabela 23 -	Valores de P para os equilíbrios 1 e 2 do pagnaisse da Unidade São Fidélis	100
Tabela 24 -	Paragêneses das rochas da Unidade Italva no domínio tectônico homônimo	103
Tabela 25 -	Valores de T obtidos para os equilíbrios 1 e 2 do anfibolito do Domínio Tectônico Italva	109
Tabela 26 -	Médias dos valores de pressão e temperatura para cada amostra dos domínios do Terreno Oriental	125

LISTA DE ABREVIATURAS MINERAIS

Act	Actinolita
Ab	Albita
Aln	Allanita
Alm	Almandina
Als	Aluminossilicato
Am	Anfibólio
And	Andalusita
Adr	Andradita
An	Anortita
Ap	Apatita
Aug	Augita
Bt	Biotita
Cal	Calcita
Cb	Carbonato
Chl	Clorita
Cpx	Clinopiroxênio
Di	Diopisídio
Dol	Dolomita
Fsp	Feldspato

Fe ₂ -Hbl	Ferro-hornblenda
Fs	Ferrossilita
Fe ₂ -Ts	Ferro-tschermakita
Grt	Granada
Gln	Glaucofana
Grs	Grossulária
Hem	Hematita
Hbl	Hornblenda
Ilm	Ilmenita
Kln	Caolinita
Kfs	K-feldspato
Ky	Cianita
Mg-Hbl	Magnésio-hornblenda
Mag	Magnetita
Mca	Mica
Mc	Microclina
Mnz	Monazita
Ms	Muscovita
Ol	Olivina
Op	Mineral opaco

Or	Ortoclásio
Opx	Ortopiroxênio
Phl	Flogopita
Pl	Plagioclásio
Px	Piroxênio
Prp	Piropo
Rt	Rutilo
Scp	Escapolita
Ser	Sericita
Sil	Sillimanita
Sps	Espessartita
Spl	Espinélio
Srp	Serpentina
Ttn	Titanita
Tr	Tremolita
Ts	Tschermakita
Wmca	Mica branca
Zrn	Zircão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Introdução e objetivos gerais (caracterização da temática e justificativa do estudo).....	1
1.2	Localização da área de estudo e vias de acesso	2
1.3	Método de Trabalho.....	2
2	GEOLOGIA REGIONAL	6
2.1	A Faixa Ribeira	6
2.2	Principais estruturas da Faixa Ribeira	9
2.3	Unidades Litológicas dos Domínios do Terrenos Ocidental e Oriental da Faixa Ribeira	12
2.3.1	Unidades Litológicas do Domínio Juiz de Fora	12
2.3.2	Unidades Litológicas do Domínio Cambuci	13
2.3.3	Unidades Litológicas do Domínio Costeiro	14
2.3.4	Unidades Litológicas do Domínio Italva	15
2.4	Revisão sobre a Evolução Metamórfico-Deformacional da Faixa Ribeira	18
3	CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA DA ÁREA	21
3.1	Terreno Ocidental	21
3.1.1	Complexo Juiz de Fora	24
3.1.2	Megassequência Andrelândia	27

3.1.2.1	Paragnaisses	28
3.1.2.2	Lentes e Corpos Tabulares de Metabasitos e Rochas Calcissilicáticas	29
3.1.3	Granitóides sin-colisionais (granada charnockito)	32
3.2	Terreno Oriental	33
3.2.1	Domínio Cambuci	33
3.2.1.1	Unidade Cambuci	34
3.2.1.1.1	Paragnaisses (bandados e migmatíticos)	34
3.2.1.1.2	Rochas Metabásicas, Metaultrabásicas, Mármore e Gonditos	37
3.2.1.2	Leucocharnockito São João do Paraíso	40
3.2.1.3	Conjunto Ortotoderivado (Complexo Serra da Bolívia)	44
3.3.2	Domínio Costeiro	47
3.3.2.1	Unidade São Fidélis	47
3.3.2.2	Unidade Angelim	49
3.3.2.3	Rochas do Arco Magmático Rio Negro	49
3.4.3	Domínio Italva	51
3.4.3.1	Biotita Leucognaisse Homogêneo Fino	51
3.4.3.2	Anfibolitos e Rochas Metaultramáficas	53
3.4.3.3	Mármore e Rochas Calcissilicáticas	54
3.4.3.4	Sillimanita-Muscovita-Quartzo Xisto	54

4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE GEOTERMOBAROMETRIA E METODOLOGIA ESPECÍFICA PARA OS DADOS DE QUÍMICA MINERAL	58
4.1	Revisão sobre Geotermobarometria	58
4.2	Metodologia específica para obtenção e tratamento das análises de química mineral e obtenção dos dados geotermobarométricos	61
4.2.1	Seleção de amostras para proceder à análise química	61
4.2.2	Obtenção de lâminas polidas	62
4.2.3	Análise petrográfico-petrológica das lâminas polidas, com identificação, demarcação e fotografiação dos campos e fases minerais a serem analisados	62
4.2.4	Obtenção, tratamento e interpretação dos dados de química mineral e cálculos de geotermobarometria	62
5	GEOTERMOBAROMETRIA E QUÍMICA MINERAL DAS ROCHAS DA REGIÃO ENTRE BOM JESUS DE ITABAPOANA E ITALVA	66
5.1	Metamorfismo da região entre Italva e Bom Jesus de Itabapoana	66
5.2	Metamorfismo M ₁ no Domínio Cambuci	67
5.2.1	Equilíbrios de M ₁ no Domínio Cambuci	70
5.2.2	Química mineral de M ₁ no Domínio Cambuci	77
5.2.3	Geotermobarometria de M ₁ no Domínio Cambuci	83
5.2.4	Comparações com dados pré-existentes	90
5.3	Metamorfismo no Domínio Costeiro	91

5.3.1	Equilíbrios de M1 no Domínio Costeiro	92
5.3.2	Química Mineral de M1 no Domínio Costeiro	95
5.3.3	Geotermobarometria de M1 no Domínio Costeiro	98
5.3.4	Comparação com dados pré-existentes	100
5.4	Metamorfismo M₁ no Domínio Italva	100
5.4.1	Equilíbrios de M1 no Domínio Italva	103
5.4.2	Química Mineral de M1 no Domínio Italva	106
5.4.3	Geotermobarometria de M1 no Domínio Italva	109
5.4.4	Comparação com dados pré-existentes	110
6	CONCLUSÕES: INTEGRAÇÃO DOS DADOS E COMPARAÇÃO ENTRE O METAMORFISMO DOS DIFERENTES DOMÍNIOS DO TERRENO ORIENTAL	112
6.1	Comparação dos dados de química mineral das amostras dos domínios Cambuci, Costeiro e Italva	112
6.2	Metamorfismo M₁ no Domínio Cambuci	120
6.3	Metamorfismo M₁ no Domínio Costeiro	122
6.4	Metamorfismo M₁ no Domínio Italva	123
6.5	Caminhos de evolução metamórfica para as litologias dos Domínio Tectônicos do Terreno Oriental da Faixa Ribeira ...	124
6.6	Comparação dos domínios da Faixa Ribeira a partir da cristaloquímica dos anfibólios	130

REFERÊNCIAS	132
ANEXO I	150

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Introdução e objetivos gerais (caracterização da temática e justificativa do estudo).

A área alvo da presente pesquisa está inserida no contexto do Terreno Oriental (Domínios Cambuci, Costeiro e Italva), no Setor Central da Faixa Ribeira (Almeida *et al.*, 1973). Esta compreende um sistema orogênico complexo de dobramentos e empurrões, gerado no Neoproterozóico/Cambriano, durante a Orogênese Brasileira, na borda sul/ sudeste do Cráton do São Francisco (Almeida, 1971, 1977; Cordani *et al.*, 1967, 1973). Este segmento pré-cambriano teve evolução metamórfica complexa, ressaltando-se a existência de contraste metamórfico dentre os três domínios tectônicos do Terreno Oriental e a ocorrência de diferenças metamórficas dentro do Domínio Costeiro ao longo da Faixa Ribeira. Poucos trabalhos foram realizados nesse sentido, especialmente com relação à determinação das condições absolutas de pressão e temperatura das unidades litológicas dos diferentes domínios, cuja evolução parece ter sido bastante complexa, com o envolvimento de níveis crustais distintos. Estas evidências são suportadas por dados de campo coletados neste estudo e baseados em trabalhos anteriores referentes à Faixa Ribeira a partir de diversos autores, além de análises petrográficas e petrológicas. Visto a complexidade deste orógeno, o presente trabalho propõe inserir na literatura geológica informações mais detalhadas sobre o estudo do metamorfismo com base em análises de química mineral do Terreno Oriental da Faixa Ribeira para a obtenção de valores geotermobarométricos e a evolução metamórfica dos domínios do Terreno Oriental da Faixa Ribeira.

Os objetivos da pesquisa sobrevirão a partir de uma visão integrada de dados de campo, petrografia, petrologia e química mineral. O presente trabalho tem os seguintes objetivos:

(a) determinação das diferentes paragêneses e pulsos metamórficos registrados na área alvo;

(b) determinação dos valores absolutos de P e T de formação das paragêneses metamórficas identificadas (progressiva, auge e retrógrada) em cada pulso metamórfico;

(c) comparação entre o metamorfismo nos diferentes domínios e;

(d) elaboração de modelo de evolução metamórfica para a área estudada.

1.2 Localização da área de estudo e vias de acesso

A área alvo da pesquisa situa-se no noroeste do Estado do Rio de Janeiro e região limítrofe com o Estado do Espírito Santo. Municípios como Bom Jesus de Itabapoana, Italva, Cardoso Moreira e Itaperuna estão incluídos na área da pesquisa que perfaz cerca de 1270 Km² e é limitada pelos meridianos 41° 33' e 41° 57' W e pelos paralelos 21° 00' e 21° 30' S. O acesso à região pode ser efetuado através das seguintes rodovias: BR-040 (Rodovia Washington Luiz - Rio – Juiz de Fora), BR-356 (São João da Barra). A figura 1 mostra os caminhos de acesso e as principais cidades da região.

1.3 Método de Trabalho

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho se desenvolveu ao longo de nove etapas, descritas a seguir:

- 1) **Levantamento e análise da bibliografia existente sobre a região alvo:** As bibliografias principais são aquelas referentes à Faixa Ribeira e sua evolução tectônica, bem como referências de trabalhos sobre a geologia da área alvo e aquelas que abordam o estudo de geotermômetros e geobarômetros em âmbito mundial.
- 2) **Levantamento do acervo de rochas e lâminas da área alvo existente na FGEL/UERJ:** As amostras, pertencentes ao acervo da Faculdade de Geologia da UERJ, foram coletadas por docentes, pesquisadores e alunos da graduação do Curso de Geologia da UERJ durante as atividades de campo referentes à disciplina Estágio de Campo II.



Figura 1: Mapa de localização da área alvo no contexto geográfico. na figura a direita observa-se as principais cidades e vias de acesso.

Fonte: google maps (<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>).

- 3) **Integração de dados de campo da área abrangida pela Folha Itaperuna 1:100.000 (IBGE):** envolveu o levantamento e análise de produções cartográficas disponíveis, tanto já publicadas (Machado Filho *et al.*, 1983; Reis e Mansur 1995); Fonseca 1998; Silva e Cunha 2001; Silva *et al.*, 2002) quanto inéditas (Mapa geológico da Folha Itaperuna 1:1000.000 – PRONAGEO, Duarte 2009).
- 4) **Coleta de dados de campo e amostras:** o trabalho de campo consistiu, basicamente, da coleta de amostras de uma seção transversal aos diferentes Domínios Tectônicos da Faixa Ribeira (Domínios Juiz de Fora, Cambuci, Costeiro e Italva); foram realizadas análises e medições das feições estruturais, caracterização e associação dos litotipos observados aos distintos domínios tectônicos.
- 5) **Análise petrográfico-petroológica:** Foram analisadas, ao total, cerca de 380 lâminas petrográficas, sendo 360 do acervo da FGEL/UERJ (Estágios de Campo II referentes aos anos de 2003, 2004, 2005 e 2007) e outras 20 lâminas confeccionadas a partir das amostras coletadas nos perfis. Além da identificação de paragêneses e classificação da rocha, o objetivo principal da análise destas amostras foi a identificação de pares e/ou conjunto de minerais sensíveis às variações de pressão e/ou temperatura e as relações metamorfismo-deformação (abordagem microtectônica).
- 6) **Seleção de amostras para confecção de lâminas polidas para proceder à análise química de minerais de interesse:** A seleção foi efetuada a partir de amostras coletadas no campo e daquelas já existentes no acervo da FGEL/UERJ coletadas durante a realização da disciplina Estágio de Campo II.
- 7) **Obtenção, tratamento e interpretação dos dados de química mineral:** Os dados de química mineral foram obtidos no Laboratório de Microanálises do Consórcio de Física, Química, Geologia – UFMG/CDTN, entre os dias 13 a 15 de maio e 3 e 4 de junho de 2008, após serem metalizadas neste mesmo laboratório. As análises foram efetuadas a partir de seis lâminas e um total de 330 pontos em núcleos e bordas dos grãos minerais constituintes das diferentes

paragêneses. Para o tratamento de dados de química mineral, bibliografias como Deer *et al.* (1966), bem como publicações de diversos outros autores, foram utilizadas, além dos *softwares* Minpet para classificação de alguns minerais. A interpretação dos dados foi efetivada a partir de cálculos em planilhas do Excel, determinando assim os principais cátions e “*end-members*” de cada grupo mineral para sua classificação e posterior determinação de valores de pressões e temperaturas a partir de programas específicos.

- 8) **Integração dos dados e elaboração do modelo de evolução tectono-metamórfica para os diferentes domínios do Terreno Oriental e para esse setor da Faixa Ribeira:** Após a realização dos cálculos para a determinação de valores de pressões e temperaturas, houve a comparação destes parâmetros para cada domínio. Assim, pode-se elaborar um modelo de evolução metamórfica para a região de estudo.
- 9) **Elaboração do documento de dissertação:** O documento de dissertação foi elaborado seguindo o roteiro para apresentação das teses e dissertações da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2007).

CAPÍTULO 2 – GEOLOGIA REGIONAL

2.1 A Faixa Ribeira

A porção meridional do Cráton do São Francisco é circundada por duas províncias estruturais desenvolvidas durante o ciclo Brasileiro (Almeida *et al.*, 1981): a Província Tocantins, representada pelo segmento N-S da Faixa Brasília; e a Província Mantiqueira (Heilbron *et al.*, 2004a,b, Silva *et al.*, 2005) (Figura 2), da qual faz parte a Faixa Ribeira.

A Faixa Ribeira (Figura 3) (Almeida *et al.*, 1973) representa um cinturão de dobramentos e empurrões, gerado no Neoproterozóico/Cambriano, durante a Orogênese Brasileira, na borda sul/sudeste do Cráton do São Francisco (Almeida, 1971, Almeida *et al.*, 1977). A Faixa Ribeira compreende quatro terrenos tectono-estratigráficos (no sentido de Howell, 1995), imbricados de SSE para NW/W (Heilbron *et al.*, 2000), em direção ao Cráton do São Francisco: Terreno Ocidental, Terreno Paraíba do Sul, Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio (Heilbron *et al.*, 2000, 2004a; Trouw *et al.*, 2000) (Fig. 4). O Terreno Ocidental é interpretado como resultante do retrabalhamento da margem do Paleocontinente São Francisco e é constituído de um Domínio Autóctone e duas escamas de empurrão (Domínios Tectônicos Andrelândia e Juiz de Fora), com clara vergência para a área cratônica. O Terreno Oriental abriga o Arco Magmático Rio Negro (610 – 580 Ma, Tupinambá *et al.*, 1998) e está compartimentado em três Domínios Tectônicos distintos que, da base para o topo, são: Domínio Tectônico Cambuci, Domínio Tectônico Costeiro e *Klippe* Itálva. A *Klippe* Paraíba do Sul, terreno distinto dos demais já descritos, representa a escama superior Nesse segmento central da Faixa Ribeira, enquanto que o Terreno Cabo Frio tem como característica conspícua uma docagem tardia (530 – 520 Ma; Schimitt *et al.*, 1999; Schimitt, 2001) uma vez que os demais terrenos foram amalgamados entre 605 e 580 Ma (Machado *et al.*, 1996; Heilbron & Machado, 2003).

O contato entre os Terrenos Ocidental e Oriental é marcado por uma zona de cisalhamento de mergulho NW, denominada *Central Tectonic Boundary* (Limite Tectônico Central; Almeida *et al.*, 1998).

Em todos os terrenos do segmento central da Faixa Ribeira podem ser identificadas, direta ou indiretamente, três unidades tectono-estratigráficas (Heilbron

et al., 1998; 2000): 1) unidades pré-1,7 Ga (ortognaisses e ortogranulitos do embasamento, retrabalhados durante a Orogênese Brasileira); 2) rochas supracrustais pós-1,7 Ga (sequências de rochas sedimentares e vulcânicas, metamorfisadas durante a Orogênese Brasileira, que representam sequências de bacias de margem passiva e de arco magmático); e 3) granitóides/charnockitóides gerados durante os diversos estágios da Orogênese Brasileira.

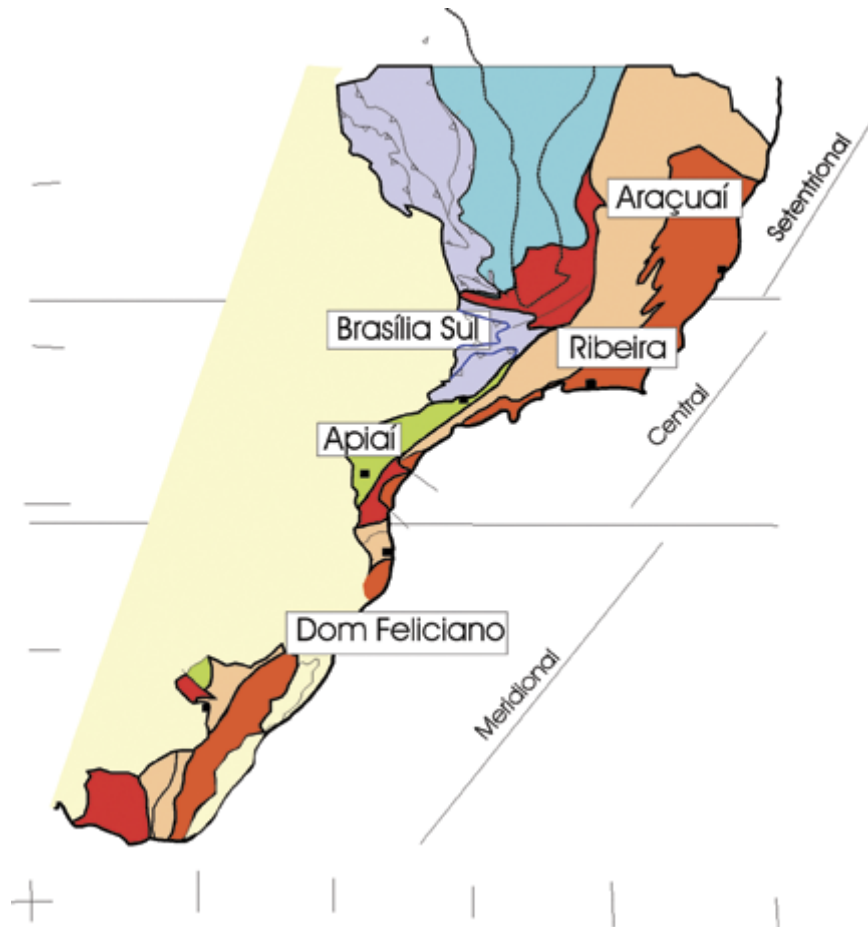


Figura 2: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira (extraído de Heilbron *et al.*, 2004): o segmento setentrional é o Orógeno Araçuaí; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel. As cores roxo e laranja indicam os terrenos que alojaram os arcos magmáticos neoproterozóicos.

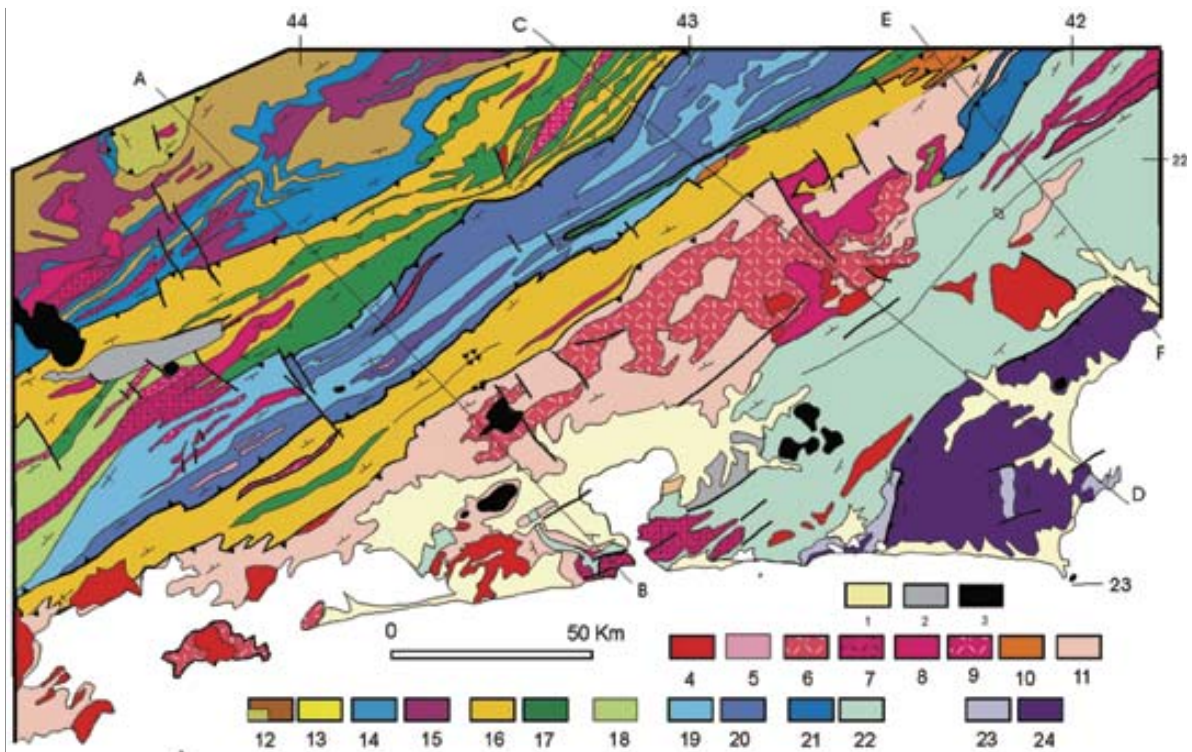


Figura 3: Mapa geológico simplificado da Faixa Ribeira, extraído de Heilbron *et al.*, 2004. Legenda 1-Sedimentos quaternários, 2-Sedimentos terciários, 3-Rochas alcalinas cretáceas/terciárias, 4-Granitóide Brasilianos sin a pós-colisionais (4-9)- 4-Biotita granitos pós-colisionais (510-480 Ma, G5), 5-Granitos contemporâneos às ZCs D3 (535-520 Ma, G4), 6-granitos e charnockitos tardi-colisionais (ca. 560Ma, G3); 7-Granitos porfiróides sin-colisionais (590-560 Ma); 8-Leucogranitos e charnockitos tipo S ou híbridos sin-colisionais (ca. 580 Ma, G2); granitóides com idade indeterminada (9-10): 9-Hornblenda granito gnaiss; 10-Suítes Anta e São Primo; 11-Arco magmático Rio Negro (790-620 Ma); Terreno Ocidental (12-17): Megassequência Andrelândia (12-14): 12-Sequência Rio do Turvo em fácies granulito de alta P; 13-Sequência Rio do Turvo; 14-Sequência Carrancas; 15-Complexo Mantiqueira; 16-Fácies distais da Megassequência Andrelândia no Domínio Juiz de Fora; 17-Complexo Juiz de Fora; 18-Complexo Embu indiviso; Terreno Paraíba do Sul (19-20): 19- Grupo Paraíba do Sul; 20-Complexo Quirino; Terreno Oriental (21-22): 21-Sucessão metassedimentar Italva; 22-Sucessão metassedimentar Costeiro; Terreno Cabo Frio (23-24): 23-Sucessão Búzios e Palmital; 24-Complexo Região dos Lagos.

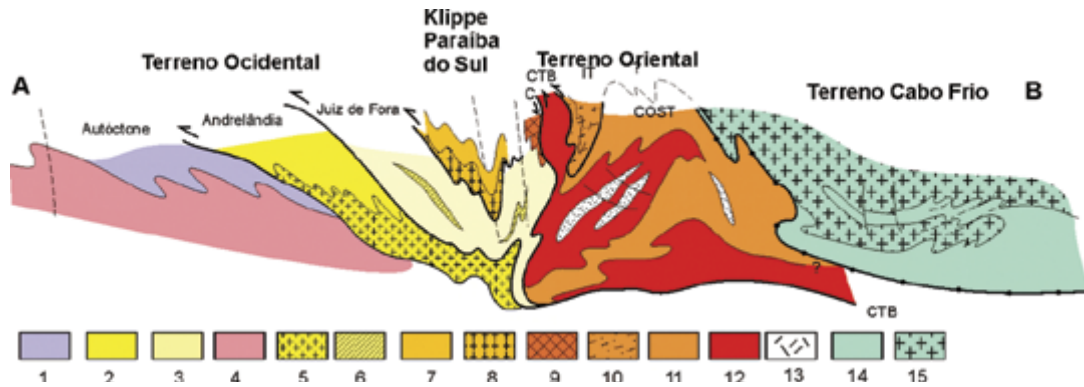


Figura 4: Seção estrutural composta do Orógeno Ribeira com a relação entre os diferentes terrenos e domínios estruturais (extraída de Heilbron et al, 2004). Legenda: Terreno Ocidental (1-6): 1 a 3- Megassequência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora, Terreno Ocidental; 4 a 6- Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); Terreno Paraíba do Sul (7-8): 7- Grupo Paraíba do Sul; 8- Complexo Quirino; Terreno Oriental (9-13): 9- Seqüência Cambuci; 10- Seqüência Italva; 11- Seqüência Costeiro; 12-Arco Magmático Rio Negro; 13- Granitos colisionais; Terreno Cabo Frio (14-15): 14-Seqüências Búzios e Palmital; 15-Complexo Região do Lagos.

2.2 Principais Estruturas da Faixa Ribeira

A evolução estrutural do noroeste fluminense foi descrita por diversos autores onde certas estruturas marcantes foram intimamente relacionadas e atribuídas a uma fase de deformação principal. Na tabela 1 observa-se a relação autores com as principais megaesturas da Faixa Ribeira, a localização e quando possível a idade do evento geológico.

Tabela 1 : Relação das principais estruturas da Faixa Ribeira no estado do Rio de Janeiro com os autores indicados.

Autor (es)	Estruturas	Localização	Idade do evento
Lamego (1937)	Estrutura sinclinal	Ao longo do Vale do Rio Paraíba do Sul	
Machado (1983)	Estrutura sinclinal	Região de Valença	
Heilbron (1991)	Estrutura sinclinal	Centro-sul fluminense	

Almeida <i>et al.</i> (1975)	Faixa de rochas miloníticas de direção ENE (Lineamento Além Paraíba)	Ao longo do rio Paraíba do Sul entre Volta Redonda e Itaocara	
Campanha (1981) e Campanha & Ferrari (1984)	O lineamento Além Paraíba representaria uma zona de cisalhamento transcorrente com movimentação dextral	Ao longo do rio Paraíba do Sul entre Volta Redonda e Itaocara	Final do evento brasileiro e que foi reativada em movimentos normais em tempos meso-cenozóicos.
Barbosa & Sad (1983a)	Blastomilonitos e milonitos de rochas predominantemente charnockitóides	Paraíba do Sul	
Brenner <i>et al.</i> (1980)	Referências a outras faixas de milonitos onde os autores prepuseram uma componente normal na movimentação dos blocos limitados por zonas de cisalhamento.	Região noroeste fluminense	
Rosier (1954)	Estruturas anteriores a zonas de cisalhamento. Propôs um complexo tectônico com três grandes <i>nappes</i> : - <i>Nappe</i> Serra dos Órgãos, na base; - Complexos de	Interior do estado do Rio de Janeiro	

	<p>escamas tectônicas contendo os sedimentos proterozóicos do Paraíba;</p> <p>- <i>Nappe</i> Juiz de Fora, no topo.</p>		
Rosier (1955, 1956)	<p>O autor não mencionou mais a <i>nappe</i> Juiz de Fora, e inverteu a posição tectono-estrutural das <i>nappes</i> (Serra dos Órgãos no topo e Desengano na base.</p>	Interior do estado do Rio de Janeiro	
Costa <i>et al.</i> (1980)	<p>Megaestrutura denominada “Ferradura de Italva”, que consiste em uma sinforme suave, com plano axial vertical de direção NE, e eixo de atitude 200/40.</p>	Italva	
Tupinambá (1983a)	<p>Estruturas de dimensões quilométricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona de cisalhamento do Aré; - Zona de Cisalhamento São João do Paraíso; - Seqüências de dobras entre as duas 	Região entre Itaperuna e Italva	

	zonas de cisalhamento: Sinforme da Penha; Antiforme do Angelim; Sinforme do Valão do Cedro; Antiforme das Sete Voltas. - Sinforme de “Ferradura de Italva”.		
--	--	--	--

2.3 Unidades Litológicas dos Domínios do Terrenos Ocidental e Oriental da Faixa Ribeira.

Neste item serão apresentadas as principais unidades litológicas dos Terrenos Ocidental (Domínio Juiz de Fora) e Oriental (Domínios Cambuci, Costeiro e Italva). Este trabalho baseou-se na definição litoestratigráfica de Tupinambá *et al.* (2007).

2.3.1 Unidades litológicas do Domínio Juiz de Fora

O Complexo Juiz de Fora compreende granulitos gnaissificados de origem ígnea, com composições variando entre gabros, dioritos, tonalitos e granodioritos. Os granulitos deste complexo exibem texturas muito variadas, sendo as mais comuns as variedades granoblásticas e foliadas e, subordinadamente, miloníticas.

Os protólitos deste complexo incluem granitóides calcioalcalinos representantes de arco magmático cordilheirano e de arco de ilhas, e granitos colisionais (2,14 e 2,07) Ga, Heilbron *et al.* (2003b). Os metabasitos podem ser agrupados em duas suítes. Uma delas tem tendência alcalina e é típica de ambiente intraplaca (ca. 1,7 Ga; Nogueira & Choudhuri 2000), enquanto a outra, mais heterogênea, é formada por rochas toleíticas assinaturas típicas de ambientes convergentes, que variam de E-MORB a toleítos de arco (2,4 Ga). Silva *et al.* (2005)

obtiveram uma idade arqueana para ortogranulitos félsicos deste complexo, situados nas proximidades de Juiz de Fora.

A sucessão metassedimentar neste compartimento é representada pela Megassequência Andrelândia (Paciullo *et al.*, 2000), uma associação de gnaisses de origem sedimentar com idade entre 1,0 e 0,79 Ga (Ribeiro *et al.*, 1995; Söllner & Trouw 1997) de composição pelítica a semi-pelítica. Em trabalhos anteriores, os paragneisses pelíticos foram incluídos nas unidades Raposo e Catalunha e os gnaisses bandados e quartzitos nas unidades Itaocara e Santo Eduardo (Barbosa & Grossi Sadi 1983a,b,c; Costa *et al.*, 1978a, 1978b).

Grandes corpos descontínuos de granitóides sin-colisionais tipo-S ou híbridos estão localizados ao longo dos contatos entre os dois conjuntos acima descritos.

Corpos menores de granada leucogranito e granada leucocharnockito encontram-se encaixados em rochas pelíticas da Megassequência Andrelândia constituídas de granada e biotita. Essas feições sugerem que este magmatismo está relacionado à fusão parcial, principalmente do conjunto metassedimentar, com contribuição de ortogneisses. Estes granitóides foram anteriormente incluídos, em parte ou integralmente, nas Unidades Raposo e Comendador Venâncio (Barbosa & Grossi Sad 1983 a,b,c).

2.3.2 Unidades Litológicas do Domínio Cambuci

Justaposto tectonicamente ao Domínio Juiz de Fora, este compartimento é representado por uma zona de cisalhamento de baixo a médio ângulo, fortemente redobrada. Este domínio aflora apenas da região central do estado do Rio de Janeiro para norte, e se estende para o Estado do Espírito Santo

Rochas do embasamento pré 1,7 Ga da Faixa Ribeira não foram encontradas, como ocorre em todos os compartimentos tectônicos do Terreno Oriental. O Domínio Cambuci compreende uma sucessão meta-vulcano-sedimentar metamorfizada em facies anfibolito alto a granulito, invadida por diversas gerações de rochas granitóides neoproterozóicas. (Tupinambá *et al.*, 2007).

A Unidade Cambuci (Tupinambá *et al.*, 2007) é representada pela porção metavulcano-sedimentar da *klippe* Cambuci. Esta unidade é correspondente, em parte, às Unidades Catalunha e São Fidélis de Costa *et al.* (1978a,b) e Batista (1984, 1986) e à Suíte Metassedimentar Catalunha (Tupinambá, 1993a,b).

A unidade Cambuci tem como característica conspícua a ocorrência de rochas manganíferas, semelhantes a gonditos, mármore dolomíticos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas. Os corpos descontínuos e alongados de mármore dolomítico podem atingir espessuras de até 20 metros.

O Leucocharnockitóide São João do Paraíso (*Tupinambá et al., 2007*) representa a migmatização do conjunto metassedimentar da Unidade Cambuci, a qual atingiu o grau de anatexia avançada a ponto de gerar uma rocha diatexítica. Estes corpos de rochas granitóides foram descritos por Costa *et al.* (1978 a,b) como unidades Vista Alegre, São João do Paraíso e São José de Ubá e, por Heilbron (1993 a,b), como diatexito São João do Paraíso.

Os Complexos Serra da Bolívia e São Primo estão em posição tectono-estratigráfica inferior no Domínio Cambuci e caracterizam-se por complexos plutônicos gnaissificados. Na década de eram descritos como Unidade Itaocara (Barbosa & Grossi Sad 1983a,b,c) e, em direção à divisa com o Espírito Santo, como Unidades Monte Verde, Bela Joana e Associação II indivisa (Costa *et al.*, 1978 a,b). As litologias encontradas são gabros (hornblenda gabronoritos), dioritos e quartzo dioritos, tonalitos, monzodioritos e quartzo-monzodioritos, e monzogranitos. Adotando-se os critérios de Lameyre & Bowden (1982), percebe-se a presença de duas séries plutônicas distintas, ambas de natureza calcioalcalina: uma série tonalítica-trondhjemítica (baixo-K) e outra série monzonítica (alto-K) (*Tupinambá et al., 2007*). Dados preliminares geoquímicos indicam que estas suítes são representantes de magmatismo calcioalcalino com assinaturas típicas de arcos magmáticos (*Tupinambá et al., op.cit*). Resultados preliminares apontam para uma idade de cristalização U-Pb em zircão de 596 Ma em amostra de gabronorito coletada no Complexo Serra da Bolívia, município de Aperibé (*Tupinambá et al., op.cit*).

2.3.3 Unidades Litológicas do Domínio Costeiro

Este compartimento tectônico cavalga o Domínio Juiz de Fora na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. A partir da região de Itaocara (RJ), este domínio passa a cavalgar o Domínio Cambuci.

No Domínio Costeiro ocorrem sucessões metassedimentares em fácies anfíbolito alto a granulito, invadidas por diversas gerações de rochas granitóides, como os ortognaisses do Complexo Rio Negro (arco magmático pré-colisional).

Neste domínio, são identificadas duas unidades metassedimentares: São Fidélis e São Sebastião do Alto (Tupinambá *et al.*, 2007). A Unidade São Fidélis é representada por gnaisses kinzigíticos, em geral muito migmatizados, predominantes na porção basal do domínio. A outra unidade corresponde a porção superior e compreende (granada)-(hornblenda)-biotita gnaisses migmatíticos com estrutura bandada e/ou porfirítica definido por Tupinambá *et al.* 2007.

O Complexo Rio Negro representa o principal magmatismo calcioalcalino deste segmento do orógeno (Tupinambá, 1999; Tupinambá *et al.*, 1996, 2000, 2003c). Dados litogeoquímicos e idades U-Pb indicam ambientes tectônicos de arco magmático que evoluíram desde intraoceânicos até cordilheranos, entre 790 e 620 Ma (Tupinambá, 1999; Tupinambá *et al.*, 2000, 2003c; Heilbron & Machado, 2003; Heilbron *et al.*, 2004, 2005).

O conjunto de maior expressão em área é representado por gnaisses porfiríticos charnockíticos ou graníticos, denominados, respectivamente, de Gnaiss granítico porfirítico Desengano e Charnockito Bela Joana (nomes derivados de unidades homônimas de Silva *et al.*, 1978) e que ocorrem em uma faixa que se inicia próximo à Santa Maria Madalena e se desenvolve para nordeste em direção ao Rio Muriaé (Tupinambá *et al.*, 2007).

Outro conjunto de rochas plutônicas, intrusivas nas rochas metassedimentares do Domínio Costeiro, está representado pelo Ortognaisse Angelim (Silva *et al.*, 1978; Rego, 1989).

2.3.4 Unidades Litológicas do Domínio Italva

O Domínio Italva ocorre como uma klippe sinformal sobre o Domínio Costeiro (Tupinambá *et al.*, 2007) e, assim, representa o compartimento estruturalmente superior do Terreno Oriental na área alvo e se estende desde a região de Cantagalo até o sul do Estado do Espírito Santo. Na base desta *klippe* encontram-se dioritos, gabros e noritos do Complexo Rio Negro do Domínio Costeiro e o restante do pacote é ocupado pelo Grupo Italva (Machado Filho *et al.*, 1983).

O Grupo Italva é composto por um conjunto metavulcano-sedimentar, rico em mármore e anfíbolitos. Os gnaisses do Grupo Italva ocorrem de duas formas distintas, homogêneos ou bandados, que se alternam em várias escalas e apresentam contatos gradacionais entre si. (Tupinambá *et al.*, 2007)

A espessura da seqüência metacarbonática varia de 500 a 1000 metros. Os mármore são esbranquiçados e podem ser calcíticos ou dolomíticos. Intercalações de anfíbolitos, rochas calcissilicáticas e bandas quartzo-feldspáticas podem representar até 1/3 da seqüência metacarbonática. (Tupinambá *et al.*, 2007).

Tupinambá *et al.* (2007) fez uma correlação de diversos autores que realizaram estudos para definições das unidades de mapeamento do setor central da Faixa Ribeira ao longo de décadas. A tabela 1, extraída de Tupinambá (*op. cit.*), mostra a correlação entre a nomenclatura litoestratigráfica adotada na presente dissertação com aquelas de outros autores referidos a seguir. As unidades propostas neste trabalho correspondem em parte ou integralmente às unidades definidas em trabalhos anteriores, quais sejam: Unidade Itaperuna, Comendador Venâncio, Raposos e Itaocara (Barbosa & Grossi Sad, 1983a,b,c); Unidades Catalunha, Santo Eduardo, São José de Ubá, Vista Alegre, São João do Paraíso, Angelim e Desengano (Costa *et al.*, 1978a, 1978b; Batista 1984, 1986, Rego 1979). Unidade Rio Negro (Matos *et al.*, 1980); e Grupo Italva (Machado Filho *et al.*, 1983). Como trabalhos de integração cartográfica regional, pode-se citar: Machado Filho *et al.* (1983); Reis e Mansur (1995); Fonseca (1998); Silva e Cunha (2001); Silva *et al.* (2002).

Tabela 2: Correlação entre a nomenclatura litoestratigráfica adotada (Tupinambá *et al.*, 2007) e aquela de trabalhos prévios da literatura.

Domínios/ Compartimentos	Unidades adotadas (Tupinambá <i>et al.</i> , 2007)	Idades	Unidades descritas em trabalhos anteriores
Domínio Juiz de Fora/ Terreno ocidental	Leucocharnockitos e charnoenderbitos com granada	580-570 Ma	Unidades Raposo e Comendador Venâncio
	Megassequência Andrelândia a) gnaisses pelíticos b) gnaisses bandados com quartzitos	Neoproterozóico	Unidades Raposo e Catalunha para os gnaisses pelíticos; Unidades Itaocara e Santo Eduardo para gnaisses bandados
	Complexo Juiz de Fora	2,4-1,7 Ga	Unidades Itaperuna, Comendador Venâncio, S. José de Ubá

Domínio Cambuci/ Terreno Oriental	Leuco-Charnockitos e charnoenderbitos São João do Paraíso	580 Ma	Unidades Monte Alegre e S. João do Paraíso
	Complexo Serra da Bolívia: Ortognaisses e charnockitóides	605 Ma	unidades Monte Verde e Bela Joana e Associação II indivisa
	Unidade Cambuci: biotita gnaisses bandados e granada gnaisses, mármores	Neoprot. III.	Unidades Catalunha, São Fidélis
Domínio Costeiro/ Terreno Oriental	Suíte Bela Joana: Charnockitóides e Granitóides porfíricos e foliados	575-565 Ma	Unidade Bela Joana, Desengano
	Suíte Santa Maria Madalena: Leucogranitos e leucocharnockito	580-565 Ma	
	Unidade Angelim: Granada-hornblenda Ortognaisses	?	Unidade Angelim
	Complexo Rio Negro: Ortognaisses tonalíticos a graníticos, gabros	790-620 Ma	Unidade Rio negro
	Unidade São Sebastião do Alto: paragnaisses com quartzitos Unidade São Fidélis: Gnaisses kinzigíticos	Neoproterozóico	Unidade S. Fidélis e Santo Eduardo
Klippe Italva	Grupo Italva: granada-hornblenda gnaisses, mármores e anfibolitos	840-600 Ma.	Grupo Italva, Grupo Paraíba do Sul

Fonte: Tupinambá et al. (2007)

2.4 Revisão sobre a Evolução Metamórfico-Deformacional da Faixa Ribeira

Dois grandes eventos deformacionais foram responsáveis pela estruturação do setor central da Faixa Ribeira (Heilbron *et al.*, 2000): um primeiro evento relacionado às fases da deformação principal que engloba as fases geométricas D₁ e D₂ e foi responsável pela amalgamação e imbricamento dos Terrenos Ocidental, Oriental e Paraíba do Sul e pelo desenvolvimento da foliação principal, às vezes milonítica, nestes três compartimentos; e um outro evento associado às fases da deformação tardia que engloba as fases geométricas D₃ e D₄, responsáveis pelo redobramento da xistosidade principal e pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento subverticais (D₃ tem *trend* geral paralelo à extensão da faixa, enquanto D₄ tem *trend* ortogonal à extensão do orógeno. Os terrenos e seus domínios

estruturais são separados por importantes zonas de cisalhamento dúcteis com componente inverso e transpressivo dextral, geradas durante a deformação principal (D_1+D_2 , Heilbron, 1993; Heilbron *et al.*, 2000, 2004). O contato entre os terrenos Oriental e Ocidental, que representa a principal sutura da Orogênese Brasileira na faixa, é marcado por uma zona de cisalhamento de mergulho NW, denominada *Central Tectonic Boundary* (Limite Tectônico Central; Almeida *et al.*, 1998)

Os Terrenos da Faixa Ribeira e seus domínios estruturais são separados por importantes zonas de cisalhamento dúcteis com componente inverso e transpressivo dextral, geradas durante a deformação principal $D_1 + D_2$, (Heilbron, 1993; Heilbron *et al.*, 1998, 2000, 2004a; Almeida, 2000). Esta deformação principal possui um padrão complexo e, muitas vezes, uma mesma zona de cisalhamento passa de empurrão para zona transcorrente dextral ao longo do *strike*, indicando convergência oblíqua (Heilbron, 1993). Rochas miloníticas e uma forte lineação de estiramento ocorrem nestas zonas de maior deformação concomitante a fase de deformação principal $D_1 + D_2$.

Duas fases de deformação tardias, D_3 e D_4 , redobram a xistosidade principal e podem ser reconhecidas localmente, uma vez que a distribuição espacial das mesmas é muito heterogênea (Heilbron, *op.cit.*). Caracterizam-se por dobras abertas a apertadas, associadas ao desenvolvimento de zonas de cisalhamento subverticais (Heilbron, *op.cit.*).

A deformação D_3 gerou dobras com eixos sub-horizontais e zonas de cisalhamento com *trend* geral paralelo à extensão do orógeno (NE-SW). Duas importantes estruturas regionais foram geradas nesta fase de deformação: A Megassinformal do Rio Paraíba do Sul (Heilbron *et al.*, 1991) e a Zona de Cisalhamento Além Paraíba (Campanha 1981; Almeida, 2000). A deformação D_4 gerou zonas de cisalhamento sub-verticais de *trend* NW-SE (ortogonal à extensão do orógeno), associadas a dobras de arrasto que geram as foliações previamente formadas (D_1, D_2, D_1+D_2 e D_3) (Heilbron, 1993; Heilbron *et al.*, (2000).

A história da evolução metamórfica da Faixa Ribeira é caracterizada por dois eventos que foram discriminados por critérios microtectônicos e datados pela aplicação de técnicas de U-Pb em minerais metamórficos (Machado *et al.*, 1996). Segundo esses autores, o estágio M_1 ocorreu no Neoproterozóico (595-565 Ma), enquanto que o estágio M_2 desenvolveu-se no início do Paleozóico.

O estágio M_1 produziu paragêneses minerais de pressões intermediárias a altas e feições microestruturais indicam que estas paragêneses são contemporâneas ao desenvolvimento da foliação principal, gerada durante a deformação principal (D_1+D_2). O pico de temperatura metamórfica aumenta de NW para SE, ou seja, do Terreno Ocidental para o Terreno Oriental, mostrando sucessivas zonas metamórficas: biotita, granada, estauroлита-cianita, cianita-sillimanita, K-feldspato, cordierita (esta última, identificada apenas no Terreno Oriental) e, localmente, zonas de piroxênio-sillimanita (Heilbron, 1985, 1993, 1995; Trouw *et al.*, 1986 Tupinambá, 1993b, Duarte, 1998; Nogueira, 1999). A distribuição espacial das zonas metamórficas M_1 , com zonas metamórficas de alto grau acima de zonas de mais baixo grau, delinea um gradiente metamórfico inverso. Dados geotermobarométricos do setor norte do Domínio Andrelândia indicam temperaturas máximas de 700 – 900 °C e pressões de 8-10 Kbar para o início do estágio M_1 (Trow, 1992). As condições metamórficas registradas para o final do estágio M_1 no Domínio Juiz de Fora foram de $T > 700-750$ °C e $P = 6-7$ Kbar (Duarte, 1998).

O metamorfismo principal (M_1) atingiu condições da facies anfíbolito superior ou da facies granulito, dependendo do domínio tectônico, durante a atuação da deformação principal caracterizada pelas fases geométricas $D_1 + D_2$. Segundo Heilbron (1993) e Heilbron *et al.* (1994), a fase de deformação principal foi responsável pela compartimentação regional e evoluiu de um componente de baixo ângulo, com transporte para NW, para uma fase oblíqua (de componente inverso e dextral), com transporte para NE. Os autores reconheceram ainda duas outras fases de deformação, D_3 e D_4 , relacionadas ao redobrimento das estruturas geradas pela fase $D_1 + D_2$.

O metamorfismo M_1 no Terreno Ocidental varia desde a facies xisto verde, na borda cratônica, até a facies granulito de média pressão, próximo ao contato com os Terrenos Oriental e Paraíba do Sul.

No Terreno Oriental, o estágio M_2 caracteriza-se por altas temperaturas, o que resultou em intensa migmatização e geração de granitóides intrusivos tipos S e I. Estes corpos graníticos estão preferencialmente localizados ao longo de estruturas antiformais e zonas de cisalhamento D_3 .

Como resultado da atuação de metamorfismo de alto grau, aliado à deformação intensa, o Domínio Tectônico Juiz de Fora sofreu forte obliteração de texturas e estruturas originais. Estas estruturas são caracterizadas pela

interdigitação tectônica entre escamas do conjunto de rochas ortogranulíticas pré - 1,7 Ga (Complexo Juiz de Fora) e escamas de rochas metassedimentares pós - 1,7 Ga (Megassequência Andrelândia) (Heilbron *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2001).

A *Klippe* Paraíba do Sul registra paragêneses que indicam metamorfismo sob condições da facies anfíbolito, enquanto que o Terreno Oriental registra condições tanto da facies anfíbolito (no Domínio Italva), quanto da facies granulito (nos Domínios Cambuci e Costeiro).

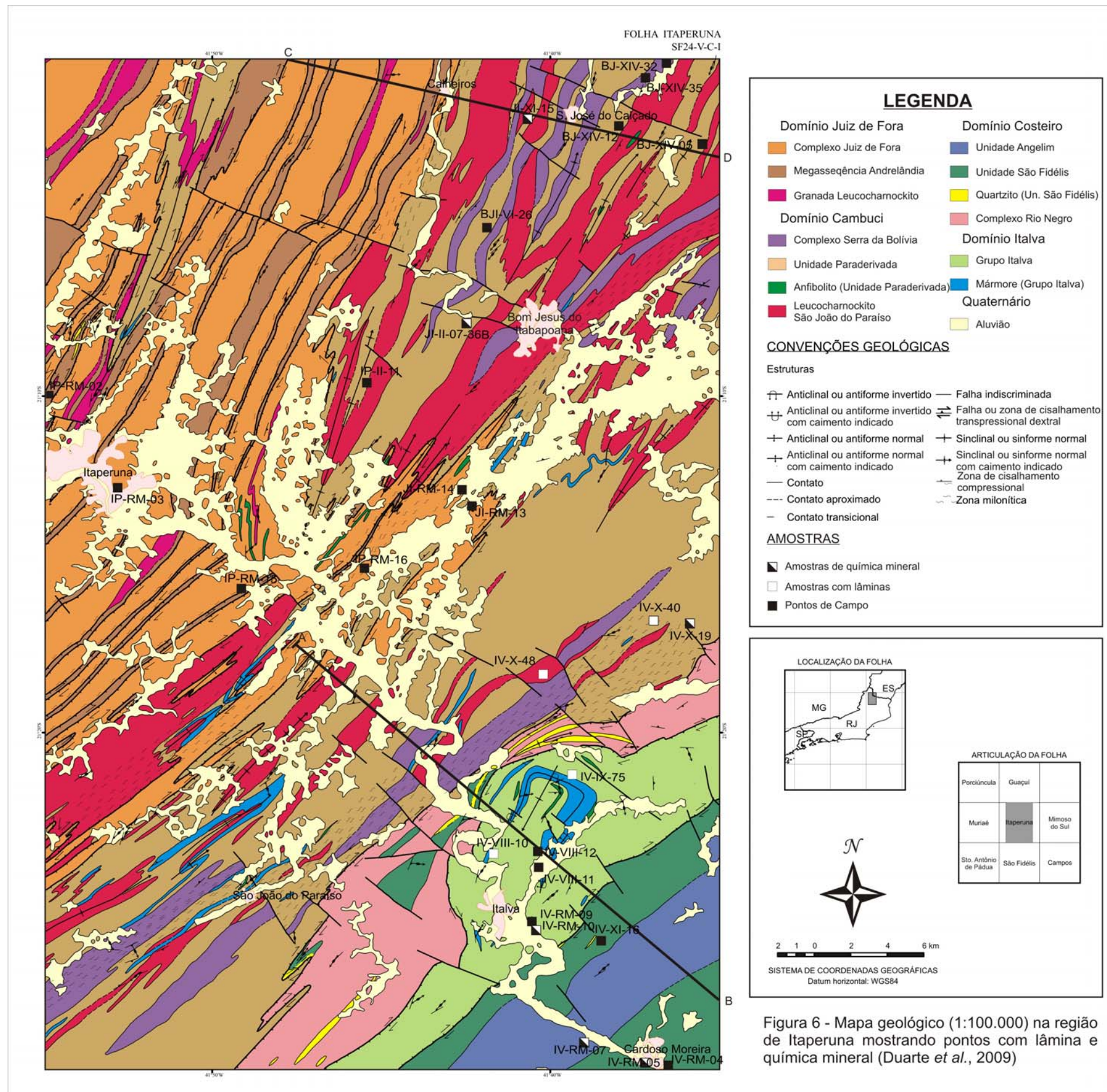
CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA DA ÁREA

Para a presente pesquisa, foram realizados dois perfis NW-SE, transversais à Faixa Ribeira (Figura 6a - perfil AB e Figura 6B - perfil CD), e mapa geológico na escala 1:100.000 (Duarte *et al.*, 2009) (Figura 5), envolvendo principalmente partes das folhas topográficas do IBGE na escala 1:50.000: Italva, Bom Jesus de Itabapoana, São João do Paraíso e Itaperuna. Nas folhas São João do Paraíso e Itaperuna há o predomínio de ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora, paragneisses da Megassequência Andrelândia e corpos granitóides sin-colisionais, todos constituintes do Domínio Tectônico Juiz de Fora. Grande parte do Domínio Cambuci está inserido na área correspondente aquela da folha Bom Jesus de Itabapoana. Este domínio é representado por rochas paraderivadas da Unidade Cambuci (mármore e anfibolitos mapeáveis), rochas ortoderivadas do Complexo Serra da Bolívia e leucogranitóides/charnockitóides neoproterozóicos. A sudeste da área estudada, especificamente na folha Italva, destacam-se o gnaisse kinzigítico da Unidade São Fidélis, Tonalitos da Unidade Angelim e ortogneisses do Complexo Rio Negro (do Domínio Costeiro), e paragneisses com intercalações de anfibolitos e mármore do Grupo Italva (*klippe* Italva). Ainda há a ocorrência de granitóides pós-tectônicos.

Este capítulo tem como objetivo a abordagem das principais características litológicas e petrográficas dos perfis realizados neste trabalho dos Domínios dos Terrenos Ocidental e Oriental na região noroeste do estado do Rio de Janeiro.

3.1 Terreno Ocidental

O único segmento tectônico, constituinte do Terreno Ocidental, nesta região é o Domínio Tectônico Juiz de Fora. Situa-se na porção noroeste da área alvo e é caracterizado por uma intercalação tectônica entre as rochas do Complexo Juiz de Fora e rochas da Megassequência Andrelândia, além de corpos descontínuos de granitóides sin-colisionais tipo-S. A descrição das unidades litológicas deste domínio tem como objetivo facilitar o entendimento da reconstituição da evolução tectônica da região de estudo, uma vez que, o limite entre os Terrenos Ocidental e Oriental é interpretado como a mais importante zona de sutura (CTB. Almeida *et al.*, 1998) da Faixa Ribeira (Heilbron *et al.*, 2004).



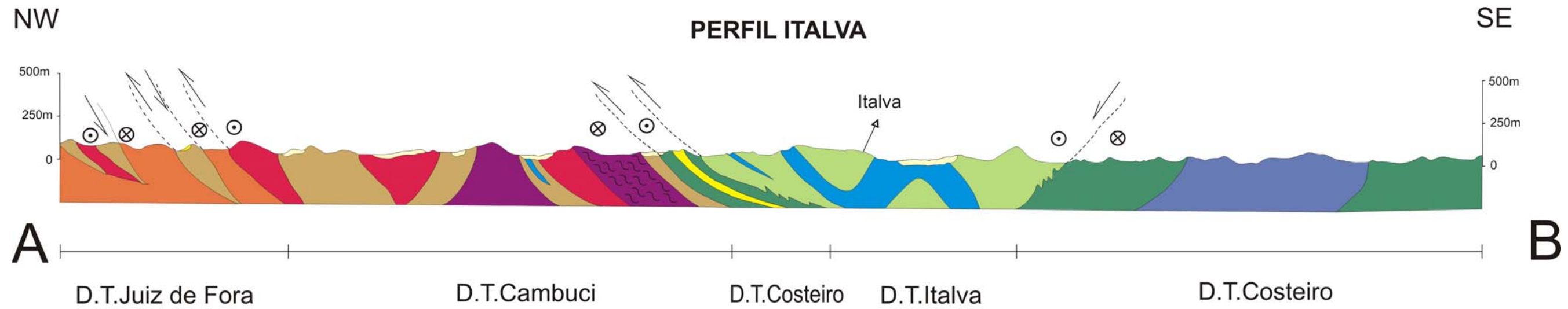


Figura 6A: Perfil geológico da Região de Italva

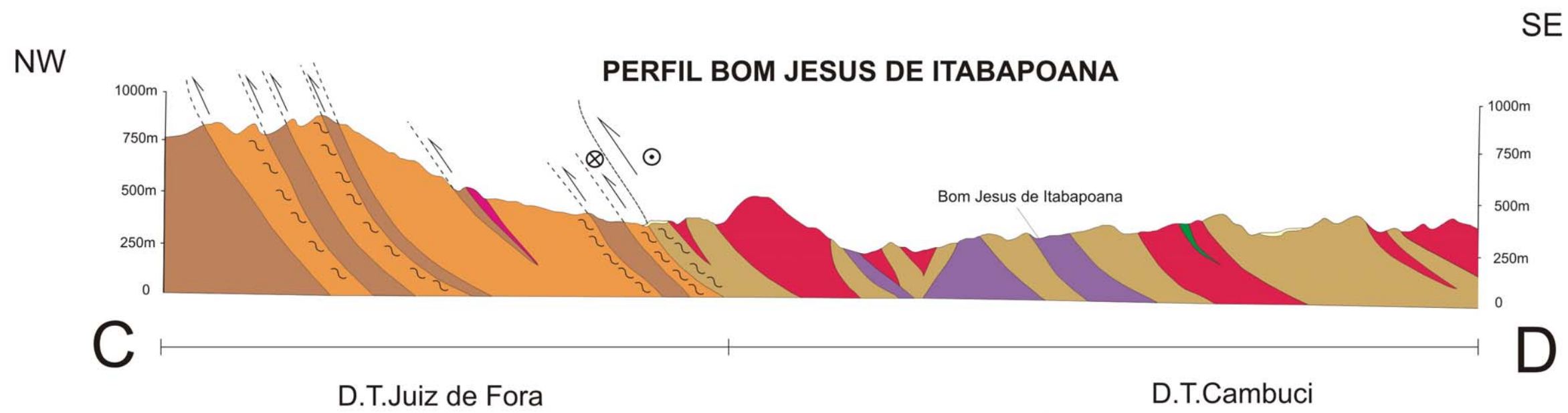


Figura 6B: Perfil geológico da Região de Bom Jesus de Itabapoana

LEGENDA

Domínio Juiz de Fora		Domínio Cambuci		Domínio Costeiro		Domínio Italva		Estruturas	
	Complexo Juiz de Fora		Complexo Serra da Bolívia		Unidade Angelim		Grupo Italva		Zona milonítica
	Megasseqência Andrelândia		Unidade Paraderivada		Unidade São Fidélis		Mármore (Grupo Italva)		Falha ou zona de cisalhamento transpressional dextral
	Granada Leucocharnockito		Anfibolito (Unidade Paraderivada)		Quartzito (Un. São Fidélis)	Quaternário			
			Leucocharnockito São João do Paraíso		Complexo Rio Negro		Aluvião		

Escala horizontal: 1:100.000

3.1.1 Complexo Juiz de Fora

Pedreiras e cortes de estradas constituem os melhores afloramentos desta unidade (Figura 7) e são caracterizados, principalmente, por serem maciços e heterogêneos.

Este conjunto é caracterizado pela intercalação de rochas ortognáissicas de composição ácida a básica classificados como charnockitos, charno-enderbitos, enderbitos e noritos. Os Níveis máficos e félsicos contrastam nos afloramentos e têm espessuras variando de centimétricas a métricas (Figura 8).

Possuem índice de cor leucocrático a mesocrático sendo fortemente estruturadas (foliadas e bandadas), e por vezes caracterizados pela presença de cristais milimétricos a centimétricos de ortopiroxênio (Figura 9) na variedade leucocrática. Raros cristais centimétricos de granada ocorrem nas variedades máficas e, eventualmente, encontram-se associados a um material félsico quartzo-feldspático (Figura 10).

As características petrográficas demonstram uma variedade de texturas, sendo a granoblástica (poligonal e interlobulada) e nematoblástica as mais comuns. Subordinadamente há a ocorrência de texturas protomiloníticas a ultramiloníticas, de granulometria fina. A constituição mineralógica principal é dada por: ortopiroxênio, clinopiroxênio, plagioclásio, K-feldspato, quartzo, hornblenda e biotita. Os minerais acessórios são caracterizados por cristais de zircão, minerais opacos, allanita e apatita. O tipo de piroxênio mais freqüente nas variações leucocráticas é o ortopiroxênio, enquanto que nos litotipos mais máficos ocorrem tanto ortopiroxênio como de clinopiroxênio. Esporadicamente, coroas deste mineral ocorrem ao redor dos piroxênios e minerais opacos. Os porfiroblastos de K-feldspato são de hábito tabular-prismático com terminações xenoblástico a hipidioblásticas e caracterizados por geminação difusa.



Figura 7: Afloramento tipo pedra correspondente aos ortognaisses do Complexo Juiz de Fora. Ponto IP-RM-16.



Figura 8: Bandamento máfico de dimensões decimétricas no ortogneisse leucocrático do Complexo Juiz de Fora. Observa-se a orientação dos minerais félsicos na porção máfica. Ponto IP-RM-03.



Figura 9: Fenocristais de ortopiroxênio no ortogranulito do Complexo Juiz de Fora. Ponto IP-RM-03.



Figura 10: Fenocristais de granada no ortogranulito máfico do Complexo Juiz de Fora. Ponto IP-RM-16.

Os cristais presentes na matriz dos litotipos miloníticos têm granulometria fina devido ao cisalhamento e possuem bordas recristalizadas. O plagioclásio ocorre como grãos de hábito tabular-prismático, com terminações xenoblásticas a hipidioblásticas e granulação variando de fina a média. Quando em contato com K-feldspato, pode apresentar borda reacional delgada. Inclusões de sílica em gotículas e de hábito vermiforme (mirmequita) no plagioclásio podem, eventualmente, caracterizar estes contatos. Os cristais de granada ocorrem localmente e, nas variedades mais máficas, formam texturas coroníticas.

A Tabela 3 mostra a relação petrográfica das variedades litológicas do Complexo Juiz de Fora.

Tabela 3: Caracterização petrográfica dos litotipos do Complexo Juiz de Fora.

Litotipo	Minerais (em ordem decrecente de % vol.)	Granulometria	Textura/Estrutura	classificação
Ortogramulito félsico	qtz, pl, or, bt, hbl, opx, grt, op, ttn, ap e zrn	fina a média	granoblástica poligonal e textura protomilonítica a milonítica – rocha foliada	charnockito
Ortogramulito mesocrático	qtz, pl, or, bt, hbl, cpx, opx, op, ap, ttn e zrn	fina a média	granoblástica poligonal; texturas miloníticas – rocha foliada	Charno-enderbitito e enderbitito
Ortogramulito máfico	cpx, opx, hbl, bt, pl, or, op e zrn	fina a média	granoblástica poligonal; texturas miloníticas – rocha foliada	norito

3.1.2 Megassequência Andrelândia

As litologias correspondentes à Megassequência Andrelândia ocorrem em afloramentos heterogêneos onde afloram paragneisses com lentes e corpos tabulares de quartzitos, rochas calcissilicáticas e rochas metabásicas. A seguir serão apresentados os litotipos que constituem esta unidade, suas relações de campo e características petrográficas.

3.1.2.1 Paragnaisses

O litotipo predominante, o granada-biotita gnaisse, caracteriza-se ora por apresentar bandamentos composicionais de espessuras milimétricas a centimétricas ora por apresentar estrutura maciça. Como consequência de uma tectônica compressional aliada ao metamorfismo de alto grau, foram formadas relações de fusão parcial, intrusões subordinadas e zonas de cisalhamento.

Em escala macroscópica, o granada-biotita gnaisse caracteriza-se por ser inequigranular, de granulometria fina a média e de cor cinza claro. Apresenta bandamento gnáissico característico da maioria dos litotipos da área, muitas vezes com feições migmatíticas do tipo *schiliren* (Figura 11). Veios e injeções de espessuras centimétricas podem intersectar a foliação principal ou ser concordantes com esta podendo estar dobrados ou não. Os paragnaisses são constituídos por quartzo, plagioclásio, K-feldspato, biotita, granada e sillimanita. Fenocristais de ortopiroxênio ocorrem com certa frequência. Uma das principais características desta rocha é a ocorrência de cristais de granada em abundância, o que faz com que a rocha receba o nome informal de “chuva de granada”.

As características petrográficas revelam a predominância de texturas granoblásticas (feldspatos e quartzo poligonalizados e interlobulados) e porfiroblástica (porfiroblastos de granada, K-feldspato e plagioclásio). Há também ocorrência de texturas miloníticas e, em menor proporção, poiquiloblástica. Os minerais essenciais são caracterizados por: cristais de quartzo xenoblásticos e subordinadamente em forma de *ribbons*; cristais tabulares idioblástico a hipidioblástico de plagioclásio, estes, muitas vezes, porfiroblásticos e antipertíticos; cristais de K-feldspato de hábito tabular-prismático com terminações hipidioblásticas; cristais avermelhados e, mais comumente, marrons de biotita de forma lamelar; granada porfiroblástica com inclusões de diversas fases minerais, principalmente quartzo; ocorrência de sillimanita em cristais prismáticos idioblásticos e, esporadicamente, fibrolita em torno da granada; e ortopiroxênio. Os minerais acessórios são basicamente de granulometria muito fina e euédricos, representados por cristais de zircão, apatita, mineral opaco e turmalina.

3.1.2.2 Lentes e Corpos Tabulares de Metabasitos e Rochas Calcissilicáticas

A heterogeneidade dos afloramentos deve-se também à presença de enclaves de metabasitos e rochas calcilicáticas de espessuras variáveis (Figuras 12 e 13) encaixados nos paragneisses. Geralmente, os enclaves supracitados são corpos alongados e orientados de acordo com a foliação principal. Estes componentes subordinados incluem rochas calcissilicáticas, gonditos, metabasitos e rochas metaultramáficas. Observa-se bolsões de características idênticas às daquelas dos enclaves (espessura, forma e orientação), compostos por metabasitos ou rochas metaultramáficas erodidas devido à diferenças de susceptibilidade à quebra física e química do litotipo básico/ultrabásico em contraste com o granada biotita-gnaise. Possuem cor negra, granulometria fina, espessuras centimétricas e, aspecto maciço e mais raramente, foliado.

A observação ao microscópio mostra que as principais texturas das rochas metabásicas são a granoblástica e a nematoblástica. Os principais constituintes são plagioclásio e hornblenda, principalmente, além de biotita, ortopiroxênio e clinopiroxênio, granada e mineral opaco.

Rochas calcissilicáticas são caracterizadas por granulometria fina a média e texturas granoblástica e nematoblástica. A estrutura é maciça e, mais raramente, foliada, determinada pela orientação preferencial de minerais tabulares como piroxênios e anfibólio. A mineralogia essencial característica é traduzida pela ocorrência de clinopiroxênio, plagioclásio, quartzo, escapolita, actinolita, carbonato e titanita.

O gondito é essencialmente de granulometria grossa, com textura poligonal e estrutura maciça. Os principais constituintes mineralógicos são: quartzo, minerais opacos e granada, esta ligeiramente anisotrópica, o que é característico de cristais de granulometria grossa de grossulária, andradita ou uvarovita. (Deer *et al.*, 1996).



Figura 11: Textura migmatítica tipo schiliren no paragnaisse da Megassequência Andrelândia. Observa-se grãos centimétricos de feldspato. Ponto IP-RM-15.