

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho

**GEOLOGIA ESTRUTURAL, MICROTTECTÔNICA E METAMORFISMO NA
KLIPPE CARRANCAS, NEOPROTEROZOICO, SUL DE MINAS GERAIS**

**Dissertação de Mestrado
Geologia**

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho

UFRJ
Rio de Janeiro
2011



UFRJ

**GEOLOGIA ESTRUTURAL, MICROTTECTÔNICA E METAMORFISMO NA
KLIPPE CARRANCAS, NEOPROTEROZÓICO, SUL DE MINAS GERAIS**

Dissertação de Mestrado submetida ao programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Geologia Regional & Econômica

Orientadores:

Rudolph Allard Johannes Trouw

André Ribeiro

Rio de Janeiro

2011

Carvalho, Bruno Raphael Barbosa Melo de

Geologia estrutural, microtectônica e metamorfismo, na *Klippe* Carrancas, Neoproterozóico, sul de Minas Gerais / Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho - Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2011. xvi, 64f.

Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2011.

Orientadores: Rudolph Allard Johannes Trouw, André Ribeiro

1. Geologia. 2. Geologia Regional & Econômica – Dissertação de Mestrado. I. Rudolph Allard Johannes Trouw, André Ribeiro. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Geologia estrutural, microtectônica e metamorfismo, na *Klippe* Carrancas, Neoproterozóico, sul de Minas Gerais.

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho

GEOLOGIA ESTRUTURAL, MICROTTECTÔNICA E METAMORFISMO, NA
KLIPPE CARRANCAS, NEOPROTEROZÓICO, SUL DE MINAS GERAIS

Dissertação de Mestrado submetida ao programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Geologia Regional & Econômica

Orientadores:

Rudolph Allard Johannes Trouw

André Ribeiro

Aprovada em:

Por:

Julio Cezar Mendes (UFRJ)

Renata da Silva Schmitt (UFRJ)

Monica da Costa Pereira Lavalley Heilbron (UERJ)

UFRJ
Rio de Janeiro
2011

*A Deus, aos meus pais,
ao meu irmão e a
Carol.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por todas as bênçãos que recebi e que promoveram meu sucesso em todos os lugares por onde andei.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Tereza e Carvalho, e ao meu irmão, Alexandre, pois sem o apoio, dedicação, carinho e confiança deles este momento seria incerto.

A minha companheira Caroline, meu amor, sempre incentivando e presente em todos os momentos.

Agradeço aos meus amigos, de maneira especial aos que participaram desta caminhada juntos, dividindo histórias e brincadeiras, durante momentos incomensuráveis ao longo das viagens sem fim.

Agradeço aos professores e amigos André e Rodolfo por todos os ensinamentos e inestimável ajuda até os dias de hoje. Em especial ao saudoso professor e amigo Joel por todos os seus conselhos, histórias e sabedoria transmitidas a mim e que nunca esquecerei.

O que fazemos em vida ecoa na eternidade.

Resumo

Carvalho, Bruno Raphael Barbosa Melo de. **Geologia estrutural, microtectônica e metamorfismo na *Klippe* Carrancas, Neoproterozóico, sul de Minas Gerais**. 2011. xvi, 64f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A *Klippe* Carrancas é uma estrutura regional formada durante a Orogênese Brasileira e nela podem ser reconhecidas três fases de deformação, D1, D2 e D3. D1 gerou empurrões para leste-sudeste, lineação de estiramento com caimento médio de poucos graus para leste-sudeste e dobras apertadas com planos axiais de baixo mergulho para sul-sudoeste e eixo curvo. D2 gerou dobras assimétricas fechadas até apertadas com vergência para noroeste, norte e nordeste, planos axiais com mergulho médio de 20 a 45 graus para sudoeste-sudeste e eixos subhorizontais. D3 formou dobras abertas e crenulações com planos axiais íngremes de traço norte-sul a nordeste-sudoeste e eixos com caimento suave para sul-sudoeste.

A *klippe* inclui três unidades metassedimentares neoproterozóicas, da base para o topo, quartzitos com muscovita esverdeada, cloritóide filitos que passam a estauroлита xistos, ambos com intercalações de quartzitos e filitos grafitosos e, a terceira unidade, biotita xisto. O metamorfismo é bem registrado nos filitos e xistos, cuja matriz contém quartzo, mica branca e minerais opacos, e no biotita xisto que contém também plagioclásio.

Os filitos na parte norte da *klippe* contém cloritóide, clorita e granada, gerados durante D1, caracterizando fácies xisto verde superior. A transição para fácies anfíbolito é uma zona onde coexistem cloritóide e estauroлита, que cresceu sin-D2. Ao sul os filitos passam a xistos de fácies anfíbolito com granada e estauroлита. Cianita aparece em veios e depois nos estauroлита xistos. Mica branca, clorita e cloritóide substituem granada e estauroлита e sobrecrescem crenulações D3, caracterizando retro-metamorfismo tardi-D3 em fácies xisto-verde. No biotita xisto ocorre oligoclásio-andesina, granada, estauroлита e cianita sin-D2, e mica branca e clorita tardi a pós D3. Ocorrem também diminutos cristais de sillimanita, possivelmente, também associados a D3. Nas sucessões para-autóctones sob a *klippe* destaca-se estauroлита e cianita ambos sin-D2, durante D3 cresceu cloritóide e depois granada.

Cloritóide, clorita e mica branca definem uma clivagem ardosiana S1 nos filitos que é dobrada e transposta para uma clivagem de crenulação ou xistosidade S2 com estauroлита e cianita. A fase D1 pode ser atribuída à evolução da Faixa Brasília, D2 a Faixa Ribeira e D3 vinculado a uma compressão regional leste-oeste.

Palavras-chave: geologia estrutural; microtectônica; metamorfismo; Faixas Neoproterozóicas; Carrancas sul de Minas Gerais.

Abstract

Carvalho, Bruno Raphael Barbosa Melo de. **Structural geology, microtectonics and metamorphism in the Carrancas Klippe, Neoproterozoic, southern of Minas Gerais.** 2011. xvi, 64f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The Carrancas Klippe is a regional structure constituted of neoproterozoic metasedimentary units deformed and metamorphosed during the Brasiliano Orogeny. Three deformation phases, D1, D2 and D3, were recognized. D1 generated thrusting to east-southeast and associated stretching lineation and tight folds. Axial planes and lineations dip to the south-southwest and the fold axes are curved. D2 generated tight to close asymmetrical folds with axial planes dipping 20 to 45 degrees to southwest, south and southeast, and subhorizontal axes. Steep north-south trending axial planes and low angle axes dipping to north or south characterize the open D3 folds and crenulations.

The klippe includes three metasedimentary units, from base to top, greenish mica quartzite, chloritoid phyllite grading to staurolite schist with quartzite and gray phyllite intercalations, and biotite schist. In the northern part of the klippe garnet chloritoid phyllites characterize high greenschist facies of D1 age. The coexistence of chloritoid and syn-D2 staurolite defines a transition zone to the amphibolite facies. To the south of this zone the phyllites grade to amphibolite facies schists with syn-D2 garnet and staurolite. Kyanite appears first in quartz veins and then, to the east in the schists. White mica, chlorite and chloritoid overgrew garnet, staurolite and D3 crenulations recording late-D3 greenschist facies retrometamorphism. In the biotite schist oligoclase-andesine, garnet, staurolite and kyanite are related to D2 and white mica and chlorite are late to post D3. The biotite schist also contains fine sillimanite probably related to syn D3 metamorphism.

D2 garnet and staurolite, D3 chloritoid and garnet, occur in the autochthonous metapelites underlying the klippe. A S1 slaty cleavage with chloritoid, chlorite and white mica in the phyllites is crenulated and transposed to S2 schistosity in the schists with staurolite and kyanite.

The D1 deformation phase can be related to the evolution of the Brasília Belt and the D2 deformation phase to the Ribeira Belt. The late D3 deformation phase records an east-west regional crustal shortening.

Key-words: structural geology; microtectonics; metamorphism; Neoproterozoic belts, Carrancas klippe, southern Minas Gerais State.

ÍNDICE

Agradecimentos	vi
Resumo	vii
<i>Abstract</i>	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Metodologia.....	1
1.2. Localização da área.....	2
2. GEOLOGIA REGIONAL	4
2.1 Megassequências proterozóicas.....	10
2.1.1 Megasequência Andrelândia.....	10
3. UNIDADES LITOLÓGICAS NA <i>KLIPPE</i> CARRANCAS E NO AUTÓCTONE ADJACENTE	13
3.1 Embasamento.....	13
3.2 Unidades da Megassequência Andrelândia.....	13
3.2.1 Paragneisses, filitos, xistos, quartzitos, anfibolitos e rochas metaultramáficas.	13
3.2.2 Quartzito com mica esverdeada.....	14
3.2.3 Cloritóide filito, granada estauroлита xisto, filito cinza e quartzito.....	16
3.2.4 Biotita xisto.....	17
4. GEOLOGIA ESTRUTURAL	19
4.1 Terceira fase de deformação – D3.....	22
4.2. Segunda fase de deformação – D2.....	25
4.3. Primeira fase de deformação – D1.....	30
5. MICROTTECTÔNICA	34
6. METAMORFISMO	47
7. CONCLUSÕES	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
9. ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 As folhas do IBGE 1:50.000 utilizadas nos trabalhos de campo e 2
escritório.
- Figura 2 Localização geográfica e acesso à área de Carrancas. Google Maps, 2
2011.
- Figura 3 O sistema de serras que compõem a *Klippe* Carrancas. A oeste a 3
Nappe Luminárias. Imagem do satélite Landsat 7
(<http://worldwind.arc.nasa.gov>)
- Figura 4 Figura 4. Mapa tectônico regional com o empurrão basal da *Klippe* 5
Carrancas em vermelho. Rosa- zona de antepaís e Cráton do São
Francisco (CSF) com limite convencional em linha preta tracejada.
Marrom- Unidades da Serra da Pimenta. Extremo sul da Faixa
Brasília: em laranja *nappes* inferiores (Passos-Luminárias) e em azul
nappes superiores (Socorro-Guaxupé). Vermelho- granitóides
associadas a Faixa Brasília. Verde- Faixa Ribeira e roxo- Arco
magnético Rio Negro. Amarelo- Bacia do Paraná e amarelo claro-
bacias do Rifte Continental do Sudeste Brasileiro. Preto- Maciços
Alcalinos. Área sombreada- zona de interferência entre as Faixas
Brasília e Ribeira. Modificado de Trouw *et al.* (2000) e Heilbron *et*
al. (2004).
- Figura 5 Mapa geológico simplificado do sul de Minas. Branco- 6
embasamento. Amarelo e verde na área de Tiradentes- unidades da
Megassequência São João Del Rei.
Roxo– Megassequência Carandaí. Megassequência Andrelândia, da
base para o topo: Azul (Unidade São Vicente) - paragnaisses,
quartzitos, filitos, xistos, anfíbolitos e rochas metaultramáficas,
Amarelo (Unidade São Tomé das Letras) – quartzitos com mica
esverdeada, Laranja (Unidade Campestre)- filitos, xistos, quartzitos,
Marrom (Unidade Santo Antônio)- biotita xistos, Verde musgo
(Unidade Arantina) – xistos, paragnaisses, anfíbolitos, rochas
metaultramáficas, gonditos, rochas calcissilicatadas. Vermelho-
gnaisses e verde – gnaisses e granulitos da *Nappe* Guaxupé.

Modificado de Paciullo (1997) e Paciullo *et al.* (2000).

- Figura 6 Mapa metamórfico regional incluindo a região sul de Minas Gerais e a *Klippe* Carrancas. 1- embasamento. Fácies e zonas metamórficas: 2- xisto verde com biotita, 3- anfibolito com cianita, 4- anfibolito com cianita e sillimanita, 5- anfibolito com sillimanita e 6- granulito com cianita. 8- ocorrências de retro-eclogito, 9 e 10- lineação de estiramento e 11- localização em relação ao cráton. Mapa de Trouw *et al.* (2000). 7
- Figura 7 Mapa metamórfico mostrando em detalhe a região sul de Minas Gerais e a *Klippe* Carrancas. Modificado de Peternel *et al.* 2005. 8
- Figura 8 Sistema de *nappes* no sul de Minas Gerais. Branco- embasamento e azul escuro- domínio para-autóctone. Amarelo claro- *Klippe* Carrancas. *Nappes*: amarelo- Luminárias, laranja- São Tomé das Letras, Bege- Carmo da Cahoeira/Andrelândia, marrom- Lambari/Liberdade, azul esverdeado- Varginha e *klippes* correlatas. Verde escuro- *Nappe* Guaxupé e vermelho- granitóide brasileiros. No canto sudeste, em tons de cinza e verde unidades tectônicas da Faixa Ribeira. Preto- maciços alcalinos do Cretáceo e Cenozóico. Setas- lineações de estiramento atribuídas as faixas Brasília em preto e Ribeira em vermelho. Trouw *et al.* 2011. 9
- Figura 9 Carta estratigráfica das sequências proterozóicas do sul de Minas Gerais. Cruz vermelha- embasamento. Sequências deposicionais quartzíticas de São João Del Rei: Ti- Tiradentes, Sj- São José, Tj- Tejuco e L- Lenheiro. Megassequência Carandaí com as sequências carbonática Barroso em azul e pelítica Prados em rosa. Megassequência Andrelândia: sequência Carrancas com as unidades em azul- A1+A2, paragnaisses, quartzitos, filitos, xistos, anfibolitos, rochas metaultramáficas. Amarelo- A3, quartzitos com mica esverdeada. Laranja, A4- filitos, xistos, quartzitos. Sequência Serra do Turvo laranja claro. Unidade Santo Antônio- xistos, paragnaisses, metachert e gonditos, rochas calcissilicatadas, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Au- ocorrências de ouro. Fácies metamórficas: xv- xisto verde, A- anfibolito e G- granulito. Sm- foliação principal. 11

	Carta de André Ribeiro, inédito.	
Figura 10	Figura 8. Painel esquemático mostrando a provável distribuição das unidades das sequências Carrancas e Serra do Turvo, Megassequência Andrelândia. Na1 a Na6- unidades da Megassequência Andrelândia. MFs- superfície de inundação marinha e MxFS- superfície de inundação máxima. Tratos de sistema: Ls- de mar baixo, Tst- transgressivo, Hs- de mar alto. Fonte: André Ribeiro, inédito.	12
Figura 11	“Afloramento” típico de paragneisse bandado da Unidade São Vicente, rocha alterada em voçorocas e cortes de estradas.	14
Figura 12	Sucessão de quartzitos em acamamento tabular delgado e bancos espessos na Cachoeira da Fumaça, Carrancas.	15
Figura 13	Metaconglomerado quartzítico da Unidade São Tomé das Letras com seixos de quartzo formando lineação de estiramento D1 (cf. Geologia Estrutural) na base da <i>klippe</i> , área do “Cogumelo de Carrancas”.	16
Figura 14	Intercalações milimétricas a métricas de filito cinza e quartzito na estrada que leva a cidade de Carrancas.	17
Figura 15	Lajedo de biotita xisto a norte do “Cogumelo de Carrancas”.	18
Figura 16	Afloramento do biotita xisto na forma de disco voador enterrado, a oeste da Serra do Pombeiro.	18
Figura 17	Registro de três fases de deformação em metapelitos da Unidade Campestre. a) foliação D1 dobrada por D2 e redobrada por D3 em muscovita xisto na Serra de Carrancas, notar arcos poligonais de muscovita nas charneiras das dobras. Luz Polarizada Cruzada, LPC. b) Croqui mostrando as relações de deformação.	20
Figura 18	Registro de três fases de deformação em metapelitos da Unidade Campestre. a) foliação D1 dobrada por D2 e redobrada por D3 em grande filito no extremo leste da Serra de Carrancas. Nas charneiras das dobras formaram-se arcos poligonais de muscovita. LPC. b) Croqui mostrando as relações de deformação. (Ponto: CG-13A).	21
Figura 19	Suave dobra D3 em quartzito na sucessão para-autóctone no sul da Serra de Carrancas, estrada Carrancas-Minduri.	22

Figura 20	Dobras D3 suaves e abertas com plano axial quase norte sul e eixos de baixo caimento para sul na a) na Serra do Pombeiro e b) na Serra de Carrancas.	23
Figura 21	Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando eixos (L3) e superfícies axiais (S3) de dobras D3 a) na Chapada das Perdizes, b) na confluência das serras das Bicas e Carrancas (“Cogumelo de Carrancas”), c) na Serra do Pombeiro, d) na Serra da Estância e Campestre e e) na Serra do Farias, na área de Itumirim.	24
Figura 22	Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando eixos (L2) e superfícies axiais (S2) de dobras D2 a) na Serra da Estância, b) na Serra do Pombeiro e c) na Serra de Carrancas.	26
Figura 23	Dobras D2 na Serra do Pombeiro em a) assimétrica com vergência para noroeste e em b) assimétrica com vergência para noroeste em afloramento.	27
Figura 24	Dobras D2 no “Cogumelo de Carrancas” em a) definida pelo contato entre quartzito da Unidade São Tomé das Letras e xisto da Unidade Campestre e b) assimétrica com vergência para nordeste.	28
Figura 25	Clivagem de crenulação S2 transpondo clivagem ardosiana S1 mostrada em detalhe no canto superior da foto b. Notar foliação contínua S2 transpondo totalmente a clivagem ardosiana S1 no canto inferior da foto b. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre na Serra de Carrancas. Luz Polarizada Paralela, LPP. (Ponto: CN9-18).	29
Figura 26	Dobra D2 com vergência para norte e assimetria contrária ao flanco invertido deitado na grande dobra D1 na Cachoeira da Fumaça, Serra de Carrancas.	30
Figura 27	Dobra D1 em escala de afloramento em a) flanco em pé de dobra D2 na Serra do Pombeiro.	31
Figura 28	Lineação de estiramento L1 em quartzitos da Unidade Campestre a) na Serra da Estância e b) dobrada por D2 na Serra do Pombeiro.	32

Figura 29	Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando lineação de estiramento (L1), e foliação principal (S1) e planos axiais de dobras D1 a) na Serra da Estância, b) na Serra do Pombeiro e c) na Serra de Carrancas. Superfícies axiais S1//S2 d) na Chapada das Perdizes, próximo a Minduri e e) na Serra do Farias.	33
Figura 30	<i>Foliation fish</i> indicando movimento dextral de topo para norte no biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: P9-3-77A).	37
Figura 31	Mica branca interpretada como tardi-D3 sobre muscovita que define a foliação S2 em xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: C9-2-61A).	38
Figura 32	Clorita e biotita interpretadas com sin-D1 suavemente dobradas por D3. Biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPP. (Ponto: RAB-02).	38
Figura 33	Clorita tardi-D3 com geminação polissintética sobre foliação S2 dobrada por D3. Biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: CN-9-139)	39
Figura 34	Clorita e cloritóide tardi-D3 substituindo granda D1 nas bordas. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPP. (Ponto: RAB-12).	39
Figura 35	Cloritóide tardi-D3 em granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. a) Cloritóide tardi-D3 substituindo estaurolita D2. LPP. b) Croqui detalhando a relação entre os minerais. (Ponto: PB1-64).	40
Figura 36	Cloritóide tardi-D3 com geminação polissintética sobre crenulações D3. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPC. (Ponto: PB1-64).	41
Figura 37	Estaurolita sin-D2 com inclusões de crenulação D2 aberta. Granada estaurolita xisto com cianita da Unidade Campestre autóctone. LPP. (Ponto: CN9-18).	41
Figura 38	a) Estaurolita e cianita sin-tardi-D2 sobre a crenulação D2 em granada estaurolita xisto com cianita da Unidade Campestre. LPP. b) Croqui mostrando detalhes da foto, em azul S1 e em vermelho S2. (Ponto: CN9-18).	42
Figura 39	Estaurolita sin-D2 com geminação em cruz. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPC. (Ponto: CN9-96).	43

- Figura 40 Cianita cedo-sin-D2 com inclusões de crenulação D2 aberta. Notar a destruição das dobras na matrix devido à recristalização e crescimento das muscovitas. Granada estaurolita cianita xisto na Chapada das Perdizes próximo a Traituba. LPC. (Ponto: TT10-21). 43
- Figura 41 a) Granada sin-D1 com rotação dextral para leste de aproximadamente 180°. Granada cloritóide xisto da Unidade Campestre. LPP. b) Croqui mostrando detalhe do padrão de inclusões formado por cloritóide (azul) acicular, quartzo e minerais opacos. (Ponto: ITMBR-CT). 44
- Figura 42 Granada sin-D1 do tipo *snow-ball* com rotação de aproximadamente 270°. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPP. (Ponto: PB2-136). 45
- Figura 43 Inclusão de cloritóide interpretado como tardi-D3 pela morfologia em granada indicando o crescimento desta granada tardi a pós-D3. LPP. Ponto: CN9-18, xisto da Unidade Campestre a nordeste da Serra de Carrancas. 45
- Figura 44 Granada pós-D3 com inclusão de cloritóide interpretado como tardi-D3 pela sua morfologia, com inclusão de estaurolita sin-D2. Esta estaurolita é interpretada como sin-D2 pelo fato que a maioria das estaurolitas que tem inclusões mostram uma relação de crescimento sin-D2. LPP. Ponto: CN9-18, xisto da Unidade Campestre a nordeste da Serra de Carrancas. 46
- Figura 45 Feixes de sillimanita (fibrolita) tardi-D3 não orientados sobre a foliação principal S2 indicando seu provável crescimento pós-D2. Granada biotita xisto com sillimanita da Unidade Santo Antônio. LPP. (Ponto: C9-2-61C) 46
- Figura 46 Gráficos P-T para a associação mineralógica de cada fácies: A – cloritóide e granada; B – granada e estaurolita; C – granada, estaurolita e cianita; D – cloritóide, granada, clorita e estaurolita; E – cloritóide, granada e estaurolita. Modificado de Yardley, 1989. 49
- Figura 47 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D1, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas e empurrão da base da *klippe* 51

ressaltado. Na etapa inicial sucessões da Megassequência Andrelândia, e lentes do embasamento, são deslocadas em uma lasca tectônica, *Klippe* Carrancas, de noroeste para sudeste e colocadas sobre terreno autóctone constituído por sucessões da Sequência Carrancas e Serra do Turvo, e ortognaisses do seu embasamento. O transporte tectônico para leste-sudeste cria uma grande dobra em bainha com eixo originalmente curvo, verificado hoje em mapa e seções geológicas como um grande sinformal revirado assimétrico que se estende por toda a *klippe* (anexo 1), conferindo-a sua forma peculiar. Notar o ângulo diferente da Serra do Pombeiro em relação ao norte e a ausência do “Cogumelo de Carrancas”, ambos ainda serão estruturados durante a fase D2, e pequenas dobras D1 observadas em afloramentos e mapa.

Figura 48 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas 52 durante a fase D1/M1, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, pontos em verde de granada e cloritóide D1 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Neste momento houve formação de cloritóide e granada sin-D1, sendo considerados nessa amostragem cloritóide na matriz somente, inclusos em granada ou na matriz e como inclusões ao mesmo tempo. Diversas granadas giradas com inclusões de cloritóide, quartzo e minerais opacos encontradas nas serras do Campestre e Pombeiro ratificam o modelo de transporte tectônico para leste-sudeste (Trouw *et al.* 2008). A deformação (D1) e o metamorfismo (M1) foram separadas aqui apenas para fins de entendimento, mas ambos ocorreram concomitantemente.

Figura 49 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas 53 durante a fase D2, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e vergência das dobras D2 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. O transporte tectônico para noroeste-nordeste estira e aperta as dobras D1 quando estas possuem eixo perpendicular ao empurrão criando dobras em sinformal revirado assimétrico coaxial a S1, e redobra as

dobras D1 quando estas possuem eixo paralelo ao sentido de transporte, neste caso, estruturando a Serra do Pombeiro. Notar esboço do padrão das dobras na Serra do Pombeiro, em azul, com vergência para noroeste e no “Cogumelo de Carrancas”, em verde, com vergência para nordeste. Comparar a Serra do Pombeiro e o início da formação do “Cogumelo de Carrancas” com a figura 48.

Figura 50 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas 54

durante a fase D2/M2, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e vergência das dobras D2, isógradas metamórficas e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Isógradas metamórficas mostram distribuição da granada D1 que cresce e sobrecresce também em M2, e consumo de cloritóide D1 para a formação de estaurólita D2 que define o início de fácies anfíbolito. Há pontos isolados nas serras do Farias e do Campestre com presença de estaurólita de hábito distinto, mas que não justificam, por isso, a prolongação da isógrada para estes pontos. Notar *foliation fish* (Fig. 30) na base da Serra da Estância indicando sentido de transporte tectônico para norte.

Figura 51 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas 55

durante a fase D3, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e variação das dobras D3 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. A origem de D3 possivelmente esteja relacionada ao ajuste final dos blocos durante o término da Orogênese Brasileira. Formam-se dobras com traço do plano axial vertical norte-sul/nordeste-sudoeste e eixo subhorizontal também norte-sul/nordeste-sudoeste na parte leste da *klippe* variando até dobras reclinadas com caimento do eixo para sudoeste/sudeste e plano axial subvertical com traço nordeste/sudoeste na parte oeste da *klippe*, próximo a Serra do Farias, conforme observado pelos estereogramas e esquemas. Neste momento forma-se o “Cogumelo de Carrancas” devido ao padrão de redobramento de D3 sobre D1 e D2.

- Figura 52 Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas 56 durante a fase D3/M3, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e variação das dobras D3, cloritóide e clorita nos pontos amarelos e granada no ponto vermelho, e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Ocorre um retrometamorfismo em fácies xisto verde superior com aparecimento de cloritóide, por vezes englobando estaurolitas (Fig. 35a,b), clorita, granada (Fig. 43 e 44), e possivelmente silimanita. Notar a presença de minerais retrometamórficos somente na zona de fácies anfibolito (anexo 5), pois somente nesta faixa há diferenças de pressão e temperatura significativas para ocorrer os processos retrometamórficos.
- Figura 53 Croqui mostrando situação atual da *Klippe* Carrancas, considerando 57 os efeitos de soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas de todas as fases de deformação, isógradas metamórficas diferenciadas por unidade litológica, cloritóide e clorita D3 nos pontos amarelos, granada no ponto vermelho e cloritóide e granada D1 nos pontos verdes, e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Notar semelhança no posicionamento entre a isógrada de granada-*in* da Unidade Santo Antônio e isógrada de estaurolita-*in* da Unidade Campestre.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Tabela mostrando siglas e áreas das lâminas descritas. As áreas correspondem às serras do Pombeiro (PB1, PB2, P9-2, RAB, P9-3 e MH), Carrancas (SC, ESM, C9-2, C10-2, CDA e MH), das Bicas (BS, BN, BS10 e Zilda), confluência das serras das Bicas e Carrancas ou “Cogumelo de Carrancas” (CS, CG, CN-9, CS-9, CN10), Chapada das Perdizes próximo a Minduri (TT10), Estância e Campestre (ITMA e ITMB), Farias e Bocaina (FSC) e no domínio autóctone (Escar, RB e MH) podendo ser localizadas no mapa de pontos (anexo 3).	34
----------	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Mapa e seções geológicas regionais
- Anexo 2 Tabela mostrando associação mineralógica das amostras
- Anexo 3 Mapa de pontos das amostras.
- Anexo 4 Tabela mostrando o crescimento de minerais metamórficos em relação às fases de deformação
- Anexo 5 Mapas de fácies metamórficas.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo caracterizar o metamorfismo e as fases de deformação na *Klippe* Carrancas, e correlacionar ambos a evolução tectônica das faixas neoproterozóicas Brasília e Ribeira.

1.2 Metodologia

Consistiu em análise bibliográfica, mapeamento geológico estrutural, seções geológicas locais e regionais e análise microtectônica e do metamorfismo.

Foram 54 dias de trabalhos de campo realizados em janeiro, fevereiro e julho de 2008 e julho de 2009, cobrindo uma área de aproximadamente 200km². O mapa foi feito em escala 1:25.000, com detalhe 1:12.500 em áreas chaves como nas serras do Pombeiro, Estância e na confluência das serras das Bicas e Carrancas, área esta também conhecida como “Cogumelo de Carrancas”. As bases topográficas utilizadas foram as cartas 1:50.000 Itumirim (SF-23-X-C-I-3), Itutinga (SF-23-X-C-I-4) e Carmo da Cachoeira (SF-23-V-D-III-4) disponibilizadas no site do IBGE e Minduri (SF-23-X-C-I-5; Fig. 1). No restante da *klippe* foram feitas seções de reconhecimento utilizando a base geológica de trabalhos anteriores, publicados e inéditos.

Foram coletadas dezenas de amostras, a maioria orientada, que resultou em 108 lâminas petrográficas descritas em microscópio Zeiss modelo Axioplan II, com o foco em análise metamórfica e microtectônica, além de outras 18 lâminas petrográficas compiladas de Chrispim (1990) e 40 lâminas de Heilbron (1983). Com os dados petrográficos e de campo foram elaborados, além de mapa geológico, um mapa de isógradas metamórficas.

Para a confecção dos mapas, seções e outras ilustrações foram utilizados os programas ArcGIS[®] versão 9.2 e 9.3, e CorelDRAW[®] Graphics Suite X5, sendo os dados de campo obtidos com GPS Garmin[®] eTrex e 12-channel em coordenadas UTM e *datum* Córrego Alegre, e para os estereogramas foi utilizado o programa RockWorks15.

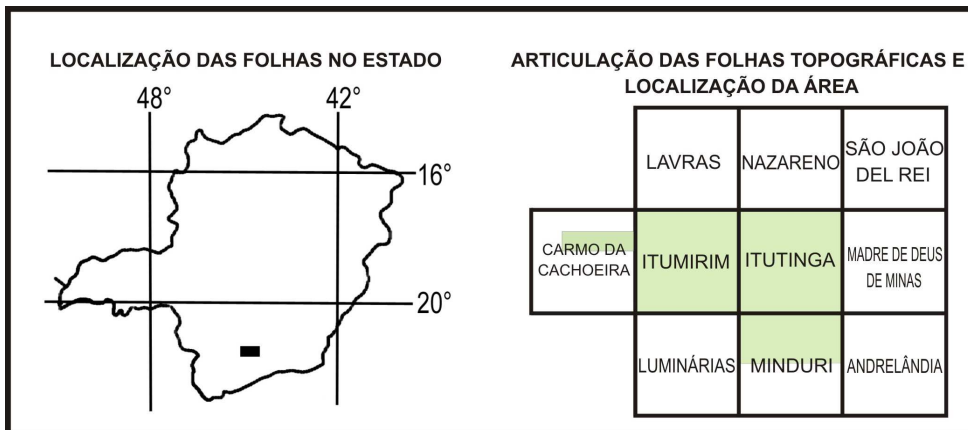


Figura 1. As folhas do IBGE 1:50.000 utilizadas nos trabalhos de campo e escritório.

1.3 Localização da área

Carrancas foi base de apoio e do Rio de Janeiro pode ser alcançada pela BR-040 e depois BR-265, ou pela BR-116 até Engenheiro Passos e daí a Caxambu, Cruzília e Carrancas (Fig. 2). A *Klippe* Carrancas localiza-se no sul de Minas Gerais constituindo um sistema montanhoso de Lavras até Minduri, incluindo as serras do Faria, Campestre, Estância, Pombeiro, Carrancas, Bicas e Chapada das Perdizes (Fig. 3).

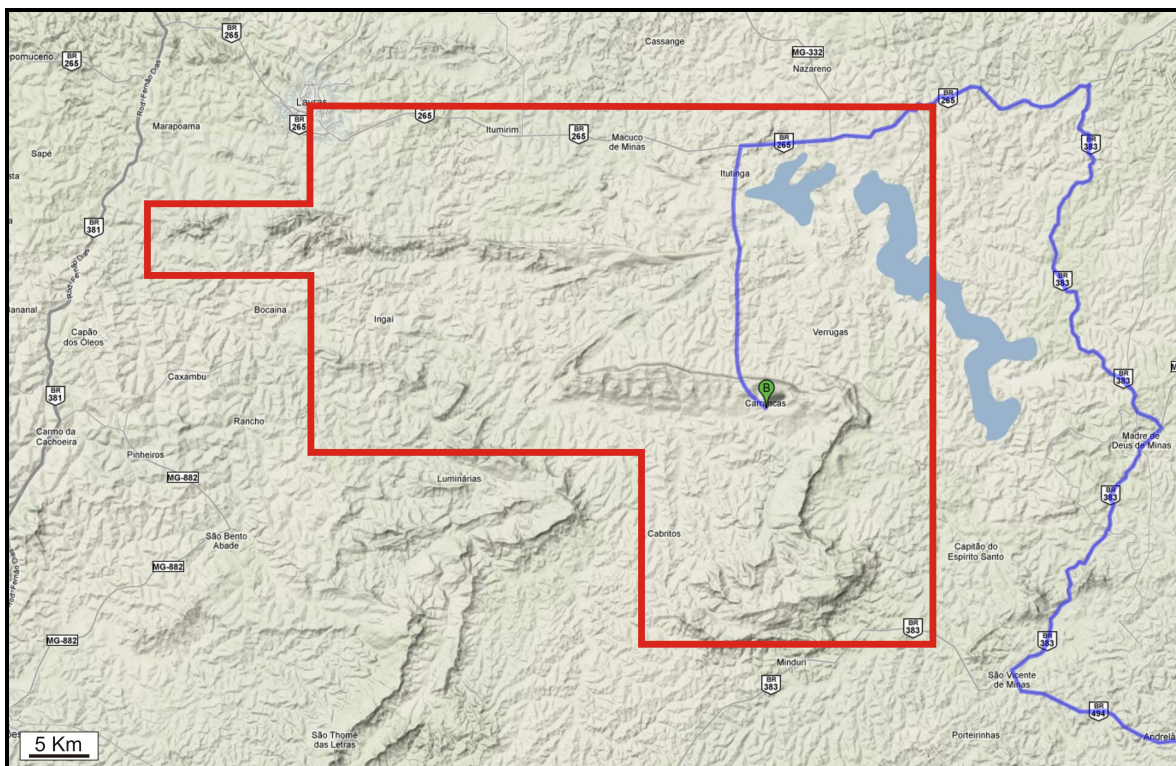


Figura 2. Localização geográfica e acesso à área de Carrancas. Google Maps, 2011.

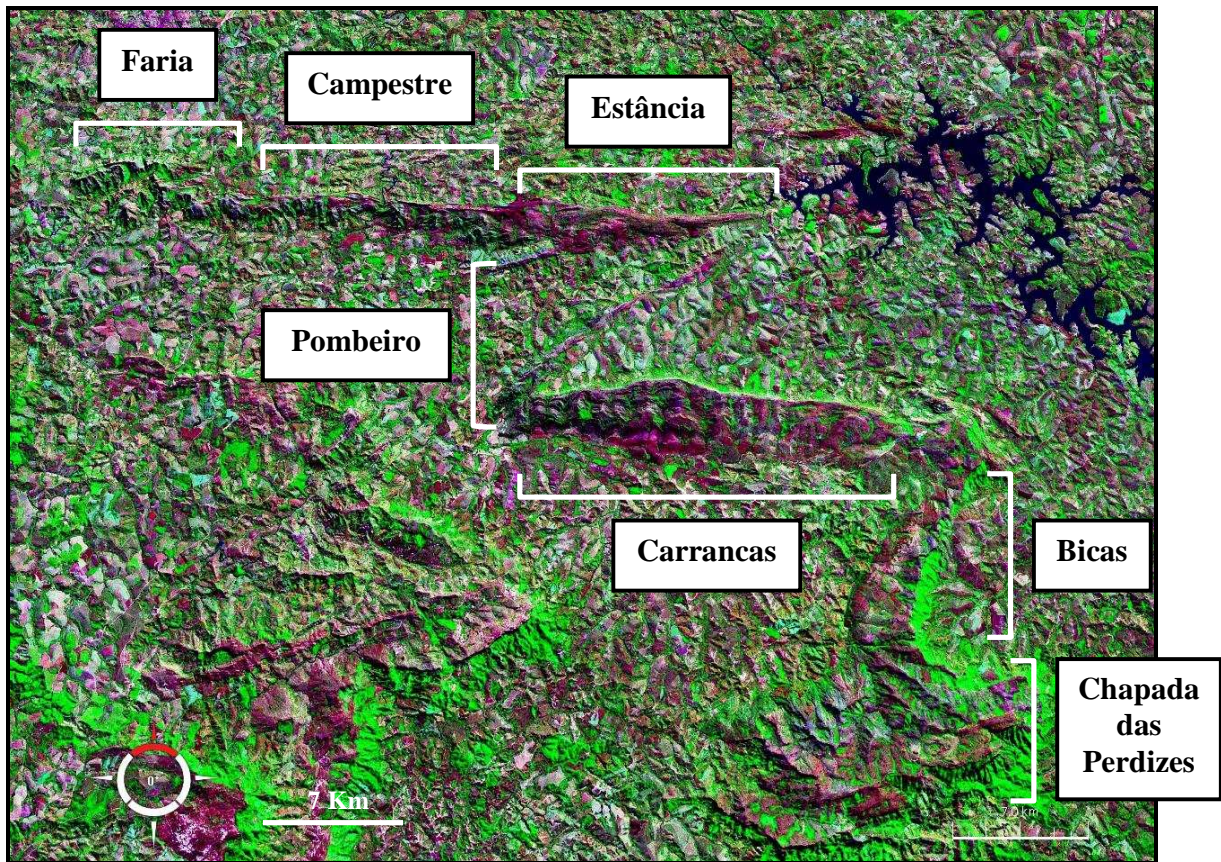


Figura 3. O sistema de serras que compõem a *Klippe* Carrancas. A oeste a *Nappe* Luminárias. Imagem do satélite Landsat 7 (<http://worldwind.arc.nasa.gov>).

2. GEOLOGIA REGIONAL

A *Klippe* Carrancas é a estrutura basal do sistema de *nappes* no extremo sul da Faixa Brasília (Fig. 4). A estrutura é constituída por sucessões metassedimentares da Sequência Carrancas, Megassequência Andrelândia. Na região da *klippe*, sul de Minas Gerais (Fig. 5), ocorrem duas grandes unidades de rochas metamórficas precambrianas, diques de diabásio e sedimentos cenozóicos.

A unidade precambriana mais antiga, o embasamento, inclui complexos gnáissicos, faixas greenstone e plutons de metagabros, metadioritos e metagranitóides. Metagranitóides com idades em torno de 2.0 Ga constituem os corpos mais novos.

A unidade precambriana mais nova é constituída por sucessões metassedimentares proterozóicas, com rochas metaígneas ultramáficas, máficas e félsicas associadas. Estas unidades foram incluídas nos grupos São João Del Rei e Andrelândia por Ebert (1971) e em sequências deposicionais que constituem três megassequências. Estas são da base para o topo, a Megassequência São João Del Rei com as sequências Tiradentes, São José, Tejuco e Lenheiro; Megassequência Carandaí incluindo as sequências Prados e Barroso, e Megassequência Andrelândia com as sequências Carrancas e Serra do Turvo (Paciullo, 2000).

Durante a Orogenêse Brasileira estas unidades foram deformadas e metamorfasadas em grau variado, de fácies xisto verde a granulito (Fig. 6,7). As unidades aparecem em domínios tectônicos autóctones e alóctones (Fig. 8). Nos domínios alóctones foram identificados sistemas de *nappes* com transporte tectônico de topo para sudeste e com transporte tectônico de topo para norte e noroeste. Zonas de cisalhamento subverticais destrais tardias cortam as estruturas mais antigas.

O registro fanerozóico inclui maciços sieníticos alcalinos, diques e stocks associados, diques básicos subalcalinos e depósitos aluviais do Cenozóico. Sedimentos fluviais, depósitos de talus e colúvios constituem unidades neógenas.

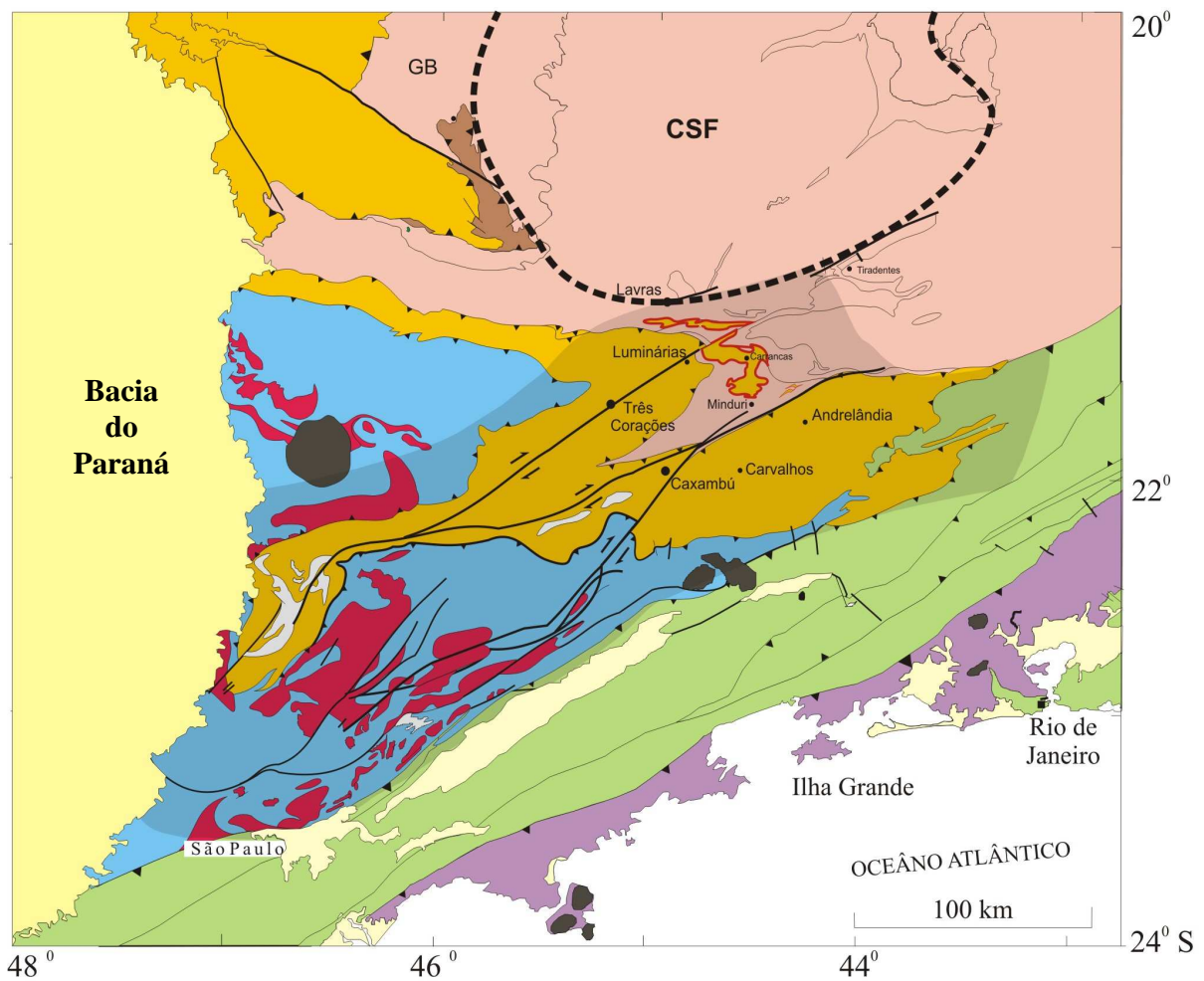


Figura 4. Mapa tectônico regional com o empurrão basal da *Klippe* Carrancas em vermelho. Rosa- zona de antepaís e Cráton do São Francisco (CSF) com limite convencional em linha preta tracejada. Marrom- Unidades da Serra da Pimenta. Extremo sul da Faixa Brasília: em laranja *nappes* inferiores (Passos-Luminárias) e em azul *nappes* superiores (Socorro-Guaxupé). Vermelho- granitóides associadas a Faixa Brasília. Verde- Faixa Ribeira e roxo- Arco magmático Rio Negro. Amarelo- Bacia do Paraná e amarelo claro- bacias do Rifte Continental do Sudeste Brasileiro. Preto- Maciços Alcalinos. Área sombreada- zona de interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira. Modificado de Trouw *et al.* (2000) e Heilbron *et al.* (2004).

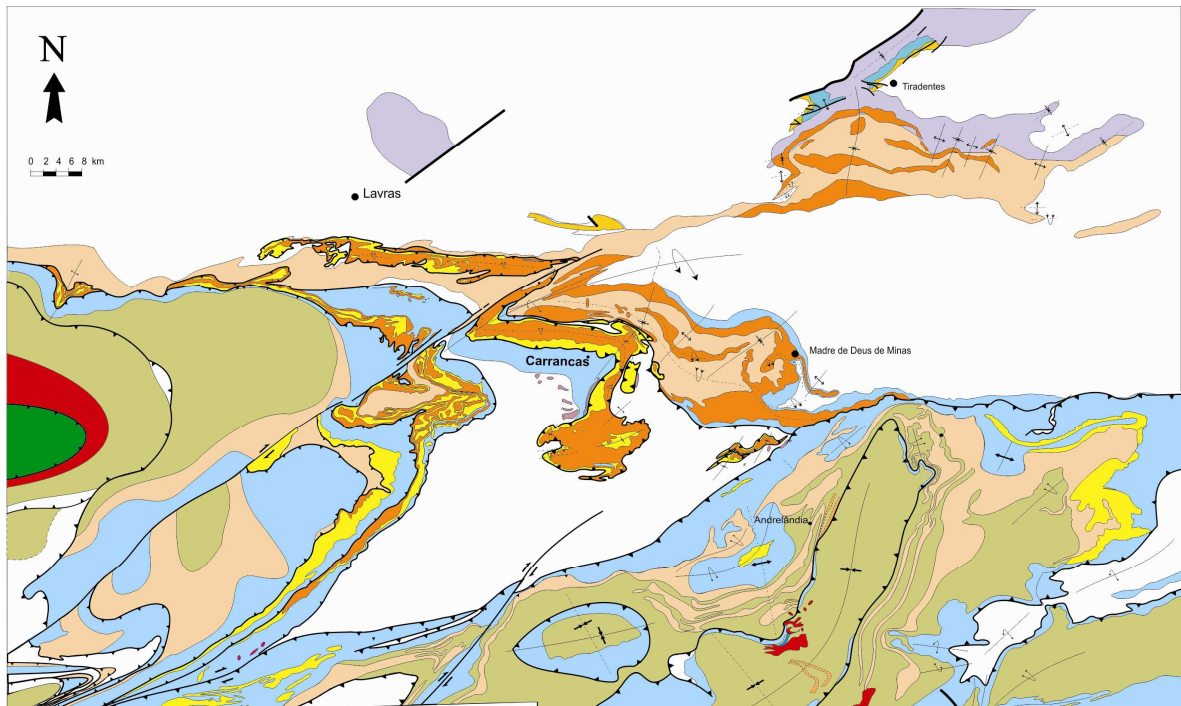


Figura 5. Mapa geológico simplificado do sul de Minas. Branco- embasamento. Amarelo e verde na área de Tiradentes- unidades da Megassequência São João Del Rei. Roxo- Megassequência Carandaí. Megassequência Andrelândia, da base para o topo: Azul (Unidade São Vicente) - paragneisses, quartzitos, filitos, xistos, anfibolitos e rochas metaultramáficas, Amarelo (Unidade São Tomé das Letras) – quartzitos com mica esverdeada, Laranja (Unidade Campestre)- filitos, xistos, quartzitos, Marrom (Unidade Santo Antônio)- biotita xistos, Verde musgo (Unidade Arantina) – xistos, paragneisses, anfibolitos, rochas metaultramáficas, gonditos, rochas calcissilicatadas. Vermelho- gnaisses e verde – gnaisses e granulitos da Nappe Guaxupé. Modificado de Paciullo (1997) e Paciullo *et al.* (2000).

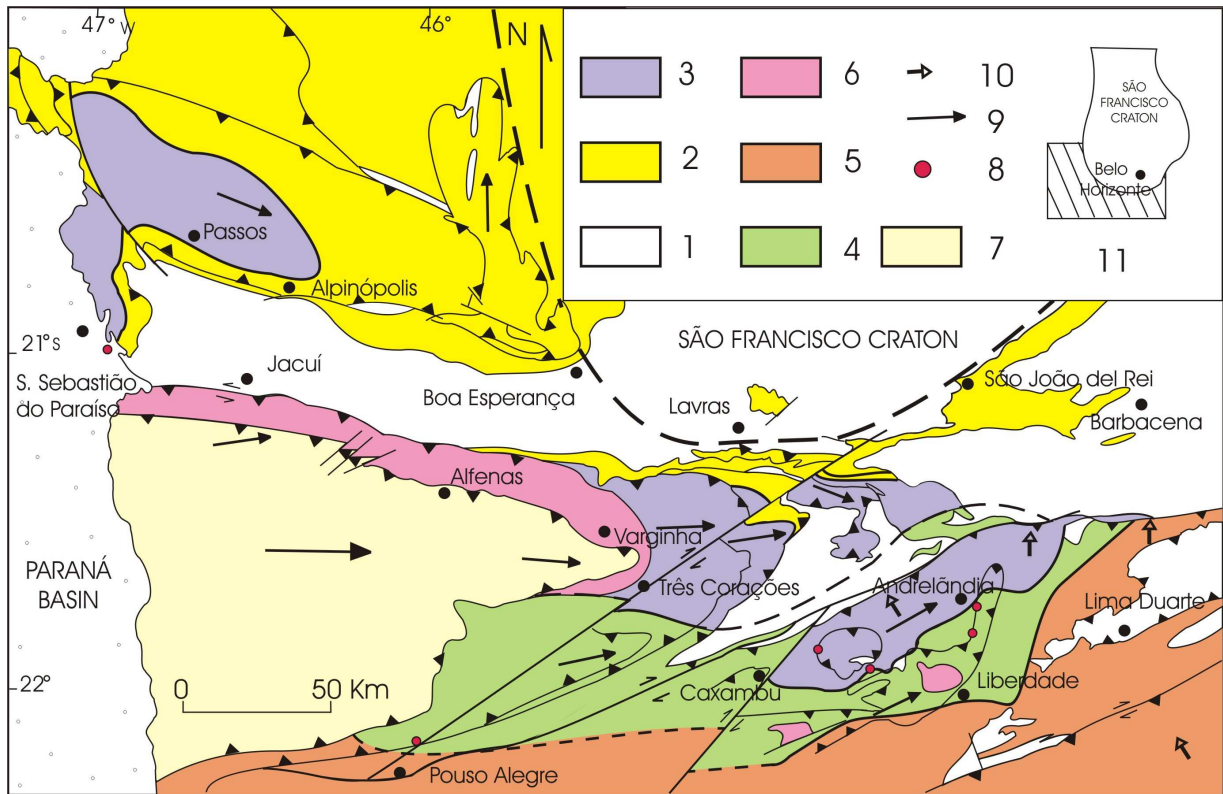
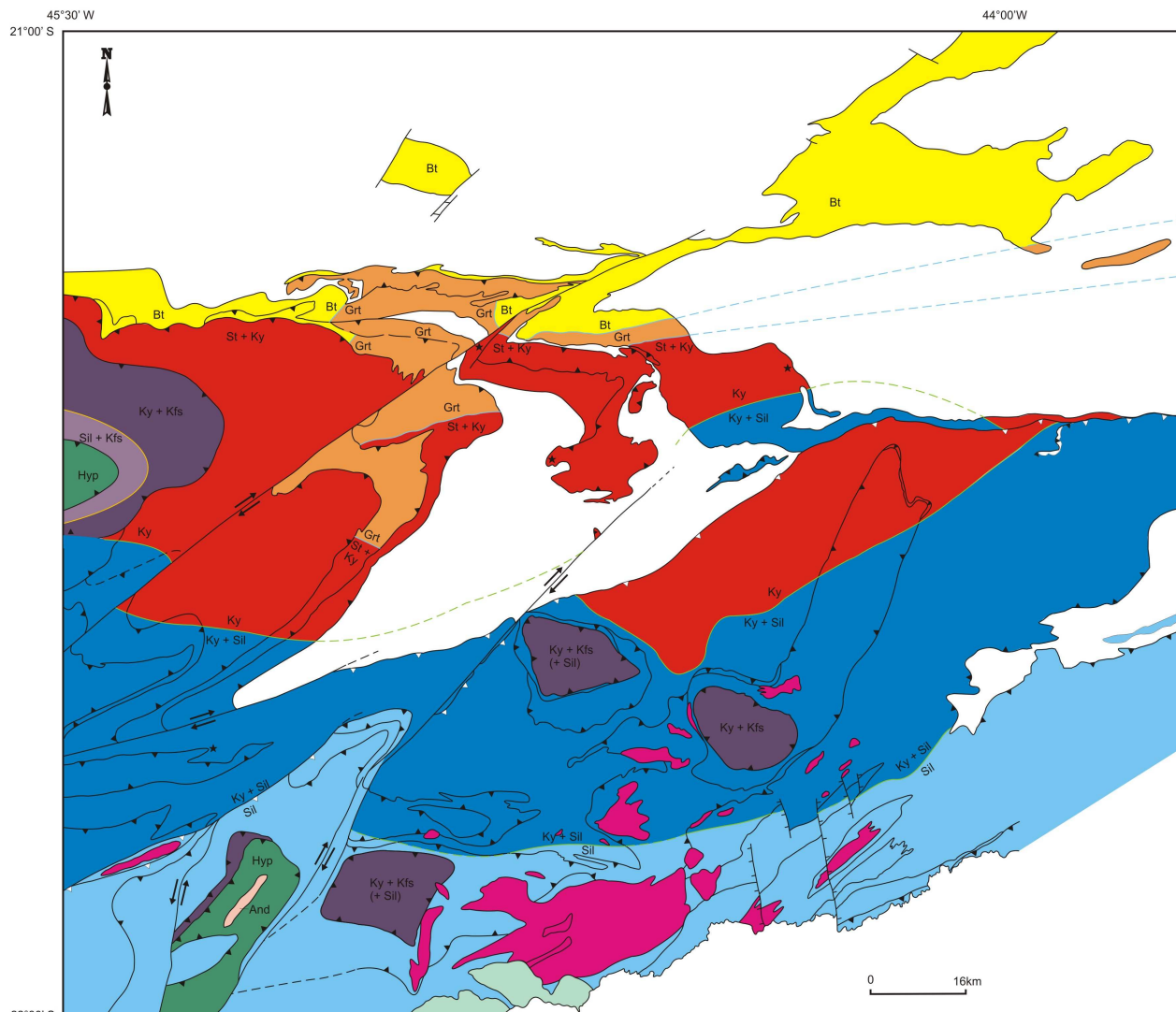


Figura 6. Mapa metamórfico regional incluindo a região sul de Minas Gerais e a *Klippe Carrancas*. 1- embasamento. Fácies e zonas metamórficas: 2- xisto verde com biotita, 3- anfibolito com cianita, 4- anfibolito com cianita e sillimanita, 5- anfibolito com sillimanita e 6- granulito com cianita. 8- ocorrências de retro-eclogito, 9 e 10- lineação de estirramento e 11- localização em relação ao cráton. Mapa de Trouw *et al.* (2000).



Metamorfismo da Faixa Brasília

- Fácies xisto verde médio
zona da biotita - Bt
- Fácies xisto verde alto
zona da granada - Grt
- Fácies anfibolito
zona da estaurolita / cianita - St + Ky
- Fácies anfibolito
andaluzita e granada - And
- Fácies granulito de alta pressão
cianita+K-feldspato - Ky + Kfs
- Fácies granulito de pressão média
sillimanita+K-feldspato - Sil + Kfs
- Fácies granulito de pressão média
hiperstênio - Hyp
- Isógrada sin Db1
- Isógrada sin Db2

Metamorfismo da Faixa Ribeira

- Fácies anfibolito
cianita e sillimanita - Ky + Sil
- Fácies Anfibolito
sillimanita - Sil
- Isógrada sin Dr

- Falha ou zona de cisalhamento
de baixo ângulo associada
à Faixa Brasília
- Falha ou zona de cisalhamento
de baixo ângulo associada
à Faixa Ribeira
- Falha ou zona de cisalhamento
transcorrente
- Falha normal

Figura 7. Mapa metamórfico mostrando em detalhe a região sul de Minas Gerais e a *Klippe* Carrancas. Modificado de Peternel *et al.* 2005.

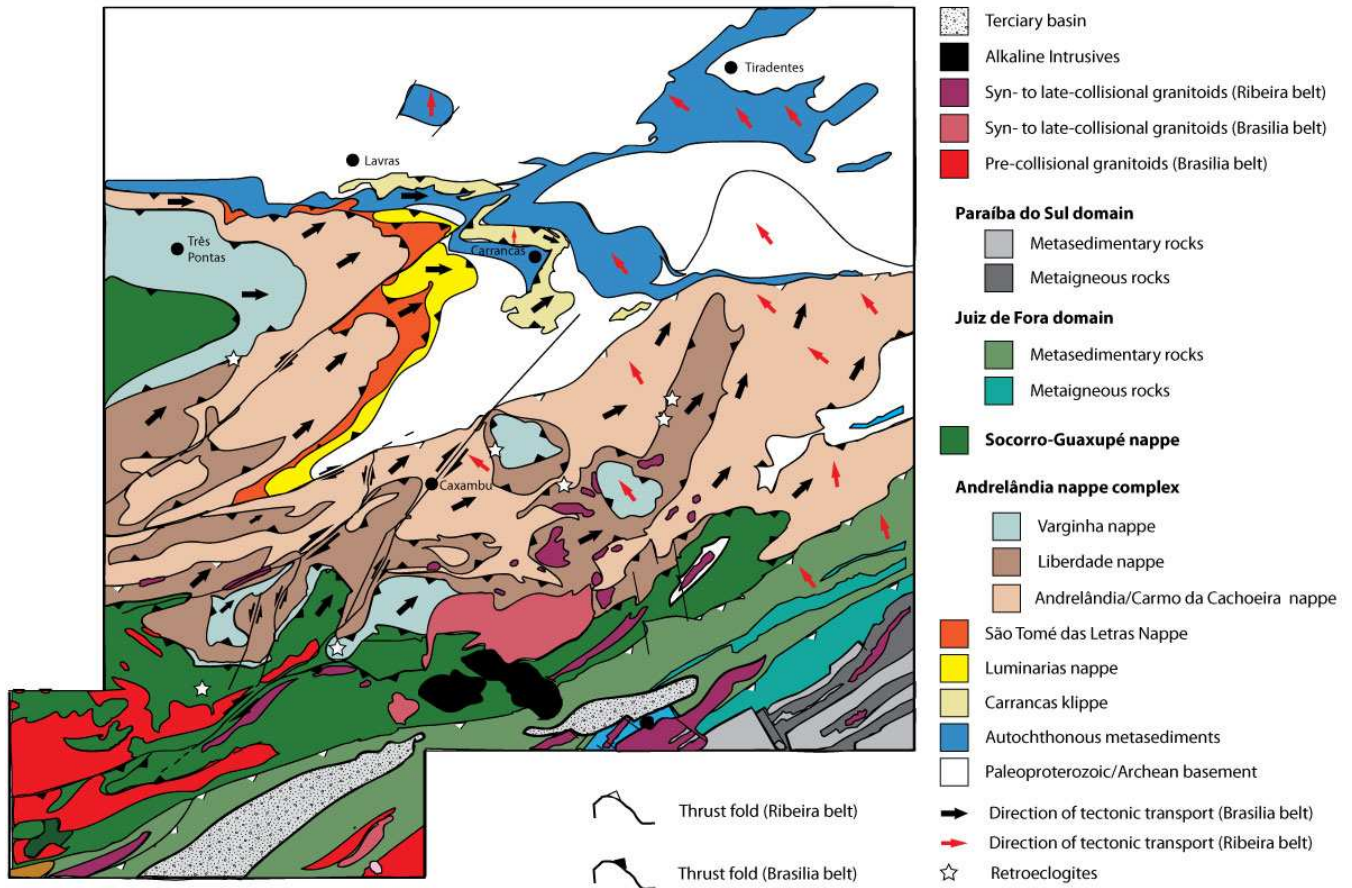


Figura 8. Sistema de nappes no sul de Minas Gerais. Branco- embasamento e azul escuro- domínio para-autóctone. Amarelo claro- *Klippe* Carrancas. *Nappes*: amarelo- Luminárias, laranja- São Tomé das Letras, Bege- Carmo da Cahoeira/Andrelândia, marrom- Lambari/Liberdade, azul esverdeado- Varginha e *klippes* correlatas. Verde escuro- *Nappe* Guaxupé e vermelho- granitóide brasileiros. No canto sudeste, em tons de cinza e verde unidades tectônicas da Faixa Ribeira. Preto- maciços alcalinos do Cretáceo e Cenozóico. Setas- lineações de estiramento atribuídas as faixas Brasília em preto e Ribeira em vermelho. Trouw *et al.* 2011.

2.1 Megassequências proterozóicas

As seqüências proterozóicas registram três eventos geotectônicos relacionados à formação das bacias São João Del Rei de provável idade Paleoproterozóica, Carandaí, mesoproterozóica ou neoproterozóica e Andrelândia, neoproterozóica (Fig.9). Zircões detríticos forneceram idades de rochas fonte em torno de 1.0Ga para um filito no domínio autóctone a norte de Carrancas (Valladares *et al.* 2001; Valeriano *et al.* 2004) e de cerca de 640Ma em biotita xisto na região de São Lourenço (Trouw C., 2008).

2.1.1 Megasequência Andrelândia

Esta megassequência é uma sucessão metassedimentar com intercalações de corpos metaígneos máficos e metaultramáficos, que alcança espessura mínima na ordem de 1000m. Inclui duas seqüências, Carrancas e Serra do Turvo, separadas por uma superfície interpretada de período glacial segundo Ribeiro *et al.*(1995), Paciullo (1997), e Paciullo *et al.* (2000).

A Seqüência Carrancas contém quatro unidades litológicas A1, A2, A3 e A4 (Paciullo, 1997), mas atualmente é descrita como Unidade São Vicente (A1 e A2), Unidade São Tomé das Letras (A3) e Unidade Campestre (A4) (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFGM-UFRJ-UERJ, 2003) (Fig. 10). A Unidade São Vicente é formada por paragneisses com intercalações de anfibolitos toleíticos de ambiente intraplaca continental e MORB transicional (Paciullo, 1997) na base, seguidos verticalmente por intercalações de quartzitos, filitos, xistos e anfibolitos. A Unidade São Tomé das Letras é uma sucessão de quartzitos com micas esverdeadas (muscovita e, localmente, fucsita). Sobre estes quartzitos ocorrem filitos e xistos cinzentos, com intercalações de quartzitos da Unidade Campestre.

A Sequência Serra do Turvo contém a unidade litológica A5 (Paciullo, 1997), atualmente Unidade Santo Antônio (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFGM-UFRJ-UERJ, 2003) que é constituída por uma espessa sucessão de biotita xistos feldspáticos. Em uma pedreira próxima a Madre de Deus de Minas ocorrem fragmentos isolados de granitóides interpretados como seixos pingados segundo Ribeiro *et al.* (1995) e Paciullo (1997). Para o topo a sucessão torna-se mais pelítica, predominando biotita xistos e biotita filitos que no domínio autóctone cobrem litofácies das seqüências Carrancas, Prados e embasamento.

Uma sexta unidade, A6 (Paciullo, 1997) ou Unidade Arantina (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ, 2003), corresponde à fácies de ambiente marinho profundo correlato das outras unidades conforme mostrado na figura 9. É constituída por xistos e gnaisses pelíticos e semipelíticos, anfibolitos, rochas metaultramáficas, metachert, gonditos e rochas calcissilicáticas. Localmente ocorrem também retro-ecolgitos. A descrição e interpretação destas unidades podem ser encontradas em Paciullo *et al.* (2000, 2003), Quemeneur *et al.* (2003) e Trouw *et al.* (2003).

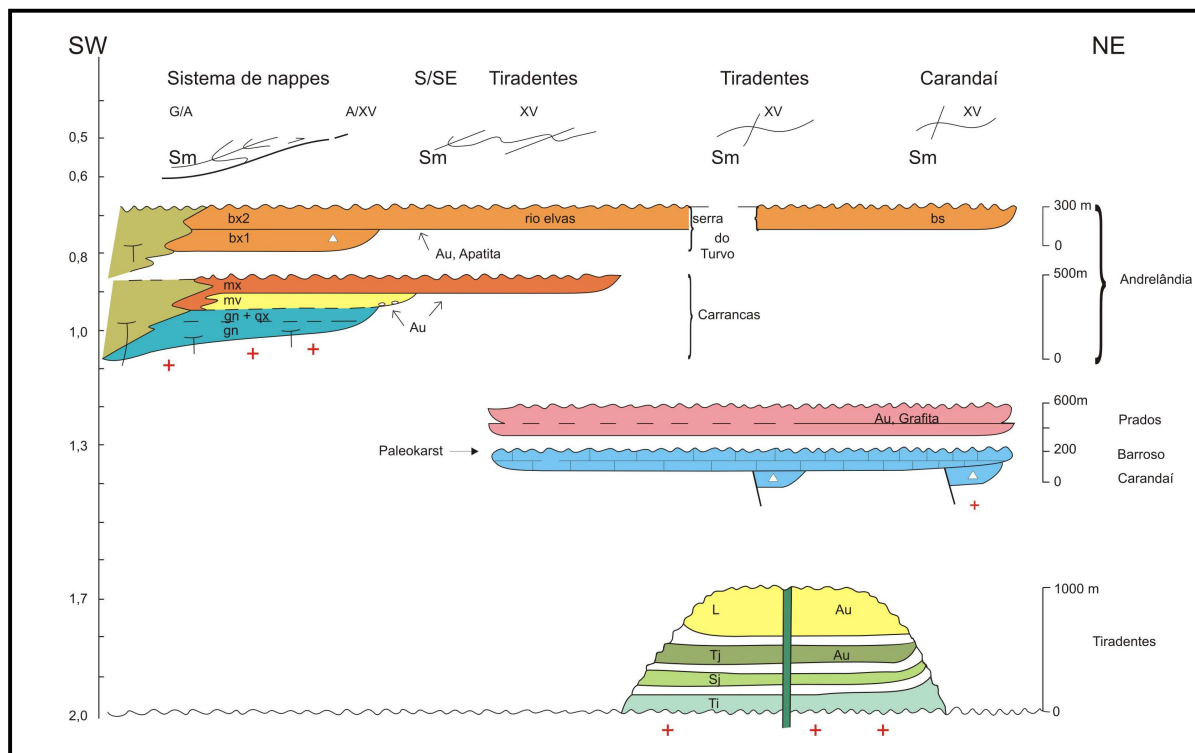


Figura 9. Carta estratigráfica das seqüências proterozóicas do sul de Minas Gerais. Cruz vermelha- embasamento. Sequências deposicionais quartzíticas de São João Del Rei: Ti- Tiradentes, Sj- São José, Tj- Tejuco e L- Lenheiro. Megassequência Carandaí com as seqüências carbonática Barroso em azul e pelítica Prados em rosa. Megassequência Andrelândia: seqüência Carrancas com as unidades em azul- Unidade São Vicente, paragnaisses, quartzitos, filitos, xistos, anfibolitos, rochas metaultramáficas. Amarelo- Unidade São Tomé das Letras, quartzitos com mica esverdeada. Laranja, Unidade Campestre- filitos, xistos, quartzitos. Sequência Serra do Turvo laranja claro. Unidade Santo Antônio- xistos, paragnaisses, metachert e gonditos, rochas calcissilicatas, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Au- ocorrências de ouro. Fácies metamórficas: xv- xisto verde, A- anfibolito e G- granulito. Sm- foliação principal. Carta estratigráfica segundo André Ribeiro, inédito.

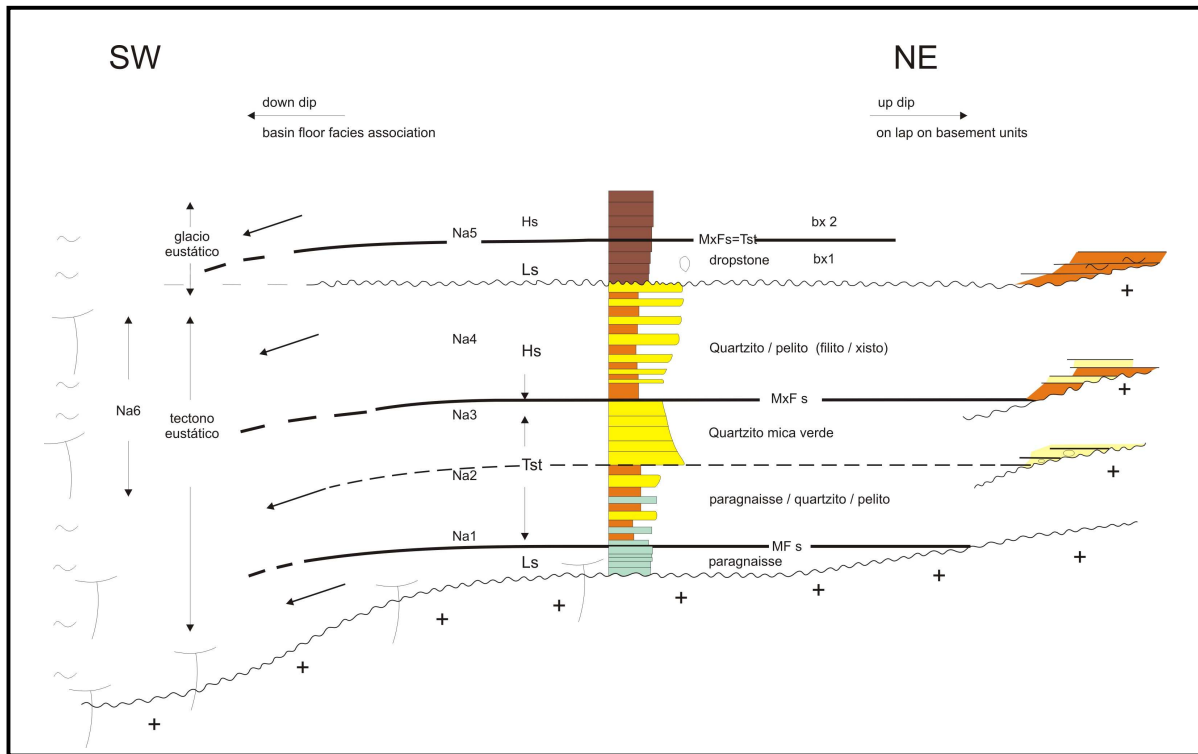


Figura 10. Pannel esquemático mostrando a provável distribuição das unidades da Megasequência Andrelândia. Na1 a Na4- unidades da Sequência Carrancas, Na5- biotita xistos (bx) da Sequência Serra do Turvo. Na6- facies interpretadas como de águas profundas relativas às unidades Na1 até Na5. MFs- superfície de inundação marinha e MxFs- superfície de inundação máxima. Tratos de sistema: Ls- mar baixo, Tst- transgressivo, Hs- mar alto. Fonte: André Ribeiro, inédito.

3. UNIDADES LITOLÓGICAS NA *KLIPPE* CARRANCAS E NO AUTÓCTONE ADJACENTE

A *klippe* é constituída por quartzitos, filitos e xistos. Nas sucessões para-autóctones adjacentes afloram paragneisses, quartzitos, filitos, xistos, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Na base da *klippe*, entre a *klippe* e as sucessões para-autóctones ocorrem lascas de embasamento com ortognaisse, anfibolito e gondito. Ao norte da Serra da Estância afloram ortognaisses e lentes de rochas ultramáficas do embasamento considerado autóctone (Fig. 5, 8 e anexo 1).

3.1 Embasamento

Ortognaisses afloram na parte norte da área em grandes lajedos de rochas frescas e semifrescas. São metagranitóides graníticos e granodioríticos. Encaixadas nestes granitóides ocorrem lentes de rochas metaultramáficas, geralmente clorita xistos muito alterados. Estas rochas foram estudadas por Heilbron (1984, 1985). Unidades similares ocorrem também a sul da *klippe* na área de Minduri (Paciullo, 1980). Descrições e interpretações aparecem também em Quemeneur *et al.* (2003) e Trouw *et al.* (2003). No campo foram apenas marcados os contatos com as sucessões autóctones e os afloramentos descritos sumariamente. Na área da Serra do Pombeiro (anexo 1) aflora um metagranitóide maciço com fenocristais de feldspato branco e xistosidade definida por biotita. Na lasca tectônica na base da Serra de Carrancas observamos ortognaisse migmatítico, anfibolito, rochas metaultramáficas e gondito. Gnaisses a leste da Serra das Bicas também parecem constituir parte do embasamento.

3.2 Unidades da Megassequência Andrelândia

3.2.1 Paragneisses, filitos, xistos, quartzitos, anfibolitos e rochas metaultramáficas

Esta unidade, Unidade São Vicente da Sequência Carrancas, tem aproximadamente de 280 metros de espessura mínima, medidos na seção que corta a Serra do Pombeiro (cf. Geologia Estrutural). Aflora quase sempre alterado também na baixada ao sul da Serra de Carrancas e a oeste da Serra das Bicas (Fig. 11, anexo1). Predomina um gnaisse fino a

médio cinzento ou branco, com bandamento composicional definido por camadas tabulares delgadas (1-10 cm) mais ou menos ricas em biotita. Intercalações de bancos centimétricos a métricos de quartzitos micáceos são freqüentes. Corpos decimétricos a métricos de muscovita biotita xistos e, mais raros, de clorita talco xistos, clorititos e anfibolititos também ocorrem. A estratificação e as intercalações de rochas metassedimentares sugerem um protólito sedimentar para o gnaiss. Segundo o Professor Ciro Ávila do Museu Nacional (informação verbal), granada, estaurólita e cianita encontrados em saprólitos na baixada adjacente a Serra das Bicas parecem confirmar que pelo menos parte do gnaiss é de origem sedimentar. Possivelmente são plagioclásio arenitos e arcóseos como já mencionado por Paciullo (1987) e Paciullo *et al.* (2000).



Figura 11. “Afloramento” típico de paragneiss bandado da Unidade São Vicente, rocha alterada em voçorocas e cortes de estradas.

3.2.2 Quartzito com mica esverdeada

Com cerca de 170 metros de espessura inferidos de seções geológicas, corresponde à Unidade São Tomé das Letras da Seqüência Carrancas (Fig. 5, 9, 10). A unidade é constituída por quartzitos com muscovitas esverdeadas e minerais opacos, entre eles

ilmenita e magnetita, localmente ocorrem cristais de cianita com comprimento entre 0,5 e 1,0 cm. Os quartzitos formam camadas delgadas (1-10cm) e espessas (> 1m) que se empilham em bancos métricos (Fig. 12), muitas vezes separados por níveis de xistos com muscovita esverdeada. Na base *klippe*, no “Cogumelo de Carrancas”, ocorrem camadas centimétricas de metaconglomerados quartzíticos (Fig. 13) formando estratos com até cerca de 8m de espessura (vide figura 24 em Quemeneur *et al.* 2003)



Figura 12. Sucessão de quartzitos em acamamento tabular delgado e bancos espessos na Cachoeira da Fumaça, Carrancas.

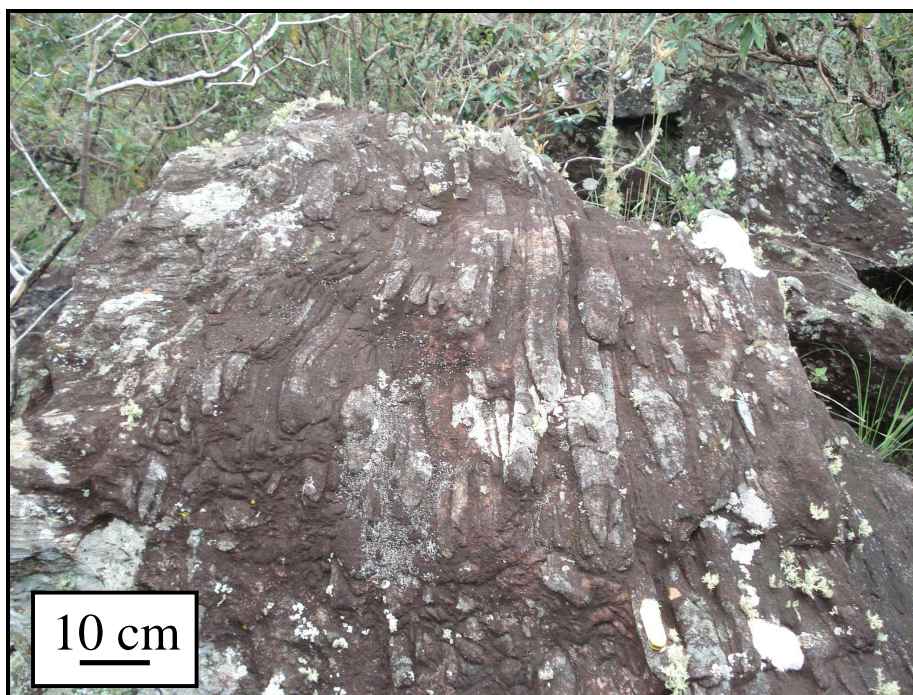


Figura 13. Metaconglomerado quartzítico da Unidade São Tomé das Letras com seixos de quartzo formando lineação de estiramento L1 (cf. Geologia Estrutural) na base da *klippe*, área do “Cogumelo de Carrancas”.

3.2.3 Cloritóide filito, granada estauroлита xisto, filito cinza e quartzito

Corresponde a Unidade Campestre da Sequência Carrancas (Fig. 5, 9, 10). A unidade é constituída por xistos de origem pelítica e quartzitos, alcançando no total, aproximadamente 320 metros de espessura na *klippe*. O cloritóide filito é uma rocha cinzenta fina, maciça, com foliação definida por mica branca e cloritóide. O granada estauroлита xisto em geral é uma rocha maciça, cinzenta rica em muscovita e minerais opacos, em geral com xistosidade anastomosada entorno de porfiroblastos de granada e estauroлита. Alteradas elas apresentam-se em cores avermelhadas. Ocorre uma passagem gradual entre o cloritóide filito e o estauroлита xisto, resultado de metamorfismo. Estes metapelitos serão mais bem descritos nos itens metamorfismo e microtectônica. O filito cinza deve sua cor provavelmente ao material grafitoso. São raros os porfiroblastos de granada e estauroлита e as micas finas, comumente definem clivagem de crenulação. Este filito aparece em intercalações milimétricas a métricas em espessura, tanto nos xistos quanto nos quartzitos (Fig. 14). Forma também uma camada mapeável no núcleo da sinformal D1

da *klippe*. Os quartzitos são rochas quartzo micáceas que aparecem em bancos centimétricos a métricos intercalados nos xistos e filito grafitoso.



Figura 14. Intercalações milimétricas a métricas de filito cinza e quartzito na estrada que leva a cidade de Carrancas.

3.2.4 Biotita xisto

Trata-se da Unidade Santo Antônio da Megassequência Andrelândia. Ocorre no domínio para-autóctone e na *klippe*, onde mostra espessura mínima de cerca de 100 metros. Aflora em lajedos pretos (Fig. 15) e também com a forma de “disco voador enterrado” (Fig. 16), sempre apresentando lentes e veios de quartzo centimétricos. Trata-se de muscovita biotita xisto homogêneo, com xistosidade anastomosada ou em escamas. Quando alteradas geram um saprólito avermelhado e liberam escamas micáceas que ficam espalhadas no terreno. A presença de clorita, muscovita, biotita, plagioclásio, granada, estauroлита, cianita e sillimanita tornam essa rocha importante na definição de isógrads metamórficas, como será visto nos itens de metamorfismo e microtectônica.



Figura 15. Lajedo de biotita xisto a norte do “Cogumelo de Carrancas”.



Figura 16. Afloramento do biotita xisto na forma de “disco voador enterrado”, a oeste da Serra do Pombeiro.

4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Ebert (1971) reconheceu dois eventos deformacionais de extensão regional no sul de Minas Gerais os quais denominou de Araxaídes com rumo principal de foliação NW-SE e Paraibíades, com rumo NE-SW. Moutinho da Costa e colaboradores no final da década de sessenta (relatórios de Estágio Campo, UFRJ) identificaram um padrão de redobramento do tipo cogumelo na confluência das serras das Bicas e Carrancas. A estrutura foi depois estudada por Dayan e Batista Filho (1984) e Dayan *et al.* (1987). O reconhecimento de três fases de deformação e da própria *klippe* apareceu nas dissertações de Paciullo (1980) e Ribeiro (1980), condensadas em Trouw *et al.* (1980), Ribeiro (1983) e Paciullo (1983). Estes autores denominaram as três fases de deformação de D1, D2 e D3. A nomenclatura e os conceitos de geologia estrutural embutidos foram então usados em uma série de trabalhos de graduação e mestrado orientados por Rudolph Trouw no sul de Minas Gerais. Apareceram também em diversas publicações, entre elas Trouw *et al.* (1982), Ribeiro e Heilbron (1982). Na *Klippe Carrancas* destaca-se a dissertação de Heilbron (1984), resumida em Heilbron (1985), que mapeou e interpretou isogradas metamórficas na *Klippe Carrancas* e nas unidades autóctones sob a *klippe*. Depois na década de noventa vieram os trabalhos de Chrispim (1990), que mapeou o extremo oeste da *Klippe Carrancas* com ênfase na geologia estrutural, Ribeiro *et al.* (1990, 1995), Trouw *et al.* (1994), Heilbron *et al.* (1993) onde as fases de deformação foram relacionadas à evolução das faixas Brasília e Ribeira. O presente trabalho retoma estas pesquisas e adota também o conceito das três fases de deformação na *Klippe Carrancas* e unidades para-autóctones sob a *klippe*. Porém mostra modificações e avanços no conhecimento de geologia estrutural, metamorfismo e distribuição de isógradas. As três fases podem ser reconhecidas em escala microscópica ((Fig. 17a,b e 18a,b) mapa e seções geológicas regionais (anexo 1).

A zona de cisalhamento de Três Corações é uma estrutura subvertical de caráter dúctil e rúptil, com direção N60E, mergulhos íngremes para sudeste e deslocamento dextral (Almeida, 1992; Trouw *et al.* 1982; Bittencourt, 2010). Conforme observações de campo e análise petrográfica, a zona se estende somente até o extremo sul da Serra do Pombeiro, onde se constatou a presença de algumas faixas isoladas de quartzito com foliação íngreme, mas bastante recristalizados (anexo 1). Feições estas não identificadas no restante da serra.

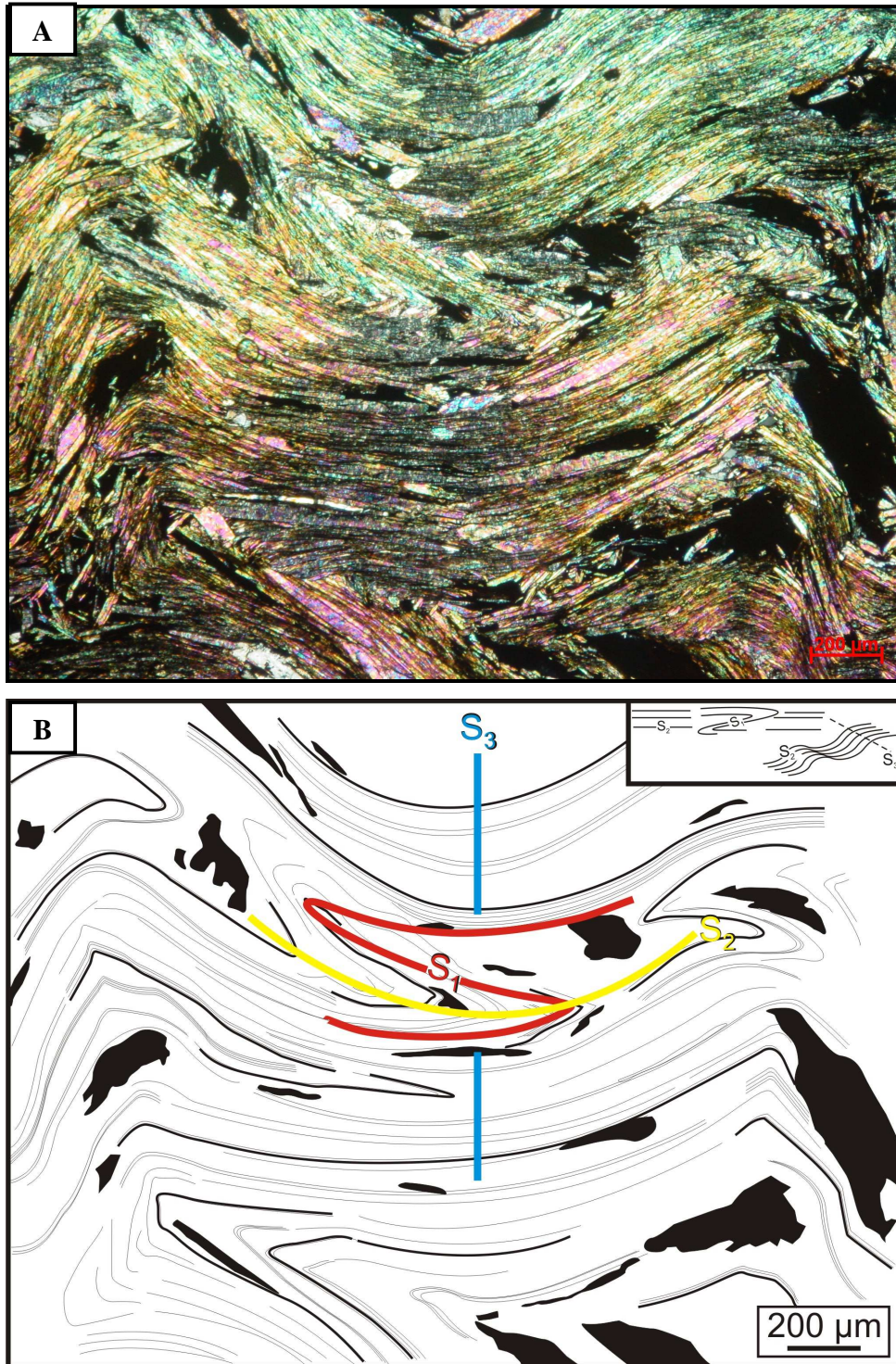


Figura 17. Registro de três fases de deformação em metapelitos da Unidade Campestre. a) foliação D1 dobrada por D2 e redobrada por D3 em muscovita xisto na Serra de Carrancas, notar arcos poligonais de muscovita nas charneiras das dobras. Luz Polarizada Cruzada, LPC. b) Croqui mostrando as relações de deformação.

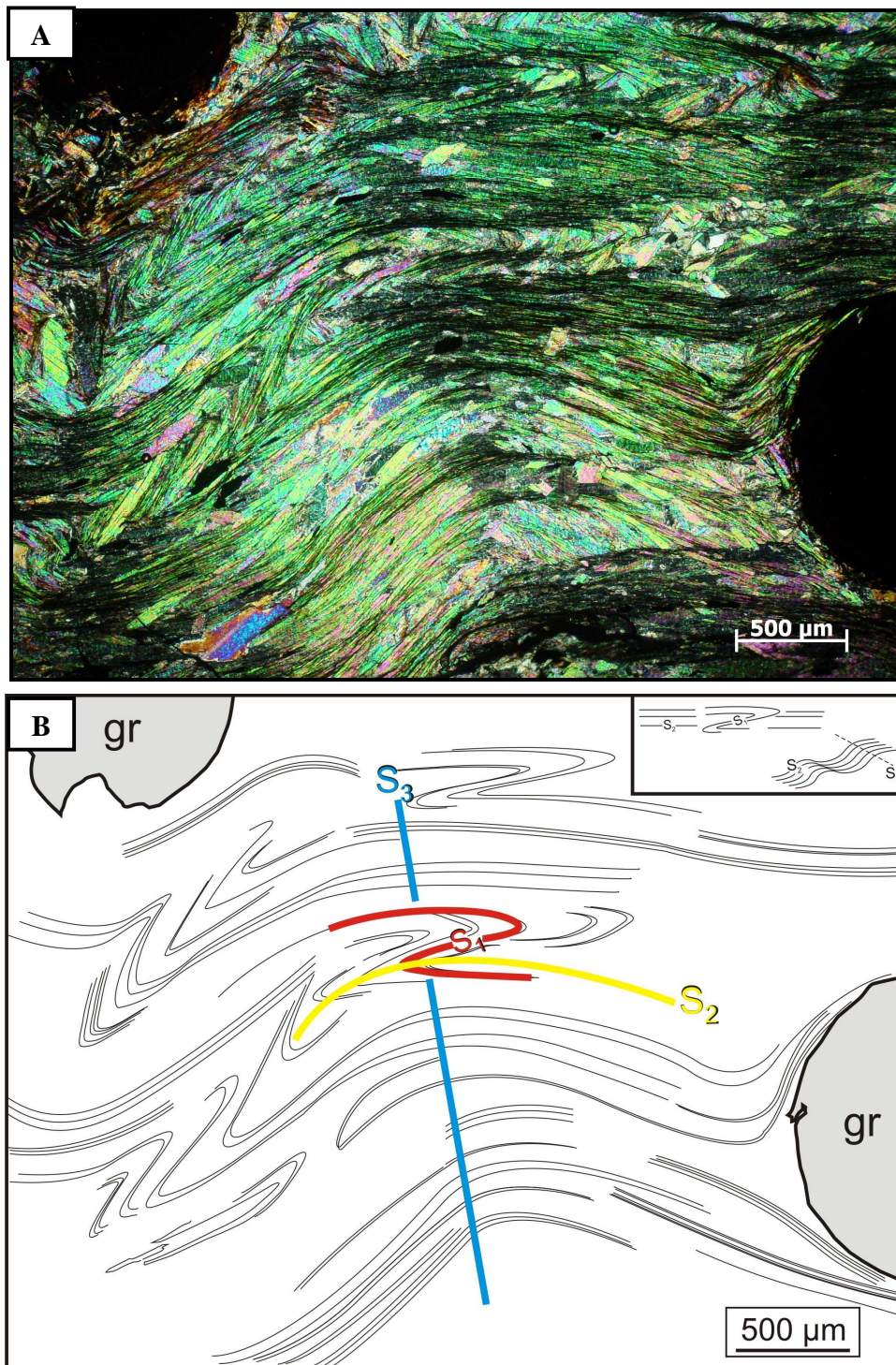


Figura 18. Registro de três fases de deformação em metapelitos da Unidade Campestre. a) foliação D1 dobrada por D2 e redobrada por D3 em granda filito no extremo leste da Serra de Carrancas. Nas charneiras das dobras formaram-se arcos poligonais de muscovita. LPC. b) Croqui mostrando as relações de deformação. (Ponto: CG-13A).

4.1 Terceira fase de deformação – D3

Crenulações e dobras abertas com comprimentos de onda de centenas de metros caracterizam a terceira fase de deformação, D3. Estas dobras são suaves ou abertas na maior parte da *klippe* e no domínio para-autóctone (Fig. 19 e 20). Os planos axiais são íngremes de traço norte-sul e os eixos tem caimento suave para sul, exceto em Minduri com plano axial de traço nordeste-sudoeste e eixo nordeste-sudoeste, conforme mostra os estereogramas na figura 21a, b, c e d. Em geral não ocorre uma clivagem S3, mas segundo Ribeiro (1980, 1983) e Chrispim (1990) nas serras do Faria em Lavras e Campestre em Itumirim, as dobras D3 são fechadas até apertadas (vide figura 34 e 39 de Chrispim, 1990) com planos axiais e eixos em torno de 110/70 e 190/70 (Fig. 21e), respectivamente, e localmente ocorre clivagem S3 espaçada em quartzito e de crenulação em filito.

As atitudes de crenulações e dobras D3 suaves e abertas sugerem encurtamento leste-oeste. As dobras apertadas na área Lavras-Itumirim registram deformação mais intensa, talvez relacionada a cisalhamento leste-oeste dextral nesta área (Chrispim, 1990).

A zona de cisalhamento de Três Corações é relacionada a este último evento deformacional (Almeida, 1992).



Figura 19. Suave dobra D3 em quartzito na sucessão para-autóctone no sul da Serra de Carrancas, estrada Carrancas-Minduri.

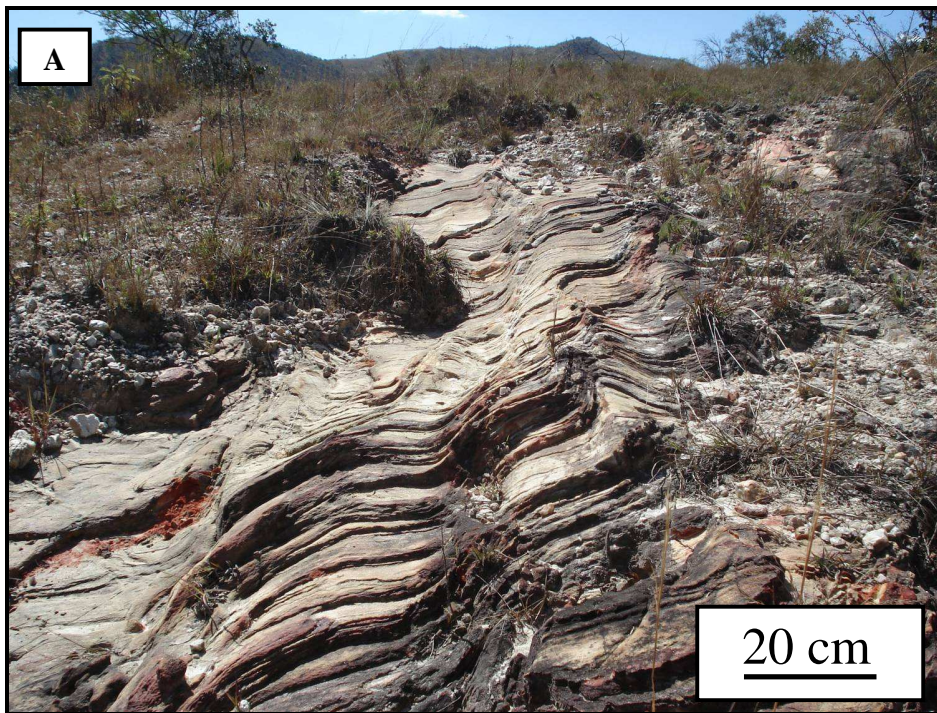


Figura 20. Dobras D3 suaves e abertas com plano axial quase norte sul e eixos de baixo caimento para sul na a) na Serra do Pombeiro e b) na Serra de Carrancas.

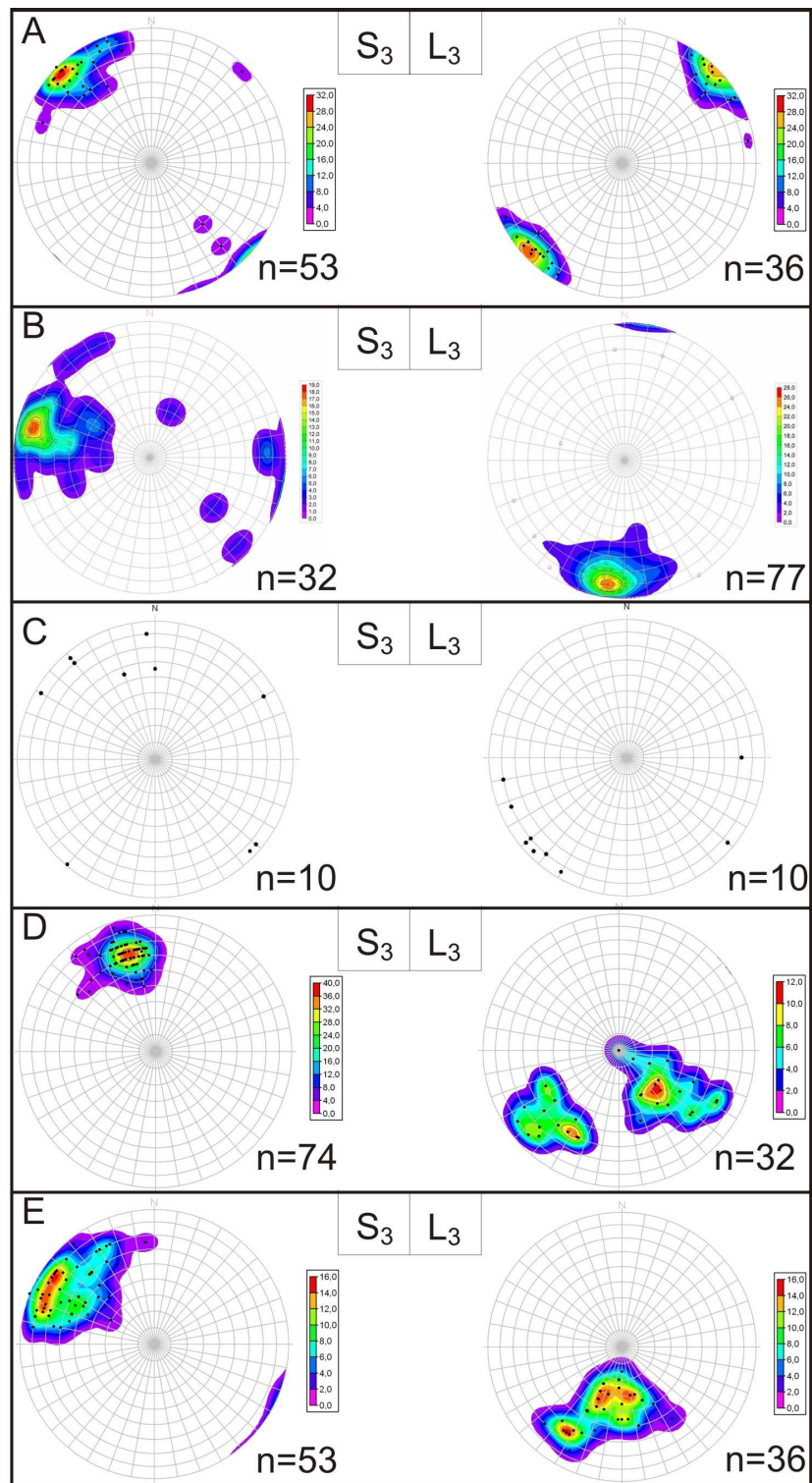


Figura 21. Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando eixos (L₃) e superfícies axiais (S₃) de dobras D₃ a) na Chapada das Perdizes, b) na confluência das serras das Bicas e Carrancas (“Cogumelo de Carrancas”), c) na Serra do Pombeiro, d) na Serra da Estância e Campestre e e) na Serra do Farias, na área de Itumirim.

4.2. Segunda fase de deformação – D2

Esta fase de deformação está registrada por dobras com comprimentos de onda de dezenas a centenas de metros (anexo 1). São dobras reviradas assimétricas fechadas conforme a classificação de ângulos entre flancos de Hobbs *et al.* (1976). Os planos axiais têm mergulho médio em torno de 45 graus para sudoeste-sudeste e eixos de baixo caimento para sudoeste na área da Serra do Pombeiro e Estância, e para sudeste na Serra de Carrancas (Fig. 22). A assimetria definida por flancos curtos íngremes e flancos compridos suaves indica vergência para noroeste na Serra do Pombeiro até a Serra do Farias, no “Cogumelo de Carrancas” para nordeste, e na Serra de Carrancas para norte (Fig. 23, 24, 26 e anexo 1). As variações nas atitudes dos elementos D2 refletem o dobramento de superfícies pré- D2 curvas e o redobramento por D3.

Em geral a lineação relacionada à D2 são eixos de dobras e crenulações (Fig. 22). Lineação de estiramento e de interseção de planos S2 com superfícies de acamamento e foliação antiga S1, foram observados localmente. A foliação principal reconhecida em lâminas delgadas e muitas vezes também no campo, tanto nas rochas da *klippe* como do domínio para-autóctone está relacionada à D2. Trata-se de clivagem de crenulação apertada que comumente transpõem a foliação antiga atribuída a D1 (Fig. 25).

A vergência das dobras da fase D2 e indicadores cinemáticos tipo *shear bands* como planos S e C, e S e C' (Passchier & Trouw, 2005) mostrados no item microtectônica, indicam movimentos tectônicos para norte, noroeste e nordeste. Em conjunto a orientação das estruturas D2 é compatível com o sentido de movimento tectônico da Faixa Ribeira (Heilbron *et al.*, 2000, 2004).

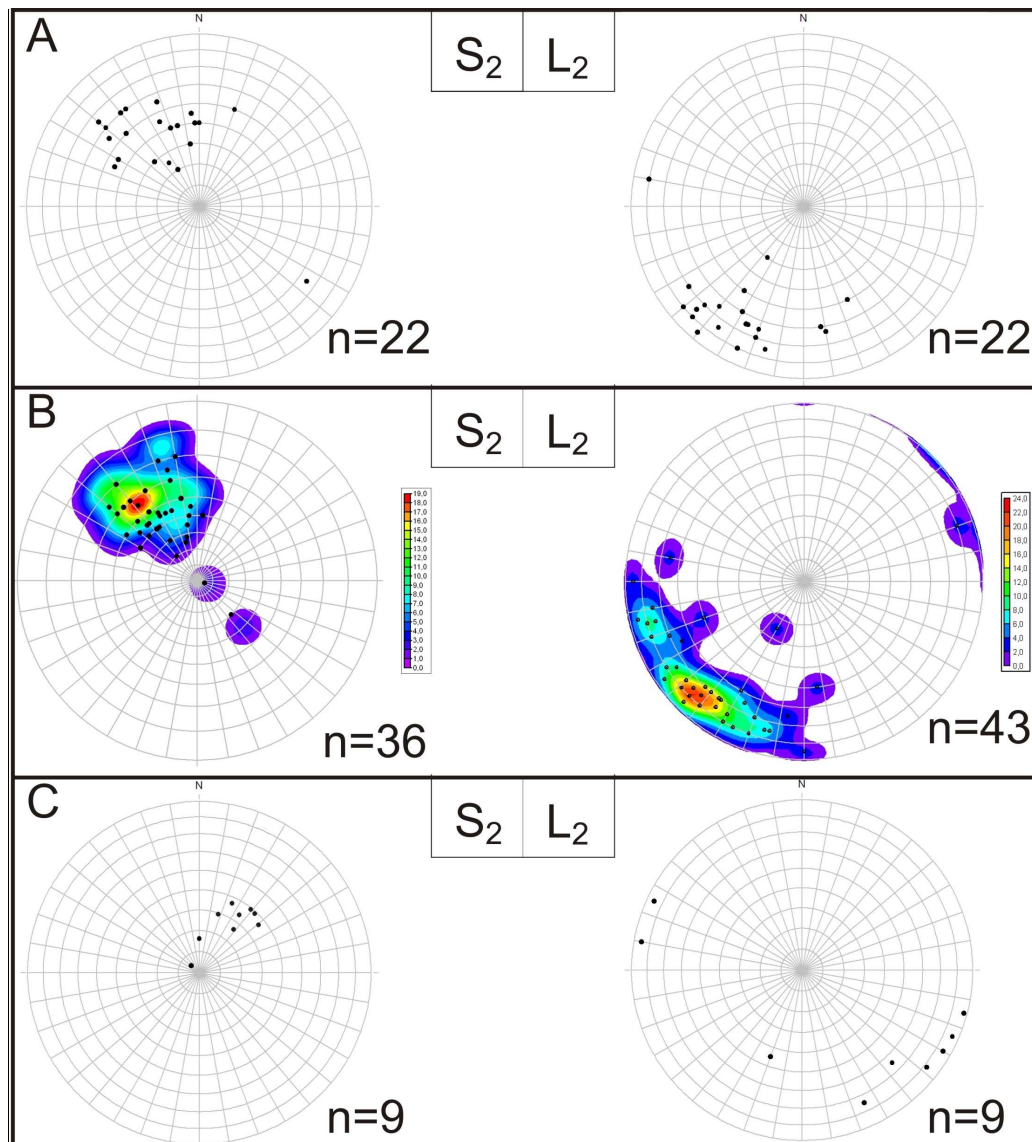


Figura 22. Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando eixos (L_2) e superfícies axiais (S_2) de dobras D2 a) na Serra da Estância, b) na Serra do Pombeiro e c) na Serra de Carrancas.

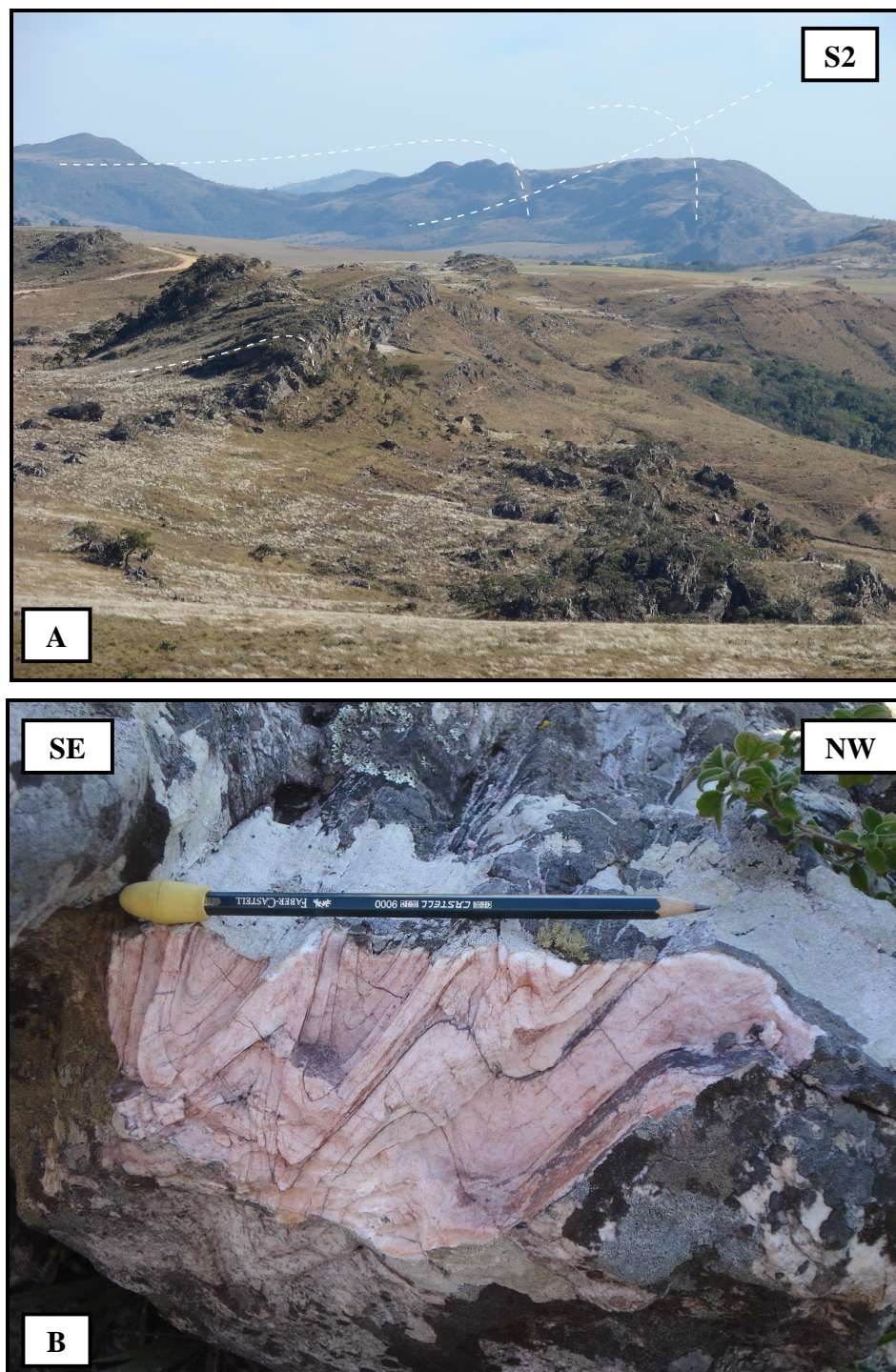


Figura 23. Dobras D2 na Serra do Pombeiro em a) assimétrica com vergência para noroeste e em b) assimétrica com vergência para noroeste em afloramento.



Figura 24. Dobras D2 no “Cogumelo de Carrancas” em a) definida pelo contato entre quartzito da Unidade São Tomé das Letras e xisto da Unidade Campestre e b) assimétrica com vergência para nordeste.

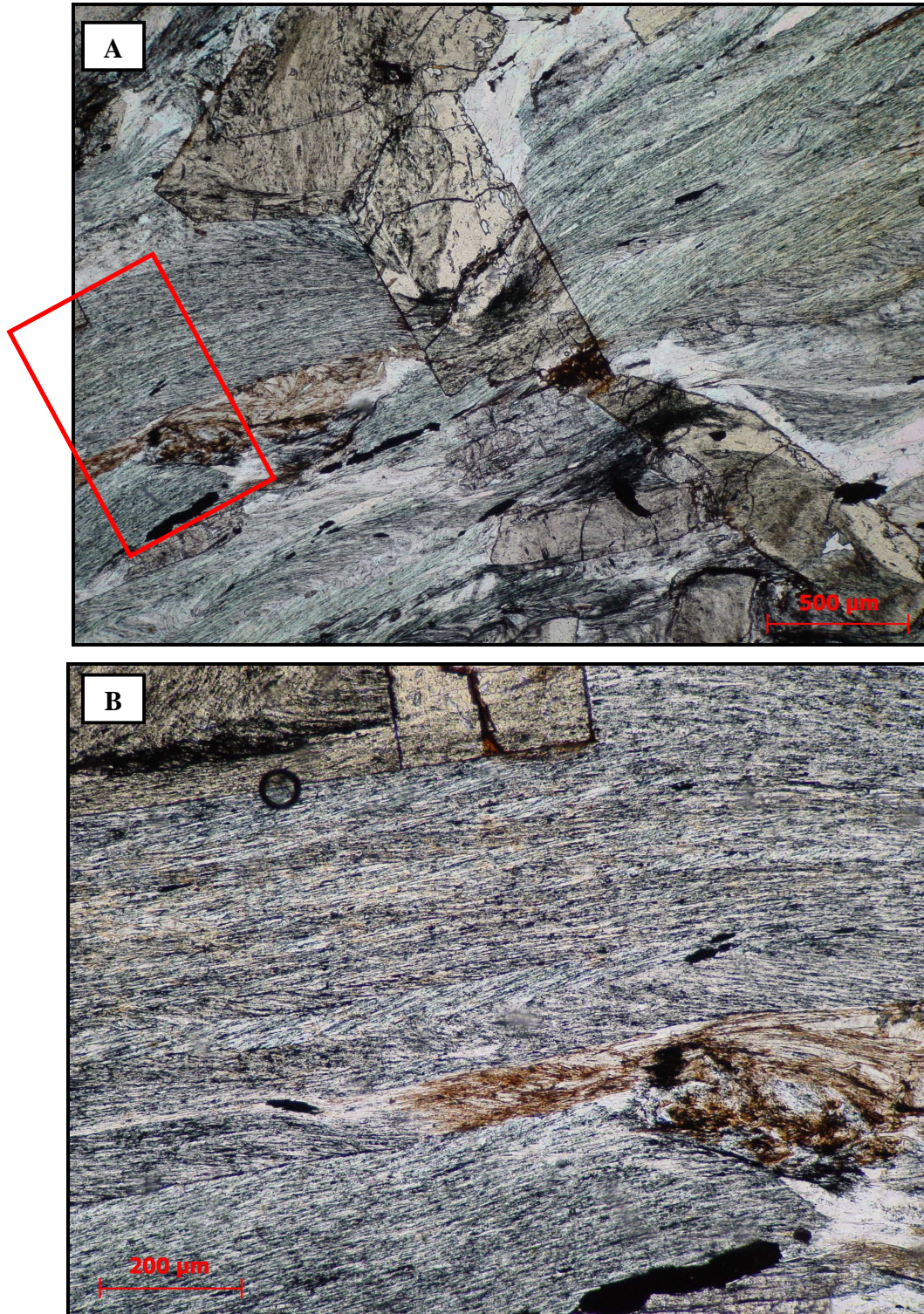


Figura 25. Clivagem de crenulação S2 transpando clivagem ardósiana S1 mostrada em detalhe no canto superior da foto b. Notar foliação contínua S2 transpando totalmente a clivagem ardósiana S1 no canto inferior da foto b. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre na Serra de Carrancas. Luz Polarizada Paralela, LPP. (Ponto: CN9-18).



Figura 26. Dobra D2 com vergência para norte e assimetria contrária ao flanco invertido deitado na grande dobra D1 na Cachoeira da Fumaça, Serra de Carrancas.

4.3. Primeira fase de deformação – D1

A repetição do quartzito da Unidade São Tomé das Letras e das sucessões da Unidade Campestre definem um grande sinformal revirado que se estende por toda a *Klippe* Carrancas (Fig.8, anexo 1). Esta estrutura foi dobrada por D2 e por D3 e, portanto, considerada como da primeira fase de deformação D1. Grandes dobras D1 aparecem nas seções geológicas (anexo 1), mas em afloramentos são raras (Fig. 27). Ao microscópio a fase D1 é representada por uma clivagem ardosiana (Fig. 17 e 18) ou xistosidade fina que, na maioria das rochas, foi transposta por D2 (Fig. 25). As atitudes da dobra D1 parecem ser responsáveis pela morfologia singular da *klippe*. Os planos axiais das dobras D1 mergulham para sudeste nas serras da Estância e do Pombeiro, e para sudoeste na Serra de Carrancas. Os eixos são curvos, mas a lineação de estiramento L1 mostra constante caimento para sudeste nas serras de Carrancas e Estância e aparece dobrada, localmente, nas serras das Bicas e Pombeiro (Fig. 28a,b). As atitudes de foliação e lineação da fase de deformação D1 são mostradas em estereogramas na figura 29, exceto na Chapada das

Perdizes e na Serra de Faria (Fig. 29d,f respectivamente) onde as medidas de S1 e S2 são mostradas em conjunto devido ao forte paralelismo das estruturas.

Como, provavelmente, o eixo da dobra D1 de megaescala era originalmente curvo, nas serras da Estância e Carrancas o eixo D1 e L1 se manteve perpendicular ao sentido de movimento D2. Já nas serras do Pombeiro e Bicas o eixo D1 e L1 foi dobrado por D2. As suaves e abertas dobras D3 pouco modificaram as atitudes de D1 e D2.

A atitude da forte lineação de estiramento L1 e granada girada na Serra do Campestre (Trouw *et al.*, 2008) indicam que as estruturas da fase D1 resultaram de transporte tectônico para leste e sudeste. O empurrão que deu origem a *klippe* deve ser contemporâneo ao dobramento com eixo curvo da fase D1. Estas atitudes das estruturas D1 indicam que esta fase de deformação e a colocação da *Klippe* Carrancas podem ser relacionadas à evolução da Faixa Brasília como já interpretado por Paciullo *et al.* (2000).



Figura 27. Dobra D1 em escala de afloramento em flanco em pé de dobra D2 na Serra do Pombeiro.



Figura 28. Lineação de estiramento L1 em quartzitos da Unidade Campestre a) na Serra da Estância e b) dobrada por D2 na Serra do Pombeiro.

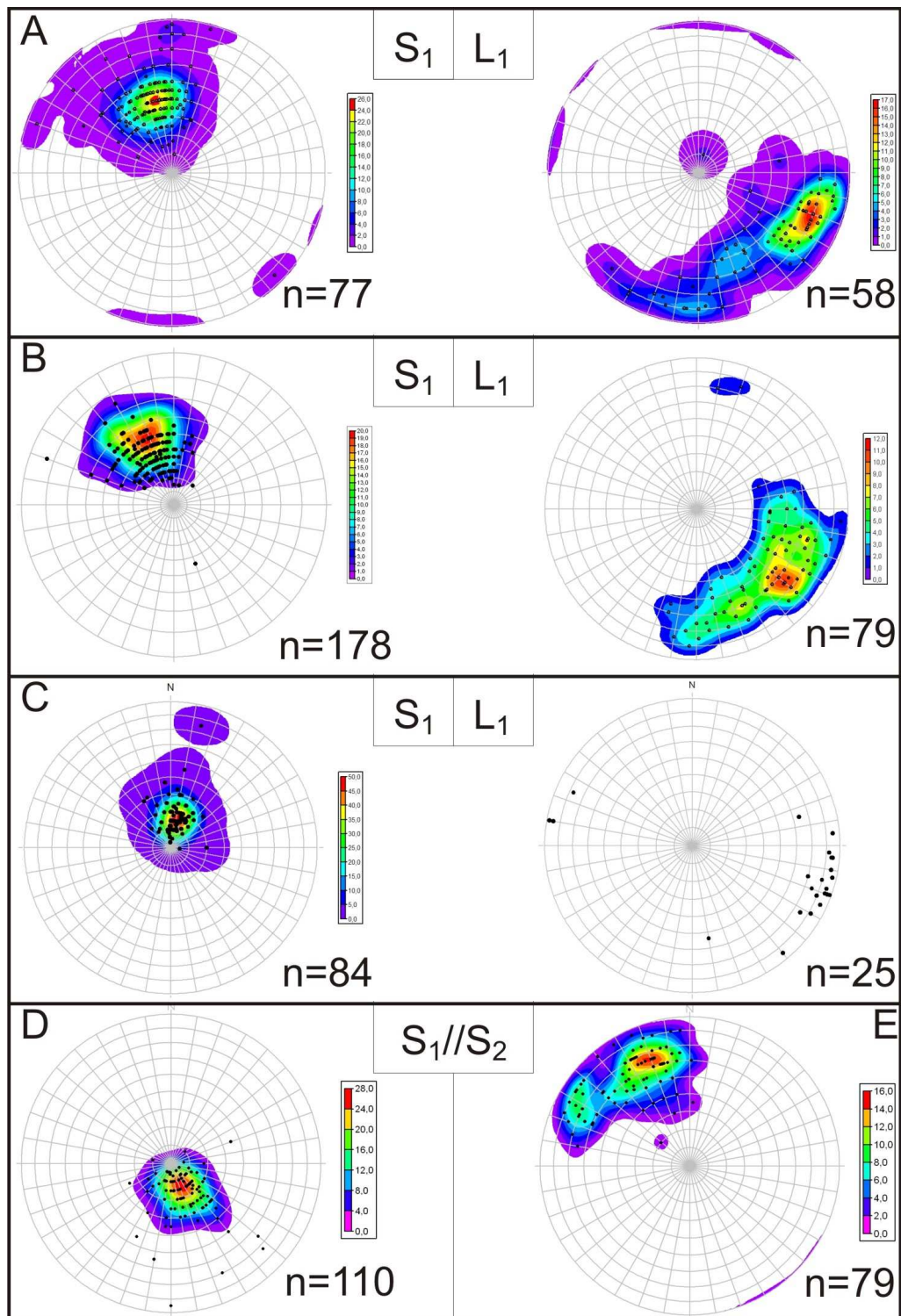


Figura 29. Estereogramas de igual área, com projeção no hemisfério inferior, mostrando lineação de estiramento (L₁), e foliação principal (S₁) e planos axiais de dobras D₁ a) na Serra da Estância, b) na Serra do Pombeiro e c) na Serra de Carrancas. Superfícies axiais S₁//S₂ d) na Chapada das Perdizes, próximo a Minduri e e) na Serra do Farias.

5. MICROTTECTÔNICA

O estudo microtectônico foi realizado em de cinco grupos de amostras. O primeiro grupo inclui amostras da Serra do Pombeiro cuja sigla inicial é POM. O segundo, terceiro, quarto e quinto grupo inclui amostras de outras áreas da *klippe* e do domínio para-autóctone, denominados com as siglas C de Carrancas, 08, 09, 10 e 11, respectivamente. O quinto grupo refere-se às amostras compiladas dos trabalhos de Chrispim (1990) e Heilbron (1983), com siglas FSC e MH, respectivamente. (Tabela 1 e anexo 2).

Tabela 1 – Tabela mostrando siglas e áreas das lâminas descritas. As áreas correspondem às serras do Pombeiro (PB1, PB2, P9-2, RAB, P9-3 e MH), Carrancas (SC, ESM, C9-2, C10-2, CDA e MH), das Bicas (BS, BN, BS10 e Zilda), confluência das serras das Bicas e Carrancas ou “Cogumelo de Carrancas” (CS, CG, CN-9, CS-9, CN10), Chapada das Perdizes próximo a Minduri (TT10), Estância e Campestre (ITMA e ITMB), Farias e Bocaina (FSC) e no domínio autóctone (Escar, RB e MH) podendo ser localizadas no mapa de pontos (anexo 3).

C-08		C-09	
Sigla	Área	Sigla	Área
CG	Cogumelo Norte	CN9	Cogumelo Norte
CS	Cogumelo Sul	CS9	Cogumelo Sul
PB1	Serra do Pombeiro 1	P9-3	Serra do Pombeiro 3
PB2	Serra do Pombeiro 2	P9-2	Serra do Pombeiro 2
Escar	Domínio autóctone	BS	Bicas Sul
SC	Serra de Carrancas	BN	Bicas Norte
ESM	Serra de Carrancas	C9-2	Serra de Carrancas 2
		RAB	Serra do Pombeiro 1
		RB	Domínio autóctone
C-10		C-11	
Sigla	Área	Sigla	Área
CN10	Cogumelo Norte	FSC	Serra do Farias e Bocaina
C10-2	Serra de Carrancas 2	MH	Serra de Carrancas, Pombeiro e domínio autóctone
TT10	Traituba		
BS10	Bicas Sul		
ITMA, B	Serra da Estância e Campestre		
CDA	Serra de Carrancas		
Zilda	Bicas Sul		

As estruturas das três fases de deformação (D1, D2 e D3) identificadas no campo correspondem a microestruturas observadas nas lâminas delgadas. A análise microtectônica permitiu relacionar estas microestruturas ao crescimento de minerais metamórficos como mostra o anexo 4.

A fase de deformação D1 gerou uma clivagem ardosiana S1 definida principalmente por minerais de hábito micáceo como clorita, muscovita e biotita, e de hábito prismático como cloritóide. A foliação S1 também é observada em trilhas de minerais opacos e quartzo, inclusas em granada (Fig. 38 a,b) e estaurolita. Durante a fase D1 cresceram cloritóide e granada nos filitos da Unidade Campestre e biotita nos xistos da Unidade Santo Antônio. Clorita e muscovita são outros minerais contemporâneos à fase D1 (Anexo 4). A fase D2 é representada pela foliação principal, S2, nas rochas da *klippe* e do domínio para-autóctone. A foliação S2 é uma clivagem de crenulação apertada que transpõe total ou parcialmente a clivagem ardosiana S1. Granada, estaurolita e cianita cresceram durante D2 (Anexo 4). Localmente podem ser observados também indicadores cinemáticos como *shear bands* (S e C; S e C') e *foliation fish* (Passchier & Trouw, 2005) (Fig. 30), comuns no biotita xisto. A fase D3 gerou crenulação aberta e suave e foi contemporânea ao crescimento de nova clorita, cloritóide, muscovita e sillimanita fibrolita.

Como visto acima, existem três etapas de crescimento de mica branca. A mica fina contemporânea a fase D1 aparece ao longo da clivagem ardosiana S1. Durante a transposição de S1 por S2 ocorreu recristalização e a mica branca praticamente define a clivagem de crenulação S2. Nas charneiras das crenulações as micas formam arcos poligonais (Fig. 17, 18). Mica branca ocorre também sobre a foliação S2 (Fig. 31) e sobre crenulações D3 com leve extinção ondulante indicando seu crescimento tardi a pós-D3.

A clorita é um dos minerais que define a clivagem S1 (Fig.32), junto com mica branca e cloritóide. Portanto, é um mineral sin-D1. Também se observa clorita com leve extinção ondulante sobre crenulações D3 (Fig.33) ou na borda de granada ou estaurolita substituindo estes minerais (Fig.34). Neste caso é um mineral tardi a pós-D3.

O cloritóide também cresceu em dois momentos distintos, sin-D1 e tardi a pós-D3. O mineral ocorre ao longo da clivagem ardosiana S1 nos filitos da Unidade Campestre. Nos xistos, também desta unidade, aparece em trilhas de clivagem S1 inclusas em granada e estaurolita (Fig. 41). Num segundo momento é evidente o cloritóide tardio substituindo

granada ou estaurolita nas bordas (Fig.34 e 35a,b) ou sobre crenulações D3, com hábito euédrico ou subédrico e leve extinção ondulante mostrando seu crescimento tardi a pós D3 (Passchier & Trouw, 2005) (Fig. 36 e Anexo 4).

A estaurolita que comumente aparece nos xistos da Unidade Campestre e raramente nos xistos da Unidade Santo Antônio é sin-D2. Apresenta inclusões de crenulação D2 aberta (Fig. 37) e de clivagem de crenulação S2. Normalmente estas crenulações D2 abertas somente são preservadas como estruturas remanescentes inclusas em porfiroblastos rígidos, granada, estaurolita ou cianita, pois durante a deformação ininterrupta e/ou recristalização e crescimento dos grãos na matriz estas dobras são obliteradas, permanecendo o registro somente nos porfiroblastos (Passchier & Trouw, 2005) (Fig.40). Além disso, a clivagem S2 foi apertada contra o mineral durante a deformação, sendo assim, a estaurolita cresceu no início de D2 (cedo-sin-D2) e continuou se formando até quando S2 transpôs S1 (sin-D2), mas parou de crescer antes do final de D2 (sin-tardi-D2) (Fig. 38a,b). Localmente as estaurolitas possuem geminação em cruz (Fig. 39), extinção ondulante ou estão boudinadas.

A cianita aparece ao longo da xistosidade de crenulação S2 e, semelhantemente a estaurolita, apresenta inclusões de crenulação D2 aberta (Fig. 40) e de clivagem de crenulação S2, e geralmente, possui extinção ondulante chegando até a formar *kink-bands*. Sendo desta maneira um mineral que se formou durante início de D2 (cedo-sin-D2) e também no final de D2 (sin-tardi-D2) (Fig. 38a,b).

Observam-se também três fases de crescimento da granada, sin-D1, sin-D2 e tardi-D3, principalmente nos xistos da Unidade Campestre. Granada com inclusões de clivagem S1 giradas mostram sua formação durante a fase D1 (Fig.41). Em três lâminas delgadas foi identificada granada sin-D1 do tipo *snow-ball* com rotação de aproximadamente 270° (Fig. 42). Estes porfiroblastos funcionam como indicadores cinemáticos e no caso mostram movimentos tectônico sin-D1 de topo para leste e sudeste (Trouw *et al.* 2008).

Granada com inclusões de crenulações abertas D2 são interpretadas como cedo-sin D2 e outras com inclusões de clivagem de crenulação S2 podem ser sin-D2. Inclusões de estaurolita sin-D2 também mostram o crescimento de granada tarde-D2. De qualquer modo, a foliação S2 é apertada contra estes porfiroblastos de granada indicando que eles pararam de crescer antes do final de D2. Ocorrem ainda porfiroblastos com inclusões de cloritóide tardi-D3 indicando o aparecimento de granada tardia em relação a D3 (Fig. 43, 44).

A biotita ocorre ao longo da foliação S1 nos biotita xistos da Unidade Santo Antônio (Fig. 32) e raramente, em xistos da Unidade Campestre. É interpretada como um mineral sin-D1 naquela unidade.

A sillimanita só foi encontrada no biotita xisto da Unidade Santo Antônio, tanto no domínio autóctone quanto na parte alóctone situada no “Cogumelo de Carrancas”. Aparece em feixes não orientados de minerais muito finos sobre a foliação principal S2 indicando seu provável crescimento pós-D2 (Fig. 45).

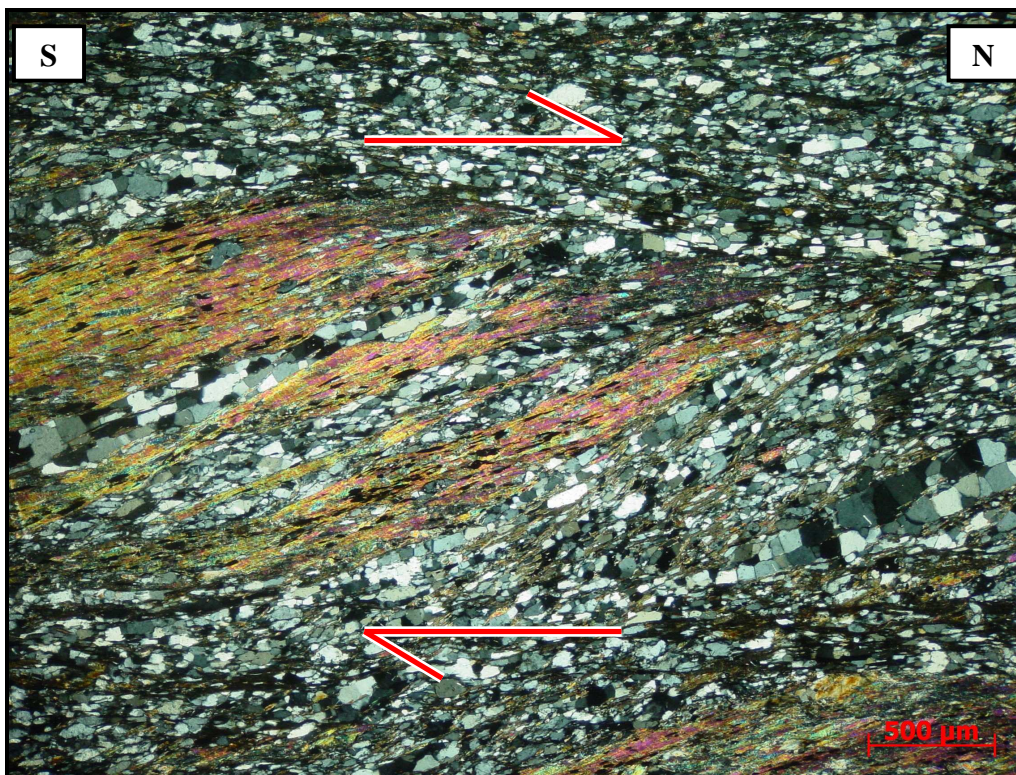


Figura 30. *Foliation fish* indicando movimento dextral de topo para norte no biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: P9-3-77A).

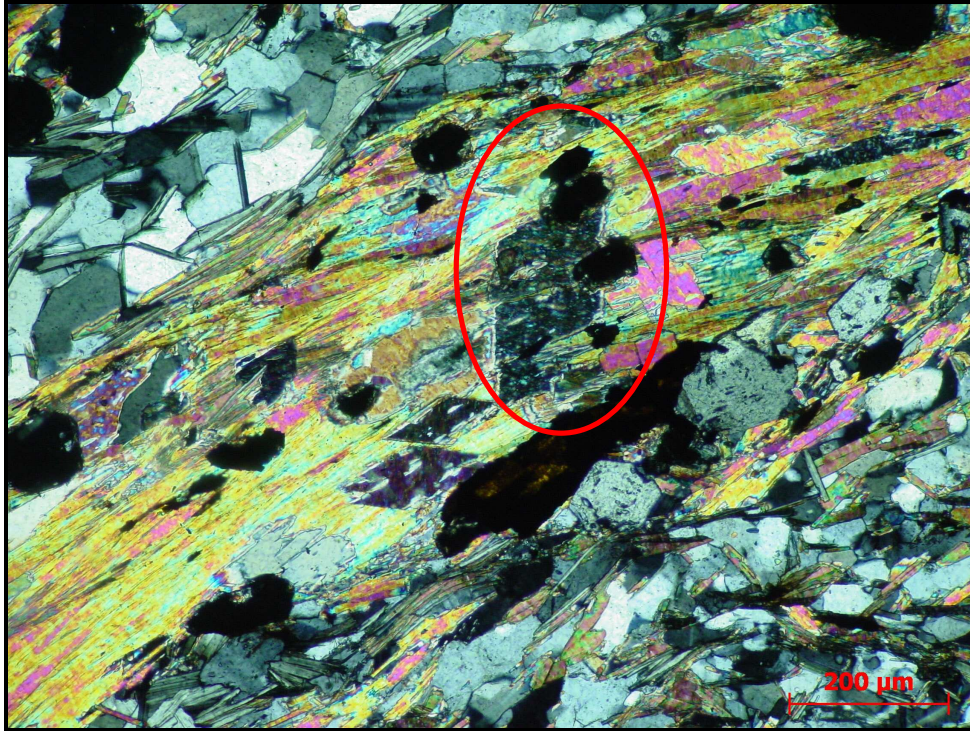


Figura 31. Mica branca interpretada como tardi-D3 sobre muscovita que define a foliação S2 em xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: C9-2-61A).

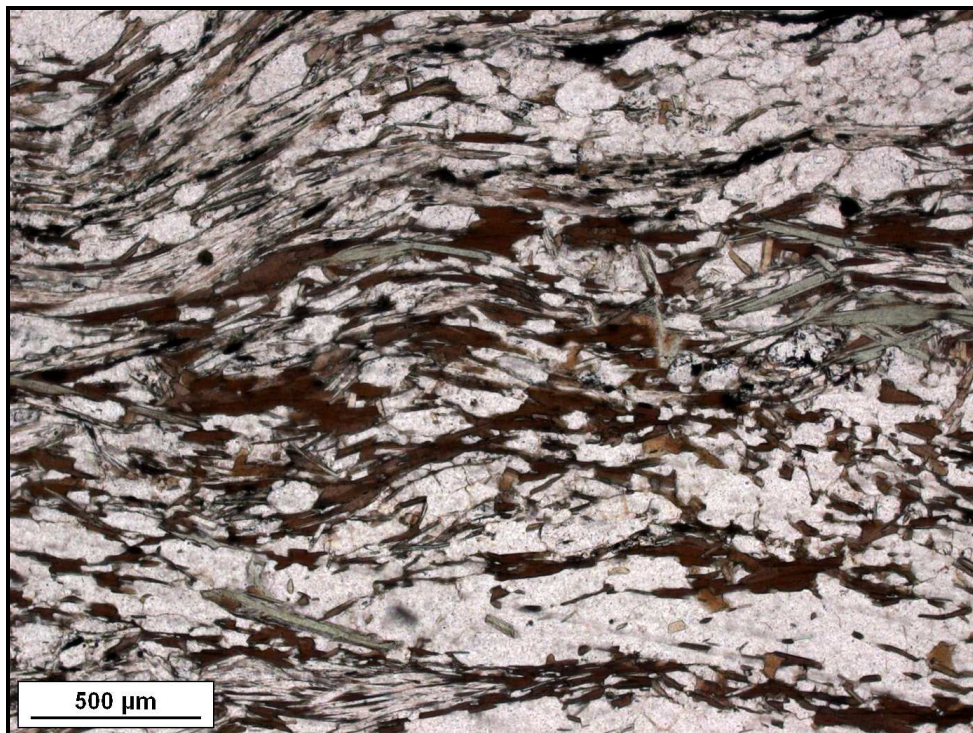


Figura 32. Clorita e biotita interpretadas com sin-D1 suavemente dobradas por D3. Biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPP. (Ponto: RAB-02).

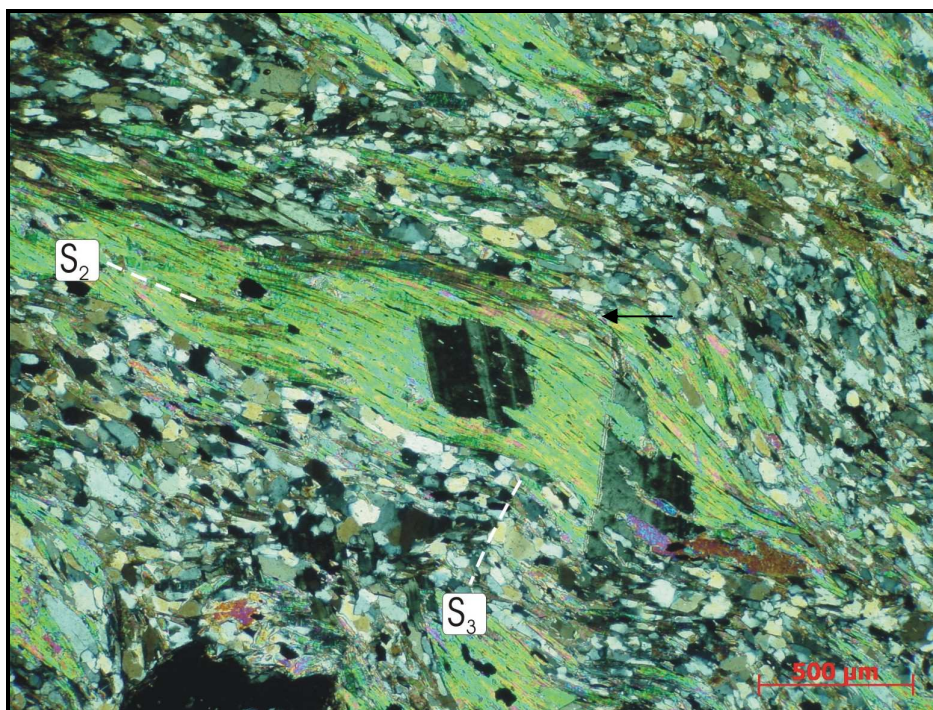


Figura 33. Clorita tardi-D3 com geminação polissintética sobre foliação S2 dobrada por D3. Biotita xisto da Unidade Santo Antônio. LPC. (Ponto: CN-9-139).

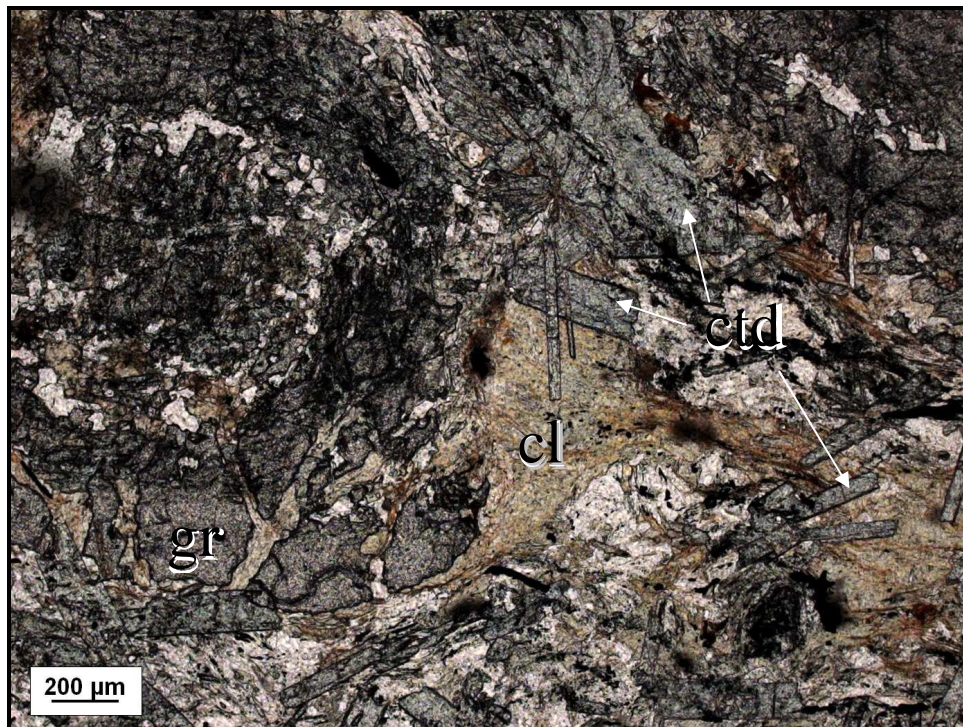


Figura 34. Clorita e cloritóide tardi-D3 substituindo granada D1 nas bordas. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPP. (Ponto: RAB-12).

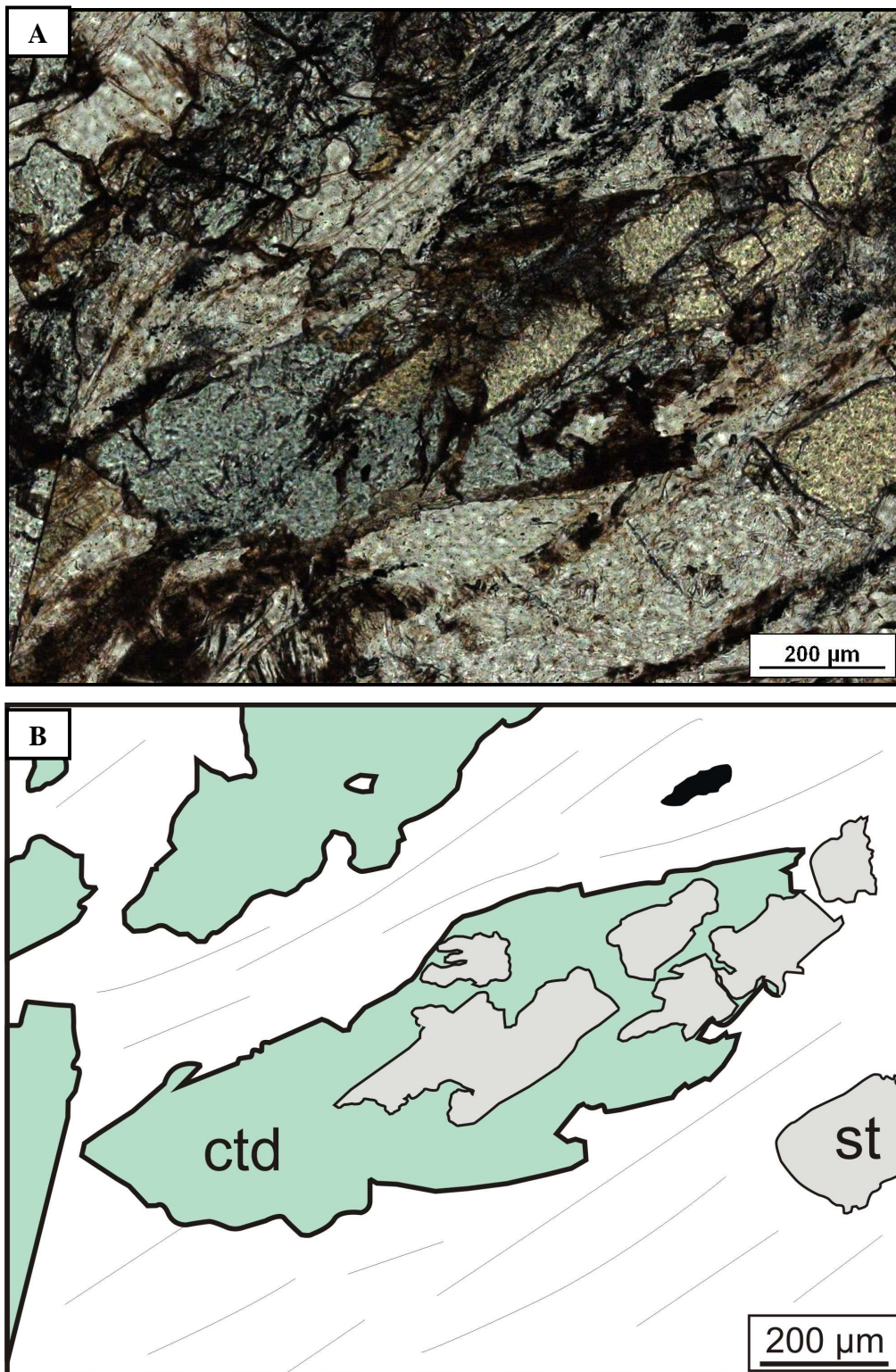


Figura 35. Cloritóide tardi-D3 em granada estauroлита xisto da Unidade Campestre. a) Cloritóide tardi-D3 englobando e substituindo estauroлита D2. LPP. b) Croqui detalhando a relação entre os minerais. (Ponto: PB1-64).

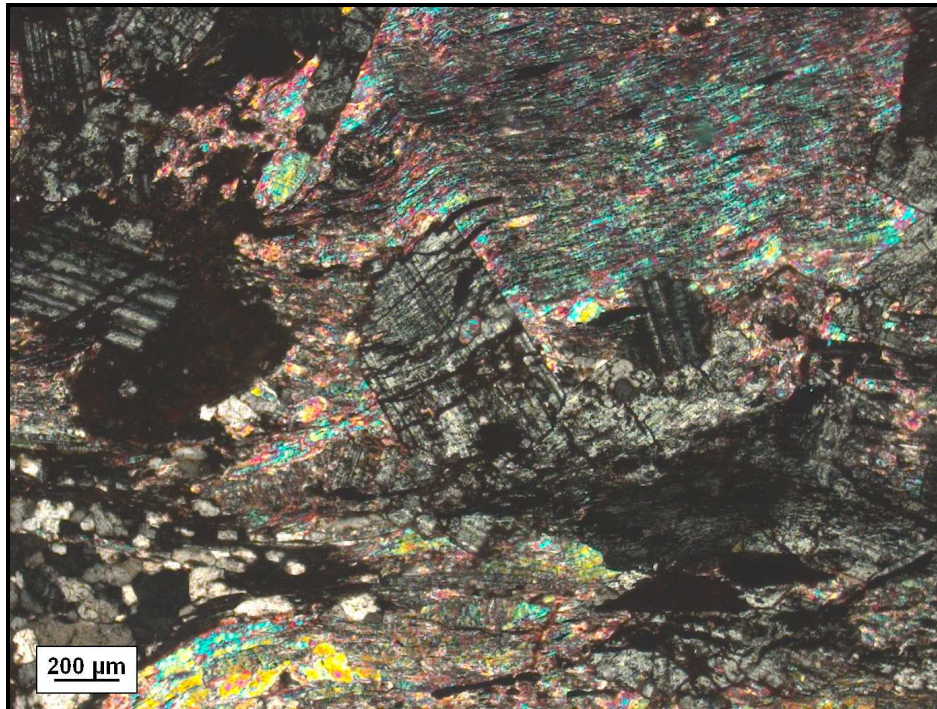


Figura 36. Cloritóide tardi-D3 com geminação polissintética sobre crenulações D3. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPC. (Ponto: PB1-64).

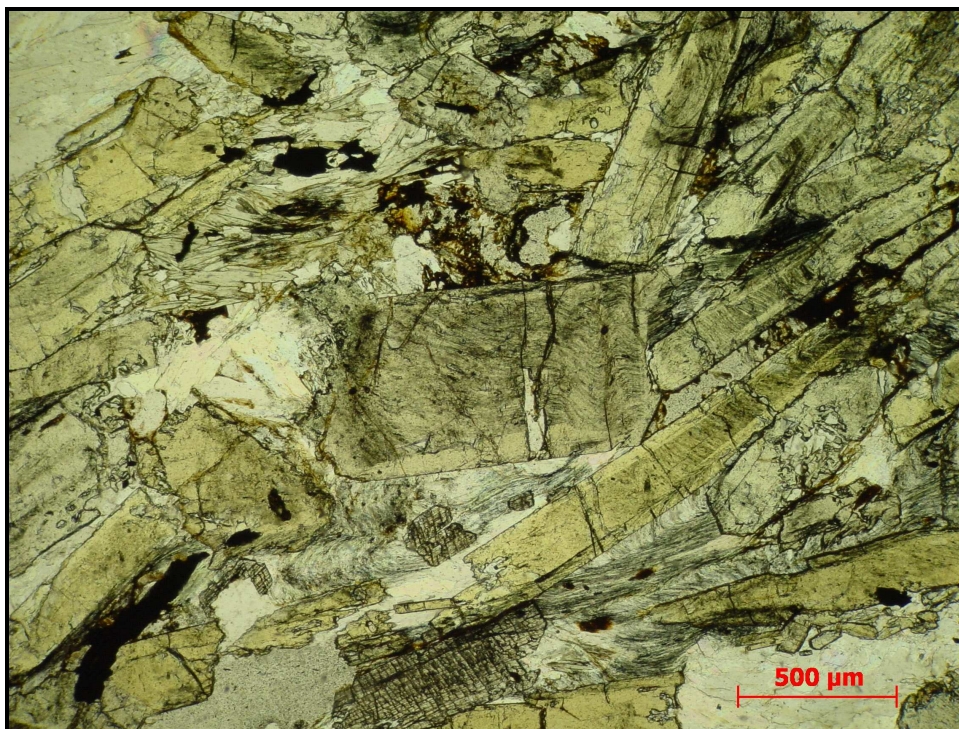


Figura 37. Estaurolita sin-D2 com inclusões de crenulação D2 aberta. Granada estaurolita xisto com cianita da Unidade Campestre autóctone. LPP. (Ponto: CN9-18).

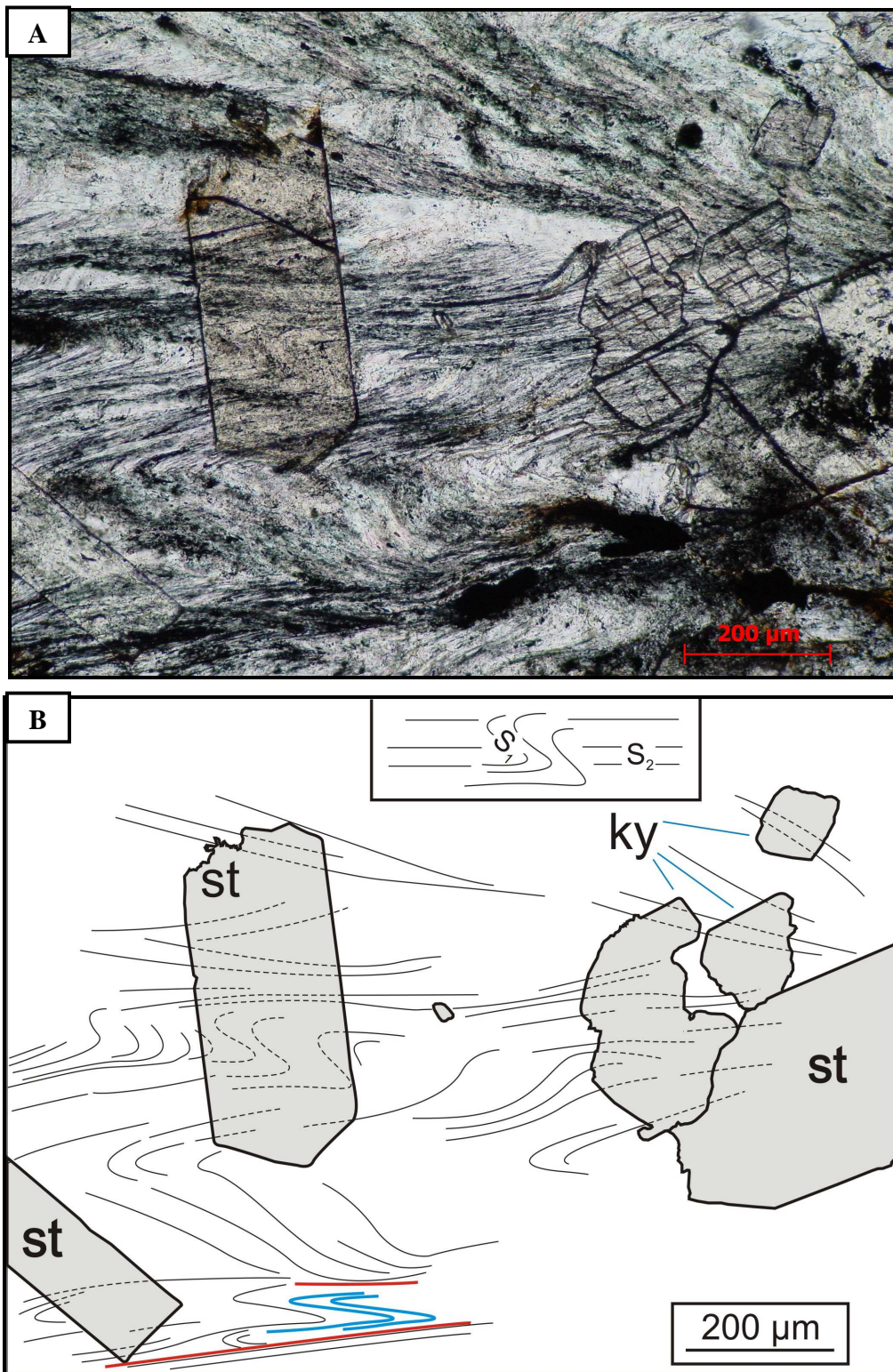


Figura 38. a) Estauroлита e cianita sin-tardi-D2 sobre a crenulação D2 em granada estauroлита xisto com cianita da Unidade Campestre. LPP. b) Croqui mostrando detalhes da foto, em azul S1 e em vermelho S2. (Ponto: CN9-18).

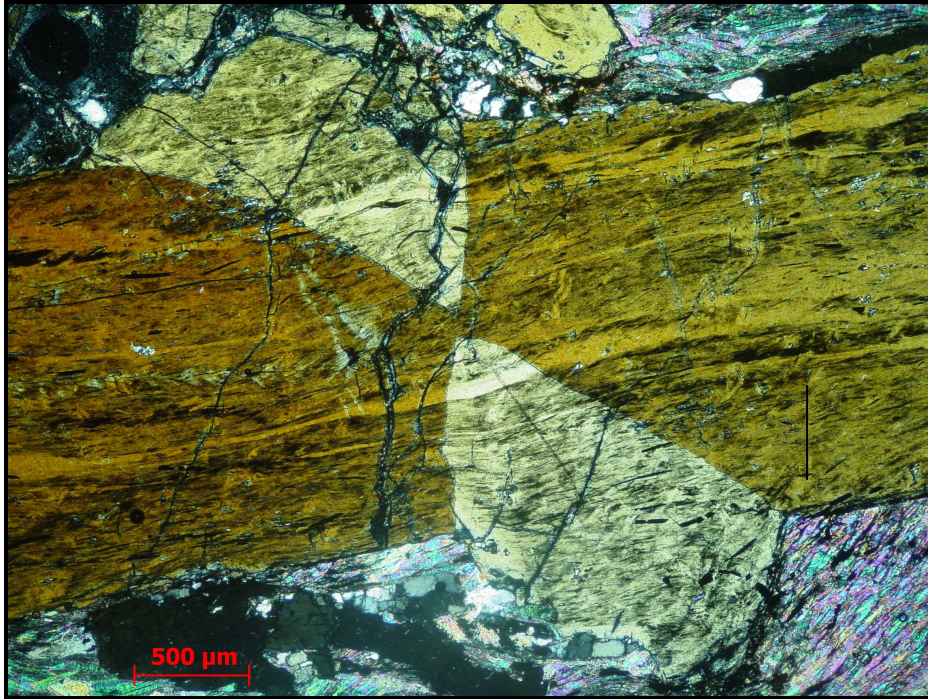


Figura 39. Estauroлита sin-D2 com geminação em cruz. Granada estauroлита xisto da Unidade Campestre. LPC. (Ponto: CN9-96).

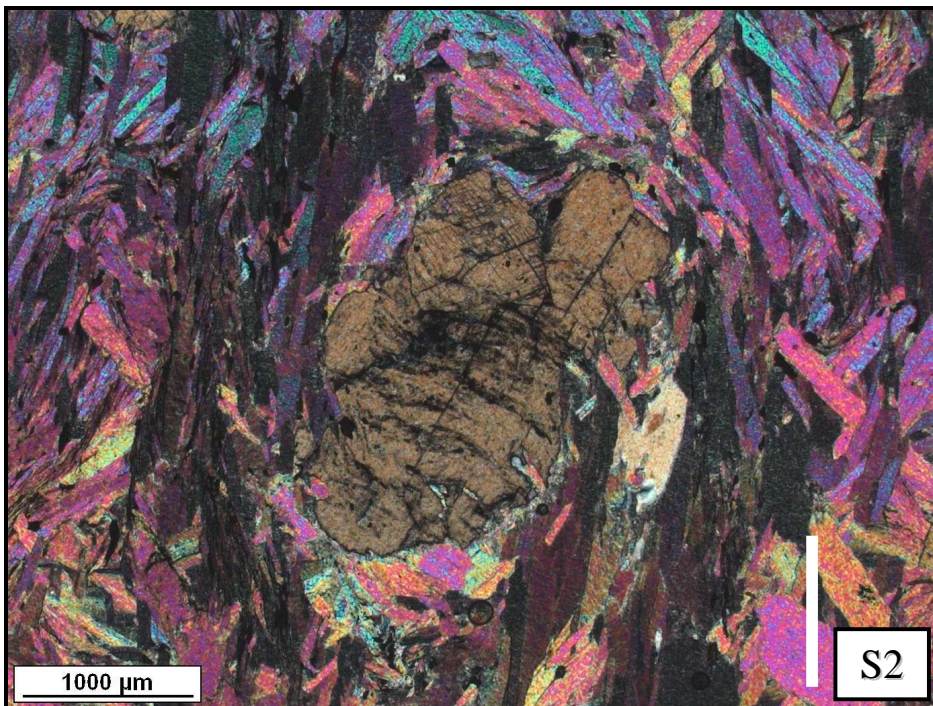


Figura 40. Cianita cedo-sin-D2 com inclusões de crenulação D2 aberta. Notar a obliteração das dobras D2 na matriz devido à recristalização e crescimento das muscovitas. Granada estauroлита cianita xisto na Chapada das Perdizes próximo a Traituba. LPC. (Ponto: TT10-21).

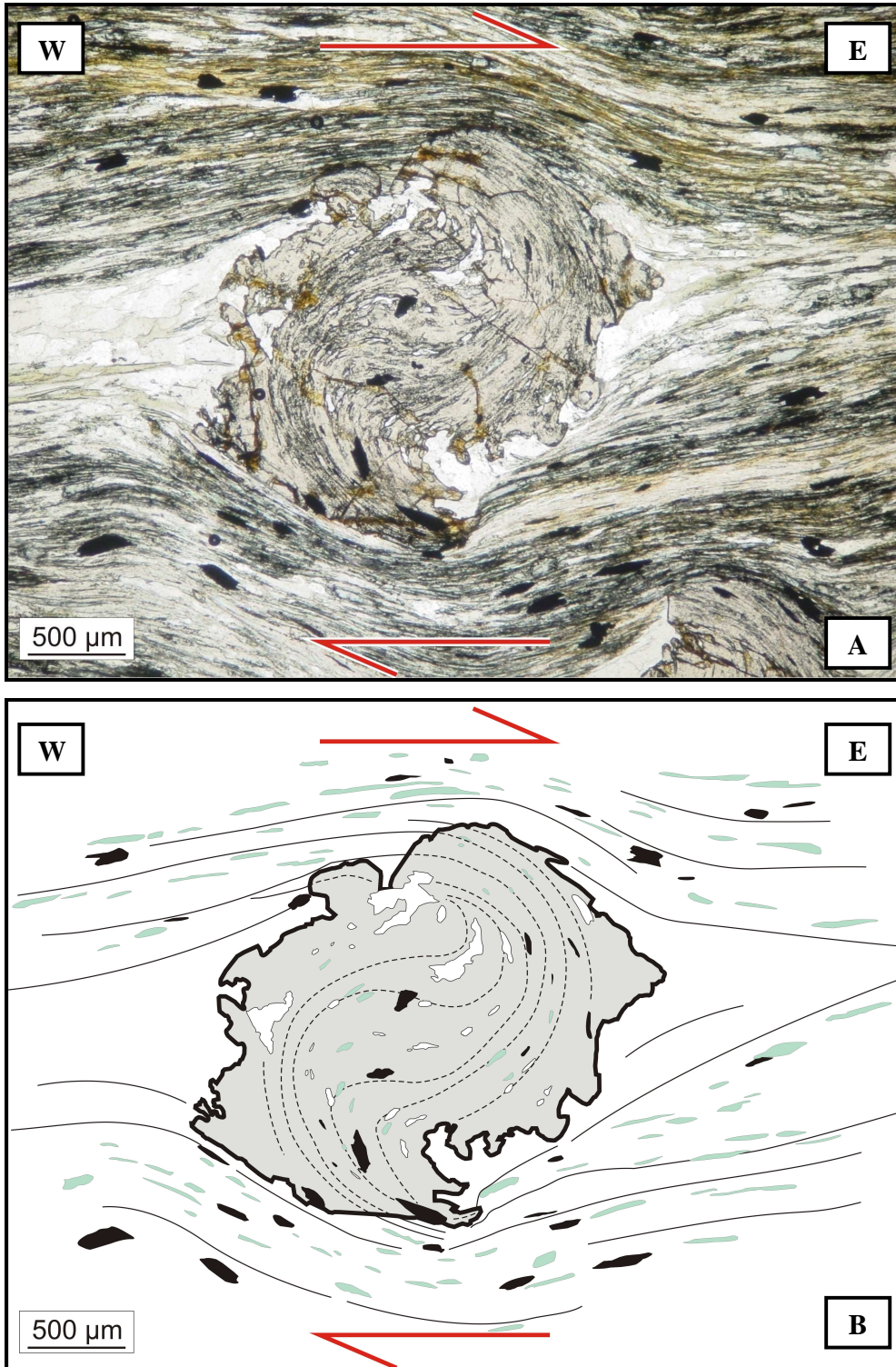


Figura 41. a) Granada sin-D1 com rotação dextral para leste de aproximadamente 180°. Granada cloritóide xisto da Unidade Campestre. LPP. b) Croqui mostrando detalhe do padrão de inclusões formado por cloritóide (azul) acicular, quartzo e minerais opacos. (Ponto: ITMBR-CT).

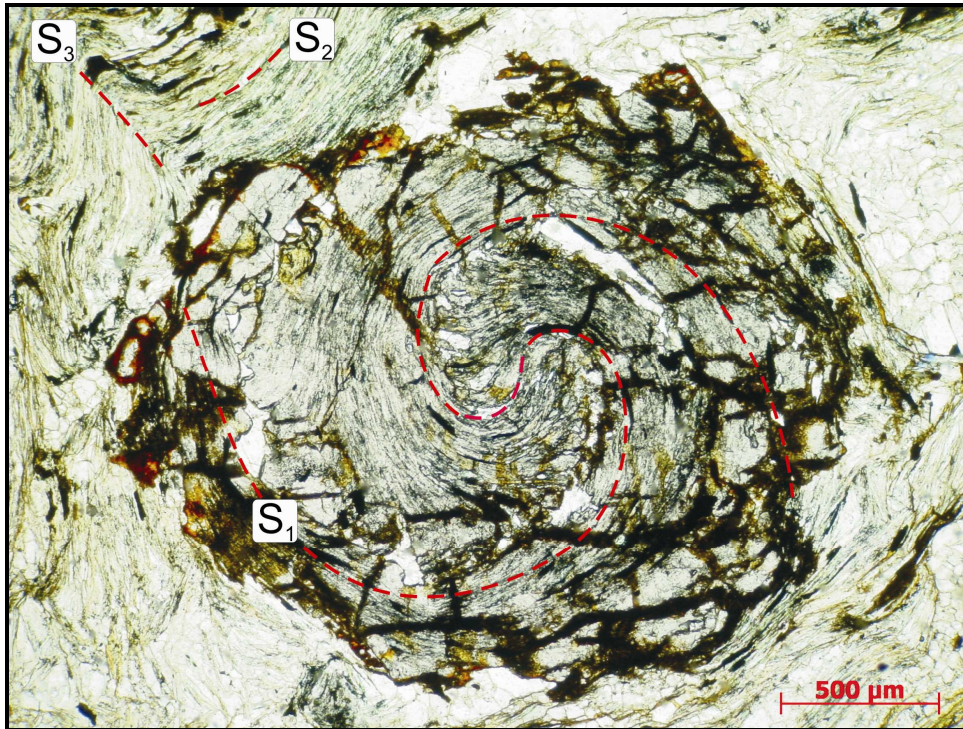


Figura 42. Granada sin-D1 do tipo *snow-ball* com rotação de aproximadamente 270°. Granada estaurolita xisto da Unidade Campestre. LPP. (Ponto: PB2-136).

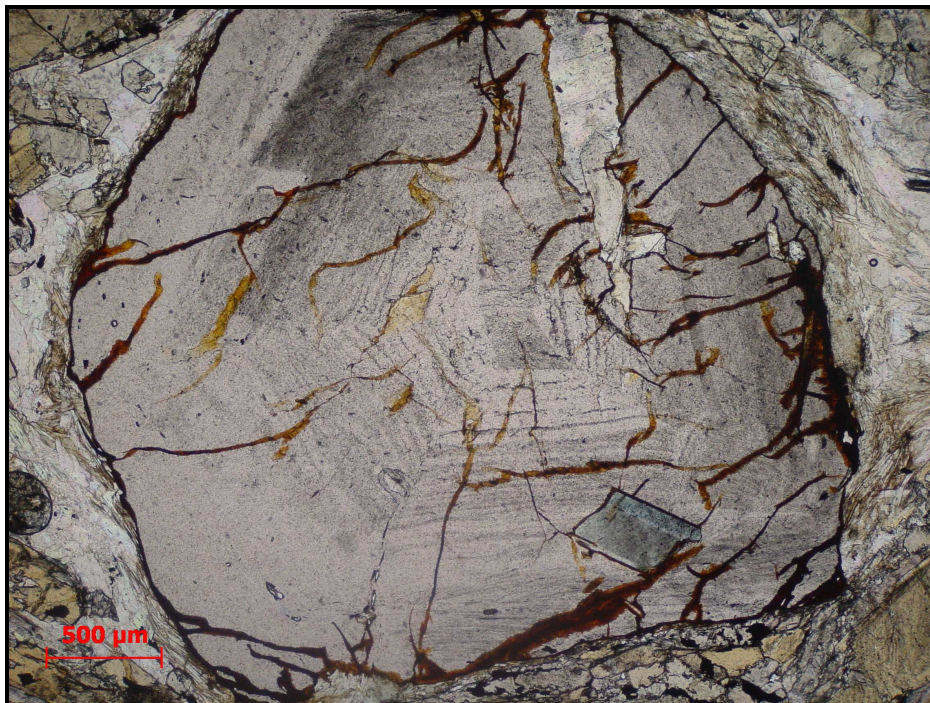


Figura 43. Inclusão de cloritóide interpretado como tardi-D3 pela morfologia em granada indicando o crescimento desta granada tardi a pós-D3. LPP. Ponto: CN9-18, xisto da Unidade Campestre a nordeste da Serra de Carrancas.

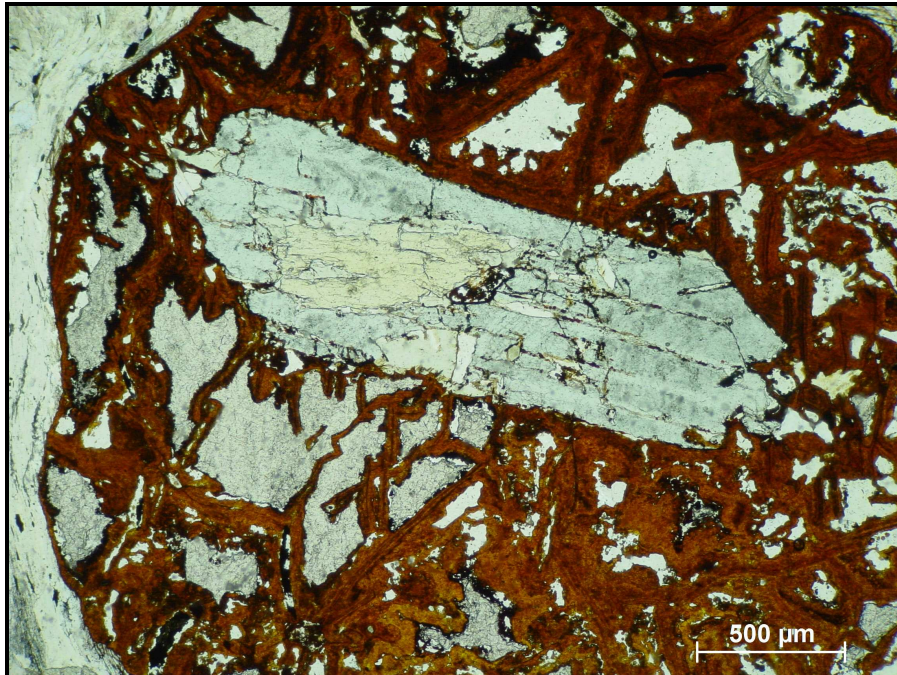


Figura 44. Granada pós-D3 com inclusão de cloritóide interpretado como tardi-D3 pela sua morfologia, com inclusão de estaurolita sin-D2. Esta estaurolita é interpretada como sin-D2 pelo fato que a maioria das estaurolitas que tem inclusões mostram uma relação de crescimento sin-D2. LPP. Ponto: CN9-18, xisto da Unidade Campestre a nordeste da Serra de Carrancas.

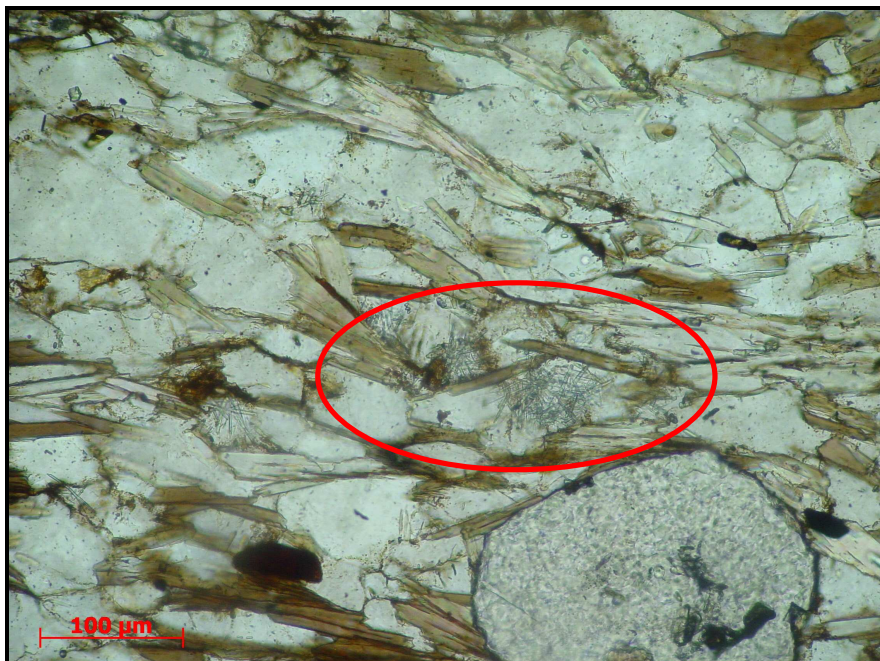


Figura 45. Feixes de sillimanita (fibrolita) tardi-D3 não orientados sobre a foliação principal S2 indicando seu provável crescimento pós-D2. Granada biotita xisto com sillimanita da Unidade Santo Antônio. LPP. (Ponto: C9-2-61C)

6. METAMORFISMO

Como visto no item anterior, microtectônica, as relações entre foliações e minerais metamórficos permitem identificar três eventos metamórficos distintos. Clorita, muscovita e cloritóide definem a foliação S1 nos filitos e xistos da Unidade Campestre e clorita e biotita no biotita xisto da Unidade Santo Antônio. Granada no filito da Unidade Campestre contém inclusões de S1 mostrando também seu crescimento durante D1. Esta associação mineral contemporânea a fase de deformação D1 registra condições metamórficas de fácies xisto-verde, zona da granada (Fig. 46a). Como a fase D1, por sua cinemática, é atribuída à evolução da Faixa Brasília este metamorfismo M1 também deve ser relacionado a esta faixa.

Os típicos minerais metamórficos que caracterizam o segundo evento (M2) são granada, estaurolita e cianita sin-D2, como mostra a microtectônica. Ocorreu também a recristalização e sobrecrecimento de micas e outros minerais. Estaurolita em metapelitos indica fácies anfíbolito, e cianita pressão intermediária a alta (Fig. 46b,c). Existem pontos isolados nas serras da Farias e Campestre com estaurolita de hábito distinto, mas estas não justificam o prolongamento da isógrada para estes pontos. Este metamorfismo M2 é contemporâneo a fase de deformação D2 por sua vez interpretada como relacionada à evolução da Faixa Ribeira (vide Geologia Estrutural).

Uma zona de transição com associações metamórficas M1 e M2 ocorre na Serra do Pombeiro (Fig. 46d,e). Esta zona pode ser interpretada também como o resultado da superposição dos eventos metamórficos Brasília (M1) e Ribeira (M2).

O terceiro evento metamórfico, M3, está relacionado à terceira fase de deformação, D3, cujas estruturas registram uma compressão leste-oeste (cf. Microtectônica e Geologia Estrutural) nos estágios finais da orogênese. Durante este evento ocorreu o crescimento de clorita, cloritóide, e muscovita sin-tardi-D3 nos filitos e xistos da Unidade Campestre, tanto na *klippe* como no domínio para-autóctone. Em xisto da Unidade Campestre neste último domínio, a nordeste da Serra de Carrancas, ocorre também granada com inclusões de cloritóide tardi ou pós-D3 (Fig. 43,44). Portanto, esta granada foi associada a D3. Estes minerais são compatíveis com condições metamórficas de fácies xisto verde superior, zona da granada (Fig. 46). Os minerais de M3 sobrecrecem associações de fácies anfíbolito, portanto o metamorfismo M3 pode ser caracterizado como retro-metamorfismo (anexo 5).

Ocorre ainda escassa sillimanita em biotita xisto no domínio para-autóctone (pontos CN9-16 e Escar-01, anexo 4), na *klippe* (CG-139, CN9-10) e no sul da Serra de Carrancas (SC2-70, C9-2-61A,B e C). A relação da sillimanita com a foliação é duvidosa, pois o mineral cresceu em feixes aleatórios (Fig. 45). Este sillimanita pode ser relacionada à M2, ou, alternativamente, é possível que esteja relacionada ao retro-metamorfismo M3, desde que perto do ponto tríplice com cianita e andaluzita, a sillimanita pode crescer em fácies xisto verde.

Com base na microtectônica e associações de minerais metamórficos foi possível criar mapas metamórficos (anexo 5). Nos metapelitos da Unidade Campestre a passagem de fácies xisto verde M1 para fácies anfíbolito M2 é uma zona de transição onde coexistem cloritóide M1 e estauroлита M2 na matriz, como já havia mostrado Heilbron (1984, 1985). Existe ainda uma sub-zona onde o cloritóide M1 somente ficou preservado como inclusão em granada M1, não ocorrendo na matriz dos metapelitos. Na fácies anfíbolito ocorre também cianita em veios de quartzo e na matriz dos xistos ao longo da foliação S2.

Sobre a associação M2 de fácies anfíbolito ocorrem clorita, muscovita, e cloritóide M3 de fácies xisto verde. Este retro-metamorfismo é bem evidenciado pelo mapa metamórfico de minerais tardios, onde cloritóide M3 cresce somente na faixa de fácies anfíbolito. (anexo 5). Existe ainda a granada M3 mencionada acima que somente foi encontrada em um ponto.

No biotita xisto foi possível mapear a isógrada de granada-in (anexo 5). Porém a relação entre este mineral e foliação não são conclusivas, podendo ser tanto M1 como M2.

As isógradas truncam o empurrão basal da *klippe* (Peternel *et al.* 2005), conferindo o caráter pós-D1 para as isógradas de granada, cloritóide-out e estauroлита-in.

É importante ressaltar ainda que devido à protólitos com composições químicas distintas foram marcadas duas isógradas de granada-in, uma nos filitos e xistos da Unidade Campestre e outra nos biotita xistos da Unidade Santo Antônio (anexo 5). Portanto, as rochas destas unidades respondem de maneira diferente as mesmas condições metamórficas, e conseqüentemente, as isógradas possuem posição espacial distintas.

Diferentemente de trabalhos anteriores (Heilbron, 1984; Rocha & Trouw, 2001), as isógradas metamórficas não são truncadas pela zona de cisalhamento de Três Corações, pois conforme remapeamento recente esta zona termina a sudoeste da Serra do Pombeiro,

além do fato que não há um deslocamento para leste das fácies metamórficas a noroeste da serra (anexo 5).

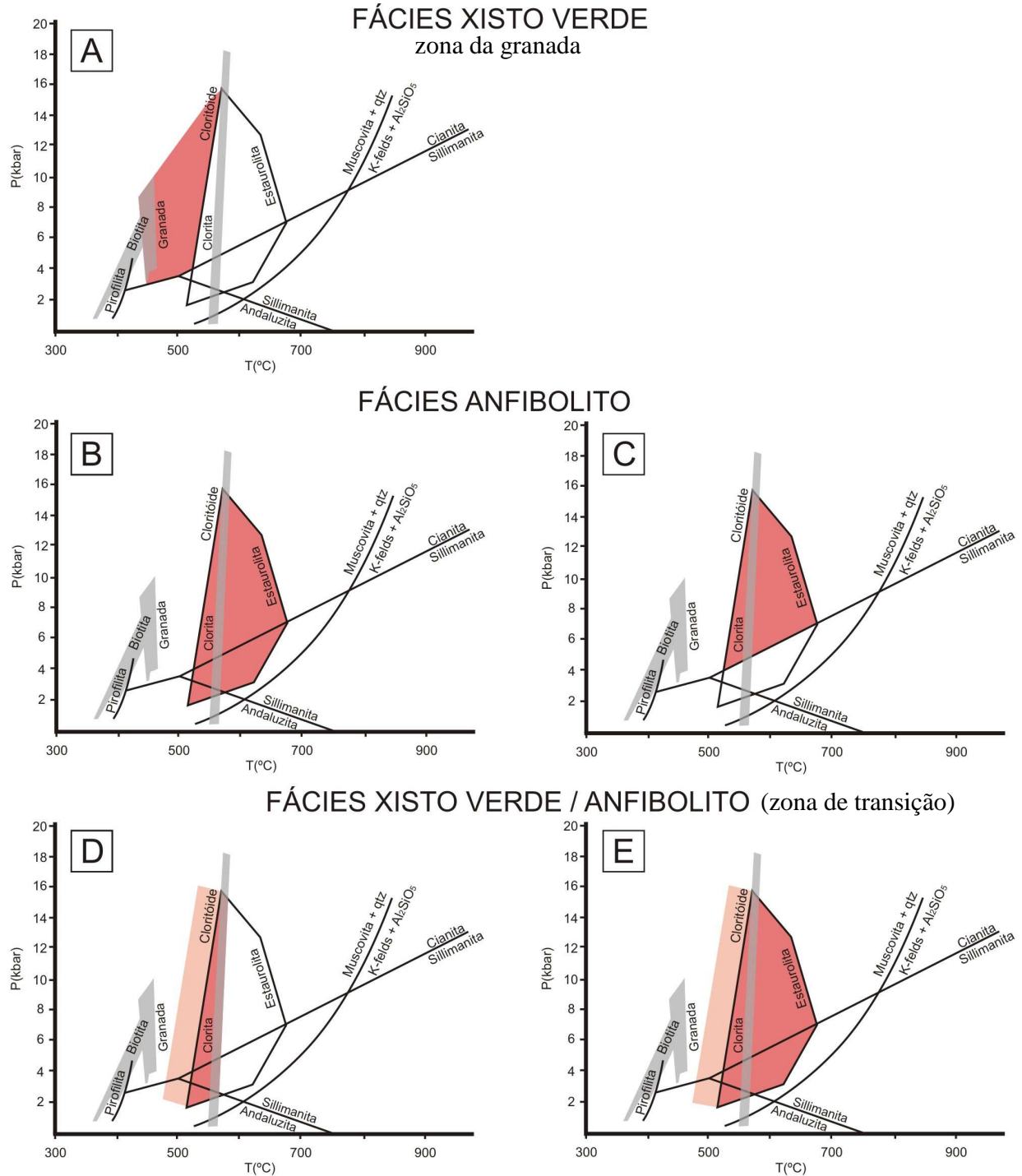


Figura 46. Gráficos P-T para a associação mineralógica de cada fácies: A – cloritóide e granada; B – granada e estauroilita; C – granada, estauroilita e cianita; D – cloritóide, granada, clorita e estauroilita; E – cloritóide, granada e estauroilita. Modificado de Yardley, 1989.

7. CONCLUSÃO

A *Klippe* Carrancas é a estrutura basal de um sistema de *nappes* no sul de Minas Gerais, considerado parte do extremo sul da Faixa Brasília. A estrutura é constituída por sucessões de quartzitos, filitos e xistos da Sequência Carrancas e biotita xisto da Sequência Serra do Turvo, Megassequência Andrelândia. Na *klippe* e no domínio autóctone subjacente podem ser reconhecidas três fases de deformação, D1, D2 e D3. A estrutura D1 é uma dobra-falha apertada com plano axial de baixo mergulho para sudeste/sul-sudoeste e eixo curvo que define a geometria da *klippe*. Indicadores cinemáticos e lineação de estiramento registram empurrão para leste-sudeste (Fig. 47). A foliação S1 é uma clivagem ardosiana contemporânea ao metamorfismo com cloritóide e granada definindo fácies xisto verde superior (Fig. 48). A fase D2 está representada por dobras assimétricas fechadas até apertadas com eixos de baixo caimento para sudoeste-sudeste e com planos axiais e assimetria indicando vergência para noroeste, norte ou nordeste (Fig. 49). A foliação S2 é uma clivagem de crenulação que transpõe S1, contemporânea com crescimento de estaurolita e cianita que registram metamorfismo de fácies anfíbolito em pressão intermediária a alta (Fig. 50). A fase D3 formou dobras abertas com planos axiais íngremes de traço norte-sul a nordeste-sudoeste e eixos com caimento suave para sul-sudoeste ou norte na maior parte da *klippe* (Fig. 51). Sobrecrescimentos tardios de clorita, muscovita, cloritóide e granada registram retro-metamorfismo em fácies xisto verde superior (Fig. 52).

O padrão estrutural gerado pela deformação das estruturas D1 pela fase D2 e a superposição de metamorfismo de fácies anfíbolito sin-D2 sobre associações minerais de fácies xisto verde sin-D1, resultam da complexa paleogeografia e diacronismo dos eventos geológicos durante a colisão do paleocontinente São Francisco contra massas continentais adjacentes a sudoeste, sul e sudeste. Por sua orientação as estruturas das fases D1 e D2 e o metamorfismo associado a estas fases têm sido atribuídos à evolução das faixas Brasília e Ribeira, respectivamente. A fase D3 e o retro-metamorfismo associado registram um encurtamento crustal leste-oeste durante os episódios finais da Orogênese Brasileira na região considerada (Fig. 53).

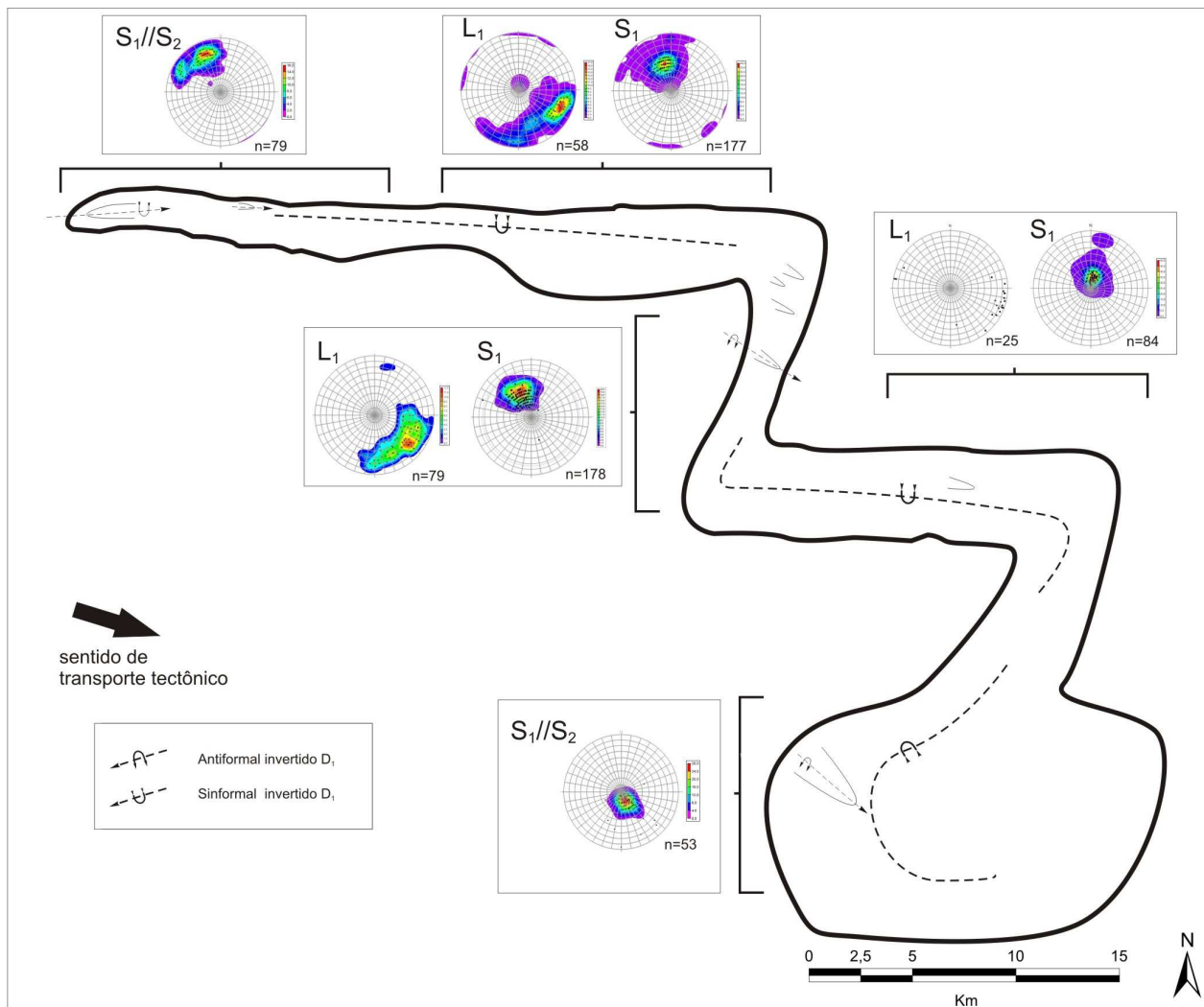


Figura 47. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D1, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Na etapa inicial sucessões da Megassequência Andrelândia, e lentes do embasamento, são deslocadas em uma lasca tectônica, *Klippe* Carrancas, de noroeste para sudeste e colocadas sobre terreno autóctone constituído por sucessões da Sequência Carrancas e Serra do Turvo, e ortognaisses do seu embasamento. O transporte tectônico para leste-sudeste cria uma grande dobra em bainha com eixo originalmente curvo, verificado hoje em mapa e seções geológicas como um grande siniformal revirado assimétrico que se estende por toda a *klippe* (anexo 1), conferindo-a sua forma peculiar. Notar o ângulo diferente da Serra do Pombeiro em relação ao norte e a ausência do “Cogumelo de Carrancas”, ambos ainda serão estruturados durante a fase D2, e pequenas dobras D1 observadas em afloramentos e mapa.

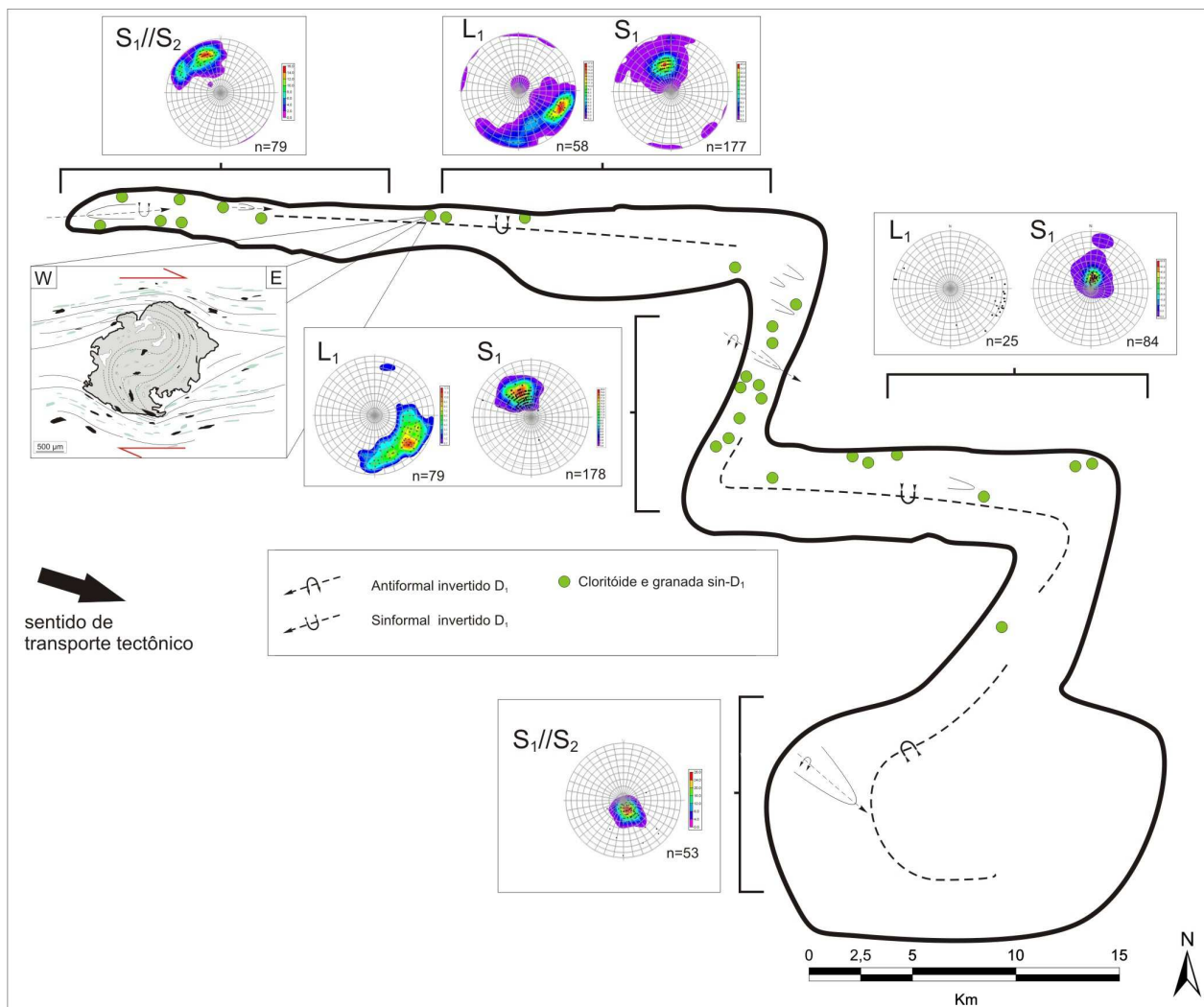


Figura 48. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D1/M1, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, pontos em verde de granada e cloritóide D1 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Neste momento houve formação de cloritóide e granada sin-D1, sendo considerados nessa amostragem cloritóide na matriz somente, inclusos em granada ou na matriz e como inclusões ao mesmo tempo. Diversas granadas giradas com inclusões de cloritóide, quartzo e minerais opacos encontradas nas serras do Campestre e Pombeiro ratificam o modelo de transporte tectônico para leste-sudeste (Trouw *et al.* 2008). A deformação (D1) e o metamorfismo (M1) foram separadas aqui apenas para fins de entendimento, mas ambos ocorreram concomitantemente.

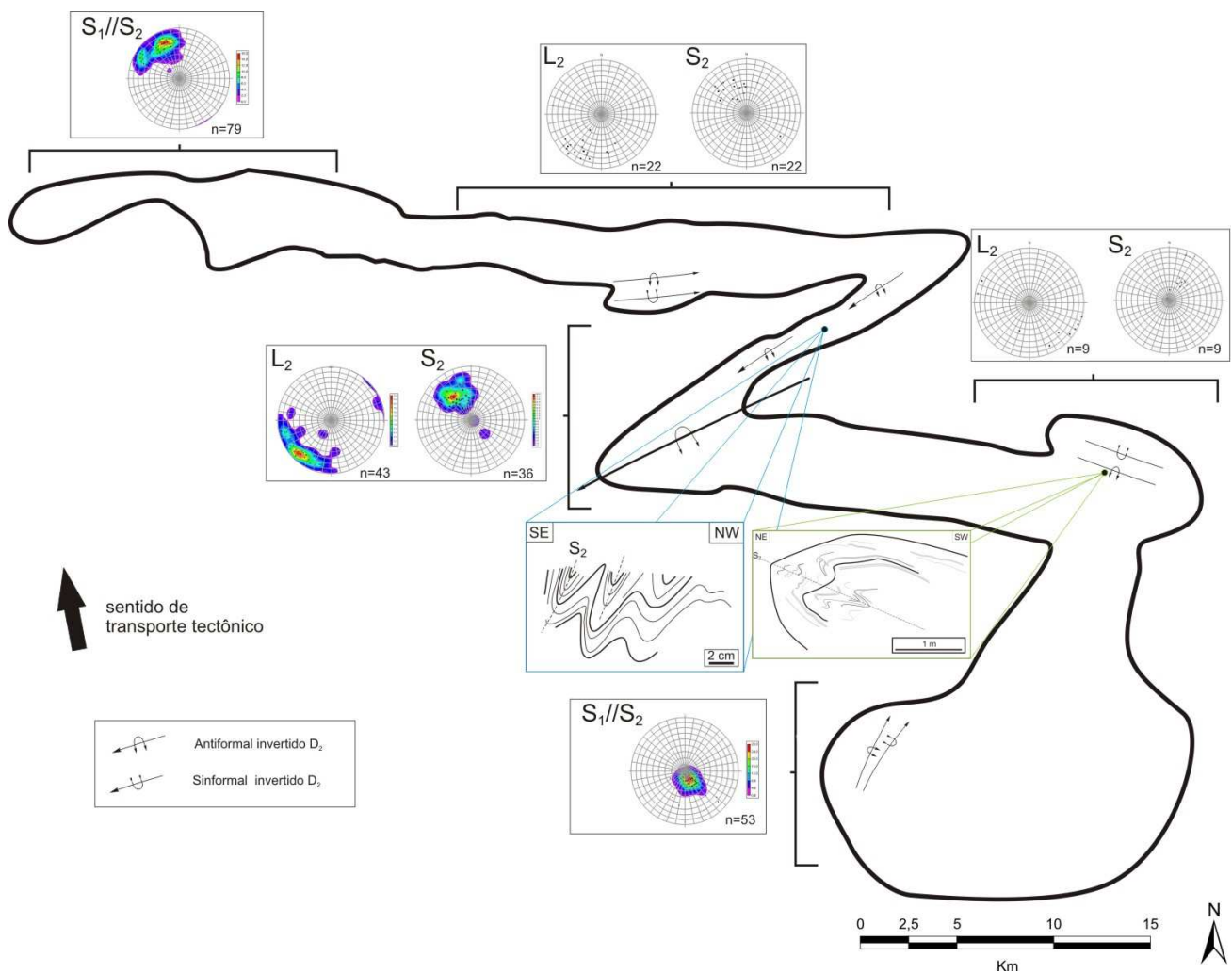


Figura 49. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D_2 , antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e vergência das dobras D_2 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. O transporte tectônico para noroeste-nordeste estira e aperta as dobras D_1 quando estas possuem eixo perpendicular ao empurrão criando dobras em siniformal revirado assimétrico coaxial a S_1 , e redobra as dobras D_1 quando estas possuem eixo paralelo ao sentido de transporte, neste caso, estruturando a Serra do Pombeiro. Notar esboço do padrão das dobras na Serra do Pombeiro, em azul, com vergência para noroeste e no “Cogumelo de Carrancas”, em verde, com vergência para nordeste. Comparar a Serra do Pombeiro e o início da formação do “Cogumelo de Carrancas” com a figura 48.

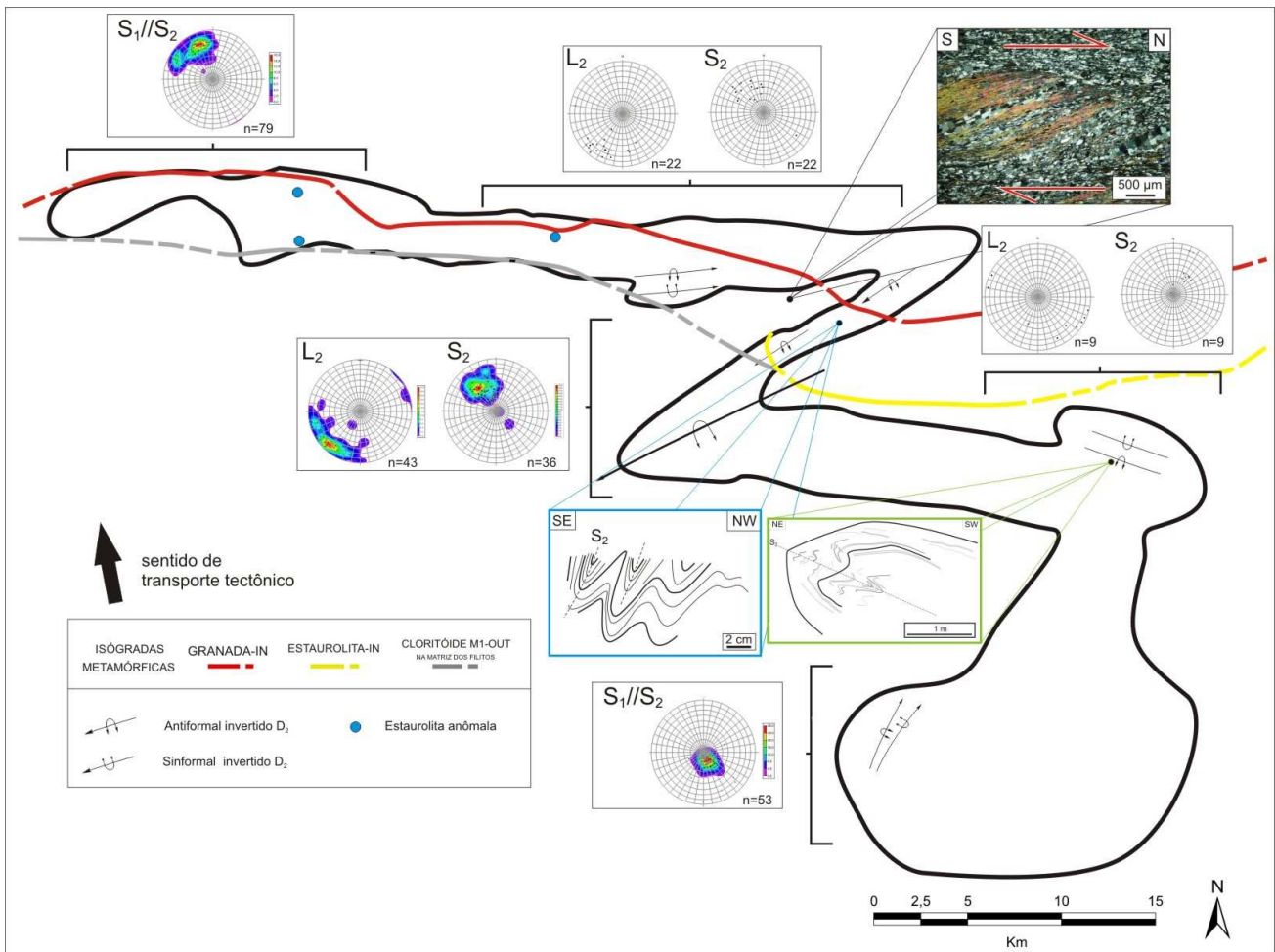


Figura 50. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D2/M2, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e vergência das dobras D2, isógradas metamórficas e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Isógradas metamórficas mostram distribuição da granada D1 que cresce e sobrecrece também em M2, e consumo de cloritóide D1 para a formação de estauroлита D2 que define o início de fácies anfíbolito. Há pontos isolados nas serras do Farias e do Campestre com presença de estauroлита de hábito distinto, mas que não justificam, por isso, a prolongação da isógrada para estes pontos. Notar *foliation fish* (Fig. 30) na base da Serra da Estância indicando sentido de transporte tectônico para norte.

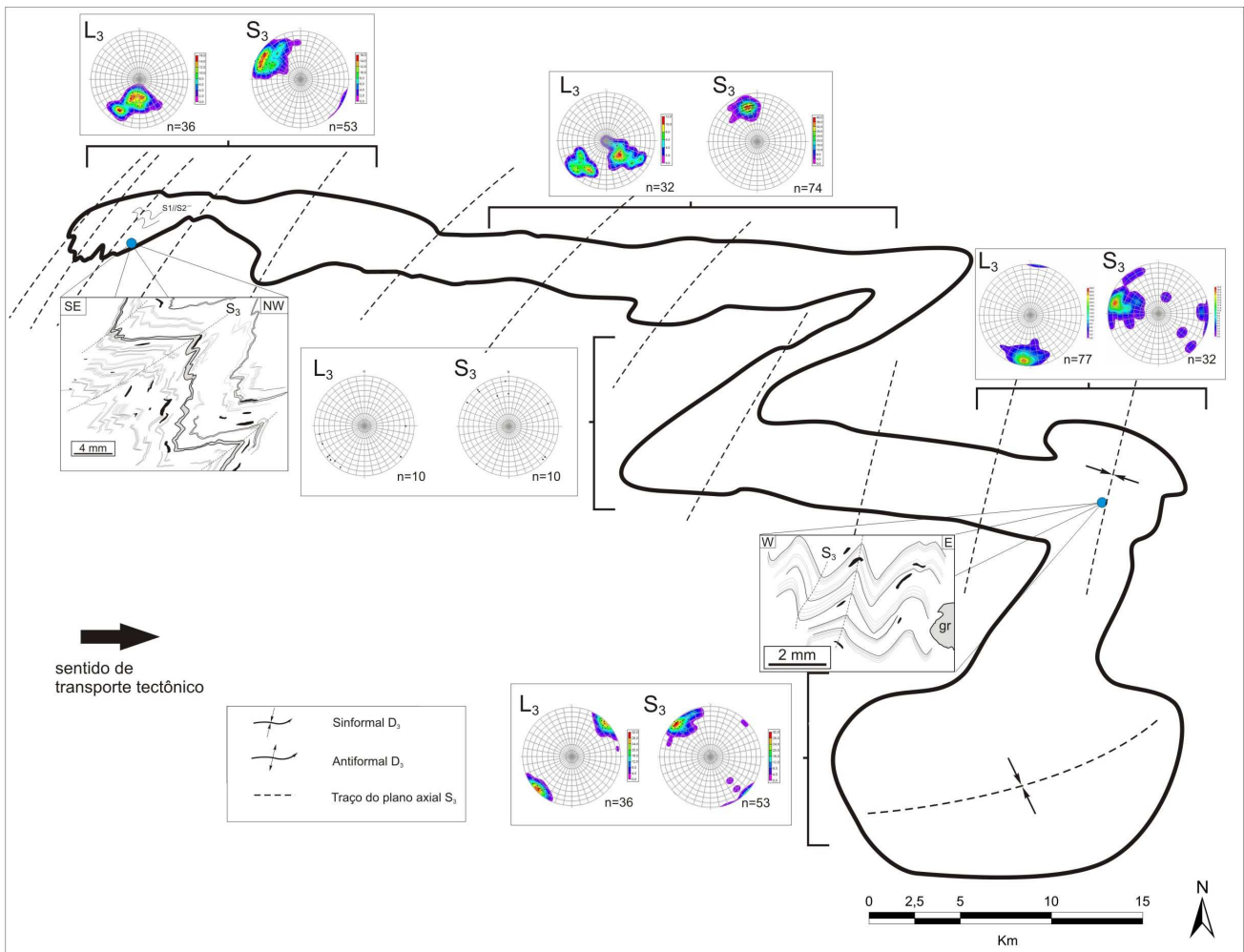


Figura 51. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D3, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e variação das dobras D3 e empurrão da base da *klippe* ressaltado. A origem de D3 possivelmente esteja relacionada ao ajuste final dos blocos durante o término da Orogênese Brasileira. Formam-se dobras com traço do plano axial vertical norte-sul/nordeste-sudoeste e eixo subhorizontal também norte-sul/nordeste-sudoeste na parte leste da *klippe* variando até dobras reclinadas com caimento do eixo para sudoeste/sudeste e plano axial subvertical com traço nordeste/sudoeste na parte oeste da *klippe*, próximo a Serra do Farias, conforme observado pelos estereogramas e esquemas. Neste momento forma-se o “Cogumelo de Carrancas” devido ao padrão de redobramento de D3 sobre D1 e D2.

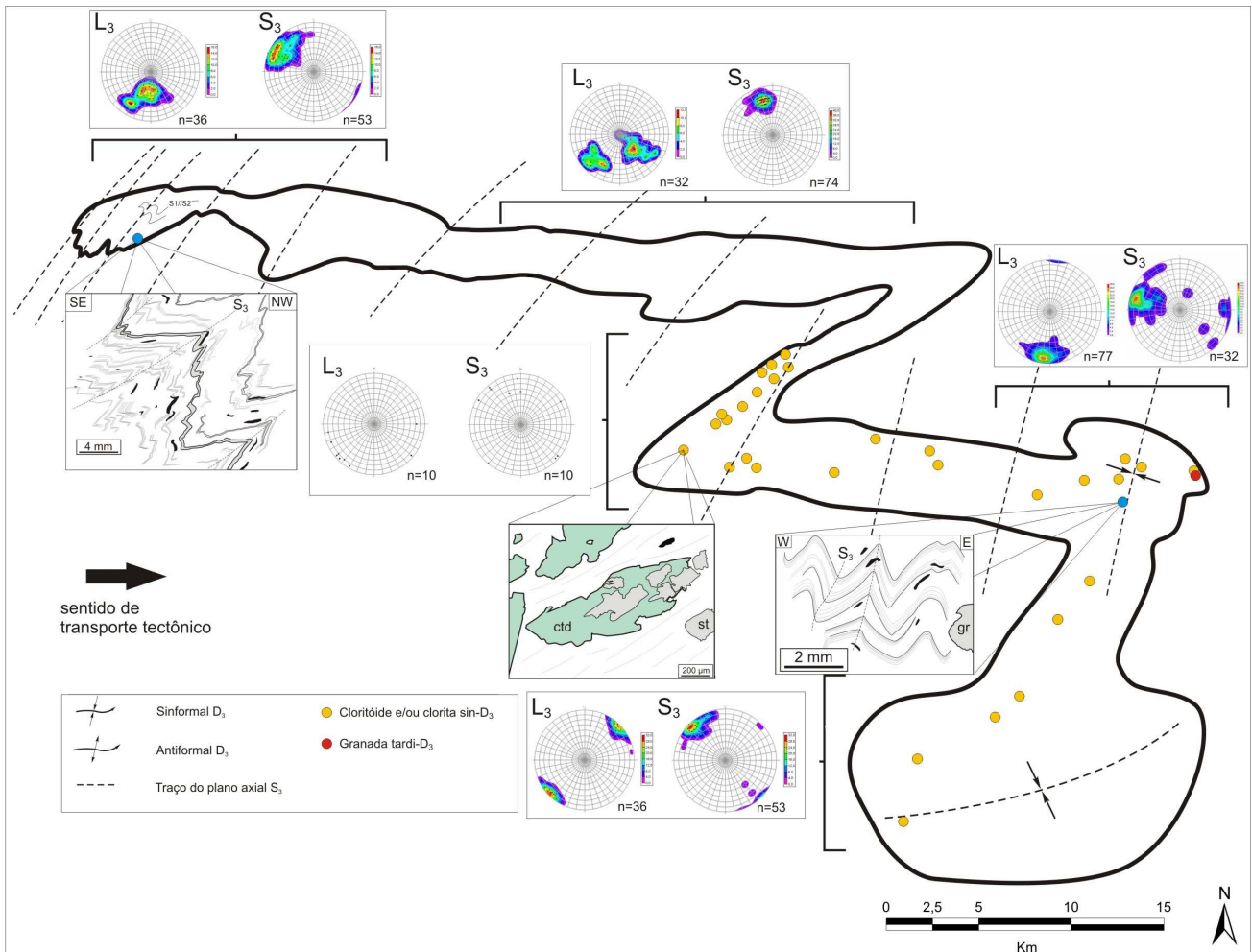


Figura 52. Croqui mostrando possível reconstituição da *Klippe* Carrancas durante a fase D3/M3, antes do soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas, esquemas mostrando o estilo e variação das dobras D3, cloritóide e clorita nos pontos amarelos e granada no ponto vermelho, e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Ocorre um retrometamorfismo em fácies xisto verde superior com aparecimento de cloritóide, por vezes englobando estaurólitas (Fig. 35a,b), clorita, granada (Fig. 43 e 44), e possivelmente silimanita. Notar a presença de minerais retrometamórficos somente na zona de fácies anfíbolito (anexo 5), pois somente nesta faixa há diferenças de pressão e temperatura significativas para ocorrer os processos retrometamórficos.

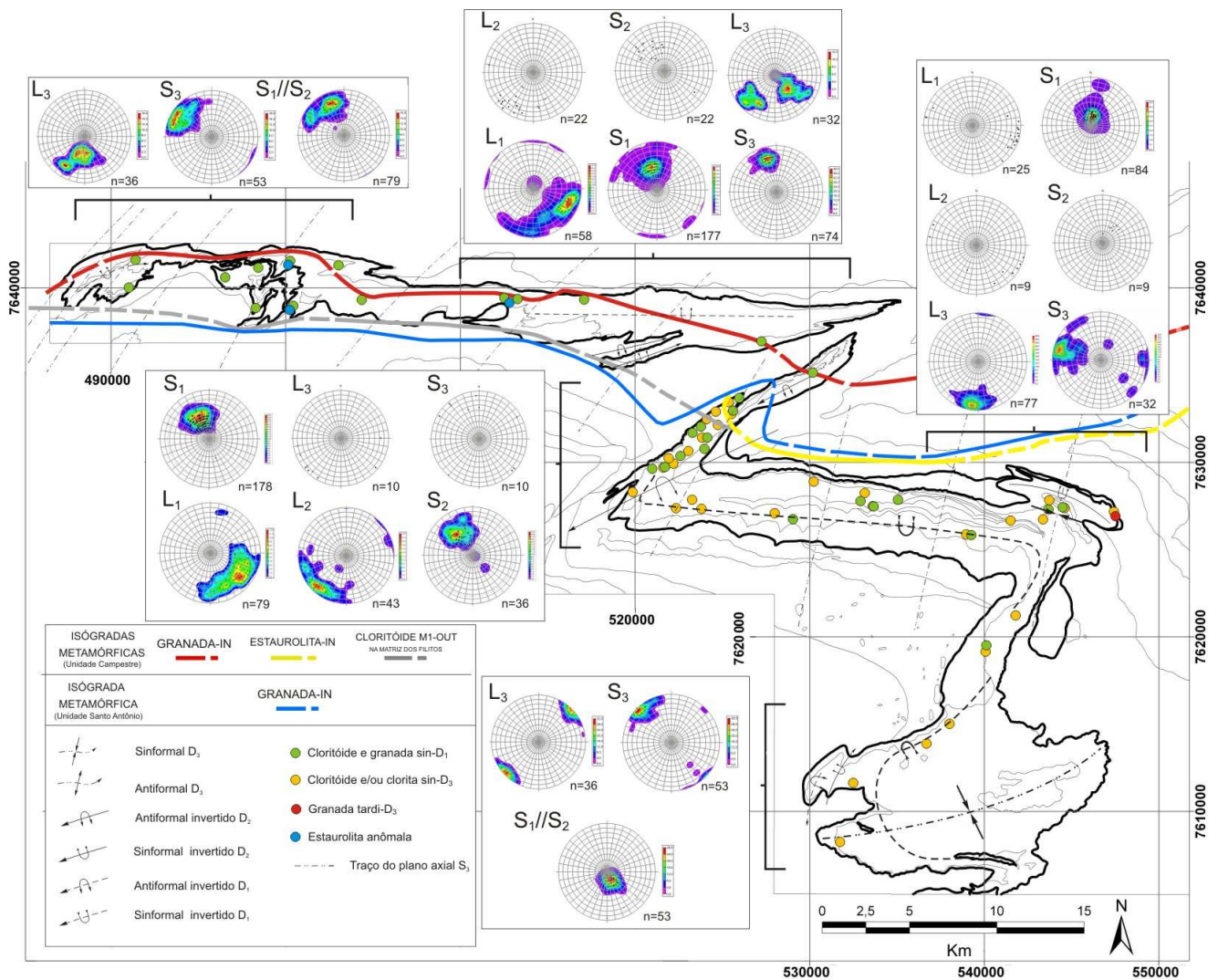


Figura 53. Croqui mostrando situação atual da *Klippe Carrancas*, considerando os efeitos de soerguimento e erosão, com as medidas atuais coletadas das diversas áreas de todas as fases de deformação, isógradas metamórficas diferenciadas por unidade litológica, cloritóide e clorita D₃ nos pontos amarelos, granada no ponto vermelho e cloritóide e granada D₁ nos pontos verdes, e empurrão da base da *klippe* ressaltado. Notar semelhança no posicionamento entre a isógrada de granada-*in* da Unidade Santo Antônio e isógrada de estaurólita-*in* da Unidade Campestre.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J.C.H. 1992. *Mapeamento Geológico na Folha Luminárias-MG (1:50.000), com ênfase na análise estrutural dos metassedimentos do Ciclo Deposicional Andrelândia*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 102p.
- Bittencourt, B. R. 2010. *Caracterização da Zona de Cisalhamento de Três Corações entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do Sapucaí, sul de Minas Gerais*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 53p.
- 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 no sul do Cráton do São Francisco, SE – Brasil. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, 4 : 13-40.
- Chispim, S.J. 1990. *Mapeamento geológico de uma área na folha Carmo da Cachoeira (MG) com ênfase na geologia estrutural das serras da Bocaina e do Faria*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 171p.
- Dayan, H. & Batista Filho, J. 1984. Caracterização de fabrics tridimensionais nos rods de quartzo da base da Serra de Carrancas, SE de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais*, Rio de Janeiro, p. 3371-3392.
- Dayan, H.; Batista Filho, J.; Fonseca M.S. & Mansur, R.L. 1987. Determinação do estado de deformação finita em quartzitos das Serras de Carrancas e das Bicas, SE de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 59 (3): 203-211.
- Ebert, H. 1971. Os Paraíbades entre São João Del Rei, MG e Itapira, SP, e a bifurcação entre Paraíbades e Araxáades. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e*

Letras de Rio Claro, SP. (Boletim Especial 1). Publicado "in memoriam" pela SBG, Núcleo São Paulo, p. 72-103.

Heilbron M. 1984. *Evolução metamórfico-estrutural da área entre Itutinga e Madre de Deus de Minas, MG*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 151 p.

Heilbron M. 1985. O metamorfismo da área entre Itutinga e Madre de Deus de Minas - MG. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, MG, *Anais*, 5: 219-234

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

Heilbron, M.; Machado, Nuno. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira belt (SE Brazil). *Precambrian Research* ^{JCR}, Amsterdam, 125(1-2), p. 87-112.

Heilbron, M.; Soares, A. C. P.; Campos Neto, M.; Silva, L. C. ; Trouw, R ; Janasi, V. M.; 2004. Província Mantiqueira. In: Virgino Mantesso-Neto; Andrea Bartorelli; Celso Dal Ré Carneiro; Benjamin Bley de Brito Neves. (Org.). *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. 1ª ed. São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda., 1, p. 203-234.

Paciullo, F.V.P. 1980. *Mapeamento geológico-estrutural da área de Minduri, MG*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 80p.

Paciullo, F.V.P. 1997. *A seqüência deposicional Andrelândia*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 248p.

- Paciullo, F.V.P.; Ribeiro, A.; Andreis, R.R. & Trouw, R.A.J. 2000. The Andrelândia Basin, southern Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 30, 200-202.
- Paciullo, F.V.P.; Trouw R.A.J. & Ribeiro, A. 2003. Geologia da Folha Andrelândia. *In: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro, Projeto Sul de Minas (COMIG), A.C. PEDROSA-SOARES; C.M. NOCE; R.A.J. TROUW & M. HEILBRON (Coords.)*.
- Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. 2005. *Microtectonics*. Springer Verlag, 2ed, 366p.
- Peternel, R.; Trouw, R.A.J. & Schmitt, R.S. 2005. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 35: 297-310.
- Quéméneur, J.; Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Trouw, R.A.J.; Heilbron, M.L. & Valença, J.G. 2003. Geologia da Folha Lavras. *In: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG); Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais, 2 (7):*
- Ribeiro A. 1980. *Mapeamento geológico-estrutural da área de Itumirim, Minas Gerais*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 57p.
- Ribeiro, A. & Heilbron, M. 1982. Estratigrafia e metamorfismo dos Grupos Carrancas e Andrelândia, sul de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 32, Salvador, BA. Anais, Salvador, p. 177-186.*
- Ribeiro, A. 1983. Mapeamento Geológico-Estrutural na Folha Itumirim, Sul de Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2, Belo Horizonte, 1983. Bol., Belo Horizonte, MG, p. 461-468.*

- Ribeiro, A.; Paciullo F.V.P.; Andreis R.R.; Trouw R.A.J. & Heilbron M. 1990. Evolução policíclica proterozóica no sul do Cráton do São Francisco: análise da região de São João Del Rei e Andrelândia, MG. *In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA*, 36, Natal, 1990. *Anais*, Natal, p. 2605-2614.
- Ribeiro A.; Andreis R.R.; Trouw R.A.J.; Paciullo F.V.P. & Valença J.G. 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geociências*, 25 (4): 235-248.
- Rocha, F.P. & Trouw, R.A.J. 2001. Estudo microtectônico da Sequência Metassedimentar Andrelândia na Serra do Pombeiro, Itutinga, sul de Minas Gerais. *In: SBG, Simp. Geol. Sudeste, 7, Boletim de Resumos* p.23
- Santos, L.P.; Campos Neto, M.C. & Grohmann, C.H. 2004. Metamorphic path constrained by metapelitic rocks from the inner Aiuruoca-Andrelândia nappe, south of the São Francisco craton, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 725-741.
- Santos, P.S. 2009. *Análise microtectônica e metamórfica de rochas situadas nas serras de Carrancas e Pombeiro, sul de Minas Gerais*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia, 56p.
- Trouw, R.A.J.; Ribeiro, A. & Paciullo, F.V.P. 1980. Evolução estrutural de uma área a sudeste de Lavras, MG. *In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA*, 31, Camboriú, SC, *Anais*, Camboriú, p: 2773-2784.
- Trouw R.A.J.; Ribeiro A.; Paciullo F.V.P.; Chrispim S.J. & Dayan, H. 1982. Análise da Deformação de uma área a SE de Lavras, MG. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, *Anais*, p: 234-235.
- Trouw R.A.J.; Ribeiro A. & Paciullo F.V.P. 1994. A faixa Alto Rio Grande reinterpretada como a zona de interferência entre a Faixa Móvel Brasília e a

Faixa Móvel Ribeira. *In*: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 38, Camboriú, SC, 1994. *Boletim de Resumos Expandidos*, Camboriú, p: 234-235.

Trouw, R.A.J.; Heilbron, M.; Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Valeriano, C.M.; Almeida, J.C.H.; Tupinambá, M. & Andreis, R.R. 2000a. The Central Segment of the Ribeira Belt. *In*: Tectonic Evolution of South America. Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A.; Campos, D.A. eds., 287-310p.

Trouw, R. A. J.; Ribeiro, A.; Paciullo, F. V. P. & Heilbron, M. 2000b. Interference between the Neoproterozoic Brasília and Ribeira Belts, with special emphasis on high pressure granulites. Pre-Congress Field Trip. *In*: International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro, Brazil, August 6-17, 2000, Field Trip Bft 08, 45p.

Trouw, R.A.J.; Ribeiro, A. & Paciullo, F.V.P. 2003. Geologia da Folha Caxambu. *In*: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro, Projeto Sul de Minas (COMIG), A.C. PEDROSA-SOARES; C.M. NOCE; R.A.J. TROUW & M. HEILBRON (Coords.).

Trouw, R.A.J.; Ribeiro, A. & Paciullo, F.V.P. 2003. Geologia da Folha Lavras. *In*: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro, Projeto Sul de Minas (COMIG), A.C. PEDROSA-SOARES; C.M. NOCE; R.A.J. TROUW & M. HEILBRON (Coords.).

Trouw, R.A.J.; Tavares, F.M. & Robyr, M. 2008. Rotated garnets: a mechanism to explain the high frequency of inclusion trail curvature angles around 90° and 180°. *Journal of Structural Geology*. 30: 1024-1033.

Trouw, R.A.J.; Trouw, C.C.; Peternel, R. & Tohver, E. 2008. Novas idades SHRIMP de zircões da Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 44, Curitiba. *Anais*, 1. p.29

Trouw, R.A.J.; Heilbron M.; Peternel, R.; Ribeiro, A.; Vinagre, R.; Duffles, P.; Trouw, C.; Fontainha, M.; Kussama, H. 2011. A New Interpretation for the Interference

Zone Between the Southern Brasília Belt and the Central Ribeira Belt, SE Brazil. *In: Gondwana*, 14, Búzios, Brazil. *Anais*, p.71

Valeriano, C.M.; Machado, N.; Simonetti, A.; Valladares, C. S.; Seer, H. & Simões, L. S. A. 2004. U-Pb Geochronology of the southern Brasilia Belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West-Gondwana. *Precambrian Research* ^{JCR}, 130 (1-4): 27-55.

Valeriano, C.M.; Pimental, 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. *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*, London, Geological Society of London, Special Publications, p. 197-210.

Valladares, C. S.; Machado, N.; Ribeiro, A.; Paciullo, F. V. P.; Heilbron, M. & Gauthier, G. 2001. Ages of detrital zircon from siliciclastic successions of the Brasilia belt, southern border of the São Francisco craton, Brazil: implications for the evolution of proterozoic basins. *In: III SOUTH-AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY*, 3, Pucon, Chile.

Yardley, B.W.D. 2006. *Introdução a petrologia metamórfica*. UNB, 2ed, 432p.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa e seções geológicas regionais.

Anexo 2. Tabela mostrando associação mineralógica das amostras coletadas.

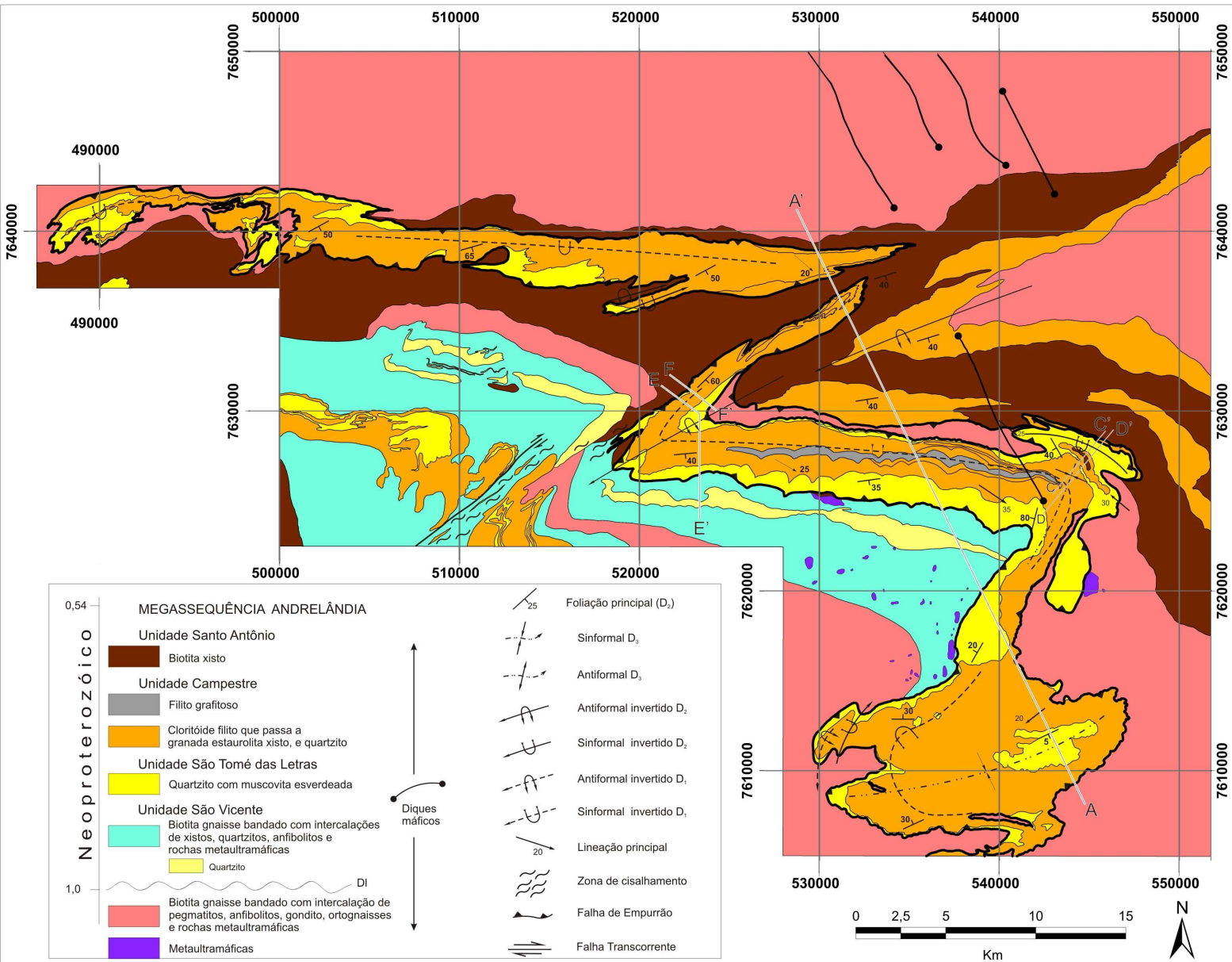
Anexo 3. Mapa de pontos das amostras.

Anexo 4. Tabela mostrando o crescimento de minerais metamórficos em relação às fases de deformação.

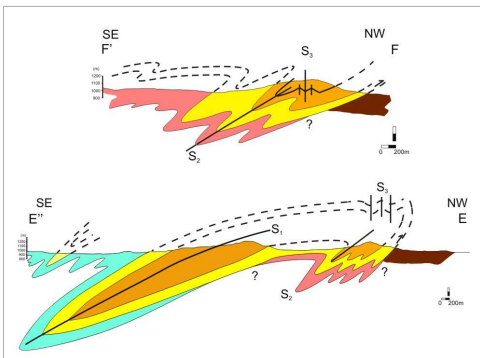
Anexo 5. Mapas de fácies metamórficas.

Mapa Geológico da Klippe Carrancas (Anexo 1)

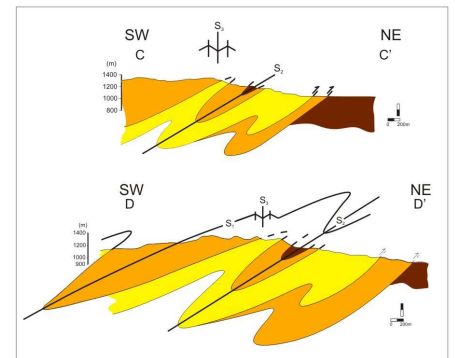
Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho
Dissertação de Mestrado - 2011
Departamento de Geologia - IGEO/UFRJ



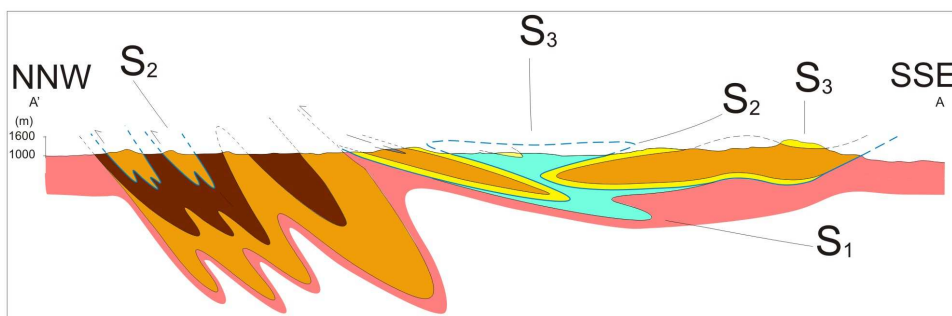
seção geológica: Serra do Pombeiro



seção geológica: Serra de Carrancas



seção geológica: Serra da Estância a Chapada das Perdizes



Anexo 1. Mapa e seções geológicas da Klippe Carrancas.

Tabela de Associação Mineralógica - Anexo 2

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho

Dissertação de Mestrado - 2011

UFRJ / IGEO / Departamento de Geologia

NUM	PONTO	MINERALOGIA	LITOLOGIA	X	Y	UNIDADE
1	RB-05	bio+gr+micbr+qzo+cl(D1)+op	Granada biotita xisto	518550	7627597	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
2	P9-2-157B	gr+ctd(D1)+micbr+op+turm	Granada cloritóide filito	526231	7633625	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
3	P9-2-77C	gr+ctd(D1)+micbr+op+turm	Granada cloritóide filito	526272	7633574	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
4	SC1-13B	micbr+qzo+gr+op+turm	Granada filito	530194	7626381	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
5	SC1-31	micbr+qzo+gr+est+ky+op+ctd(D3)+cl(D3)	Granada estaurolita xisto com cianita	530121	7629143	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
6	SC1-55	micbr+qzo+gr+cl+bio+op+turm	Granada biotita xisto	527113	7630599	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
7	SC1-55A	micbr+qzo+gr+turm	Granada muscovita xisto	527113	7630599	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
8	SC1-61	micbr+qzo+gr+ky+est+op	Granada estaurolita xisto com cianita	528477	7630226	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
9	SC2-70	qzo+micbr+cl+gr+est+bio+sil+plag	Granada biotita xisto com sillimanita	533357	7625045	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
10	PB1-64	micbr+gr+ctd(D3)+est+qzo	Estaurolita cloritóide xisto	519729	7628617	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
11	PB1-175	micbr+cl(D3)+gr+ctd(D1 e D3)+est+qzo+turm	Estaurolita cloritóide xisto	522705	7630694	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
12	PB1-176A	micbr+cl(D3)+gr+ctd(D1 e D3)+est+qzo+op	Estaurolita cloritóide xisto	522294	7630255	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
13	PB1-178	est+ctd(D1 e D3)+gr(D1)+cl(D3)+qzo+turm+micbr	Estaurolita cloritóide xisto	521722	7630029	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
14	PB2-41A	micbr+qzo	Filito	529586	7635096	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
15	PB2-121	micbr+cl+gr+ctd(D1)+qzo	Granada cloritóide filito	526142	7633162	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
16	PB2-136	micbr+qzo+gr(D1)+cl(D3)+ctd(D1 e D3)+est+turm+op	Granada estaurolita xisto	531329	7637877	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
17	CG-13B e A	micbr+gr+qzo+turm+est	Granada estaurolita xisto	544644	7627366	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
18	CG-139	micbr+gr+bio+turm+plag+qzo+sill+cl(D3)+op	Granada biotita xisto com sillimanita	544665	7627591	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
19	CS-66	micbr+qzo+op	Quartzito	545691	7625070	UNIDADE SÃO TOMÉ DAS LETRAS (A3)
20	Escar-01	micbr+cl+gr+bio+plag+turm+sil+qzo	Granada biotita xisto	551750	7626272	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
21	Escar-02	micbr+qzo+cl+gr+est	Granada estaurolita xisto	553432	7624466	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
22	Escar-03A	micbr+cl(D3)+qzo+gr+est+ky	Estaurolita cloritóide xisto	566369	7639012	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
23	Escar-03B	micbr+qzo+cl+gr+ctd(D1 e D3)+est+op	Granada estaurolita xisto	566369	7639012	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
24	Escar-04	micbr+qzo+gr+est+bio+op	Granada estaurolita xisto	549599	7626044	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
25	POM-03	micbr+qzo+gr+ctd(D1 e D3)+est	Estaurolita cloritóide xisto	522443	7630840	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
26	POM-08B	micbr+qzo+gr+ctd(D1 e D3)+est	Granada cloritóide xisto	522455	7630845	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
27	POM-13B2	micbr+qzo+cl+gr+ctd(D1 e D3)+ est	Estaurolita cloritóide xisto	524322	7632722	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
28	POM-15B	micbr+qzo+gr+ctd(D1)	Granada cloritóide xisto	524598	7632903	UNIDADE CAMPESTRE (A4)

29	POM-16	micbr+cl+bio+qzo	Biotita xisto	523013	7633755	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
30	POM-18B	micbr+qzo+cl(D1)+gr+ctd(D1)+op	Granada muscovita xisto	526848	7636652	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
31	POM-19B	micbr+qzo+gr+ctd(D1)+op	Granada cloritóide xisto	526630	7633833	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
32	POM-22	micbr+qzo+cl+bio+op	Biotita xisto	533403	7634891	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
33	POM-12	gr+est+ctd(D1)+cl(D1 e D3)+micbr+qzo	Granada estauroлита filito	524134	7632625	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
34	POM-17	cl(D1)+bio+qzo+micbr	Biotita xisto	524620	7634800	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
35	POM-06	gr+est+cl(D3)+ctd(D1 e D3)+micbr+qzo	Granada estauroлита filito	522056	7630576	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
36	POM-10	gr+est+ctd(D1)+cl(D3)+micbr+qzo	Granada estauroлита filito	523693	7631698	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
37	POM-20	gr+bio+cl(D1)+micbr+qzo+turm	Granada biotita xisto	527535	7634447	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
38	RAB-2	bio+cl+micbr+qzo	Biotita xisto	533630	7631064	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
39	RAB-3	gr+micbr+qzo+cl	Granada filito	534713	7634291	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
40	RAB-4	micbr+qzo+gr+bio+cl+plag+op	Granada filito	527103	7630580	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
41	RAB-5	bio+micbr+qzo+gr+cl+op	Granada biotita xisto	525590	7630633	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
42	RAB-8	ctd(D1)+micbr+qzo	Cloritóide filito	525587	7632787	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
43	RAB-9	micbr+qzo+est+ctd(D1)+gr+cl(D3)	Granada estauroлита xisto	525442	7633121	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
44	RAB-10D,C,A	micbr+qzo+cl(D3)+ctd(D1)+gr+est+turm+op	Granada cloritóide filito	525659	7633439	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
45	RAB-11	micbr+qzo+gr+est+cl+ctd(D1)	Granada estauroлита xisto	524935	7632807	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
46	RAB-12	micbr+qzo+gr(D1)+ctd(D3 e D1)+cl(D1 e D3)+est	Granada estauroлита xisto	524546	7632587	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
47	RAB-14	micbr+qzo+gr+cl+bio+op	Granada biotita xisto	526637	7630421	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
48	P9-2-98	bio+cl+op+turm+micbr	Biotita xisto	529901	7634068	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
49	P9-2-150B	bio+cl+op+turm+micbr	Biotita xisto	526841	7635754	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
50	P9-2-149A	micbr+bio+turm+op+cl+plag	Biotita xisto	530225	7632771	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
51	C9-2-17	est+ctd(D1)+gr+micbr+turm+op	Granada estauroлита xisto	534846	7628272	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
52	C9-2-61A,B e C	est+bio+micbr+cl(D1)+gr+sill+op+turm+plag	Granada biotita xisto com sillimanita	534137	7624782	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
53	P9-2-154B	bio+cl(D3)+plag+micbr+gr+op+turm	Granada biotita xisto	527832	7634674	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
54	BN-9-92	gr+est+micbr+ky+cl(D3)+turm+op+ctd(D1)	Granada estauroлита xisto com cianita	540059	7619158	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
55	BS-9-083	est+gr+micbr+ky+bio+turm+op	Cianita estauroлита xisto	541642	7614897	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
56	BS-9-084	est+gr+micbr+ky+bio+turm+op	Cianita estauroлита xisto	540626	7615720	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
57	CN9-18	est+ky+micbr+cl(D3)+gr(D3)+ctd(D3)+op+turm	Granada estauroлита xisto com cianita	547038	7627712	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
58	CN9-10	gr+micbr+bio+op+turm+plag	Granada biotita xisto	544667	7627594	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
59	CN9-146	micbr+gr+turm+op	Granada muscovita filito	547830	7626573	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
60	BN-9-78	est+micbr+gr+op+cl(D3)	Granada estauroлита xisto	541686	7621242	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
61	CN9-63	epi+micbr+gr+bio+op	Granada biotita xisto	541845	7629025	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
62	C9-2-120	bio+micbr+op+turm+cl	Biotita xisto	530135	7632226	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
63	C9-2-42	est+ctd(D1)+cl(D3)+gr+micbr+turm+op	Granada estauroлита xisto	533606	7627467	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
64	CN9-96	est+micbr+gr+op+turm	Granada estauroлита xisto	544322	7627299	UNIDADE CAMPESTRE (A4)

65	CN9-16	gr+bio+cl(D1 e D3)+op+turm+micbr+sill	Granada biotita xisto com sillimanita	547218	7628229	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
66	CN9-128	bio+cl+gr+micbr+op+turm	Granada biotita xisto	545921	7628652	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
67	P9-2-208A	bio+cl+micbr+op+turm+plag	Biotita xisto	528677	7636330	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
68	P9-3-77A	bio+micbr+turm+op+cl(D1)	Biotita xisto	530976	7636663	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
69	ITMA-235	ctd(D1)+micbr+op	Cloritóide filito	505313	7639075	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
70	ITMA-16	ctd(D1)+micbr+cl(D1)+op+turm	Cloritóide filito	513365	7639146	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
71	ITMA-717	gr+bio+cl(D1)+micbr+op+turm+plag	Granada biotita xisto	519334	7630140	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
72	ITMA-187	bio+cl(D1)+micbr+op+turm+plag	Biotita xisto	516388	7639751	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
73	ITMA-356	bio+cl(D1)+gr+micbr+op+turm+plag	Granada biotita xisto	503937	7637482	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
74	ITMA-216	bio+cl(D1)+micbr+op+turm+plag	Biotita xisto	507749	7637121	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
75	ITMA-759	bio+cl(D1)+micbr+op+turm+plag	Biotita xisto	522019	7633133	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
76	ITMA-504	bio+cl(D1)+gr+micbr+plag+op+turm+calc	Granada biotita xisto	513494	7636923	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
77	ITMA-725	bio+cl(D1)+plag+micbr+gr+op+turm	Granada biotita xisto	512630	7631228	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
78	ITMA-CT	ctd(D1)+est+op+micbr+turm+gr	Granada cloritóide filito com estauroлита	512908	7639143	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
79	CN10-7	est+ctd(D1)+gr(D2)+micbr(D1 e D3)+op+turm+cl(D3)	Granada estauroлита filito	544464	7627351	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
80	C10-2-109	est+ctd(D1)+gr(D1)+micbr(D1 e D3)+op+turm	Granada estauroлита filito	532814	7628071	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
81	TT10-21	est+ky+gr+op+micbr+cl(D3)+ctd(D3)	Granada estauroлита cianita filito	531789	7608779	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
82	C10-3-103	est+gr(D1)+ctd(D1)+cl(D3)+op+turm+micbr(D1)	Granada estauroлита filito	538638	7625871	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
83	TT10-147	gr+est+ctd(D3)+cl(D3)+op+micbr+ky	Granada estauroлита cianita filito	532813	7611891	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
84	CDA	est+gr+ctd(D3)+cl(D3)+micbr(D1)+op	Granada estauroлита filito	541657	7626975	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
85	ITMBR-CT	gr(D1)+ctd(D1)+micbr(D1)+op+turm+cl(D1)	Granada cloritóide filito	512947	7639165	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
86	CG-93	gr+bio+cl(D1)+plag+op+micbr+turm	Granada biotita xisto	539646	7628340	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
87	CG-159	gr+bio+op+cl(D1)+turm+micbr+plag	Granada biotita xisto	551742	7626285	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
88	PB1-74	gr+bio+op+cl(D3)+turm+micbr+ctd(D1 e D3)+est	Granda estauroлита xisto	523941	7627174	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
89	CG-17	gr+ctd(D1)+est+cl(D3)+op+turm+micbr(D1 e D3)	Granda estauroлита xisto	543800	7627601	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
90	PB1-81B	gr+est+ctd(D1 e D3)+micbr+op+turm+cl(D3)	Granada estauroлита xisto	523928	7627558	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
91	PB1-171B	gr+est+ctd(D1 e D3)+cl(D3)+micbr+op+turm	Granada estauroлита xisto	523631	7631536	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
92	CG-54	gr+est+micbr+op+turm	Granada estauroлита xisto	544260	7626165	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
93	PB2-128	bio+cl(D1)+micbr+op+turm	Biotita xisto	523057	7633630	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
94	CG-15	gr+est+ctd(D1)+cl(D3)+micbr+op+turm	Granada estauroлита xisto	543690	7627494	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
95	PB1-115	gr+est+ctd(D1)+cl(D3)+micbr(D1 e D3)+op_turm	Granada estauroлита xisto	522819	7627567	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
96	Zilda-1	est+gr+ctd(D3)+cl(D3)+ky+op+turm+micbr	Granada estauroлита cianita filito	538391	7615431	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
97	ESM-1	est+micbr+gr+cl(D3)+op+turm	Granada estauroлита xisto	527791	7626998	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
98	P9-2-3B	micbr+op	Filito	531870	7636821	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
99	P9-2-37	micbr+op	Filito	530351	7635635	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
100	P9-2-113	op+micbr+turm	Filito grafitoso	526895	7633831	UNIDADE CAMPESTRE (A4)

101	P9-2-119	op+micbr	Filito	526350	7633404	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
102	PB1-157	op+micbr	Filito	521151	7627885	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
103	PB2-111	op+micbr+ctd(D1)	Filito	527575	7634338	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
104	CS-35	op+micbr	Filito	541500	7625600	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
105	BS-10-79A,B	gr+est+ky+cl(D3)+micbr+turm+op	Granada estaurolita xisto com cianita	536641	7614147	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
106	ITMA-389	gr+ctd(D1)+micbr+op	Granada filito	516600	7639273	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
107	ITMA-279	gr+ctd(D1)+micbr+op	Granada filito	502346	7641355	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
108	FSC-01	micbr+op+turm	Filito grafitoso	500314	7641867	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
109	FSC-02	micbr+op+turm	Filito grafitoso	499684	7641117	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
110	FSC-03	micbr+op+turm	Filito grafitoso	497420	7637726	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
111	FSC-04	micbr+op+turm	Filito grafitoso	496657	7640161	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
112	FSC-05	micbr+op+turm	Filito grafitoso	490647	7639809	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
113	FSC-06	micbr+op+turm	Filito grafitoso	488988	7640536	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
114	FSC-07	micbr+op+turm	Filito grafitoso	493371	7641529	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
115	FSC-08	micbr+op+turm	Filito grafitoso	498578	7639131	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
116	FSC-09	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)	Granada filito	497908	7637727	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
117	FSC-10	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)	Granada filito	496818	7640451	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
118	FSC-11	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)	Granada filito	491149	7640124	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
119	FSC-12	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)	Granada filito	498268	7638816	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
120	FSC-13	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)	Granada filito	497481	7641008	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
121	FSC-14	micbr+op+turm+ctd(D1)+gr+est	Granada estaurolita xisto	500385	7639034	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
122	FSC-15	micbr+op+turm+ctd(D1)+gr+est	Granada estaurolita xisto	498604	7641008	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
123	FSC-16	micbr+op+turm+ctd(D1)+gr+est	Granada estaurolita xisto	498762	7641359	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
124	FSC-17	micbr+op+turm+ctd(D1)	Cloritóide filito	496183	7640839	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
125	FSC-18	micbr+op+turm+ctd(D1)	Cloritóide filito	499670	7641601	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
126	FSC-19	micbr+op+turm+ctd(D1)	Cloritóide filito	491161	7641311	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
127	MH-01	micbr+op+turm	Filito grafitoso	532370	7633512	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
128	MH-02	micbr+op+turm	Filito grafitoso	536087	7635143	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
129	MH-03	micbr+op+turm	Filito grafitoso	538925	7638111	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
131	MH-05	micbr+op+turm	Filito grafitoso	546597	7633741	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
132	MH-06	micbr+op+turm+gr	Granada filito	548390	7633513	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
133	MH-07	micbr+op+turm+gr	Granada filito	546858	7632697	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
134	MH-08	micbr+op+turm+gr+ctd(D1)+cl	Granada cloritóide filito	548782	7632795	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
130	MH-04	micbr+op+turm+cl	Filito grafitoso	539577	7633871	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
135	MH-09	micbr+op+turm+gr+cl	Granada filito	532412	7630088	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
136	MH-10	micbr+op+gr+ctd(D1)+cl	Granada cloritóide filito	533945	7630267	UNIDADE CAMPESTRE (A4)

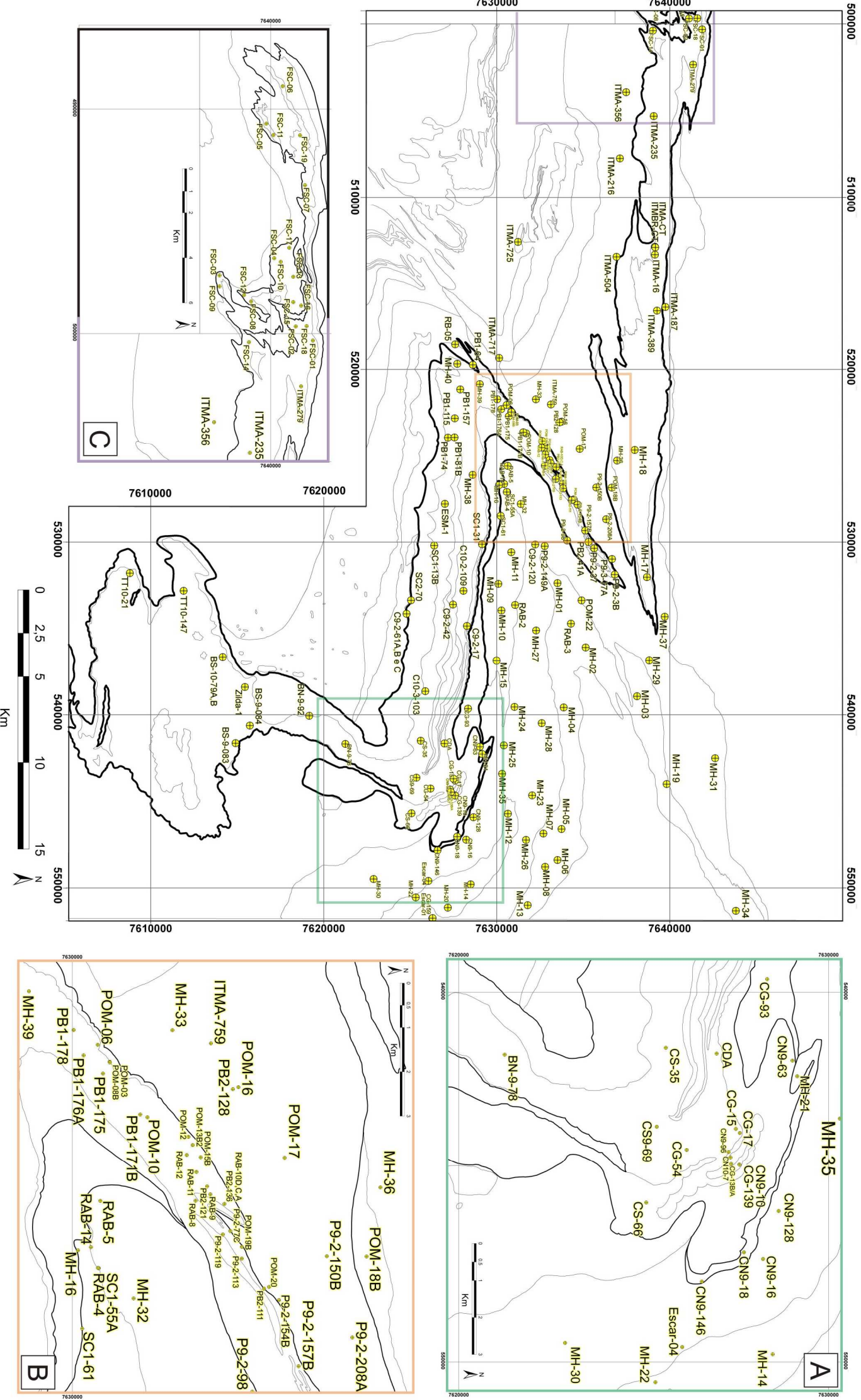
137	MH-11	micbr+op+gr+ctd(D1)+cl	Granada cloritóide filito	530586	7630838	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
138	MH-12	micbr+op+est+gr+cl	Granada estauroлита xisto	545716	7630643	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
139	MH-13	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	550999	7631784	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
141	MH-15	micbr+op+turm	Filito grafitoso	536846	7629990	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
142	MH-16	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	526709	7630129	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
140	MH-14	micbr+op+est+ky+gr	Granada estauroлита cianita xisto	549793	7628491	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
143	MH-17	micbr+op+turm	Filito grafitoso	532024	7638682	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
144	MH-18	micbr+op+ctd(D1)+cl	Cloritóide filito	524673	7637981	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
144	MH-19	micbr+op+turm	Filito grafitoso	544005	7639826	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
145	MH-20	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	551142	7627169	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
146	MH-21	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	542268	7629152	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
147	MH-22	micbr+op+turm+gr	Granada filito	550549	7625318	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
148	MH-23	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	544657	7632044	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
149	MH-24	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	539546	7631022	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
150	MH-25	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag+gr	Granada biotita xisto	541765	7630409	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
151	MH-26	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag+gr	Granada biotita xisto	547226	7631694	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
152	MH-27	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	535107	7632278	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
153	MH-28	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	540451	7632599	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
154	MH-29	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	536830	7638819	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
155	MH-30	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag+gr	Granada biotita xisto	549486	7622874	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
156	MH-31	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	542506	7642630	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
157	MH-32	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	527794	7631387	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
158	MH-33	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	521725	7632263	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
159	MH-34	micbr+op+turm	Filito grafitoso	551326	7643828	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
160	MH-35	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag+gr	Granada biotita xisto	543382	7630307	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
161	MH-36	micbr+op+turm+ctd(D1)	Cloritóide filito	525285	7636965	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
162	MH-37	micbr+bio+cl(D1)+turm+plag	Biotita xisto	534309	7639710	UNIDADE SANTO ANTÔNIO (A5)
163	MH-38	micbr+op+turm+gr	Granada filito	526111	7628606	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
164	MH-39	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	520848	7629019	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
165	MH-40	micbr+op+est+gr	Granada estauroлита xisto	519674	7627715	UNIDADE CAMPESTRE (A4)
166	CS9-69	micbr+op+gr+est	Granada estauroлита xisto	543632	7625355	UNIDADE CAMPESTRE (A4)

Mapa de Pontos (Anexo 3)

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho

Dissertação de Mestrado - 2011

Departamento de Geologia - IGEO/UFRJ

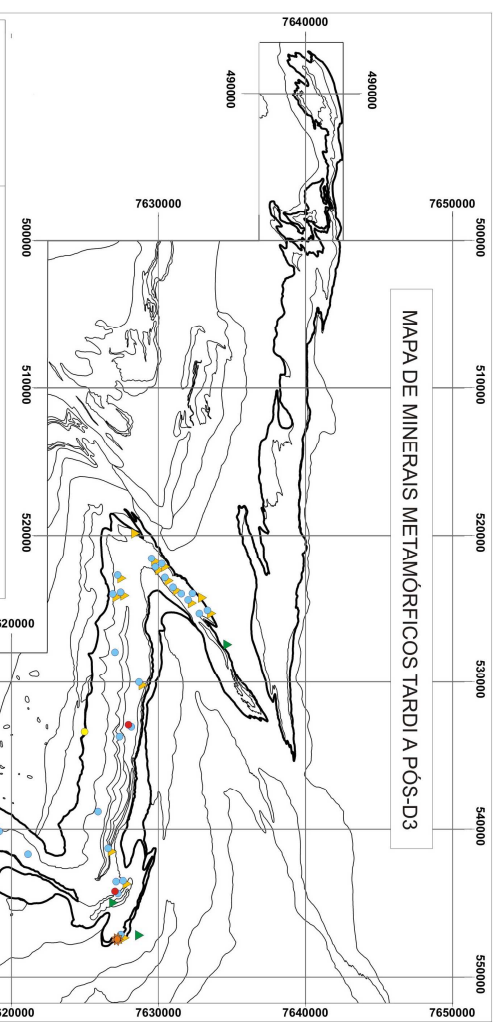
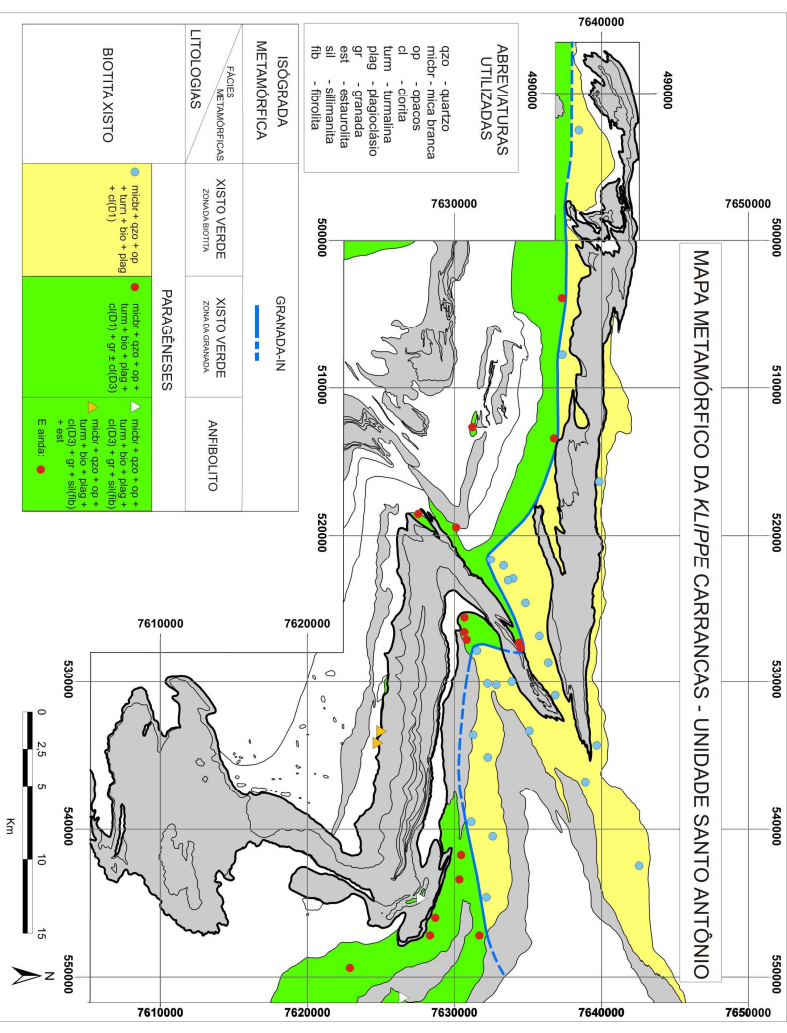
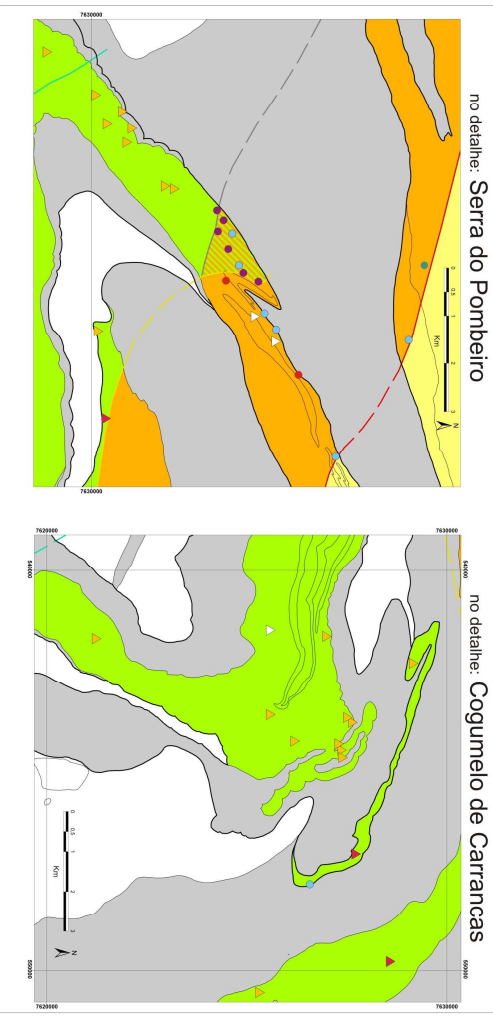
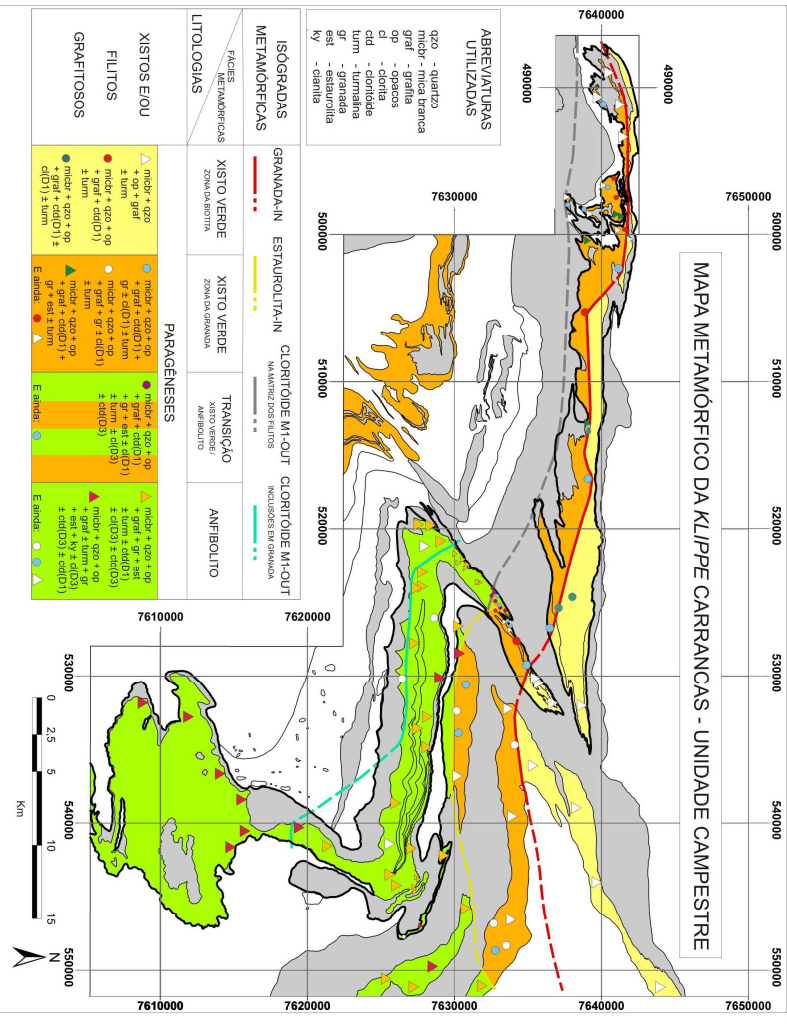


Anexo 3. Mapa de pontos na Klippe Carrancas. Detalhe em a) no Cogumelo de Carrancas, b) na Serra do Pombeiro e c) na Serra do Farias.

Tabela de Análise Microtectônica da *Klippe* Carrancas (Anexo 4)

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho
 Dissertação de Mestrado - 2011
 Departamento de Geologia - IGEO/UFRJ

	D1			>D1	D2			>D2	D3			>D3
	Cedo-D1	Sin-D1	Tardi-D1		Cedo-D2	Sin-D2	Tardi-D2		Cedo-D3	Sin-D3	Tardi-D3	
Muscovita												
Clorita												
Cloritóide												
Biotita												
Granada												
Estaurolita												
Cianita												
Sillimanita												



Mapas de fácies Metamórficas (Anexo 5)

Bruno Raphael Barbosa Melo de Carvalho
 Dissertação de Mestrado - 2011
 Departamento de Geologia - IGEO/UFRJ