



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

Bruna Rodrigues Bittencourt

**CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE CISALHAMENTO TRÊS
CORAÇÕES AS CIDADES DE LUMINÁRIAS E SÃO GONÇALO
DO SAPUCAÍ, SUL DE MINAS GERAIS**

Estágio de Campo IV

**UFRJ
Rio de Janeiro
2010**



UFRJ

Bruna Rodrigues Bittencourt

**CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE CISALHAMENTO TRÊS CORAÇÕES
ENTRE AS CIDADES DE LUMINÁRIAS E SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ,
SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho final de curso submetido à banca examinadora do departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário para obtenção do grau de Geólogo.

Área de concentração:

Geologia Estrutural

Orientador:

Rudolph A. J. Trouw (IGEO/UFRJ)

Rio de Janeiro
Julho de 2010

Bittencourt, Bruna Rodrigues

**Caracterização da Zona de Cisalhamento Três
Corações entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do
Sapucaí, sul de Minas Gerais** / Bruna Rodrigues Bittencourt –
Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2010.

x, 53 p., 49 il, 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de
Geociências, Departamento de Geologia, 2010

Orientador: Rudolph A. J. Trouw

1. Geologia 2. Estrutural – Trabalho de Conclusão de
Curso I. Rudolph A. J. Trouw II. Universidade Federal do Rio
de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia
III. Caracterização da Zona de Cisalhamento Três Corações
entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do Sapucaí, sul
de Minas Gerais.

Bruna Rodrigues Bittencourt

CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE CISALHAMENTO TRÊS CORAÇÕES ENTRE
AS CIDADES DE LUMINÁRIAS E SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ, SUL DE
MINAS GERAIS

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

Orientador:

Rudolph A. J. Trouw

Aprovada em:

Por:

Orientador: Prof. *D.Sc.* Rudolph A. J. Trouw (UFRJ)

Profa. *D.Sc.* Renata Schmit (UFRJ)

Geólogo. *D.Sc.* Rodrigo Peternel Machado Nunes (DRM)

À minha mãe Luiza
Rodrigues Bittencourt e
a minha avó Maria José
de Andrade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rudolph A. J. Trouw pela orientação neste trabalho, por me contagiar com sua paixão pelos milonitos e por ensinar que quanto mais conhecimento um professor acumula, mais próximo de seus alunos ele deve estar.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Peternel pela disponibilização de dados e por se mostrar tão acessível na hora de sanar dúvidas.

Aos profs. André Ribeiro e Fabio Paciullo por me apresentar o fascinante mundo da geologia regional e por me ensinar a aprender com olhos críticos.

Ao Gabriel Corrêa de Matos pela companhia na primeira etapa de campo, pelo apoio logístico, pelo esclarecimento de dúvidas e pelo carinho, quando presente.

Ao Alexandre Alves de Oliveira pela disponibilização de dados e lâmina e pela sua amizade.

Ao colega Guilherme pela companhia na segunda etapa de campo, sempre atento à coleta de amostras e que, sendo calouro a época, induziu-me a tantos questionamentos geológicos.

A amiga Mariana Zuquim, que ao comentar sobre o tema de trabalho final, respondeu-me com a seguinte pergunta “Porque você não mapeia uma zona de cisalhamento?” e, posteriormente por contribuir com diversas correções.

Ao colega Bruno de Carvalho pela disponibilização de dados e lâminas e apoio no ArcGis.

Aos colegas Nepomuceno, Felipe, Débora, Felipe Medeiros e Hugo pelo apoio no Arcgis e Bombeiro e Ovídio na descrição das lâminas petrográficas.

Aos profs. Claudio Limeira e Aristóteles Rios pela disponibilização de laboratório para descrição de lamina e realização de fotomicrografias.

Ao Tarcísio, pela confecção da lâminas delgadas.

Ao chefe de secretaria de graduação, Walgenor Reis dos Santos, que sempre esteve à disposição incondicionalmente frente às “confusões” burocráticas em que nos metemos.

Aos colegas Marquinho, Seninha, Alceu, Roberta e Daniel. Amizades que começaram nas discussões geológicas e que hoje levo pra vida toda com imenso carinho.

“...agora chegavam em força os sábios da terra e das terras, os averiguadores de movimentos e acidentes, estratos e blocos erráticos, de martelinho na mão, batendo em tudo quanto fosse pedra ou pedra parecesse.”

José Saramago, *A Jangada de Pedra*

RESUMO

A Zona de Cisalhamento Três Corações (ZCTC) está localizada a sudoeste da borda meridional do Cráton do São Francisco, na zona de interferência entre as faixas móveis Brasília e Ribeira. É uma estrutura planar, subvertical, de orientação NE-SW que se estende por aproximadamente 80 km, com mergulho geralmente para SE, localmente para NW. Na área de estudo afloram rochas do embasamento Arqueano/Paleoproterozóico, constituído de ortognaisses graníticos à tonalíticos, e da Megassequência Andrelândia, composta por biotita gnaisses finos bandados, quartzitos, biotita xistos e muscovita-biotita xisto/gnaiss. A ZCTC apresenta um comportamento reológico dúctil-rúptil, componente de movimento relativo horizontal dextral e, secundariamente, vertical com bloco SE abatido. Estudos anteriores estimaram espessura de até 6 km e, com base em deslocamento de eixo de dobra e de contatos, rejeito horizontal de aproximadamente 12 km e vertical de 1 km. A deformação se distribui de forma heterogênea, com bandas de maior e menor intensidade de deformação (protomilonito, milonito e ultramilonito) visíveis somente em escala de afloramento ou de amostra de mão. O traçado da ZCTC não é contínuo ao longo do strike, deslocando-se de forma “en echelon”. Nestes casos não foram identificadas, entre dois segmentos da zona de cisalhamento, faixas miloníticas contínuas ou algum indicador de deformação associada a ZCTC. Isto lhe confere, em escala de mapa, uma geometria escalonada diferente de modelos clássicos de zonas de cisalhamento. Um esboço de contorno estrutural mostra que a foliação regional de baixo mergulho é reorientada e verticalizada paralelamente a zona de cisalhamento. A análise microtectônica revelou indicadores cinemáticos do tipo *fish* em muscovita, plagioclásio e epidoto; estruturas tipo S-C e S-C'; foliação oblíqua em agregados de quartzo; *foliation fish*; porfiroclastos de K-feldspato fraturado com *shear bands*; estruturas núcleo-manto tipo σ e δ com núcleo de feldspato e sigmóides de quartzo e feldspato. O principal mecanismo de recristalização do quartzo é por *subgrain rotation* e, mais raramente, por *bulging* e *grain boundary migration*. Nos feldspatos ocorrem frequentemente mirmequitas e pertita em chama. Nos gnaisses e nos xistos a biotita, muscovita, epidoto ocorrem orientados segundo a foliação milonítica e regional, enquanto que a clorita ocorre orientada segundo a foliação milonítica. O biotita xisto é a rocha que melhor registra a deformação gerada pela ZCTC desenvolvendo uma foliação milonítica e microestruturas como mineral *fish*, foliação oblíqua e intensa recristalização de quartzo. Nos gnaisses, mais resistentes a deformação, são observadas *shear bands* em escala de afloramento e porfiroclastos manteados e recristalização de quartzo em lâmina. As paragêneses minerais e o tipo de recristalização do quartzo e do feldspato sugerem que a ZCTC se desenvolveu em ambiente na fácies xisto verde até início da fácies anfíbolito, entre 400 e 500°C. A foliação vertical e lineação subhorizontal indicam predomínio de movimentação transcorrente para a ZCTC e seu desenvolvimento é atribuído a uma compressão E-W.

Palavras chave: zona de cisalhamento, en echelon, microestruturas, Três Corações

ABSTRACT

The Três Corações Shear Zone (TCSZ) is located on the southwestern edge of the São Francisco Craton, in the interference zone between Brasília and Ribeira fold belts. It is a NE-SW trending planar subvertical structure, that extends for approximately 80 km long, usually dipping SE and locally NW. In the study area outcrops rocks from the Archean/Paleoproterozoic basement (granitic to tonalitic orthogneisses), as well as rocks from the Andrelândia Megasequence (biotite gneisses, quartzite, biotite schist and muscovite schist/gneiss). The TCSZ presents a ductile-brittle rheologic behavior, horizontal dextral relative displacement and, secondarily, vertical displacement, with SE block fallen. Previous studies estimated until 6 km of width and horizontal and vertical displacements of about 12 km and 1 km, respectively, based on the dislocation of a fold axis and of a lithological contact. The deformation is shown heterogeneously, with bands of more or less deformation intensity (protomylonites, mylonites and ultramylonites) visible only in hand specimen or outcrop scale. The TCSZ trace is not continuous along the strike, showing an “en echelon” pattern. In this case, it was not identified a continuous mylonitic strip or any deformation indicator related to the shear zone between two “en echelon” segments. This gives, in map scale, a phased geometry different from classical models of shear zones. An outline of structural contour shows that the regional foliation is reoriented vertically and parallel to TCSZ. The microtectonic analysis revealed shear sense indicators as fish type muscovite, plagioclase and epidote; C and C' type shear band; oblique foliation in quartz aggregates; foliation fish; shear band type fragmented porphyroclast; σ and δ type mantled porphyroclasts with feldspar core and quartz and feldspar sigmoidal mantles. The main quartz recrystallisation mechanism is subgrain rotation and rarely, bulging and grain boundary migration. In feldspars often occurs myrmekite and flame perthite. In gneisses and schists, biotite, muscovite, and epidote occur oriented accordingly both to the regional and mylonitic foliation, whereas chlorite occurs oriented accordingly only to the mylonitic foliation. Biotite schist is the rock that better records the TCSZ activity, developing mylonitic foliation and microstructures like mineral fishes, oblique foliation and intense quartz recrystallisation. In gneisses, which are more resistant to deformation, it is observed shear bands and mantled porphyroclast (outcrop scale) and, in thin sections, quartz recrystallisation (thin sections). The mineral assemblage and the quartz and feldspar recrystallisation style suggests that the TCSZ activity took place under greenschist to lower amphibolite facies environment, between 400 e 500°C. The vertical foliation and low-dip lineation indicates predominant strike-slip movement for the TCSZ and its development is accredited related to an E-W compression.

Key-words: shear zone, en echelon, mycrostrutures, Três Corações

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	1
3. ÁREA DE ESTUDO.....	1
3.1 Localização.....	1
3.2 Acessos.....	1
4. METODOLOGIA.....	2
5. GEOLOGIA REGIONAL.....	4
5.1 Considerações Gerais.....	4
5.2 Estruturas Transcorrentes ao Sul do Cráton do São Francisco.....	6
6. GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
7. A ZONA DE CISALHAMENTO TRÊS CORAÇÕES.....	10
8. RESULTADOS.....	10
8.1 Caracterização de litologias e de deformação-Mineralogia e Microestruturas.....	10
8.2 Dados estruturas.....	32
8.3 Ambiente metamórfico: temperatura e pressão.....	34
9. CONCLUSÕES.....	36
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXO	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Localização e vias de acesso para as áreas de estudo. Fonte: GoogleMaps (2010).</i>	2
<i>Figura 2: Articulação das cartas topográficas 1:50 000, IBGE (1975).</i>	3
<i>Figura 3: Articulação dos mapas geológicos em escala 1:100 000.</i>	3
<i>Figura 4: Mapa tectônico da borda sul do Cráton do São Francisco com destaque para as zonas de Cisalhamento Três Corações, Jesuânia e Caxambu . Modificado de Trouw et al., 2000.</i>	4
<i>Figura 5: Mapa geológico regional da região entre São Gonçalo do Sapucaí e Luminárias. Fonte:Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha SF-23, Programa Geologia do Brasil, CPRM.</i>	9
<i>Figura 6: Mapa geológico da área I. Compilado e modificado de Quéméneur et al, 2002, Trouw et al, 2003 e Peternel et al, 2008.</i>	9
<i>Figura 7: Mapa geológico da área II. Modificado de Oliveira,2010.</i>	9
<i>Figura 8: Projeções estereográficas dos polos da foliação milonítica (a) e da lineação de estiramento/ou mineral (b).</i>	32
<i>Figura 9: Relação de cristalização e estabilidade dos minerais metamórficos índices com os eventos metamórficos/ deformacionais.</i>	35
<i>Figura 10: Estimativa de temperatura e pressão durante o cisalhamento para as rochas pelíticas. Yardley, 1989.</i>	35

ÍNDICE DE FOTOS

<i>Foto 1: Afloramento de ortognaisse em lajedo. Ponto BSG 28.....</i>	<i>11</i>
<i>Foto 2: Zoom na foto 1 - Shear band tipo C.....</i>	<i>11</i>
<i>Foto 3: Zoom na foto 2 - Sigmóide quartzo feldspático.....</i>	<i>11</i>
<i>Foto 4: Afloramento de ortognaisse em pedraira. Ponto BSG 39.....</i>	<i>12</i>
<i>Foto 5: Zoom na foto 4 - Diferentes níveis de intensidade da deformação em escala de afloramento. Notar porção mais escura: ultramilonito.....</i>	<i>12</i>
<i>Foto 6: Zoom na foto 5 - Bandamento composicional mais pronunciado em nível milonítico.....</i>	<i>12</i>
<i>Foto 7: Afloramento de biotita paragnaisse milonítico. Ponto BSG 40.....</i>	<i>19</i>
<i>Foto 8: Afloramento de biotita xisto. Ponto BIT 19.....</i>	<i>22</i>
<i>Foto 9: Afloramento de biotita xisto. Notar a lineação de estiramento orientada segundo a caneta pilot. Ponto BIT 19.....</i>	<i>22</i>
<i>Foto 10: Afloramento de biotita xisto em lajedo. Ponto BTC 27.....</i>	<i>23</i>
<i>Foto 11: Sigmóide félsico indicando movimento dextral no biotita xisto. Ponto BIT27.....</i>	<i>23</i>
<i>Foto 12: Afloramento de biotita xisto. Lineação de estiramento subhorizontal. Ponto BIT46, próximo ao ponto BIT27, na foto 11.....</i>	<i>23</i>
<i>Foto 13: Afloramento de quartzito. Ponto BIT 24.....</i>	<i>30</i>
<i>Foto 14: Afloramento de quartzito. Granulometria fina e foliação subvertical. Ponto BIT 24.....</i>	<i>30</i>
<i>Foto 15: Amostra do ponto BSG 39. Ortognaisse milonítico com três níveis de intensidade de deformação.....</i>	<i>33</i>

ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS

<i>Fotomicrografia 1: Ortognaisse com textura milonítica. Porfiroclastos emersos na matriz e em níveis félsicos. Dobras assimétricas (seta amarela), porfiroclasto fraturado tipo dominó (seta em azul), porfiroclasto com stair stepping. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra. (Ponto SG 441). NP.....</i>	<i>14</i>
<i>Fotomicrografia 2: Ortognaisse milonítico. Contato entre nível félsico e nível biotítico e diferença na textura dos níveis em resposta a milonitização. Observar no nível biotítico forma arredondada dos porfiroclastos emersos na matriz. Ponto BSG 39. NC.....</i>	<i>14</i>
<i>Fotomicrografia 3: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de plagioclásio tipo σ. Ponto BSG 39. NC.....</i>	<i>15</i>
<i>Fotomicrografia 4: Ortognaisse milonítico. Nível quartzo feldspático com predomínio de cristalização por subgrain rotation (seta vermelha). Ponto BSG 39. NC.....</i>	<i>15</i>
<i>Fotomicrografia 5: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo δ. Ponto BSG 41. NC.....</i>	<i>16</i>
<i>Fotomicrografia 6: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo σ com fratura antitética. Seta em vermelho: lente de quartzo-feldspática dobrada. Ponto SG 441. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra. NC.....</i>	<i>16</i>
<i>Fotomicrografia 7: Ortognaisse milonítico. Shear band em porfiroclasto de feldspato com fraturas sintéticas e antitéticas. Ponto BSG 41. NC.....</i>	<i>17</i>
<i>Fotomicrografia 8: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo δ com fraturas sintéticas. Ponto SG 441. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra. NC.....</i>	<i>17</i>
<i>Fotomicrografia 9: Ortognaisse menos deformado. Geminação polissintética em grão de plagioclásio terminando em pontas, indicativo de que é gerado pela deformação, Ponto BSG 41. NC.....</i>	<i>18</i>
<i>Fotomicrografia 10: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de microclina com pertita em chama (setas em vermelho) e mirmequitas (seta em amarelo) Ponto SG 441. NC.....</i>	<i>18</i>
<i>Fotomicrografia 11: Biotita paragnaisse milonítico. Mica fish de muscovita e mineral fish de feldspato. Biotita recristalizada comendo a matriz. Ponto SG 464. NC.....</i>	<i>20</i>
<i>Fotomicrografia 12: Biotita paragnaisse milonítico. Foliation fish em agregado de muscovita. Ponto SG 464. NC.....</i>	<i>20</i>
<i>Fotomicrografia 13: Biotita paragnaisse com bandamento composicional. Fita de quartzo como dobra assimétrica. Recristalização tipo grain boundary area reduction. Ponto BSG 40. NC.....</i>	<i>21</i>
<i>Fotomicrografia 14: Biotita paragnaisse. Kink Band em muscovita. Seta em vermelho: mineral fish de plagioclásio. Ponto BSG 40. NC.....</i>	<i>21</i>
<i>Fotomicrografia 15: Biotita Xisto. Shear band clivage tipo C'. Ponto BIT 19. NC.....</i>	<i>25</i>

<i>Fotomicrografia 16: Biotita Xisto. Textura da rocha. Seta vermelha: epidoto orientado paralelamente a foliação milonítica. Ponto BIT 19.</i>	25
<i>Fotomicrografia 17: Biotita xisto. Shear band cleavage tipo C. Ponto BIT 27. NC</i>	26
<i>Fotomicrografia 18: Biotita xisto. Sigmóide de quartzo com crescimento por grain boundary adjustment. BIT 46. NC</i>	26
<i>Fotomicrografia 19: Biotita Xisto. Foliação oblíqua em nível rico em quartzo. Recristalização tipo SGR. Ponto BIT 19. NC</i>	27
<i>Fotomicrografia 20: Biotita xisto. Setas vermelhas: epidoto orientado paralelamente à foliação milonítica (plano C) e à pretérita (plano S). BIT 46. NP</i>	27
<i>Fotomicrografia 21: Biotita xisto. Mineral fish de epidoto orientado paralelamente à foliação milonítica e à pretérita. BIT 46. NP</i>	28
<i>Fotomicrografia 22: Biotita xisto. Kink band em grão de muscovita. BIT 46. NC</i>	28
<i>Fotomicrografia 23: Biotita Gnaisse. Porfiroclasto de feldspato tipo mineral fish. Ponto BIT 19. NC</i>	29
<i>Fotomicrografia 24: Quartzito. Grãos de quartzo recristalizado. Muscovita definindo a foliação. Ponto BIT 42. NC. Foto: Bruno Carvalho</i>	31

1. INTRODUÇÃO

A Zona de Cisalhamento Três Corações faz parte de um grupo de zonas de cisalhamento de foliação subvertical orientadas NE-SW que ocorrem a sul do Cráton do São Francisco. O estudo destas zonas de cisalhamento é importante no entendimento dos esforços atuantes na evolução das faixas móveis Brasília e Ribeira ali localizadas. No entanto, só nos últimos anos foram realizados estudos focados nas zonas de cisalhamento que ocorrem na área supracitada (Medeiros, 2004; Peternel et al., 2005; Trouw et al., 2007; Zuquim, 2008).

O presente trabalho consiste na compilação de dados coletados anteriormente pelo mesmo grupo de estudo e adição de novos dados sobre a Zona de Cisalhamento Três Corações tendo como base a metodologia de mapeamento de zonas de cisalhamento proposta pelo Prof. Dr. Rudolph A. J. Trouw e colaboradores.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo descrever em detalhe e caracterizar a deformação na Zona de Cisalhamento Três Corações, na área entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do Sapucaí.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

A área do presente estudo localiza-se no sudeste de Minas Gerais e engloba as cidades (de SW para NW) de São Gonçalo do Sapucaí, Campanha, Três Corações, São Bento Abade e Luminárias. Devido à ausência de afloramentos na porção central, as coletas de dados estiveram concentradas em duas regiões distintas: a primeira (I), nas proximidades da cidade de Luminárias e São Bento Abade e, a segunda (II), próximo a cidade de São Gonçalo do Sapucaí (Figura 1). Sendo assim, a abordagem dos dados será feita em duas áreas de estudo.

3.2 Acessos

O acesso principal se dá pela rodovia BR-267, que liga a cidade de Caxambu a Rod. Fernão Dias. Para a área II segue-se a Rod. Fernão Dias rumo a cidade de São Gonçalo do Sapucaí. O acesso para a área I é feito a partir da BR-267 e posteriormente pela MG-167 até a cidade de Três Corações. Partindo desta, chega-se na cidade de São

Bento Abade pela MG-882, de onde se segue em estrada de terra para Luminárias (Figura 1).

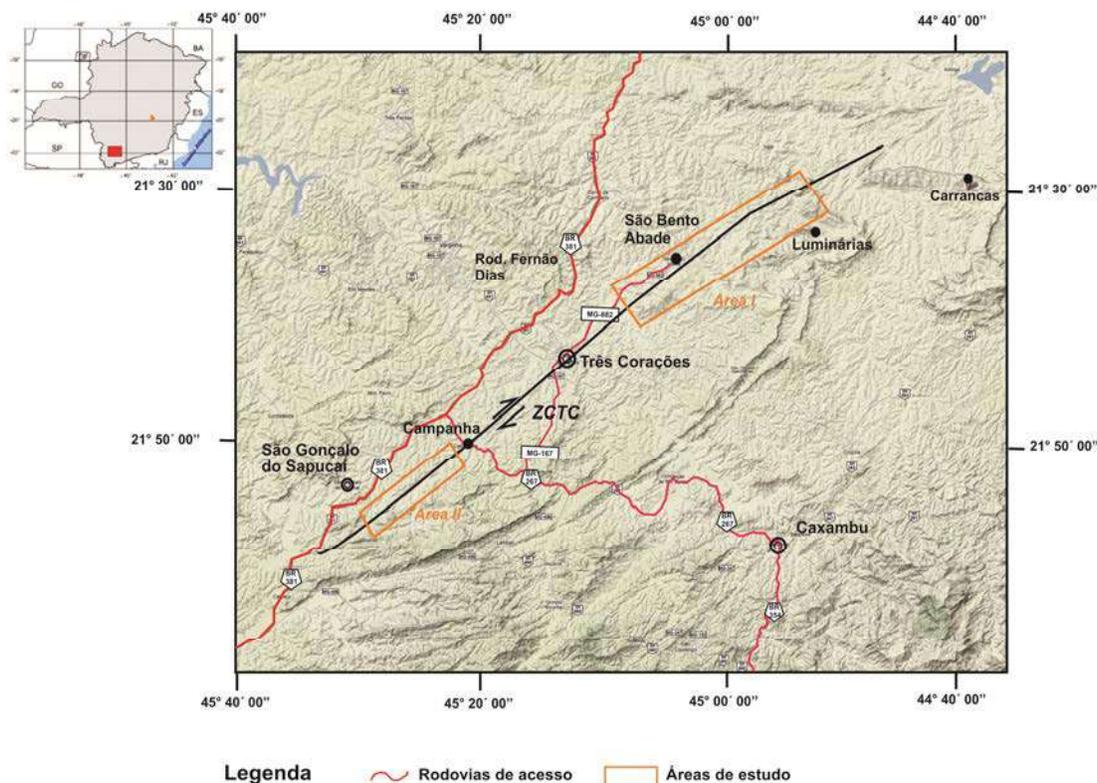


Figura 1: Localização e vias de acesso para as áreas de estudo I e II. Fonte: Modificado do GoogleMaps, 2010.

4. METODOLOGIA

A realização do presente estudo consistiu em revisão bibliográfica e organização de mapas, campanha de campo para coleta de amostras, confecção de lâminas delgadas para análise petrográfica e microtectônica, confecção de um esboço de contorno estrutural e interpretação dos dados.

Nos levantamentos de campo foram utilizadas como base topográfica as cartas São Gonçalo do Sapucaí, Lambari, Três Corações, Luminárias e Itumirim, todas na escala 1:50 000, disponibilizadas pelo IBGE (Figura 2). Como base geológica foram utilizados os mapas geológicos das folhas Lavras (Quéméneur *et al*, 2002), Caxambu (Trouw *et al*, 2003) e Varginha (Peternel *et al*, 2008) em escala 1:100 000 (Figura 3) e, em escala 1:50 000, o mapa geológico da folha São Gonçalo do Sapucaí (Oliveira, 2010). No georreferenciamento utilizou-se coordenadas UTM e *datum* Córrego Alegre.

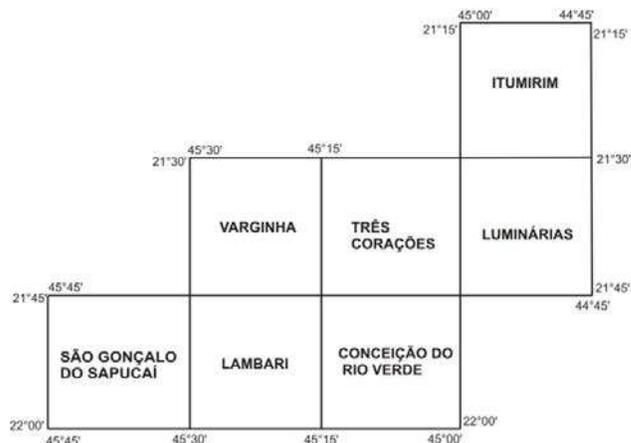


Figura 2: Articulação das cartas topográficas 1:50 000, IBGE (1975)

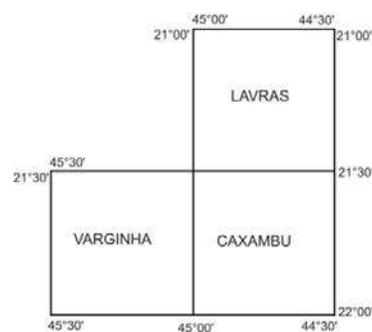


Figura 3: Articulação dos Mapas Geológicos em escala 1:100 000

A campanha de campo se deu em duas etapas: a primeira, nas proximidades de Luminárias, São Bento Abade e Três Corações em abril de 2009; a segunda, próximo a São Gonçalo do Sapucaí e Campanha, em julho de 2009, totalizando 12 dias. A realização de seções geológicas ficou prejudicada devido à escassez de afloramentos e reduzido período de campo para a escala de trabalho. Para caracterização das estruturas tectônicas foram medidos o sentido e ângulo de mergulho de foliações e lineações e, quando existentes, indicadores cinemáticos. Foram coletadas 20 amostras orientadas e destas confeccionadas 16 lâminas delgadas; outras 6 lâminas foram cedidas por colegas os quais a área de trabalho coincidiam com a deste estudo.

A descrição das lâminas foi realizada em microscópio Zeiss modelo Axioplan 2 com enfoque em análise microtectônica. O padrão cinemático foi estabelecido a partir de seções perpendiculares a foliação principal e paralelos a lineação de estiramento e/ou mineral. Na análise microtectônica foram utilizados os termos descritos em Passchier e Trouw (2005).

Na confecção de mapas e outras ilustrações foi utilizado o programa Corel DRAW[®].

5. GEOLOGIA REGIONAL

5.1 Considerações Gerais

A zona de cisalhamento está localizada na porção sul da Faixa Brasília a sudoeste da borda meridional do Cráton do São Francisco (Figura 4), na região definida como zona de interferência entre as faixas móveis Brasília e Ribeira (Trouw *et al.* 1994, 2000; Peternel *et al.* 2005; Trouw & Peternel, 2007). Esta região é caracterizada por estruturas resultantes da evolução do segmento meridional da Faixa Brasília (N-S) e da parte central da Faixa Ribeira (NE-SW), ambas geradas pela Orogênese Brasileira (Almeida & Hasui, 1984).

A Orogênese Brasileira consistiu em sucessivos eventos colisionais que viriam a formar o Supercontinente Gondwana; teve seu início em torno de 800 Ma (Almeida e Hasui, 1984) e encerrou por volta de 500 Ma (Heilbron *et al.*, 2008; Schmitt *et al.*, 2008).

A Faixa Brasília (Almeida, 1977; Marini *et al.*, 1981; Fuck *et al.* 1994; Dardenne, 2000; Valeriano *et al.*, 2004, 2008) se desenvolveu em resposta a convergência de três blocos continentais que correspondem atualmente aos crátons Amazônico, do São Francisco e ao Bloco Paranapanema (Mantovani & Bley, 2005). Consiste num conjunto de terrenos e sistemas de cavalgamento com vergência para leste em direção ao Cráton do São Francisco. É dividida em dois segmentos, setentrional e meridional. Sua porção meridional é definida por sistemas de nappes com empilhamento tectônico vergente para E-ESE agrupadas em dois conjuntos, nappes inferiores e nappes superiores (Campos Neto & Caby, 2000; Trouw *et al.* 2000). A colisão que resultou na formação da Faixa Brasília meridional gerou estruturas e metamorfismo cujo auge se deu entre 640 e 600 Ma (Darlene, 2000; Pimentel *et al.* 2000; Valeriano *et al.*, 2004, 2008) variando da fácies xisto verde nas proximidades do cráton até fácies granulito nas nappes superiores (Campos Neto & Caby, 2000; Trouw *et al.* 2000).

A Faixa Ribeira teve sua evolução controlada pela interação do Cráton do São Francisco com a microplaca Serra do Mar (Arco Magmático Rio Negro, Heilbron *et al.* 2000, 2004) e no último estágio, entre 535 e 510 Ma com o Domínio Tectônico Cabo Frio (Schmitt, 2001). Tal processo evolutivo durou de 580 Ma a 510 Ma. O orógeno Ribeira é caracterizado por empilhamento dos terrenos que convergiram no sentido NW-SE e colidiram obliquamente com o cráton gerando estruturas como falhas de empurrão e zonas de cisalhamento transpressivas. Na região considerada uma compressão final E-W de reajuste do orógeno gerou dobras abertas com plano axial

subvertical e eixos N-S e zonas de cisalhamento NE-SW destrais como a Zona de Cisalhamento Três Corações (Almeida, 2000; Heilbron *et al.*, 2004) e a Zona de Cisalhamento Caxambu (Trouw *et al.*, 2007) (Figura 4). O grau metamórfico da Faixa Ribeira varia de baixo a médio na parte sudoeste e aumenta para fácies granulito na porção central e norte.

A evolução do segmento meridional da Faixa Brasília e do segmento central da Faixa Ribeira é dividida em três estágios evolutivos (Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004). O primeiro estágio, entre 640 e 600 Ma (Campos Neto e Caby, 2000), corresponde ao fechamento do oceano Brasilides em resposta a subducção da paleoplaca São Franciscana para W e a colisão desta com o bloco Paranapanema. Este primeiro estágio corresponde à geração do sistema de nappes inferior (*klippe/nappe* Carrancas e *nappe* Luminárias-Liberdade) e do sistema de *nappes* superior (Socorro-Guaxupé) (Figura 4), que constituem a Faixa Brasília meridional. O segundo estágio foi responsável pela estruturação da Faixa Ribeira, entre 590 e 550 Ma (Machado *et al.*, 1996), com a subducção do Cráton do São Francisco para SE e posterior colisão com a microplaca da Serra do Mar. Na fase inicial foi formado o Arco Magmático Rio Negro e em seguida, no evento colisional, houve granitogênese sincolisional (Tupinambá *et al.*, 1998). O terceiro estágio está relacionado à colisão do terreno Cabo Frio com o Arco Magmático Rio Negro em torno de 520 Ma (Schmitt *et al.*, 2001).

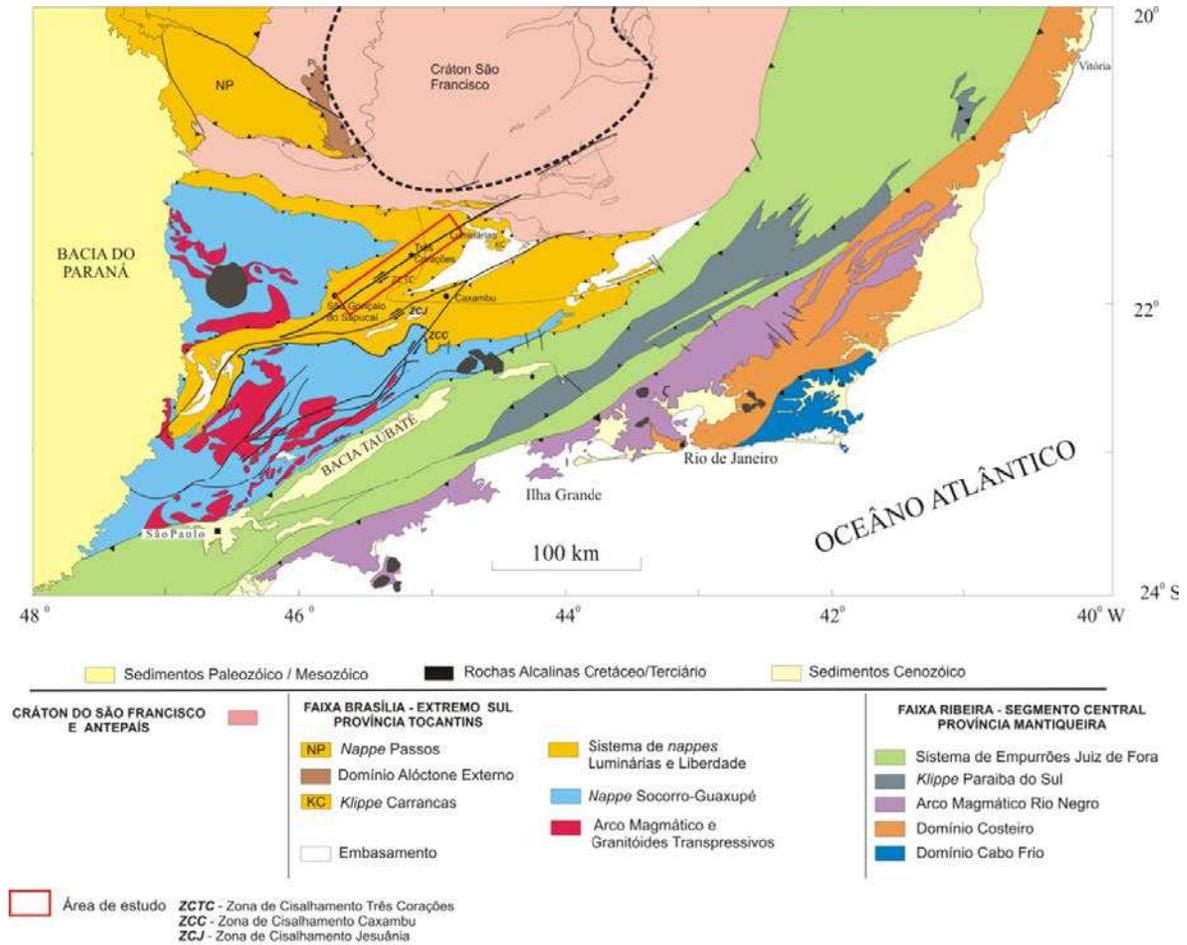


Figura 4: Mapa tectônico da borda sul do Cráton do São Francisco com destaque para as zonas de cisalhamento Três Corações, Jesuânia e Caxambu. Modificado de Trouw et al., 2000.

5.2 Estruturas transcorrentes ao sul do Cráton do São Francisco

Nas bordas sul e sudoeste do Cráton do São Francisco ocorre um conjunto de zonas de cisalhamento subverticais de orientação NE-SW que inclui o Cinturão de Cisalhamento Paraíba do Sul (Ebert et al., 1996). Além da zona de Três Corações, pode-se citar as zonas de cisalhamento Jesuânia, Caxambu (C.Trouw et al., 2007) e Maria da Fé (Zuquim, 2008). Sua gênese tem sido interpretada por diversos autores de diferentes maneiras. Machado e Endo (1993a, b, c) propõem que as zonas de cisalhamento na região central da Faixa Ribeira estão associadas a uma tectônica transpressional. Vauchez et al. (1994) vincula as zonas de cisalhamento a um modelo de indentação. Estudos mais recentes assumem que tais zonas são uma resposta a uma compressão E-W associada ao ajustes finais do Orógeno Ribeira (Trouw et al., 2000; Heilbron et al., 2004).

A Zona de Cisalhamento Caxambu (Figura 4) foi estudada por Trouw *et al.* (2003) e em mais detalhe por Medeiros (2004) e Trouw *et al.* (2007). Apresenta um comportamento reológico dúctil e deslocamento destrálc estimado em 14,5 km. É caracterizada por áreas de intensidade de deformação bem definidas, com protomilonitos e milonitos. Estima-se pressões e temperatura na fácies anfíbolito inferior para a esta zona. Embora haja alguns indicadores cinemáticos sinistrais, a presença destes últimos é interpretada pelos autores acima citados como o início da atividade da zona que foi reativada com movimento destrálc durante o Neoproterozóico.

Zuquim (2008) caracterizou a zona de cisalhamento Maria da Fé como uma zona de caráter dúctil e cinemática sinistral com rejeito mínimo de 2,25 km. Está associada a outras zonas de cisalhamento próximas, as de Cristina e Conceição da Pedra. É caracterizada por uma zona central de maior intensidade de deformação gradando lateralmente para zonas de menor intensidade. Atribui-se a esta zona pressão e temperatura da fácies anfíbolito inferior e idade de $589,9 \pm 8$ Ma (Zuquim, 2008).

6. GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

Na região entre São Gonçalo do Sapucaí e Luminárias afloram rochas das nappes, da base para o topo, Luminárias, São Tomé das Letras, Carmo da Cachoeira, Lambari e Varginha, as quais correspondem ao sistema de nappes Luminárias e Liberdade (Peternel *et al.*, 2005). Estas são compostas por um embasamento paleoproterozóico e sucessões mesoproterozóicas e neoproterozóicas, separadas por uma discordância regional, ora angular ora litológica (Peternel *et al.* 2005).

O embasamento aflora somente nas proximidades de São Gonçalo do Sapucaí, na área de estudo II, representado pelos ortognaisses São Gonçalo e Santa Luzia (Oliveira, 2010) (Figura 6), ambos na nappe Lambari. Estes são de composição tonalítica a granítica. Peternel (2005) obteve idades Pb-Pb de 2,909 Ga para um ortognaisse correlato ao primeiro na mesma nappe, e uma idade U-Pb de 2,086 Ga para o ortognaisse Santa Luzia.

As sucessões meso/neoproterozóicas são divididas em três megassequências dominadas por rochas metassedimentares. Na região em questão, afloram rochas da Megassenquência Andrelândia, de idade neoproterozóica. Paciullo *et al.*, (2000) reconheceu seis associações de litofácies divididas em duas sequências. A Sequência Carrancas, basal, é composta pelas associações AL1 (biotita gnaisses finos bandados com anfíbolitos associados), AL2 (biotita gnaisses finos intercalado com

quartzitos e xistos), AL3 (quartzitos com xistos subordinados) e AL4 (filito/xistos cinzentos com quartzitos subordinados). A Sequência Serra do Turvo é formada pelas associações AL5 (biotita xistos/gnaisses finos) e AL6 (biotita xistos/gnaisses grossos com intercalações de rochas calcissilicáticas e anfibolitos). Na área I afloram rochas das unidades AL 1 a AL 5 enquanto que na área II afloram, junto ao embasamento, as rochas da unidade AL 1, AL2 e AL 6 (Figura 5).

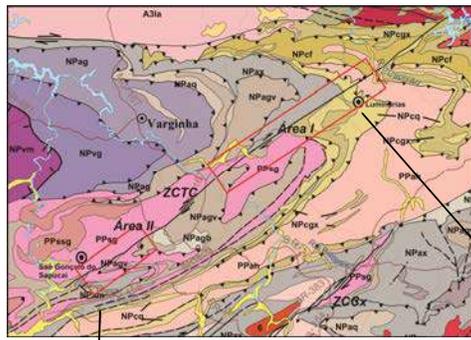


Figura 5: Mapa geológico regional da área entre São Gonçalo do Sapucaí e Luminárias. Fonte: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha SF-23, Programa Geologia do Brasil, CPRM.

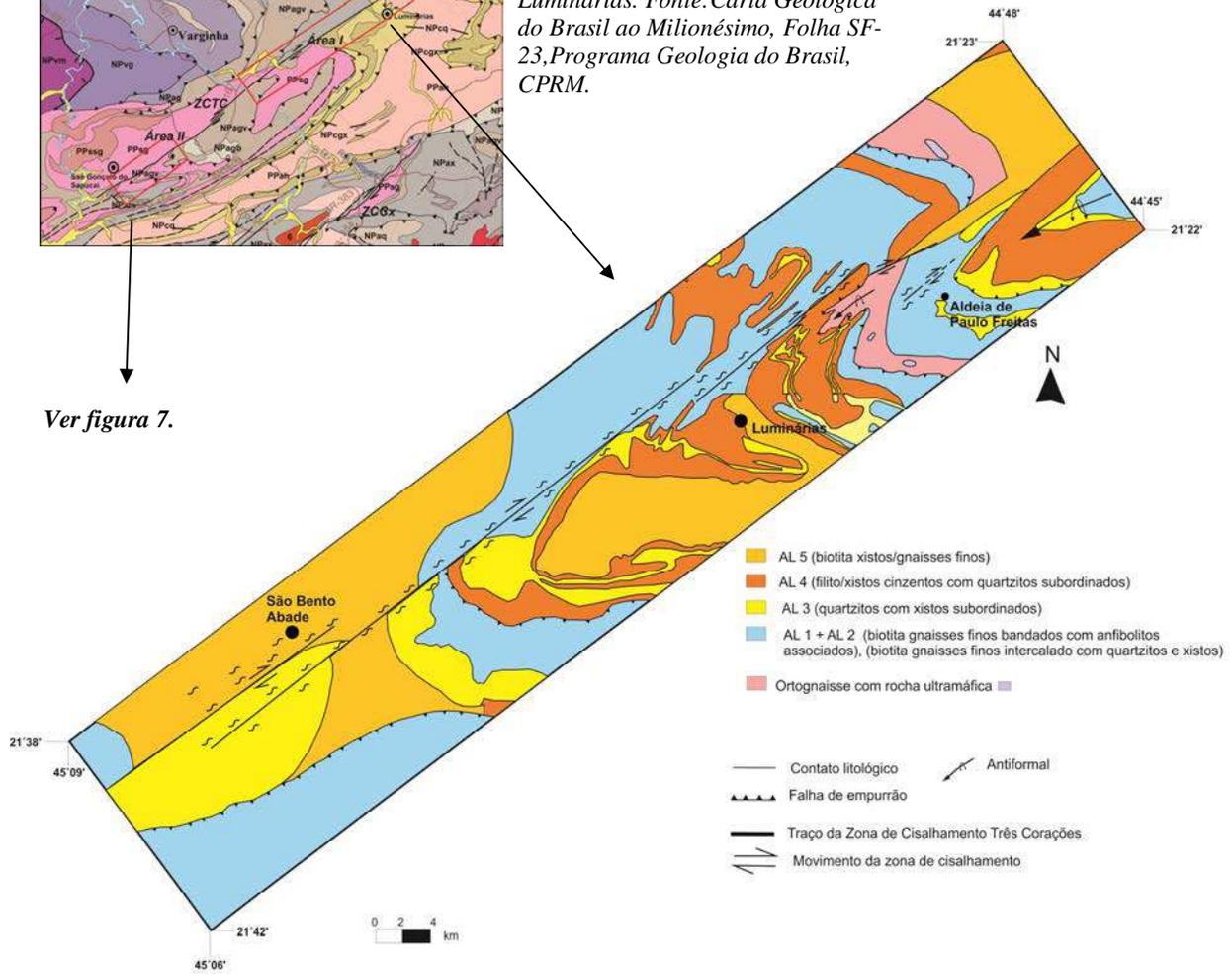


Figura 6: Mapa geológico da área I. Compilado e modificado de Quéméneur et al, 2002, Trouw et al, 2003 e Peternel et al, 2008.

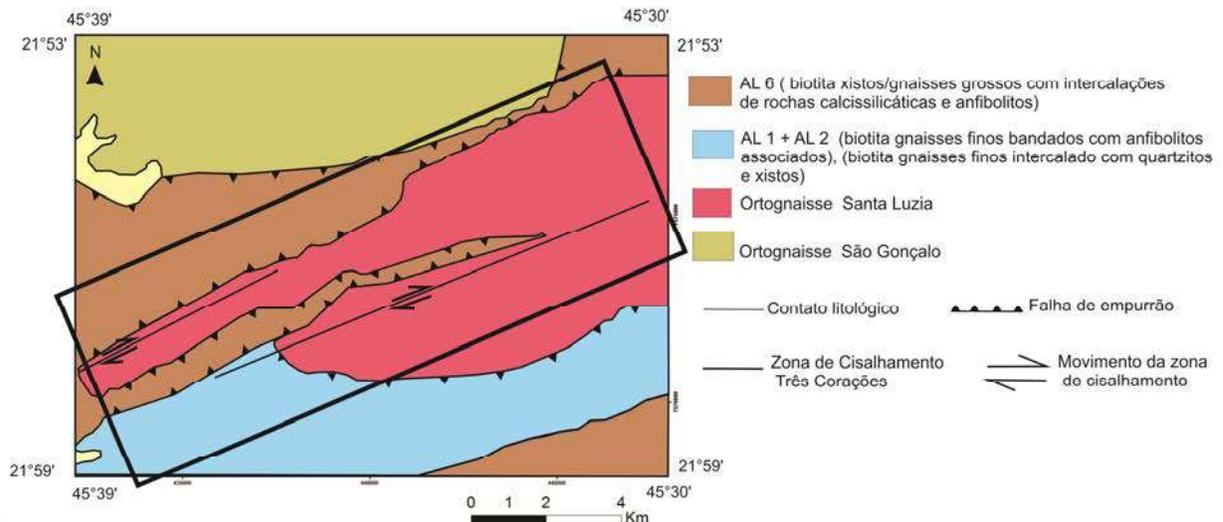


Figura 7: Mapa geológico da área II. Modificado de Oliveira, 2010

7. A ZONA DE CISALHAMENTO TRÊS CORAÇÕES

A Zona de Cisalhamento Três Corações é uma estrutura subvertical, de orientação NE-SW. Sua extensão foi definida a partir da cidade de Itutinga até além da cidade de Três Corações (Trouw et al., 1982; Quemeneur et al., 2002). No entanto dados atuais (Trouw, comunicação verbal) indicam que a Zona de Cisalhamento Três Corações termina na aldeia de Paulo Freitas, aproximadamente 10 km a SW de Itutinga. Para SW a zona continua com certeza até além da cidade de São Gonçalo do Sapucaí (Oliveira, 2010). Assim a extensão mínima seria na ordem de grandeza de 80 km. Apresenta um comportamento reológico dúctil-rúptil e componente de movimento horizontal dextral (Trouw et al., 1982; Peternel et al., 2005) e, secundariamente vertical (Almeida, 1992). Na área de Luminárias, Almeida (1994) propõe um componente horizontal dextral e secundariamente um componente vertical reverso no qual o bloco sul da zona subiu em relação ao norte, com rejeito total de 10 km. Este mesmo autor define 6 km de espessura para a zona de cisalhamento na região de Luminárias. Nas redondezas de Três Corações, Peternel *et al.* (2005) estimaram um rejeito horizontal verdadeiro de ~12 km com base no deslocamento do eixo de uma dobra e, rejeito vertical de centenas de metros, o que teria causado levantamento do bloco norte da zona em relação ao bloco sul. O traço escalonado, que confere uma forma em echelon para ZCTC, foi proposto por Chrispim e Santos (1989) nos arredores de São Bento Abade. Além do deslocamento de contatos, a zona de cisalhamento deforma estruturas anteriores, paralelizando a foliação regional e eixos de dobras (Peternel, 2000).

8. RESULTADOS

Para caracterizar a deformação da zona de cisalhamento, foram comparadas amostras de rochas não afetadas e de rochas afetadas pela deformação e feita uma análise do comportamento da foliação regional em relação à zona de cisalhamento e a geometria desta com base nos mapas geológicos utilizados (ver item 4).

8.1 Caracterização de litologias e de deformação

Quatro litotipos apresentam textura milonítica: ortognaisse, biotita paragnaisse, biotita xisto e quartzito.

8.1.1 Ortognaisse

Esta litologia correlaciona-se à Unidade Santa Luzia descrita por Oliveira (2010) e ocorre somente na área II, geralmente na forma de lajedos (Foto 1). Constitui uma

rocha de coloração cinza, porfirítica, de granulometria fina a média e xistosidade definida pela orientação preferencial da biotita. Quando próxima a zona de cisalhamento apresenta bandamento composicional mais fortemente desenvolvido (Foto 6) e pode-se observar shear bands (Foto 2) e sigmóides de quartzo/feldspato em escala de afloramento (Foto 3).

Trata-se de um gnaisse porfirítico inequigranular cujos grãos são subedrais e o contato entre eles é interlobado. É composto essencialmente por quartzo, microclina, plagioclásio e biotita e, como minerais acessórios, ocorrem hornblenda, epidoto, allanita, granada, zircão, titanita, apatita e opacos. Os fenocristais são compostos por microclina e plagioclásio. Trata-se de um gnaisse de composição granítica a granodiorítica (Oliveira, 2010).



Foto 1: Afloramento de ortognaisse em lajedo. Ponto BSG 28

Foto 2: Zoom na foto 1 - Shear band tipo C



Foto 3: Zoom na foto 2 - Sigmóide quartzo feldspático

Foto 4: Afloramento de ortognaisse em pedreira.
Ponto BSG 39

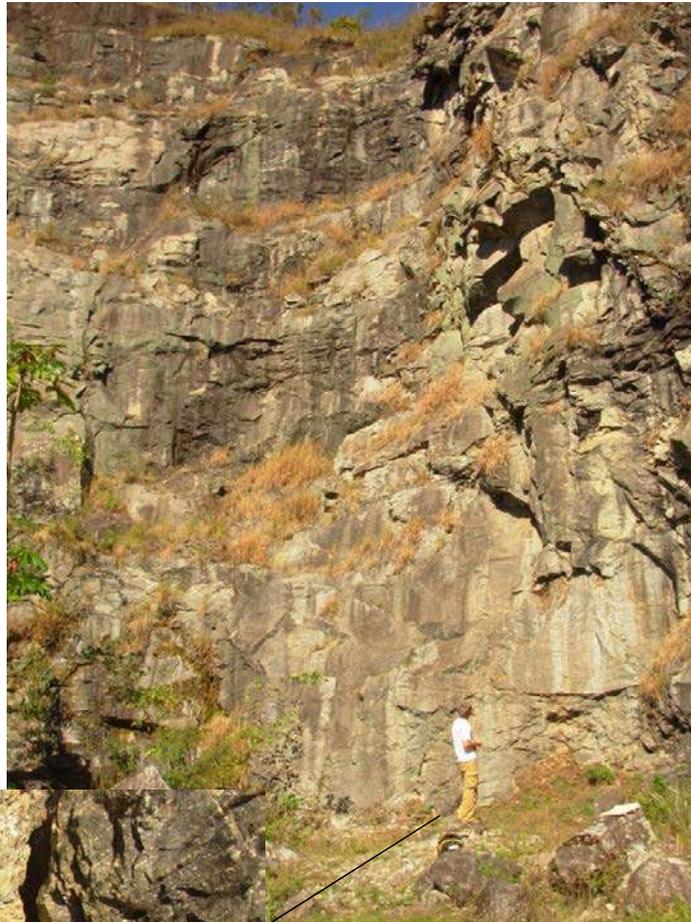
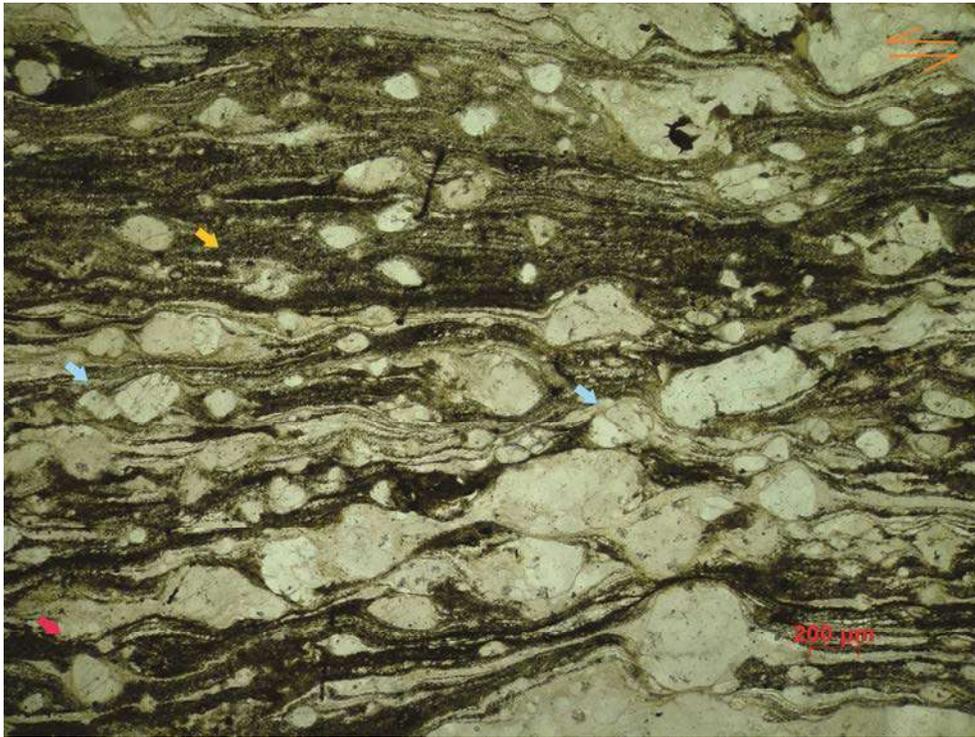


Foto 5: Zoom na foto 3 -
Diferentes níveis de
intensidade da deformação
em escala de afloramento.
Notar porção mais escura:
ultramilonito

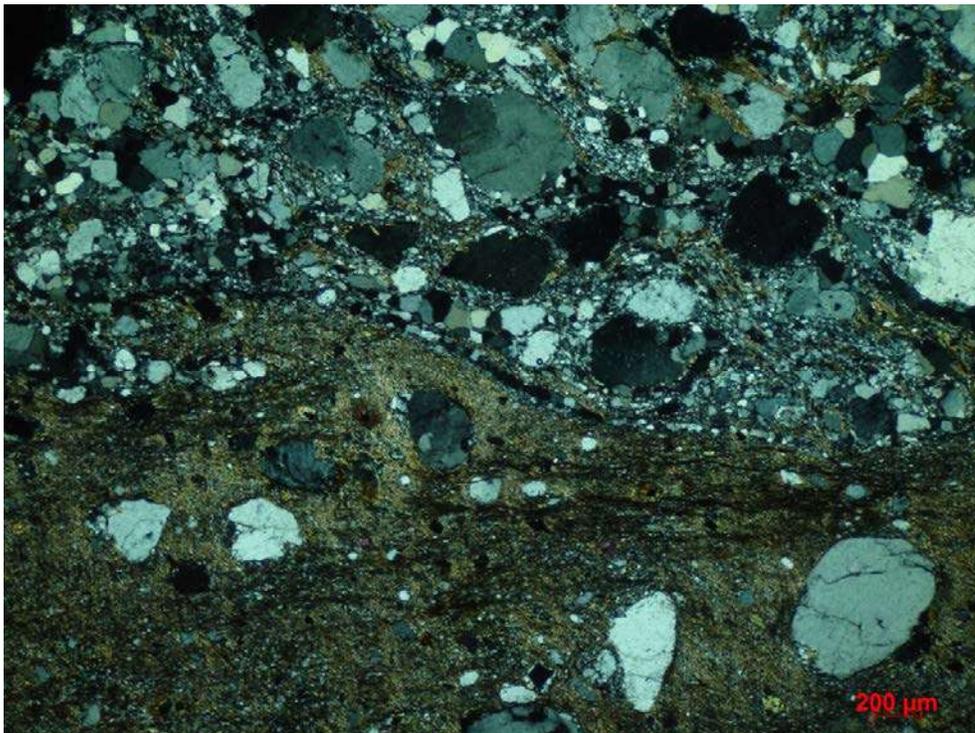


Foto 6: Zoom na foto 5 – Bandamento
composicional mais pronunciado em nível
milonítico

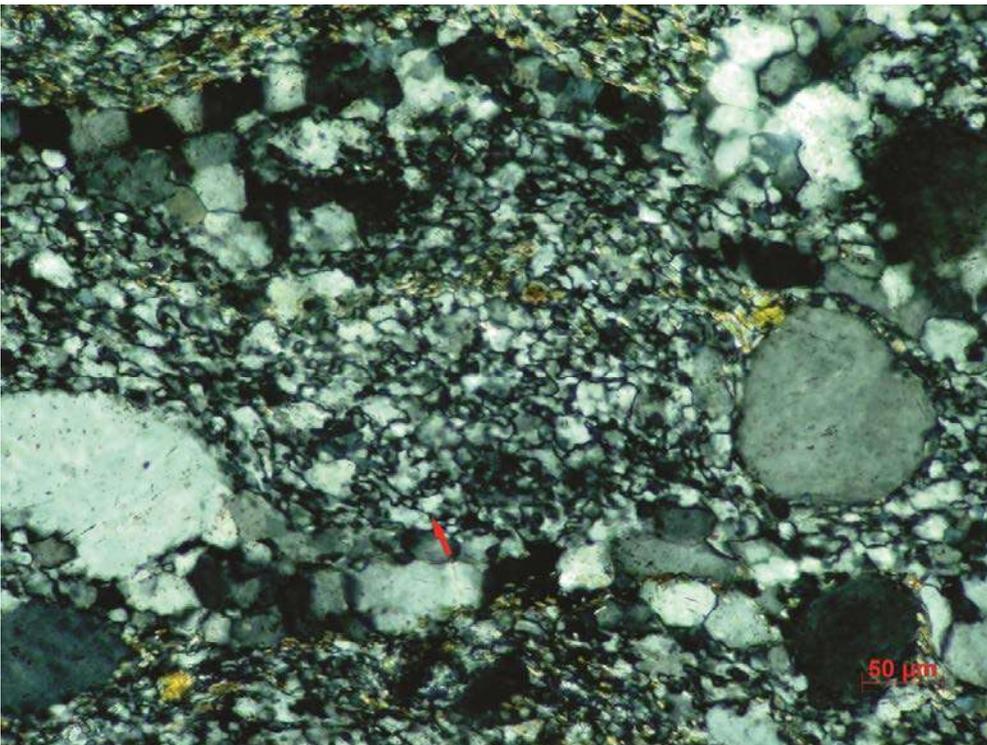
Quando afetado pela deformação, o ortogneisse apresenta uma foliação milonítica (Fotomicrografia 1) que pode ser do tipo anastomosada ou contínua, definida pela orientação preferencial da biotita. Nos níveis félsicos, quartzo e feldspatos aparecem recristalizados, com contatos interlobados e, em menor proporção, poligonais, evidenciando predomínio de recristalização por *subgrain rotation* e secundariamente por *bulging* e *grain boundary migration* (Fotomicrografia 4). Em níveis biotíticos, o feldspato aparece emerso na matriz como porfiroclastos arredondados com manto recristalizado formando estruturas tipo δ e σ , com *stair stepping* (Fotomicrografias 1, 3, 5, 6 e 8) ou com sombra de pressão. Em amostras pouco deformadas, os porfiroclastos feldspáticos apresentam-se fraturados, com planos antitéticos e sintéticos, formando objetos tipo dominó ou com *shearbands*, o que evidencia um comportamento rúptil (Fotomicrografias 1, 6, 7 e 8). Dobras assimétricas também ocorrem em níveis mais félsicos (Fotomicrografias 1 e 6). Bordas com geminação polissintética terminando em pontas, mirmequitas e pertita em chama ocorrem tanto nos porfiroclastos quanto nos contatos entre os grãos nas amostras menos e mais deformadas (Fotomicrografias 9 e 10). Ocorrem fitas de quartzo paralelas a foliação na qual o quartzo aparece com deformação intracristalina e contatos pouco definidos ou sem deformação intracristalina com contatos poligonais. A biotita aparece recristalizada com sua granulometria fortemente reduzida (Fotomicrografia 2).



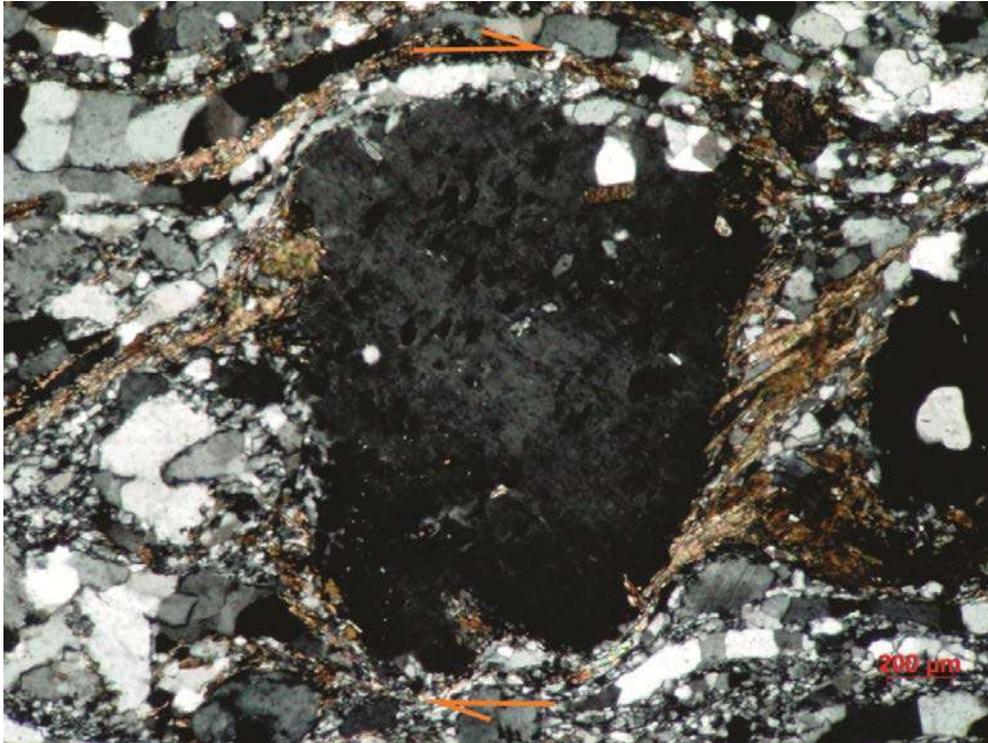
Fotomicrografia 1: Ortognaisse com textura milonítica. Porfiroclastos emersos na matriz e em níveis félsicos. Dobras assimétricas (seta amarela), porfiroclasto fraturado tipo dominó (seta em azul), porfiroclasto com stair stepping. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra. (Ponto SG 441). NP



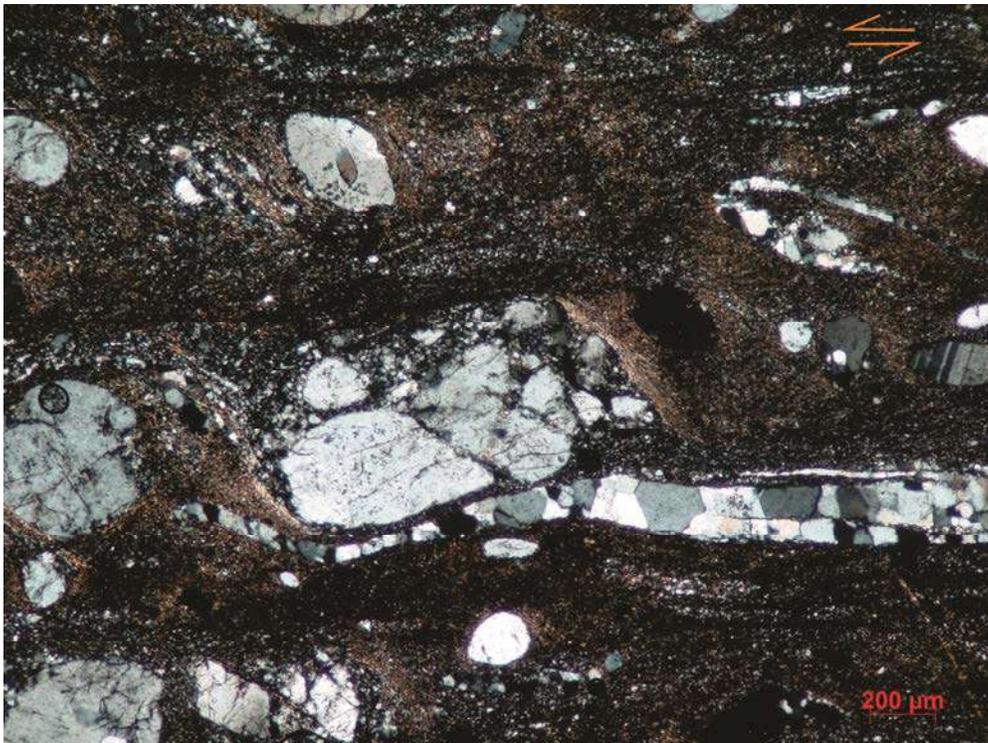
Fotomicrografia 2: Ortognaisse milonítico. Contato entre nível félsico e nível biotítico e diferença na textura dos níveis em resposta a milonitização. Observar no nível biotítico forma arredondada dos porfiroclastos emersos na matriz. Ponto BSG 39. NC



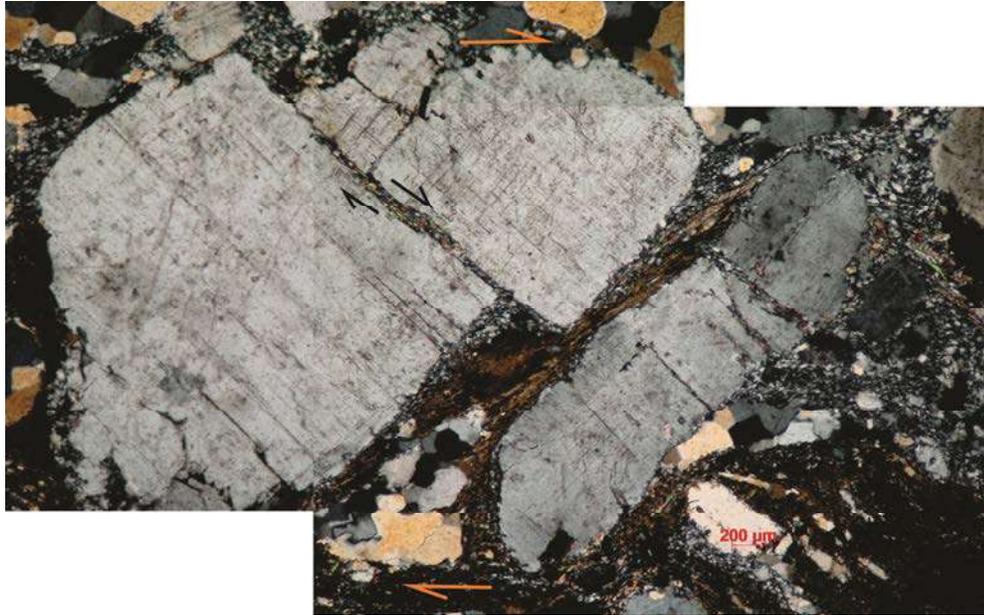
Fotomicrografia 4: *Ortognaisse milonítico. Nível quartzo feldspático com predomínio de cristalização por subgrain rotation (seta vermelha). Ponto BSG 39. NC*



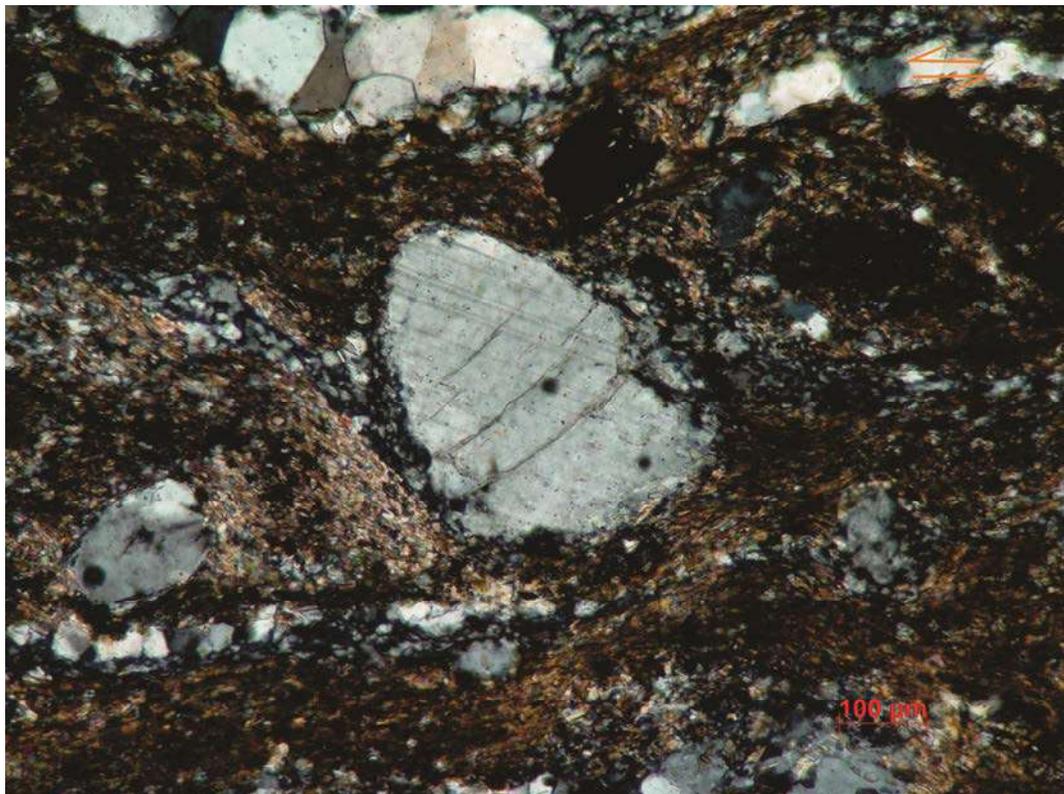
Fotomicrografia 5: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo δ . Ponto BSG 41. NC



Fotomicrografia 6: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo σ com fratura antitética. Seta em vermelho: lente de quartzo-felspática dobrada. Ponto SG 441. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra. NC



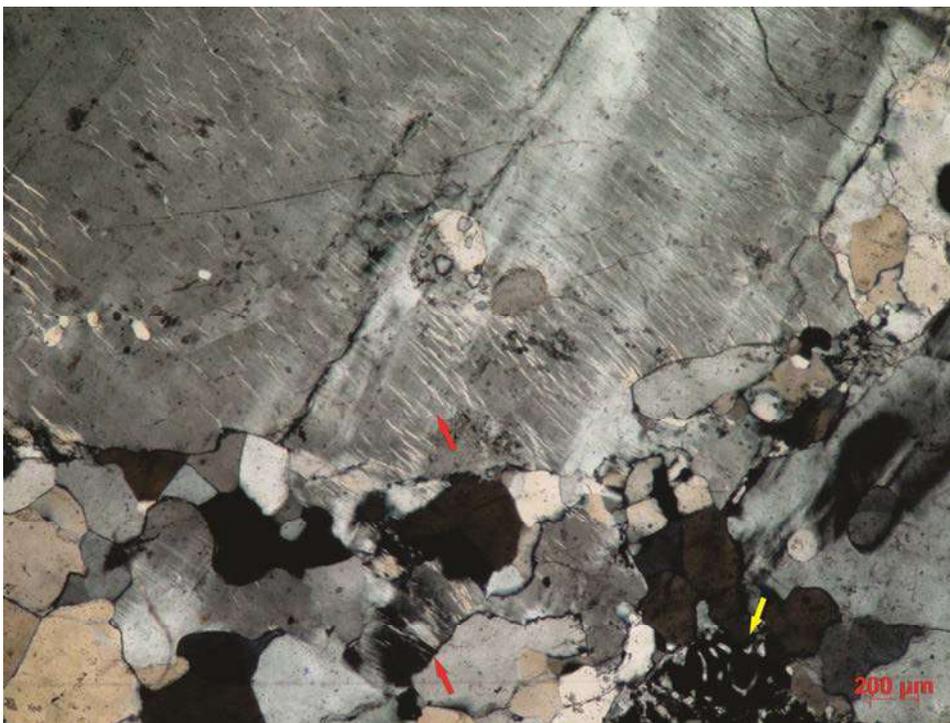
Fotomicrografia 7: Ortognaisse milonítico. Shear band em porfiroclasto de feldspato com fraturas sintéticas e antitéticas. Ponto BSG 41. NC



Fotomicrografia 8: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de feldspato com manto de recristalização do tipo δ com fraturas sintéticas. Ponto SG 441. Movimento sinistral nesta lâmina é devido ao corte na amostra NC



Fotomicrografia 9: Ortognaisse menos deformado. Geminação polissintética em grão de plagioclásio terminando em pontas, indicativo de que é gerado pela deformação, Ponto BSG 41. NC



Fotomicrografia 10: Ortognaisse milonítico. Porfiroclasto de microclina com pertita em chama (setas em vermelho) e mirmekitas (seta em amarelo) Ponto SG 441. NC

8.1.2 Biotita Paragnaisse

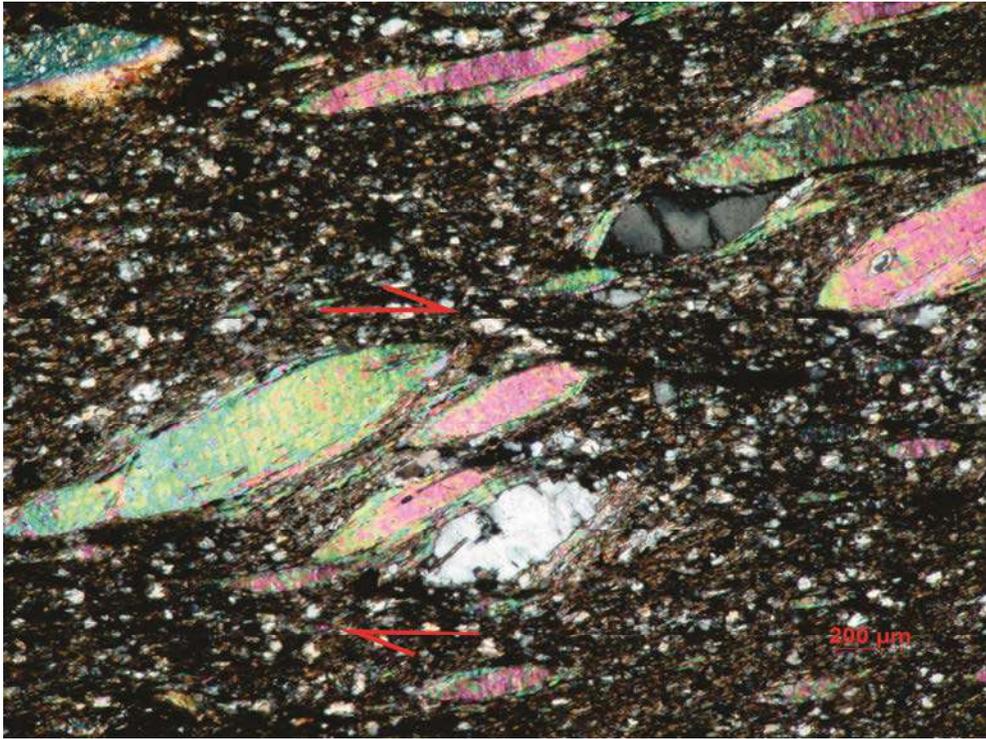
Esta litologia correlaciona-se à associação de litofácies 1 e 2 da Megassequência Andrelândia (AL1 + AL2) e ocorre nas duas áreas. Veios de pegmatitos aparecem concordantes a foliação. Indicadores cinemáticos tipo sigmóides quartzo feldspáticos são observáveis em escala de afloramento. Constitui rocha de cor cinza, granulometria fina a média cuja xistosidade é definida por planos micáceos.

É composta essencialmente por quartzo, plagioclásio, microclina e biotita enquanto que como minerais acessórios ocorrem muscovita, allanita, granada, clorita, titanita, zircão e minerais opacos. A foliação é definida pela orientação preferencial das micas e paralela a foliação

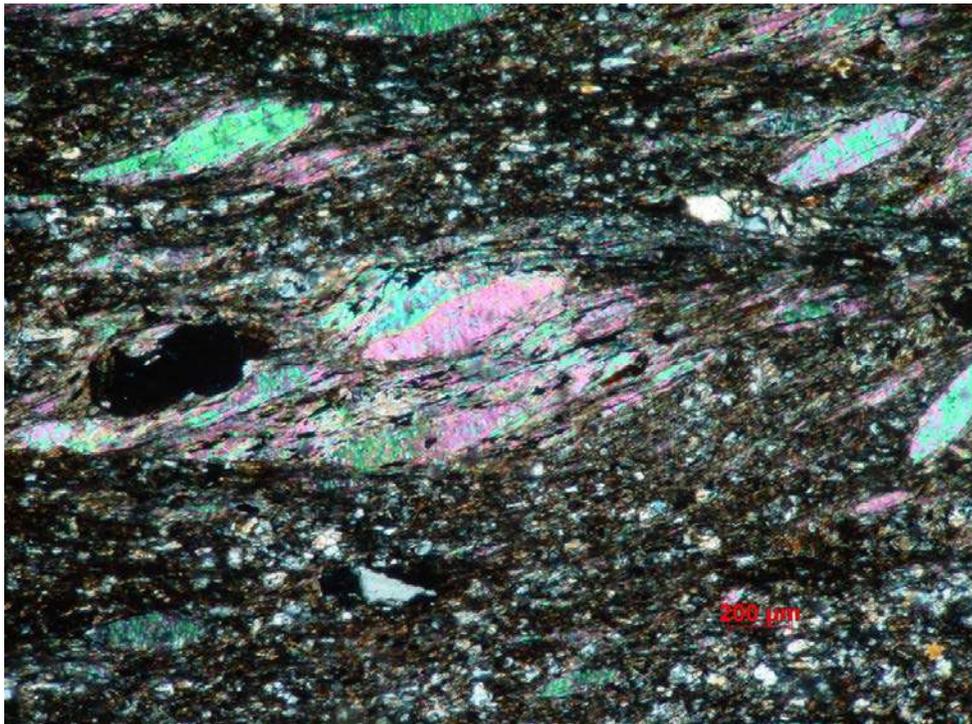


Foto 7: Afloramento de biotita paragnaisse milonítico. Ponto BSG 40

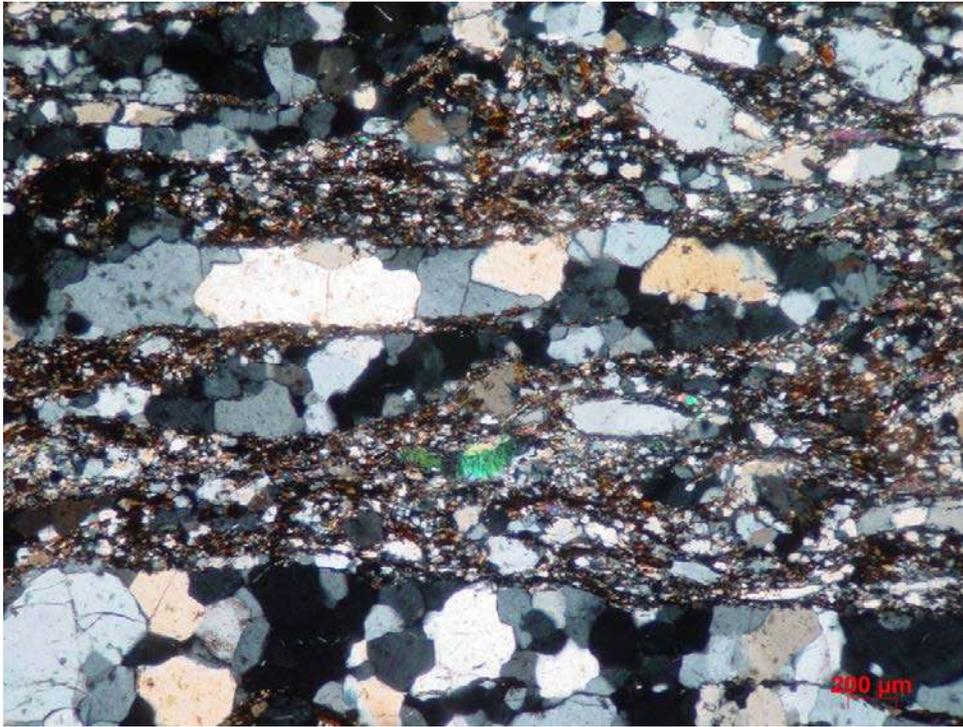
Esta rocha quando afetada pela deformação, desenvolve uma foliação contínua e porfiroclastos com geometria assimétrica. Quartzo e feldspato aparecem compondo a matriz enquanto que o plagioclásio ocorre também como porfiroclasto, formando estrutura tipo *mineral fish* (Fotomicrografias 11 e 14). São escassos porfiroclastos com manto de recristalização. Fitas de quartzo com contatos poligonais e deformação intracristalina são freqüentes em amostra menos deformada, nas quais o principal mecanismo de recristalização identificado é do tipo *grain boundary area reduction*. Essas fitas também aparecem como dobras assimétricas (Fotomicrografias 13). A biotita compõe a matriz e tem sua granulometria reduzida, enquanto que a muscovita aparece como grãos de granulometria média em estruturas tipo *mica fish* ou *foliation fish* ou com *kink bands* (Fotomicrografias 11, 12 e 14).



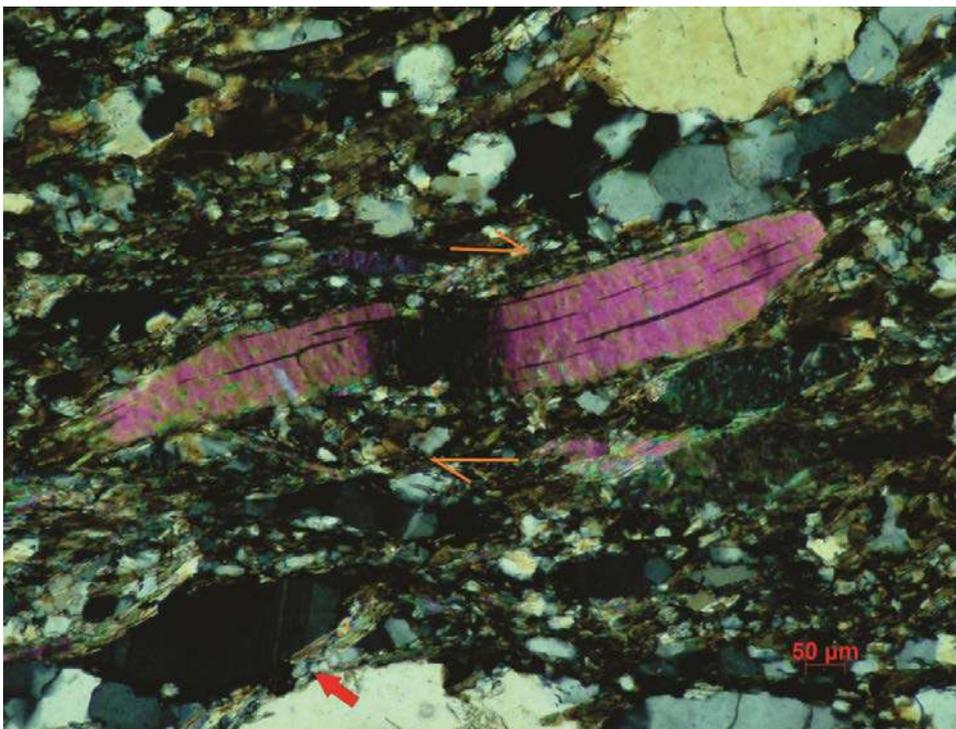
Fotomicrografia 11: Biotita paragnaisse milonítico. Mica fish de muscovita e mineral fish de feldspato. Biotita recristalizada compoendo a matriz. Ponto SG 464. NC



Fotomicrografia 12: Biotita paragnaisse milonítico. Foliation fish em agregado de muscovita. Ponto SG 464. NC



Fotomicrografia 13: Biotita paragnaisse com bandamento composicional. Veio de quartzo dobrado assimetricamente. Recristalização tipo grain boundary area reduction. Ponto BSG 40. NC



Fotomicrografia 14: Biotita paragnaisse. Kink Band em muscovita. Seta em vermelho: mineral fish de plagioclásio. Ponto BSG 40. NC

8.1.3 Biotita Xisto

Esta litologia pode ser correlacionada a associação de litofácies 5 da Megassequência Andrelândia e ocorre na área I. Trata-se de uma rocha de coloração cinza escuro, de granulometria fina, com xistosidade definida pela orientação preferencial de micas. Em escala de afloramento, quando na área da zona de cisalhamento, é possível reconhecer uma proeminente lineação de estiramento (Fotos 9 e 12), sigmóides quartzo feldspáticos (Foto 11).



Foto 8: Afloramento de biotita xisto. Ponto BIT 19



Foto 9: Afloramento de biotita xisto. Notar a lineação de estiramento orientada segundo a caneta pilot. Ponto BIT 19

Foto 10: Afloramento de biotita xisto em lajedo. Ponto BTC 27

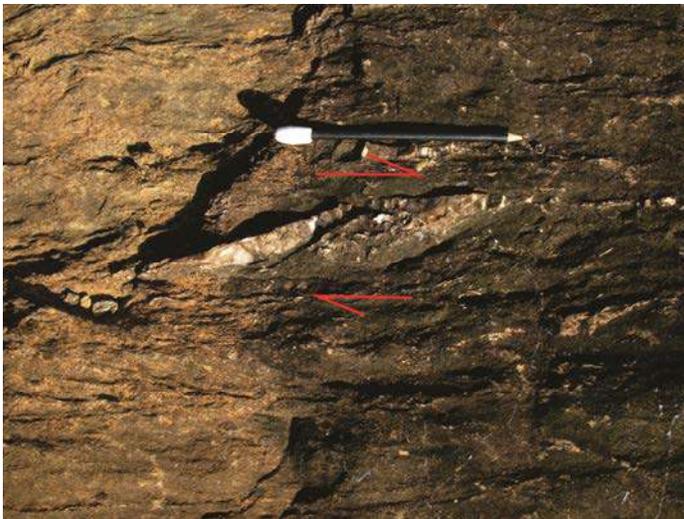


Foto 11: Sigmóide félsico indicando movimento dextral no biotita xisto. Ponto BIT27

Foto 12: Afloramento de biotita xisto. Lineação de estiramento subhorizontal. Ponto BIT46, próximo ao ponto BIT27, na foto 11.



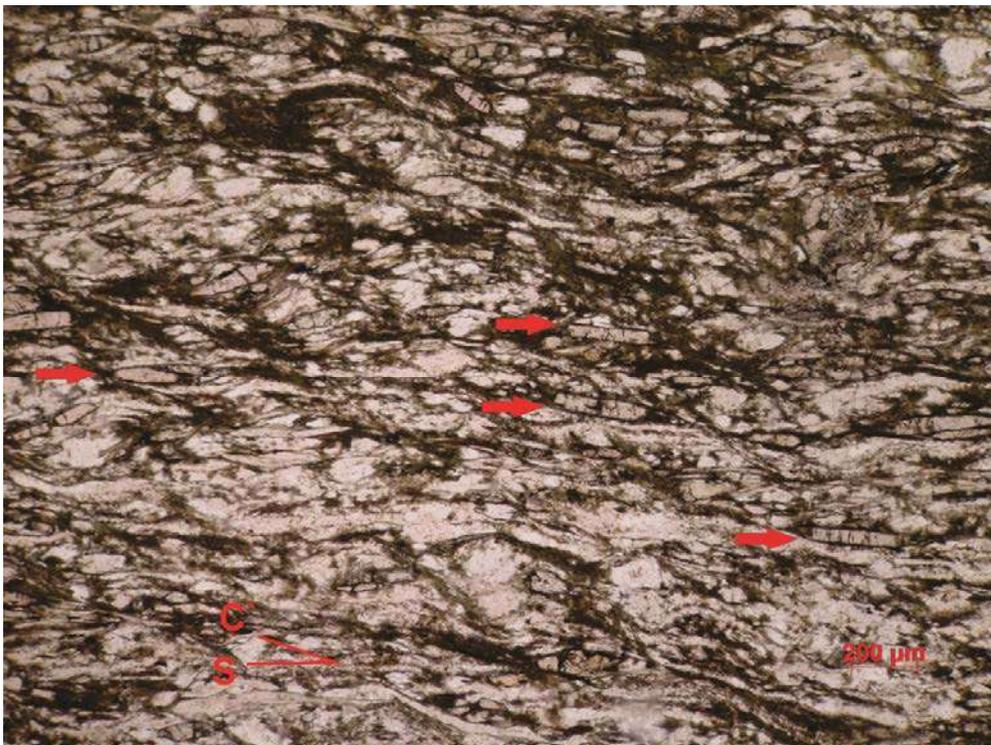
O biotita xisto é constituído essencialmente de quartzo, plagioclásio, microclina, biotita e muscovita enquanto que epidoto, clorita, calcita, granada, titanita, zircão, allanita e opacos são acessórios. A xistosidade é definida pela orientação preferencial da biotita e muscovita e paralela ao bandamento composicional.

Esta rocha quando milonitizada desenvolve uma foliação do tipo anastomosada. São identificadas *shear band cleavage* do tipo C e C'. A primeira, C, ocorre quando a foliação pretérita (S) é cortada pela foliação gerada pela zona de cisalhamento (C) (Fotomicrografia 17 e 20); o segundo tipo ocorre quando pequenas zonas de cisalhamento transectam com pequeno ângulo a foliação milonítica, que neste caso, obliterou a foliação anterior (Fotomicrografia 15 e 16). Lentes de quartzo apresentam assimetria sigmoidal (Fotomicrografia 18). Em níveis mais ricos em quartzo, os grãos tem sua forma orientada preferencialmente a qual faz um pequeno ângulo com a foliação milonítica. Este tipo de estrutura é identificada como foliação oblíqua e o mecanismos de recristalização dominante nesses níveis é por *SGR* (Fotomicrografia 19). Quartzo e biotita tem sua granulometria fortemente reduzida em relação à rocha não deformada.

O epidoto aparece tanto orientado paralelamente a foliação milonítica como na foliação pretérita (Fotomicrografia 16 e 20). Nesta última, aparece formando *mineral fish* (Fotomicrografia 21). A muscovita ocorre em grãos maiores com *kink bands* (Fotomicrografia 22) ou formando *mineral fish*. Ainda ocorrem porfiroclastos de feldspato tipo *mineral fish* (Fotomicrografia 23).



Fotomicrografia 15: Biotita Xisto. Shear band clivage tipo C. Ponto BIT 19. NC



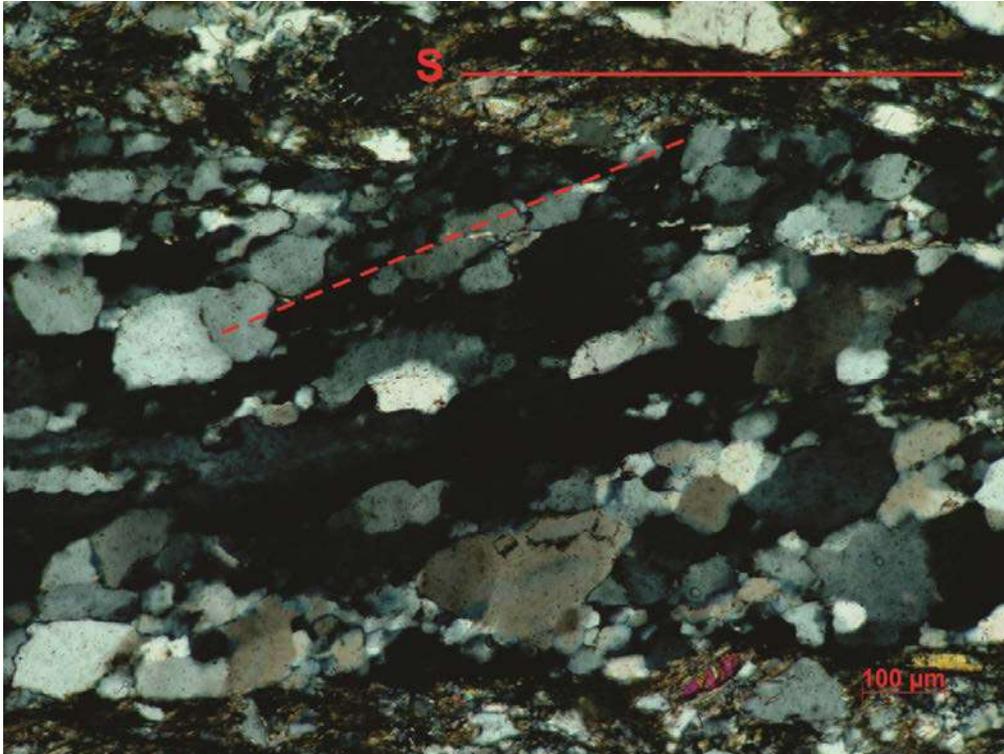
Fotomicrografia 16: Biotita Xisto. Textura da rocha. Seta vermelha: epidoto orientado paralelamente a foliação milonítica. Ponto BIT 19.



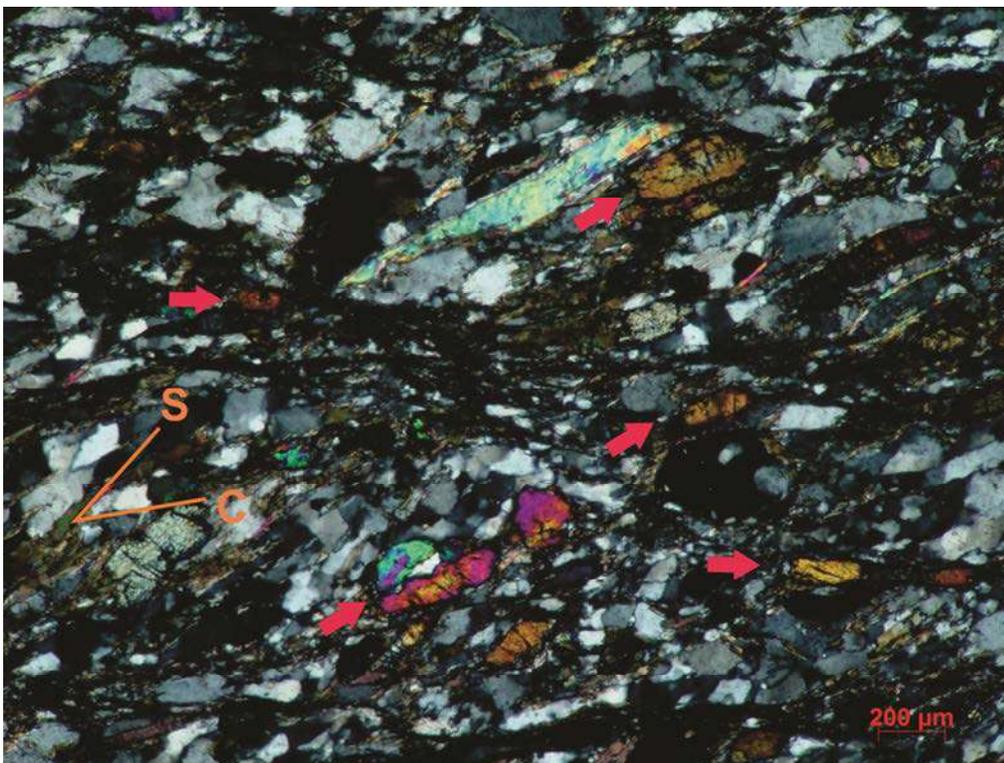
Fotomicrografia 17: Biotita xisto. Shear band cleavage tipo C. Ponto BIT 27. NC



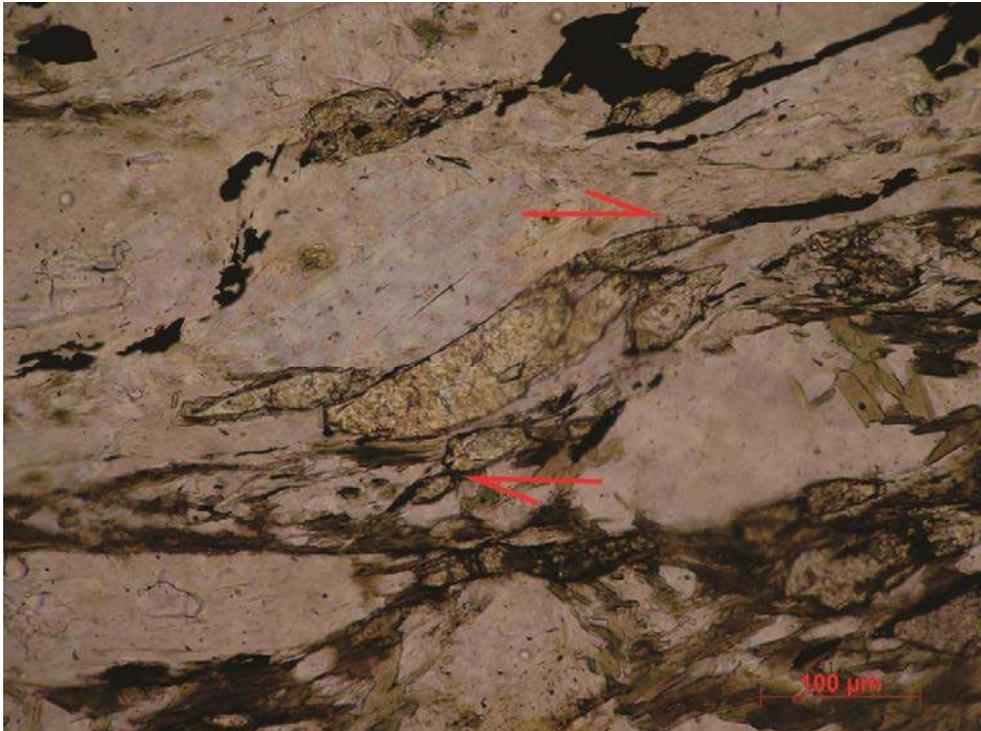
Fotomicrografia 18: Biotita xisto. Sigmóide de quartzo com crescimento por grain boundary adjustment. BIT 46. NC



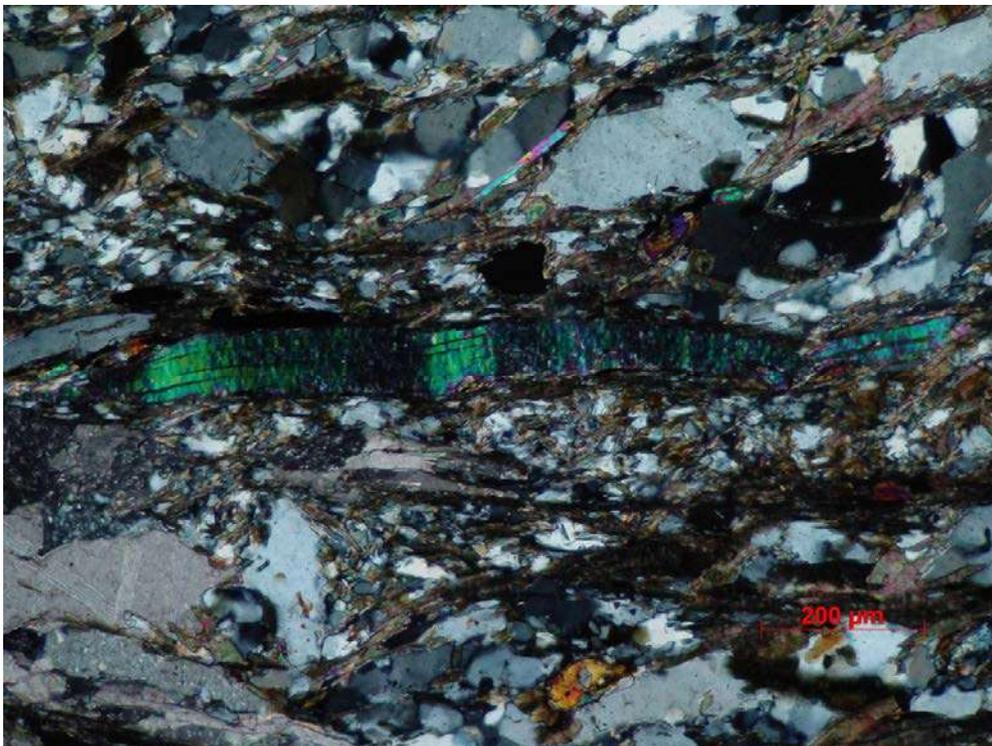
Fotomicrografia 19: Biotita Xisto. Foliação oblíqua em nível rico em quartzo. Recristalização tipo SGR. Ponto BIT 19. NC



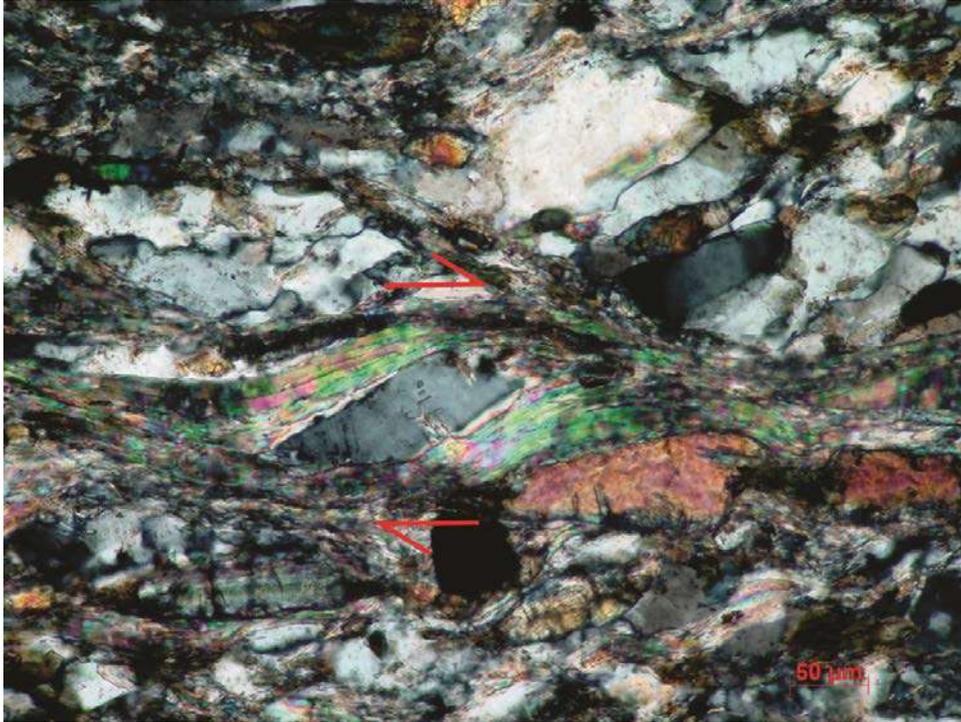
Fotomicrografia 20: Biotita xisto. Setas vermelhas: epidoto orientado paralelamente à foliação milonítica (plano C) e à pretérita (plano S). BIT 46. NP



Fotomicrografia 21: Biotita xisto. Mineral fish de epidoto orientado paralelamente à foliação milonítica e à pretérita. BIT 46. NP



Fotomicrografia 22: Biotita xisto. Kink band em grão de muscovita. BIT 46. NC



Fotomicrografia 23: Biotita Gnaisse. Porfiroclasto de feldspato tipo mineral fish. Ponto BIT 19. NC

8.1.4 Quartzito

Correlaciona-se a unidade AL 1 + 2 na area II e a AL3 na área I intercalado com biotita paragneisses. Trata-se de um quartzito de granulometria media que quando próximo a zona de cisalhamento tem sua granulometria reduzida para fina (Foto 13). É composto essencialmente por quartzo e muscovita e localmente ocorre biotita e opacos. A foliação é definida por planos micáceos.



Foto 13: Afloramento de quartzito. Ponto BIT 24



Foto 14: Afloramento de quartzito. Granulometria fina e foliação subvertical. Ponto BIT 24

Os grãos são equigranulares com contatos poligonais, o que indica que o quartzo foi quase totalmente recristalizado acompanhado de *grain boundary area reduction*. Em lâmina, a foliação é do tipo espaçada definida pela orientação preferencial da muscovita. No ponto BIT 42, entre a cidade de Itutinga e Luminárias, o quartzito apresenta granulometria reduzida em escala de afloramento. No entanto, em lâmina não foram observados indícios de deformação que possam ser atribuídos a zona de cisalhamento. Próximo cidade de São Bento Abade, o quartzito apresenta as mesmas características, porém, apesar de não ser possível confecção de lâmina neste ponto, o mesmo situa-se bem próximo a outros pontos com registros de rochas milonitizadas.



Fotomicrografia 24: Quartzito. Grãos de quartzo recristalizado. Muscovita definindo a foliação. Ponto BIT 42. NC. Foto: Bruno Carvalho

8.2 Dados estruturais

Trata-se de uma zona de cisalhamento de direção NE-SW com foliação milonítica subvertical de atitude média de 135/85. A lineação de estiramento é clara no plano da foliação milonítica e melhor observada no biotita xisto (Fotos 9 e 12). Apresenta direção NE-SW com baixo ângulo de caimento predominantemente para sudoeste. Os dados de foliação e lineação foram plotados em rede estereográfica, como mostra a figura 8.

Indicadores cinemáticos podem ser observados tanto em escala de afloramento (Fotos 2, 3 e 11) como em lâmina (ver item 8.1) e mostram sentido do movimento claramente dextral para esta zona de cisalhamento. São raros indicadores que indicam comportamento sinistral e no contexto geral estes foram interpretados como irregularidades.

A deformação se distribui de forma heterogênea, com bandas de maior e menor intensidade de deformação (protomilonito, milonito e ultramilonito) visíveis somente em escala de afloramento ou de amostra de mão (Foto 15). O traçado da ZCTC no mapa é retilíneo, porém não contínuo, se deslocando de maneira “en echelon”. Nestes casos não é possível identificar continuidade lateral das faixas miloníticas ou algum indicador de deformação associada a ZCTC entre dois segmentos. Isto lhe confere, em escala de mapa, uma geometria escalonada diferente de modelos clássicos de zonas de cisalhamento.

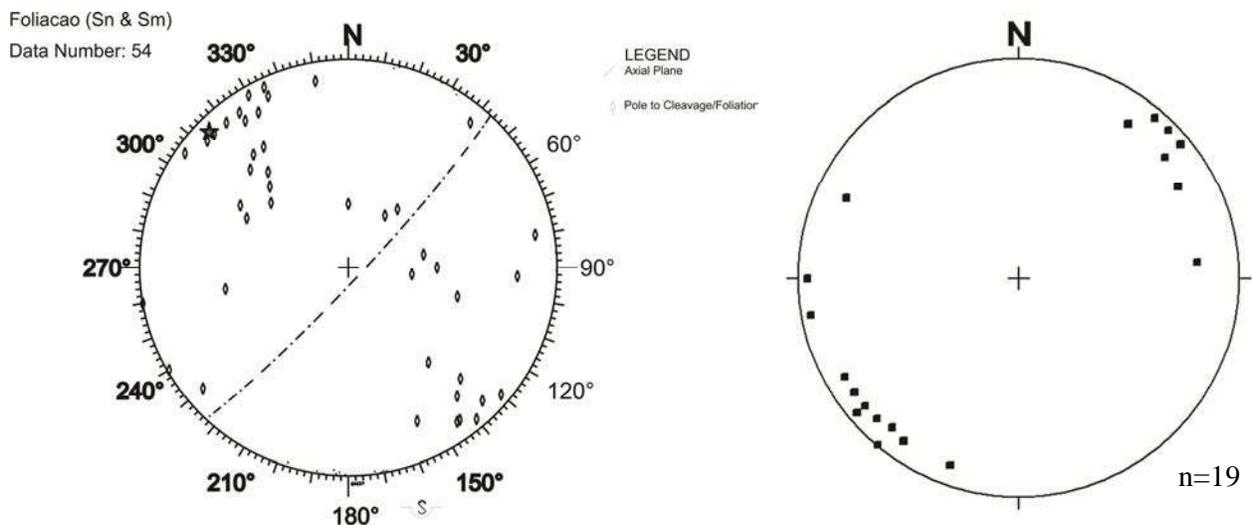


Figura 8: Projeções estereográficas dos polos da foliação milonítica (a) e da lineação de estiramento/ou mineral (b)

As rochas metassedimentares são as que mais evidenciam a deformação causada pela zona de cisalhamento, com registro de maior extensão, espessura e ocorrência de afloramentos. Próximo as cidade de Luminárias e São Bento Abade, a faixa milonítica no biotita xisto chega a atingir centenas de metros de espessura e uma certa continuidade ao longo do strike. Em lâmina, são frequentes grãos deformados assimetricamente, intensa recristalização do quartzo, feldspato e biotita e acentuação da foliação. O ortognaisse parece ser a rocha mais resistente a deformação. Em escala de lamina, são observados, além da redução da granulometria do quartzo, feldspato e biotita, porfiroclastos assimétricos manteados e principalmente com *shear bands*. Sua espessura é estimada até 1 km, centenas de metros no biotita xisto e centímetros nos ortognaisses.



Foto 15: Amostra do ponto BSG 39. Ortognaisse milonítico com três níveis de intensidade de deformação.

A morfoestrutura da zona de cisalhamento não permite mostrar em mapa zonas de intensidade de deformação variadas. No entanto, é possível identificar no mapas regionais e em campo uma rotação e verticalização da foliação pretérita, paralelizando-a ao strike da zona de cisalhamento quando próximo a ela. Em lâmina, observa-se transposição da foliação original pela da zona de cisalhamento, verificada pela presença *oblique foliation* e *shear band* tipo C e C' e, ate mesmo, obliterando totalmente a foliação anterior (ver item 8.2).

8.3 Ambiente metamórfico: temperatura e pressão

As associações minerais metamórficas encontradas nas rochas metassedimentares e no ortognaisse são:

Biotita paragnaisse: bt + musc + plag + qtz + gr + clor

Biotita xisto: bt + musc + plag + qtz + gr + clor + epid

Ortognaisse: bt + musc + plag + qtz + gr + epid

Quartzito: qtzo + musc + biot

Em todas as rochas estudadas, a biotita ocorre tanto compondo porfiroclastos como na matriz com sua granulometria reduzida. A muscovita, assim como a biotita, além de compor os porfiroclastos e a matriz, ocorre nas bordas do plagioclásio e da granada e como sombra de pressão em porfiroclastos de feldspato. Tanto a biotita quanto a muscovita aparecem orientadas paralelas a foliação milonítica como formando estruturas tipo shear band, *oblique foliation* ou *foliation fish*. Isto sugere que as duas micas se formaram antes, mas permaneceram estáveis durante a deformação da zona de cisalhamento.

Nas rochas de protólito sedimentar, o epidoto ocorre como cristais euedrais paralelos à foliação milonítica ou formando porfiroclastos assimétricos; no ortognaisse, ele ocorre bordejando a allanita. A clorita ocorre bordejando a biotita no contato desta com a calcita ou com o plagioclásio.

A granada ocorre como porfiroclastos simétricos nas sombras de pressão onde a foliação milonítica é desviada pelos grãos. Apesar do fato que nas amostras coletadas não terem sido observadas inclusões orientadas ou trilhas dentro deste mineral, supõe-se que a granada se formou anteriormente a deformação, mas permaneceu estável durante a mesma.

A coexistência da granada e da clorita sugere que o auge do metamorfismo regional esteve na fácies anfíbolito baixo, no entanto, o ambiente em que se desenvolveu a zona de cisalhamento Três Corações aproxima-se da fácies xisto verde (Figura 9).

O figura 9 mostra a relação de cristalização e estabilidade dos minerais metamórficos.

Evento Metamórfico	M-1	M-2
Mineral		
Biotita	—————	
Muscovita	—————	
Plagioclásio	—————	
Granada	—————
Clorita	 —————
Epidoto	—————	
		Deformação na ZCTC

Figura 9: Relação de cristalização e estabilidade dos minerais metamórficos índices com os eventos metamórficos/deformacionais

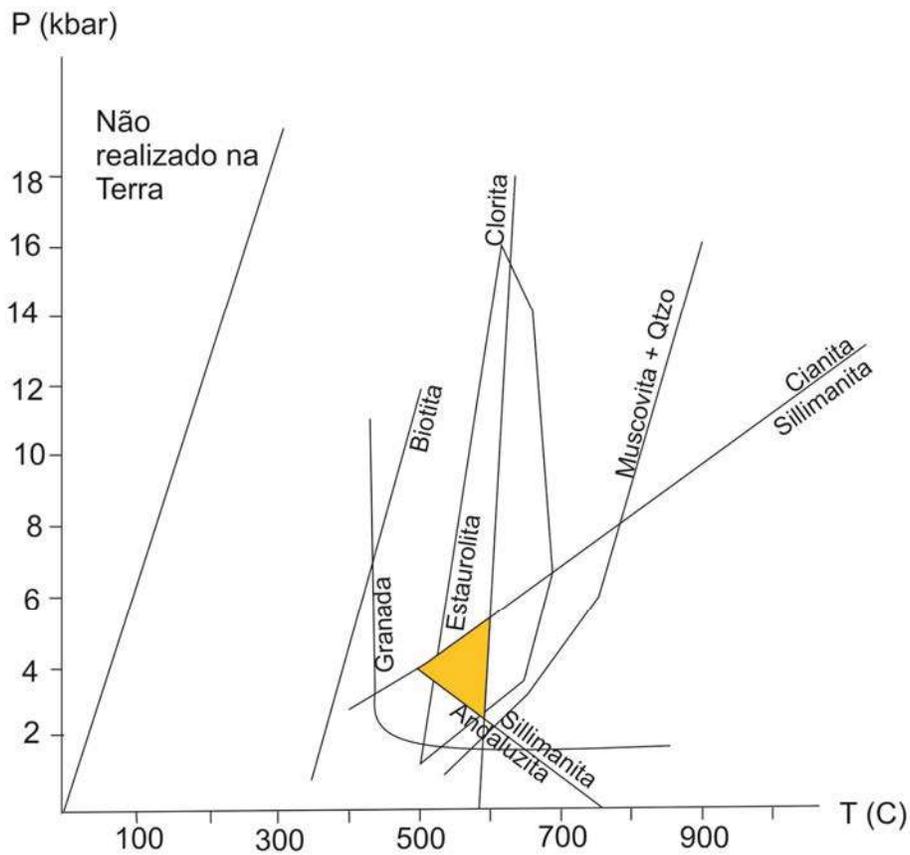


Figura 10: Estimativa de temperatura e pressão durante o cisalhamento para as rochas pelíticas. Yardley, 1989.

O principal mecanismo de recristalização do quartzo e do feldspato é por *subgrain rotation* e, mais raramente, por *bulging* e *grain boundary migration*. Poucos indícios de recristalização estática foram observados nas rochas ortoderivadas e nas metassedimentares, exceto no quartzito onde a recristalização estática obliterou qualquer outro tipo de recristalização dinâmica que tenha ocorrido. Nos feldspatos ocorrem freqüentemente geminação polissintética terminando em pontas, mirmequitas e pertita em chama (Fotomicrografias 9, e 10). Os processos predominantes de recristalização e as estruturas nos feldspatos sugerem temperaturas entre 400 e 500 °C.

9. CONCLUSÕES

A zona de cisalhamento Três Corações constitui uma estrutura planar, subvertical de orientação NE-SW com foliação de atitude média 135/85 e lineação 225/10. Apresenta comportamento reológico predominantemente dúctil com componente ruptil local, em feldspato. O movimento é transcorrente destrai com um componente vertical, comprovado pela presença de variados tipos de indicadores cinemáticos, tanto em lamina como em escala de afloramento e pelo caimento suave da lineação, confirmando dados reportados em trabalhos anteriores. Em lamina, foram reconhecidos porfiroclastos assimétricos formando estruturas núcleo manto do tipo δ e σ , com sombra de pressão ou sigmóides; *mineral fish*; *shear bands* tipo C e C'; *oblique foliation*; dobras assimétricas e *shear bands* em porfiroclastos fraturados. Em afloramento, são freqüentes sigmóides quartzo feldspáticos. Em escala de mapa, a foliação regional é rotacionada e verticalizada paralelamente ao strike da zona de cisalhamento.

Esta é uma zona de cisalhamento que não apresenta em mapa a estrutura típica, na qual se pode identificar zonas de maior ou menor intensidade de deformação. A ocorrência de rochas miloníticas não é continua ao longo do strike, o que lhe confere, em mapa, uma morfologia escalonada. Sua espessura média é estimada em 1 km. As rochas metassedimentares parecem ser aquelas que melhor registram a deformação, onde a foliação milonítica e a lineação é mais evidente e tem-se maior quantidade de indicadores cinemáticos e maior extensão e espessura da zona. Já o ortognaisse parece ser o mais resistente com poucos ocorrências de rochas miloníticas e concentração da deformação em faixas centimétricas na qual pode-se identificar protomilonitos, milonitos e ultramilonitos em amostras de mão. Os indicadores cinemáticos mais freqüentes nessas rochas são porfiroclastos manteados e fraturados. A ausência de

indícios de deformação próxima a cidade de Itutinga reduz a extensão da zona de cisalhamento Três Corações como vinha sendo apresentado em mapas na literatura. Propõe-se aqui que ela tenha sua extensão definida a partir da aldeia de Paulo Freitas até depois da cidade de São Gonçalo do Sapucaí, totalizando aproximadamente 80 km.

A partir das associações minerais, do tipo de recristalização do quartzo e feldspato e estruturas associadas estima-se para esta zona de cisalhamento temperatura e pressão características da fácies xisto verde. A direção NW-SE e o sentido de movimento dextral indicam que a ZCTC é resultante de uma compressão E-W.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de O Cráton do São Francisco. **Rev. Brás. Geoc.**, n.7, p.349-364. 1977
- ALMEIDA, F.F.M. de, Hasui. **Y.O Pré-Cambriano no Brasil**. São Paulo, Blucher, 1984. 378p.
- ALMEIDA, J.C.H. **Mapeamento geológico da Folha Luminárias- MG (1: 50 000), ênfase na análise estrutural dos metassedimentos do Ciclo Andrelândia**. 1992, 102p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992.
- ALMEIDA, J.C.H. 1994. Caracterização geométrica do rejeito da Zona de Cisalhamento Três Corações, sul de Minas Gerais. In: SBG, CONGR. BRAS. GEOL., 38, 1994 Balneário de Camboriú, SC. **Boletim de Resumos Expandidos**, Balneário de Camboriú, SC: SBG, v. 2, p.248-249.
- ALMEIDA, J.C.H. **Zonas de cisalhamento dúctil de alto grau do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. 2000, xp. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. UNESP, Rio Claro, 2000.
- CAMPOS NETO, M. C. & CABY, R. Terrane Accretion And Upward Extrusion Of High-Pressure Granulites In The Neoproterozoic Nappes Of Southeast Brazil: Petrologic And Structural Constraints. **Tectonics**, v.19, n. 4, p. 669-687, 2000
- CHRISPIM, S.J. & SANTOS, J.P. Macro e mesoestruturas de uma zona de cisalhamento em São Bento Abade, MG. In: Simp. Geol. 1989
- DAVIS, H.G. & REYNOLDS, J. S. **Structural Geology of Rocks and Regions**. John Wiley & Sons, Inc. 2 ed, 551p. 1996
- DARDENNE, M. A. The Brazilian Fold Belt. In: CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, E.J., CAMPOS, D.A (Eds). **Tectonic Evolution of South America**. 31st International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000, p. 231-263.
- EBERT, H. D., CHEMALE, F. JR., BABINSKI, M., ARTUR, A. C. & VAN SHUMUS, W. R. 1996. Tectonic setting and U/Pb zircon dating of the plutonic Socorro Complex in the Transpressive Rio Paraíba do sul Shear Belt, SE, Brazil. **Tectonics** v.14, n.2, p.688-699. 2005
- FUCK R.A., PIMENTEL M.M., SILVA L.J.H.D. 1994. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: SBG, CONGR. BRAS. GEOL., 38, 1994 Balneário de Camboriú, SC. **Boletim de Resumos Expandidos**, Balneário de Camboriú, SC: SBG, v. 1, p.215-216

- MACHADO, R. & ENDO, I. Estruturas transcorrentes da borda sul do Cráton do São Francisco: uma interpretação *In: 2° SIMP. SOBRE O CRÁTON SÃO FRANCISCO*, 1993a, Salvador, BA. **Anais...**, Salvador, BA: SBG, 1993a, p. 263-265
- MACHADO, R. & ENDO, I. A mega estrutura em flor positiva do vale do Rio Paraíba do Sul no Rio de Janeiro e suas implicações tectônicas regionais. *In: 3° SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 1993b, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**, Rio de Janeiro, RJ.: SBG, 1993, p.208-213.
- MACHADO, R. & ENDO, I. Cinturão de Cisalhamento Atlântico: em exemplo de tectônica transpressional neoproterozóica. *In: 4° SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 1993c, Salvador, BA. **Boletim de Resumos**, Salvador, BA: SBG, 1993, p.18-191.
- MACHADO, N., VALLADARES, C., HEILBRON, M. & VALERIANO, C. M. U-Pb geochronology of the central Ribeira Belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. **Prec. Res.**, v. 79, p. 347-361, 1996
- MANTOVANI, M.S.M. & BRITO NEVES, B.B. DE The Paranapanema Lithospheric Block: Its Importance Proterozoic (Rodinia, Gondwana) Supercontinent Theories. **Gondwana Research**, v.8, n.3, p.303-315. 2005
- MARINI O. J., FUCK R.A., DANNI J.C., DARDENNE M.A. 1981. A evolução geotectônica da Faixa Brasília e do seu embasamento. *In: SIMP. SOBRE O CRÁTON SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS*, 1, 1981, Salvador, BA. **Anais...**, Salvador, BA: SBG, 1981, p. 100-105
- HEILBRON, M., MOHRIAK, W., VALERIANO, C.M., MILANI, E., ALMEIDA, J. C. H., TUPINAMBÁ, M. From Collision to Extension: The Roots of the Southeastern Continental Margins of Brazil. Eds: MOHRIAK, W. U., TALWANI, M. *In: Atlantic rifts and continental margins. Geoph. Monorg. Ser. Of Am. Geoph. Union*, v. 115, p.1-32, 2000
- HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M.C., SILVA, L.C., TROUW, R.A.J. E JANASI, V. A. 2004. Província Mantiqueira. *In: MANTESSO NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO. C. D. R., BRITO-NEVES, B. B. (eds.) Geologia do Continente Sul- Americano: Evolução da Obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*. São Paulo, 2004, p. 203-236
- HEILBRON, M., VALERIANO, C., TASSINARI, C., ALMEIDA, J.H.C., TUPINAMBÁ, M., SIGA Jr, O., TROUW, R.A.J. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. *In: PANKHURST, R.J; TROUW, R.A.J.; BRITO NEVES, B.B; DE WIT, M.J.(Org.). West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. Journal of geological Society of London, special publication, v. 294, p.211-237.2008

- MEDEIROS, F.F.F. **Cinemática da Zona de Cisalhamento Caxambu na área entre Caxambu e Cruzília, sul de Minas Gerais**. 2004, 129p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- Oliveira 2010
- PACIULLO, F.V.P., RIBEIRO, A., ANDREIS, R.R., TROUW, R.A.J. The Andrelândia basin, a Neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasilia. **Rev. Bras. Geoc.** n. 30, p. 200-202. 2000
- PASSCHIER, C.W., TROUW, R.A.J. **Microtectonics**. Springer, 2ed. 366p, 2005
- PETERNEL, R, TROUW, R.A.J., SCHMITT, R.S. Interferência entre duas faixas móveis Neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira no sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Geoc.** n. 35, v. 3, p. 297-310. 2005.
- PETERNEL, R. E TROUW, R.A.J. A Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira. In:10° SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2007, Diamantina, MG. **Livro de Resumos**, Diamantina, MG: SBG, 2007, p.18.
- PIMENTEL, M. M., FUCK, R. A., JOST, H., FERREIRA FILHO, C. F. & ARAUJO, S. M. The Basement of the Brazilian Fold Belt and Goiás Magmatic Arc. In: CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, E.J., CAMPOS, D.A (Eds). **Tectonic Evolution of South America**. 31st International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000, p. 195-231.
- QUÉMÉNEUR. J. J. G.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; HEILBRON, M.; TROUW R.A.J.; VALENÇA, J. G. & NOCE, C. M. 2003. Geologia da Folha Lavras In: Predrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J. & Heilbron, M. (eds). Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais. Volume I, Capítulo 7: 259-319.
- SHMITT, R. S. **A Orogenia Búzios – Um evento tectono-metamórfico cambro-ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, faixa Ribeira, sudeste do Brasil**. 2001, 273 p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- SHIMITT, R.S., TROUW, R.A.J., VAN SCHUMUS, W.R., PASSCHIER, C.W. Cambrian orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil) and correlations within West Gondwana: ties that bind underwater. In: In: PANKHURST, R.J; TROUW, R.A.J.; BRITO NEVES, B.B; DE WIT, M.J.(Org.). **West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region**. Journal of geological Society of London, special publication, v. 294, p.279-296. 2008
- TROUW, R.A.J.; RIBEIRO, A. & PACIULLO, F.V.P., CHRISPIM, S.J.; DAYAN, H. Análise da deformação numa área a SE de Lavras, MG. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982. Salvador, BA. **Anais...**, Salvador, BA:SBG, v.1, p. 187-198.

TROUW, R.A.J.; RIBEIRO, A. & PACIULLO, F.V.P. A Faixa Alto Rio Grande reinterpretada como zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994 Balneário de Camboriú, SC. **Boletim de Resumos Expandidos**, Balneário de Camboriú, SC: SBG, v. 1, 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. The central segment of the Ribeira belt. In: CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, E.J., CAMPOS, D.A. (Eds.) **Tectonic Evolution of South America**. 31st International Geological Congress, 2000, p. 287-310.

TROUW, R.A.J., PETERNEL, R., MEDEIROS, F.F.F., TROUW, C.C. & RODRIGUES, L.H.O. The Neoproterozoic Caxambu Shear Zone, MG. In: 9^o NACIONAL DE ESTUDOS TECTONICOS, 2003, Ouro Preto, MG. **Livro de Resumos**, Ouro Preto, MG: SBG, 2003, p.124-127.

TROUW R.A.J.; PACIULLO, F.V.P.; RIBEIRO, A.;BITTAR, S. & ALMEIDA, J.C.H. 2003. Geologia da Folha Caxambu. In: Predrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J. & Heilbron, M. (eds). Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais. Volume I, Capítulo 4: 84-110.

TROUW R.A.J. (COORD.), PETERNEL, R.P.M., CASTRO, E.M.O., TROUW, C.C., MATOS, G.C. Geologia e recursos minerais das folhas Varginha e Itajubá (MG) – Escala 1: 100.000. Programa Geologia do Brasil – A retomada dos levantamentos geológicos básicos. 176 p., 2006.

TROUW, C.C., MEDEIROS, F.F.F., TROUW, R.A.J. Evolução tectônica da Zona de Cisalhamento Caxambu, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, n.4, p. 767-776, 2007.

TUPINAMBÁ, M., TEIXEIRA, W., HEILBRON, M. The Pan African/Brazilian arc-related magmatism at the Costeiro Domain of Ribeira Belt, southeastern Brazil. In: 14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECABRIAN AND CRATON TECTONICS, 1998, OURO PRETO. **Abstract...** 1998, 12-14 p.

VALERIANO, C. M., DARDENNE, M. A., FONSECA, M. A., SIMÕES, L. S. A. E SEER, H. J.. A Evolução Tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C. D. R., BRITO-NEVES, B. B. (eds.) **Geologia do Continente Sul- Americano: Evolução da Obra de Fernando Flavio Marques de Almeida**. São Paulo, 2004, p. 575-592

VALERIANO, C. M., Pimentel, M., HEILBRON, M., TROUW R.A.J. & ALMEIDA, J.C.H. Tectonic evolution of the Brasília Belt Central Brazil, early assembly of Gondwana. In: PANKHURST, R.J; TROUW, R.A.J.; BRITO NEVES, B.B; DE WIT, M.J..(Org.). **West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region**. Journal of geological Society of London, special publication, v. 294, p.197-210. 2008

VAUCHEZ, A., TOMMASI, A., EGYDIO-SILVA, M., Self indentation of a heterogeneous continental lithosphere. **Geology**, 1994, v.22, p. 967-970

YARDLEY, B.W.D. (trad. por Reinhart Adolf Fuck) **Introdução à petrologia metamórfica**. Unb, 2ed. 432p, 2004

ZUQUIM, M. **Caracterização da Zona de Cisalhamento Maria da Fé**. 2008, 2v. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

Mapa Geológico da Zona de Cisalhamento Três Corações Área I

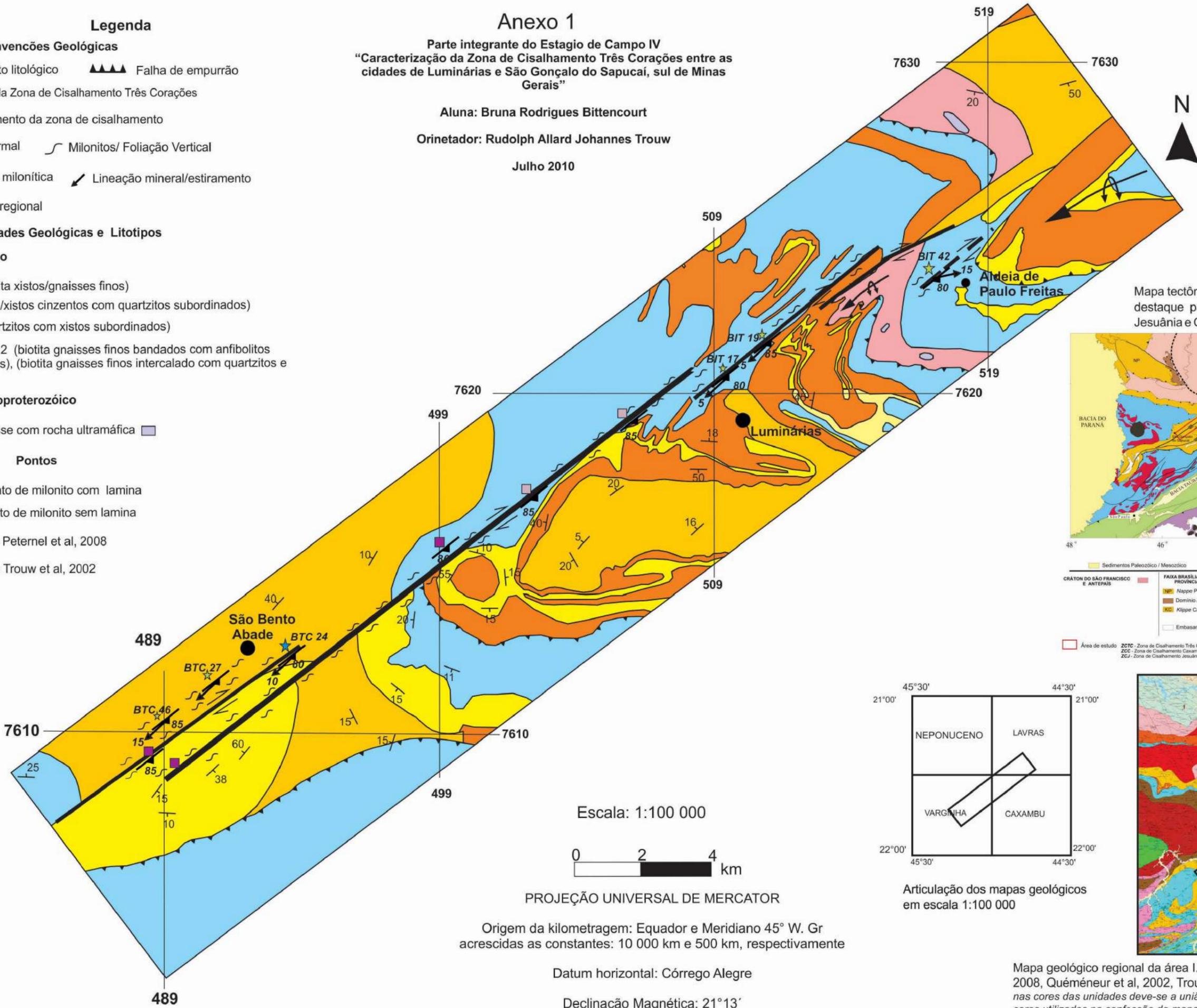


- ### Legenda
- #### Convencões Geológicas
- Contato litológico
 - Traço da Zona de Cisalhamento Três Corações
 - ↔ Movimento da zona de cisalhamento
 - ↖ Antiformal
 - ↗ Foliação milonítica
 - ↘ Foliação regional
 - ▲▲▲ Falha de empurrão
 - ∩ Milonitos/ Foliação Vertical
 - ↖ Lineação mineral/estiramento
- #### Unidades Geológicas e Litotipos
- ##### Neoproterozóico
- AL 5 (biotita xistos/gnaisses finos)
 - AL 4 (filito/xistos cinzentos com quartzitos subordinados)
 - AL 3 (quartzitos com xistos subordinados)
 - AL 1 + AL 2 (biotita gnaisses finos bandados com anfibolitos associados), (biotita gnaisses finos intercalado com quartzitos e xistos)
- ##### Arqueano/Paleoproterozóico
- Ortognaisse com rocha ultramáfica
- #### Pontos
- ★ Afloramento de milonito com lamina
 - ★ Afloramento de milonito sem lamina
 - Pontos de Peternel et al, 2008
 - Pontos de Trouw et al, 2002

Anexo 1
Parte integrante do Estagio de Campo IV
"Caracterização da Zona de Cisalhamento Três Corações entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do Sapucaí, sul de Minas Gerais"

Aluna: Bruna Rodrigues Bittencourt
Orinetador: Rudolph Allard Johannes Trouw

Julho 2010



Escala: 1:100 000



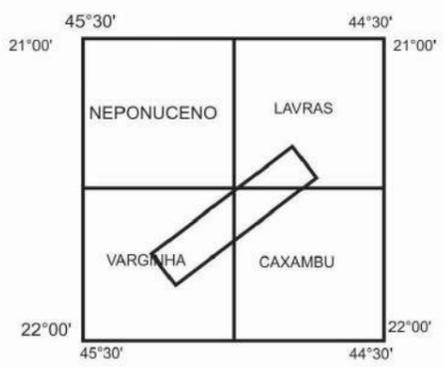
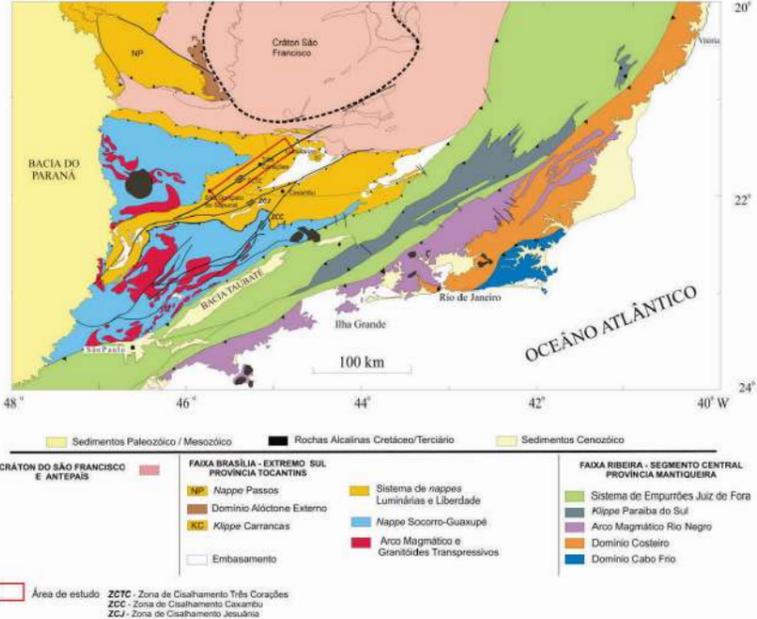
PROJEÇÃO UNIVERSAL DE MERCATOR

Origem da kilometragem: Equador e Meridiano 45° W. Gr
acrescidas as constantes: 10 000 km e 500 km, respectivamente

Datum horizontal: Córrego Alegre

Declinação Magnética: 21°13'

Mapa tectônico da borda sul do Cráton do São Francisco com destaque para as zonas de Cisalhamento Três Corações, Jesuânia e Caxambu. Modificado de Trouw et al., 2000



Articulação dos mapas geológicos em escala 1:100 000



Mapa geológico regional da área I. Compilado e modificado de Paciullo e Ribeiro, 2008, Quéméneur et al, 2002, Trouw et al, 2003 e Peternel et al, 2008. A diferença nas cores das unidades deve-se a união de mapas de autores diversos. No entanto, as cores utilizadas na confecção do mapa da área 1 coincidem com aquelas dos mapas originais.

Mapa Geológico da Zona de Cisalhamento Três Corações Área 2



Anexo 2

Parte integrante do Estágio de Campo IV
"Caracterização da Zona de Cisalhamento Três Corações entre as cidades de Luminárias e São Gonçalo do Sapucaí, sul de Minas Gerais"

Aluna: Bruna Rodrigues Bittencourt

Orinetador: Rudolph Allard Johannes Trouw

Julho 2010



Legenda

Unidades Geológicas e Litotipos

- Depósitos fluviais
- Neoproterozóico**
- AL 6 (biotita xistos/gnaisses grossos com intercalações de rochas calcissilicáticas e anfibolitos)
- AL 1 + AL 2 (biotita gnaisses finos bandados com anfibolitos associados), (biotita gnaisses finos intercalado com quartzitos e xistos)

Arqueano/Paleoproterozóico

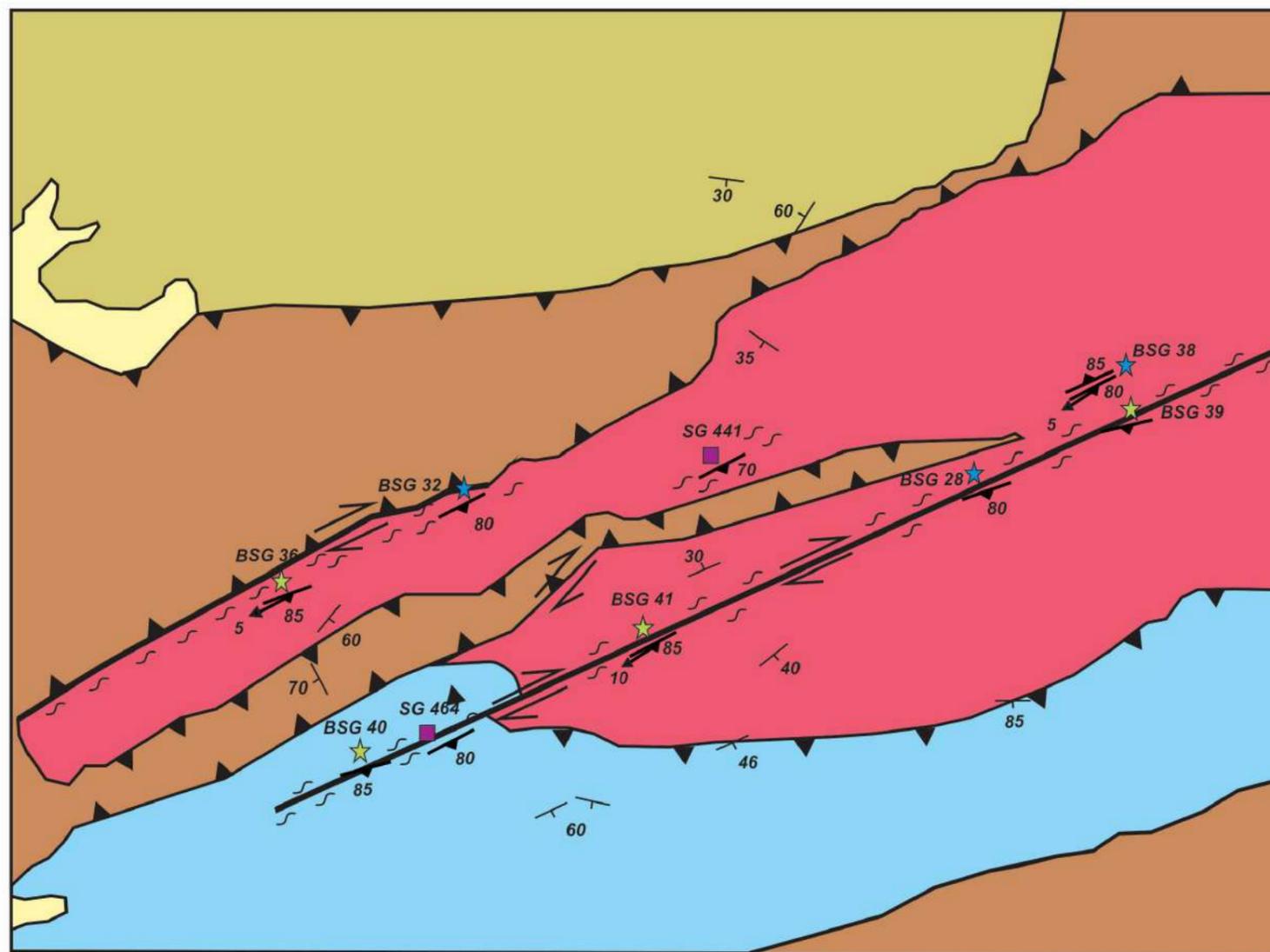
- Ortognaisse Santa Luzia
- Ortognaisse São Gonçalo

Convencões Geológicas

- Contato litológico
- Falha de empurrão
- Traço da Zona de Cisalhamento Três Corações
- Movimento da zona de cisalhamento
- Foliação milonítica
- Milonitos/ Foliação Vertical
- Foliação regional
- Lineação mineral/estiramento

Pontos

- Afloramento de milonito com lamina
- Afloramento de milonito sem lamina
- Pontos de Oliveira, 2010 com lamina



Escala 1:50 000

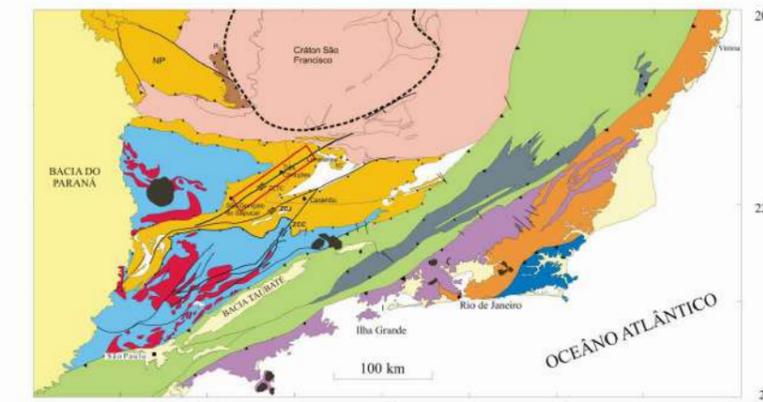
PROJEÇÃO UNIVERSAL DE MERCATOR

Origem da kilometragem: Equador e Meridiano 45° W. Gr
acrescidas as constantes: 10 000 km e 500 km, respectivamente

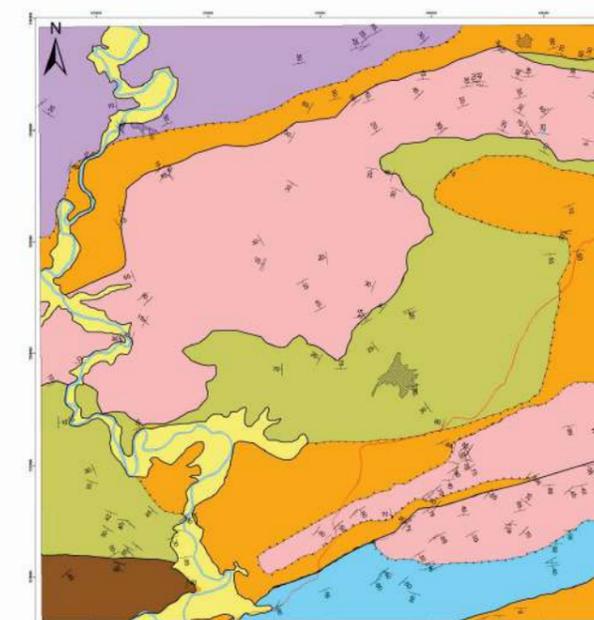
Datum horizontal: Córrego Alegre

Declinação Magnética: 21°13'

Mapa tectônico da borda sul do Cráton do São Francisco com destaque para as zonas de Cisalhamento Três Corações, Jesuânia e Caxambu. Modificado de Trouw et al., 2000



- Sedimentos Paleozóico / Mesozóico
- Rochas Alcalinas Cretáceo/Terciário
- Sedimentos Cenozóico
- CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E ANTEPAIS
- FAIXA BRASÍLIA - EXTREMO SUL PROVÍNCIA TOCANTINS
- FAIXA RIBEIRA - SEGMENTO CENTRAL PROVÍNCIA MANTIQUEIRA



- Depósitos fluviais
- Neoproterozóico**
- AL 6 (biotita xistos/gnaisses grossos com intercalações de rochas calcissilicáticas e anfibolitos)
- AL 5 (granada biotita xistos/gnaisses)
- AL 1 + AL 2 (biotita gnaisses finos bandados com anfibolitos associados), (biotita gnaisses finos intercalado com quartzitos e xistos)
- Arqueano/Paleoproterozóico**
- Ortognaisse Santa Luzia
- Ortognaisse São Gonçalo