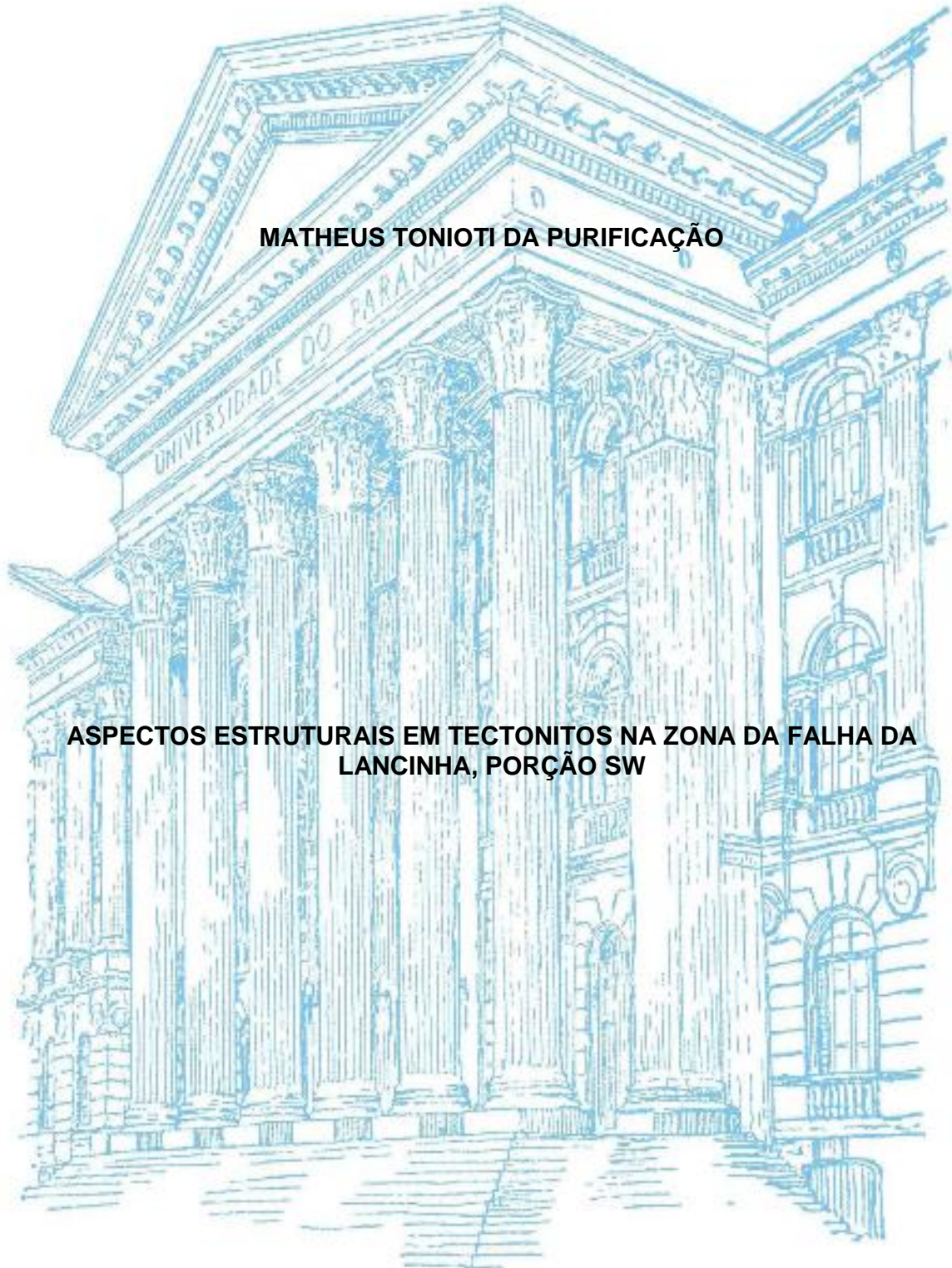


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

MATHEUS TONIOTI DA PURIFICAÇÃO

**ASPECTOS ESTRUTURAIS EM TECTONITOS NA ZONA DA FALHA DA
LANCINHA, PORÇÃO SW**

**CURITIBA
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

MATHEUS TONIOTI DA PURIFICAÇÃO

**ASPECTOS ESTRUTURAIS EM TECTONITOS NA ZONA DA FALHA DA
LANCINHA, PORÇÃO SW**

Projeto apresentado à disciplina
de Trabalho de Conclusão de
Curso I (GC-119), sob orientação
do Professor Eduardo Salamuni.

**CURITIBA
2017**

RESUMO

O estudo realizado ao longo da porção sudoeste da Falha da Lancinha mostrou a presença de pelo menos 3 fases de deformação que atuaram ao longo da história geológica da Faixa Ribeira. A primeira fase se desenvolve no Neoproterozóico associado com a formação do paleocontinente Gondwana. Essa deformação é caracterizada por um evento progressivo com formação de foliação milonítica em ambiente transpressional dúctil que acarretou no soerguimento e justaposição de blocos estruturais distintos, até a deformações em regime dúctil rúptil associado com a formação de xistos em níveis crustais mais rasos, continuação do desenvolvimento da falhas transcorrentes e formação de estruturas em flor transpressivas. Já as deformações rúpteis reconhecidas se iniciaram ou continuaram a atuar a partir do Cretácio Inferior, identificadas como a segunda fase, agora rúptil com cinemática sinistral de tensões σ_1 N-S e com características transtensionais associada com formação de estruturas em flor. Diferentemente da terceira fase rúptil com o deslocamento do tensor σ_1 para L-W e formação de falhas com cinemática dextral.

Palavras chave: Falha da Lancinha, Núcleo Betara, Faixa Ribeira.

ABSTRACT

The study realized on the southwest portion of Lancinha Fault show at least 3 deformation phase during the Ribeira Belt history. The first phase developed on Neoproterozoic, associated with the Gondwana Supercontinent formation. This deformation is characterized by the formation of a mylonite foliation on a ductile transpressional environment that generate uplifting of structural blocs, evolving to a brittle-ductile deformation associated with schist generation on lower crustal levels, continuous shear zones evolution and tranpression flower structures formation. Furthermore, the brittle deformation starts at Lower Cretaceous and are separated at two phases. The first one a sinistral transtensional shear zone associated with the formation of flower structure generated by a N-S σ_1 tensor. The last deformation identified is a dextral phase with L-W σ_1 tensor that generate the newest structures found.

Keywords: Lancinha Fault, Núcleo Betara, Ribeira Belt.

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Objetivo	7
3. Localização	8
4. Estado da arte	8
5. Materiais e Métodos	13
6. Resultados.....	15
6.1. Fase Dúctil.....	17
6.2. Dúctil rúptil	23
6.3. Rúptil.....	25
6.3.1. Primeira fase: Sinistral.....	26
6.3.2. Segunda fase: Dextral.....	29
7. Discussão.....	32
8. Conclusão.....	35
9. Referências bibliográficas	37
ANEXO I – MEDIDAS DE TECTONITOS.....	39

Índice de Figuras

Figura 1: Localização da área de estudo	8
Figura 2: Núcleo Betara (Salamuni, 1993)	11
Figura 3: Localização de afloramentos na região do Betara	16
Figura 4: Localização de afloramentos na região de São Luiz do Purunã	17
Figura 5: Minerais estirados (Lx) mostram movimentação transcorrente simples, ainda preservando o aspecto tabular das intrusões graníticas.....	18
Figura 6: Foliação milonítica altamente deformada, flechas vermelhas mostram o deslocamento vertical das camadas anteriormente tabulares.....	19
Figura 7: afloramento 1_2, foliação milonítica de alto angulo com indicativo de movimentação vertical em filitos e quartzitos da Formação Capiru.....	21
Figura 8: Estereograma da foliação milonítica	22
Figura 9: Cinemática resultante de pares S-C da foliação milonítica	22
Figura 10: Falhas deslocando intrusão granítica	23
Figura 11: Flor positiva sinistral transpressional, afloramento 2_1.....	24
Figura 12: Esquerda) detalhe no xisto, com piritas intrafoliares e contato abrupto do xisto/gnaiss, Direita) Disposição do xisto, relacionado com a falha.	25
Figura 13: Diagrama de tensão para medidas sinistrais	26
Figura 14: Flor positiva sinistras transtensional dos afloramentos 1_3 (esquerda) e 2_1 (direita).	27
Figura 15: Indicador cinemático do tipo colher, mostrando plano com movimentação sinistral no afloramento 2_1.	28
Figura 16: Li e steps sinistral em plano de cavalgamento, ponto 1_3.	29
Figura 17: Diagrama de tensão para medidas dextrais.....	30
Figura 18: Estereograma de foliação rúptil, na Formação Capiru, evidenciando o plano médio calculado.....	30
Figura 19: Planos de falha, ponto 1_4.....	31

Índice de Tabelas

Tabela 1: Fotos de aerolevanteamento 1:25.000	14
Tabela 2: Resumo de afloramentos	15

1. Introdução

Esse trabalho focou no estudo de tectonitos da parte Sul/Sudoeste da Falha da Lancinha, ou Zona de Cisalhamento Lancinha-Cubatão, próximos a região de Curitiba. A escala de trabalho não abrangeu a microacópica, restringindo-se à escala mesoscópica. Essa região apresenta grande quantidade de informações sobre o comportamento cinemático da falha, em diversos momentos de sua evolução geológica.

Especificamente foram estudados dois conjuntos de afloramentos. O primeiro foi no domínio do Núcleo Betara revela antigas rochas do embasamento que foram expostas por meio de uma série de dobramentos e resultaram na Antiforma Betara. De complexa estruturação tectônica interna, o núcleo guarda os registros do cavalgamento que sobrepôs a Formação Betara sobre o Complexo Meia Lua; da Zona de Cisalhamento Betara que define seu contato oeste e dos dobramentos internos e da Zona de Cisalhamento Lancinha, que define seu contato leste e além dos diques que cortam o núcleo.

O segundo conjunto está exposto na Pedreira São Jorge e arredores mostram a rocha sã do Complexo Atuba com ótimas evidências do desenvolvimento estrutural da falha da Lancinha em diversos estágios de movimentação.

Esse estudo resultou na caracterização de duas fases de movimentação em regime dúctil e dúctil-rúptil, onde se pode caracterizar movimentos sinistral e dextral e duas fases em regime rúptil, igualmente sinistral e dextral.

2. Objetivo

O objetivo principal desse trabalho de conclusão de curso (TCC) é a ampliação do conhecimento da caracterização da Zona de Cisalhamento Lancinha-Cubatão na área de estudo, por meio da diferenciação de fases deformacionais e suas cinemáticas nos tectonitos do Complexo Atuba, Núcleo Betara e Formação Capiçu.

3. Localização

A área de estudo foi dividida em dois sítios, sendo o primeiro localizado entre os municípios de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, a cerca de 20 km a noroeste de Curitiba e alcançada principalmente pela rodovia PR-092, que depois se bifurca em vias municipais.

A segunda área está localizada a leste da cidade de Curitiba, distando aproximadamente 40 km com acesso pela rodovia BR-277, entre os municípios de Campo Largo e o distrito de Balsa Nova, São Luiz do Purunã.



Figura 1: Localização da área de estudo

4. Estado da arte

Fassbinder (1990) caracteriza a Falha da Lancinha como sendo parte do sistema Além Paraíba/ Cubatão, e a atuação dessa falha definiu um zoneamento deformacional representados por três blocos (I) Três córregos (II) Ribeira e (III) embasamento. A falha tem uma zona de influência lateral de até 55 km, porém a zona de maior deformação é delimitada com largura de 1,5 km. Ela apresenta

um caráter transpressional com a exumação de blocos como o Betara e a formação de dobras escalonadas, assim como abertura de espaço para a entrada de granitos (Mato, Cerne, Piedade, Morro Grande). Foram interpretados eixos de elipsoides para a análise de rotação, que concluíram que o Núcleo Betara foi rotacionado 7° no sentido horário. Calculou assim um deslocamento mínimo para a Falha da Lancinha como sendo de no mínimo 130km

Fiori (1992) define as deformações do Grupo Açungui como sendo composta por 3 sistemas de deformações principais. Em cada sistema ocorre a formação de estruturas planares e lineares em diversas escalas e ao mesmo tempo e por vezes desenvolvidas estritamente em algum local ou estrutura, assim optando por um termo mais amplo, ou seja, fase deformacional, usado para definir um evento penetrativo que desenvolve estruturas características dentro da evolução tectônica. Em posse deste conceito foi definido o sistema de cavalgamento Açungui (SCA), o sistema de dobramento Apiaí (DAS) e o sistema de transcorrência Lancinha (STL).

O SCA é definido como uma tectônica de nappe, caracterizada pela formação de foliações e estruturas originadas por uma série de cavalgamentos dentro do Grupo Açungui, em especial as formações Capiru, Votuverava e Antinha. A principal foliação desta fase é paralela à foliação original da rocha e é caracterizada com uma clivagem ardosiana contínua muito penetrativa e homogeneamente desenvolvida. Há uma intensificação no desenvolvimento desta foliação próximo aos principais cavalgamentos da região, podendo formar milonitos.

O SDA define uma série de dobras que variam muito em escala, podendo ser identificadas tanto em mesoescala como em macroescala. São dobras com eixos entre NW e SE sub-horizontais até 60°. Esse dobramento forma foliação, heterogeneamente desenvolvidas, que define o plano-axial destas dobras.

Já o STL é composto por uma série de falhas transcorrentes, dentre elas a Falha da Lancinha, que dividem a região em três grandes blocos: Cerro Azul, Tunas, Bocaiúva do Sul. Essa fase é responsável por dobras escalonadas relacionada à movimentação dextral da falha, além de falhas sintéticas e antitéticas, falhas de empurrão localizadas em especial no Núcleo Betara. Outra

característica é o alojamento de núcleos graníticos em dobras escalonadas dessa fase. Fiori (1992) também conclui que durante a história da Lancinha ocorreu uma reativação anti-horária da falha caracterizada pela relação de corte em diques de diabásio.

Schmitt (2004), estudando a região do Domínio Cabo Frio, no extremo norte da Faixa Ribeira, datou que entre 525 ± 9 e 518 ± 5 Ma. os ganisses estavam em seu pico metamórfico e assim sobrepondo todas as deformações pretéritas das rochas originais, devido a um evento colisional que elevou essas rochas a altas temperaturas e pressões. Essa colisão foi seguida por uma fase de fortes dobramentos entre 518 e 505 Ma já com o relativo resfriamento do orogeno, sendo assim sucedidos por zonas transcorrentes dextral ainda com as rochas em fácies anfíbolito, e que essa transcorrência seria situada entre 505 e 495 Ma. Assim definido, portanto a fase orogênica mais tardia conhecida até agora na Faixa Ribeira, podendo representar, portanto o estágio final da amalgamação do Gondwana.

O Núcleo Betara está inserido no contexto do terreno Apiaí, situado na porção central da Província da Mantiqueira. Almeida (2004) descreve o segmento central da Província Mantiqueira como sendo composto pelos Terrenos Apiaí e São Roque. A sudoeste, estes terrenos fazem contato com o Terreno Curitiba pela Zona de Cisalhamento da Lancinha (ZCL). Esses terrenos seriam resultado de um ciclo meso a neoproterozoico, onde a evolução se deu pela colisão arco de ilha/continente seguida de uma colisão continente/arco/continente, onde a ZCL poderia ter sido uma zona de sutura que evoluiu para uma transcorrência (Soares, 1988). A Z.C. Lancinha possui aproximadamente 1.000 km de extensão, passa pelos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, estando encoberta pela Bacia do Paraná, mas apresentando evidências de reativações que chegam ao oeste do estado de Santa Catarina (Fiori, 2009). Hasui (1986) foi o primeiro a sugerir que o lineamento seria uma zona de cisalhamento de alto ângulo com movimento dextral.

As rochas da região podem ser divididas em três grupos:

Embasamento paleoproterozoico: no Terreno Apiaí, essas rochas aparecem em menor quantidade, restringindo-se a núcleos de ortognaisses peralcalinos, podem apresentar forma de corpos alongados de ortognaisses

porfiroclásticos geralmente de composição sienogranítica com idade estateriana associado a monzogranito-granodioríticos riacianos (Cury et al, 2002).

Unidades meta-vulcanossedimentares mesoproterozoicas: os metassedimentos a sudoeste do terreno Apiaí são classificados como Grupo Setuva (Fiori,1992) que é composta pela Formação Perau, composta por quartzitos, mármore, calciossilicáticas, grafita-xistos, filitos, e formações ferrífera bandadas. A Formação Votuverava, pertencente ao Grupo Açungui, em contato tectônico com a Formação Perau, com unidades turbidíticas, contendo metarrimitos, metassiltitos, metarenitos e filitos, podendo ter metaconglomerados, anfibolitos, turmalinitos, formações ferríferas bandadas, mármore e quartzitos. A Formação Água Clara, mais ao norte, é formada por mármore, rochas cálcio-silicáticas, quartzitos, metacherts, anfibólio xisto, granada-clorita xisto e metatufos.

Unidades metassedimentares neoproterozoicas: ao sul da Falha da Lancinha está colocada a Formação Capiru. Fiori (1992) descreve suas principais litologias como filitos e quartzitos; mármore podendo ocorrer estromatólitos; e intercalação de filitos, mármore e quartzitos.

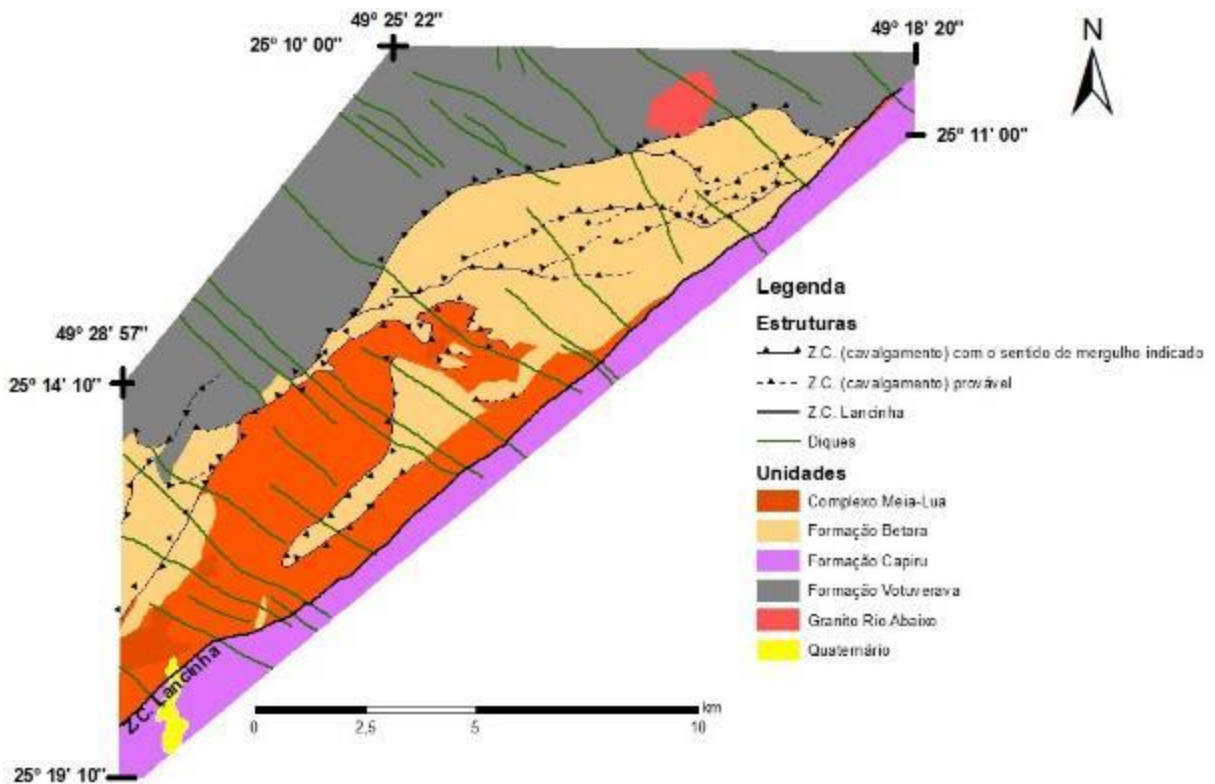


Figura 2: Núcleo Betara (Salamuni, 1993)

Em relação ao Núcleo Betara, Salamuni (1991 e 1993) caracterizou-o em seus estudos como uma antiforma composta litologicamente por rochas metavulcânicas (metatraquitos), quartzitos, mármore, metargilitos da Formação Betara (superior) e o Complexo Meia Lua (basal), que contém paragneisses, xistos, quartzitos e rochas granitoides retrabalhadas. Posteriormente descrita por Cury (2002) como granitoides de composição sienogranítica e granodiorítica que podem aparecer como milonitos ou protomilonitos, com porfiroclastos centimétricos de feldspato estirados em meio a matriz de granulação média composta de quartzo, feldspato, biotita, sericita e clorita. Em regiões de maior milonitização, próximas à Zona de Cisalhamento da Lancinha, podem alcançar feições de ultramilonitização, preservando micrólitos do próprio milonito. Os sienogranitos podem conter enclaves de material rico em biotita e anfibólio.

A Formação Betara está sobreposta aos granitoides do complexo Meia Lua por uma falha de cavalgamento denominada Falha do Betara (Fiori, 1991 e 1992). O núcleo é limitado pela Zona de Cisalhamento Betara a oeste, em que o posiciona ao lado de rochas metassedimentares da Formação Votuverava. Esta zona de cisalhamento que possui mergulhos entre 60°-70°, é onde as rochas apresentam maior deformação, truncando as rochas do Núcleo Betara sotopostas com as rochas da Formação Votuverava sobrepostas. A leste, o núcleo é justaposto em contato com a Formação Capiru pela Falha da Lancinha (figura 2).

Salamuni (1991 e 1993) define três foliações presentes nas rochas do Núcleo Betara (Sn-1, Sn, Sn+1), além do bandamento original (S0) de sedimentos fracamente deformados.

O bandamento S0 é definido pela presença de estratificações plano-paralelas e cruzadas, além de granodecrescência e bandamento composicional rítmico. Além de textura vesicular preservada nas rochas metavulcânicas.

A foliação Sn-1 é menos penetrativa, sendo anastomosada ou crenulada pela foliação Sn, sendo relacionada ao início de um evento deformacional progressivo.

A foliação Sn é a mais penetrativa na região de estudo, sendo relacionada ao Evento de Deformação Açungui (Fiori, 1985), tem deformações dúctil a dúctil-rúptil, com sombra de pressão em grãos, achatamento com recristalização,

estiramento, quartzo *ribbon*, foliação “S-C”, dobras-falhas e dobras intrafoliares macro e microscópicas caracterizam os milonitos da área.

A foliação Sn+1 é caracterizada por planos de cisalhamento de alto ângulo, é uma foliação mais espaçada, que corta a Sn obliquamente, de estilo rúptil-dúctil a rúptil, causando cataclasamento e cominuição da rocha.

Ribeiro (2006) datou as rochas do Núcleo Betara e obteve idades de 2200Ma para rochas granodioríticas proto a miloníticas com heranças (núcleos de zircões) de 2800Ma, além de idades de Sm-Nd indicativos de derivação magmática de 3200Ma.

Interpretando os terrenos granodioríticos como lascas do embasamento, em contato aos terrenos há sienogranitos que foram datados como 1780-1750 Ma (Cury et al., 2003) com idades próximas a rochas metabásicas de 12789+-22 Ma datadas e interpretadas por Ribeiro (2006) como sugestiva de um regime distensional possivelmente correlacionados a tafrogênese Estateriana, além de ser possível uma sedimentação associada ao magmatismo do tipo rift.

Junto as rochas metassedimentares estão rochas metabásicas entendidas como diques ou soleirass que são intercalados junto aos metassedimentos. Esses diques são rochas ortoderivadas de quimismo de basalto subalcalino sugestivo e ambiente tectônico distensivo, datados de 1500-1450 Ma e interpretados por Ribeiro (2006) como sendo a idade de mínima deposição das rochas metassedimentares.

5. Materiais e Métodos

Ao longo do projeto foi feita a fotoanálise de 25 fotos aéreas obtidas no ITCG (<http://www.geo.pr.gov.br/ms4/itcg/geo.html>), como mostra a tabela a seguir (tabela 1), de escala 1:25.000, além da digitalização da fotointerpretação que foram utilizadas como orientativo para campo e definições de macro estruturas, que posteriormente foram correlacionadas com estruturas mapeadas através de SRTM.

Número da foto							Faixa de vôo	
51153	51154	51155	51156	51157	51158	51159	faixa-D-76-VI	
51117	51118	51119	51120	51121	51122	51123	51124	faixa-D-77-V
51101	51102	51103	51104	51105	51106	51107		faixa-D-78-V
50101	51062	51063	51064	51065				faixa-D-78-V
51050	51051	51052						faixa-D-80-V
foto não disponível								

Tabela 1: Fotos de aerolevamento 1:25.000

Igualmente houve a interpretação das principais feições estruturais utilizando o software ArcGIS, tendo como fonte de dados o SRTM, das folhas 25S495 e 25S51 de sombreamento e altitude.

A seleção de afloramentos, distando no máximo 200m dos principais lineamentos associados à falha da Lancinha, foi feita utilizando-se as fotos aéreas, e as imagens GoogleEarth e ArcGIS, foi orientadora das saídas de campo nas duas áreas de estudo selecionadas.

Foram realizadas três saídas a campo nos dias 13/09 e 25/10 e 26/10, onde foi possível a identificação de afloramentos, coleta de dados e fotos dos tectonitos estudados.

Posteriormente a análise estrutural foi realizada com os dados coletados em campo e tratados utilizando o software WinTensor para as medidas rúpteis e avaliação dos tensores atuantes, além do Stereo Net para a confecção de estereograma para a foliação dúctil.

6. Resultados

As três atividades de Campo resultaram na descrição e análise dos seguintes pontos:

Nome	X	Y	Local
1_1	669236	7212909	Rio Branco, corte em estrada
1_2	669273	7212871	Rio Branco, corte em estrada
1_3	667432	7212050	Morro da Torre, Itaperuçu
1_4	661414	7206273	Mina de Calcário, Itaperuçu
1_5	657702	7202099	Dique, Itaperuçu, estrada para Campo Magro.
2_1	638163	7182317	Mina São Jorge, Campo Largo
3_1	629790	7181914	Entrada de São Luiz do Purunã
3_2	630905	7183028	Estrada para a região de Dom Rodrigo
3_3	632358	7184024	Estrada para a região de Dom Rodrigo

Tabela 2: Resumo de afloramentos

Os afloramentos descritos na primeira etapa de campo compreendem a região aflorante do Núcleo Betara e Formação Capiru conforme mostra a Figura 3, os melhores afloramentos (1_1 e 1_2) foram obtidos na região urbana da cidade onde ocorrem cortes nas estradas com rocha ainda preservada, sendo possível a identificação das foliações e feições tectônicas. O afloramento 1_3 é uma mina de calcário abandonada onde é possível ver grande exposição de rocha sã. Já no afloramento 1_4, identifica-se um dique de basalto exposto devida a retirada de saibro. Apesar dos quatro afloramentos, que serão melhor discutidos à frente, não se encontrou grande quantidade de informação para a execução deste trabalho sendo focado apenas no Núcleo Betara. Por esse motivo, fez-se necessário a expansão da área de pesquisa e a inclusão da área de estudo a sudoeste.

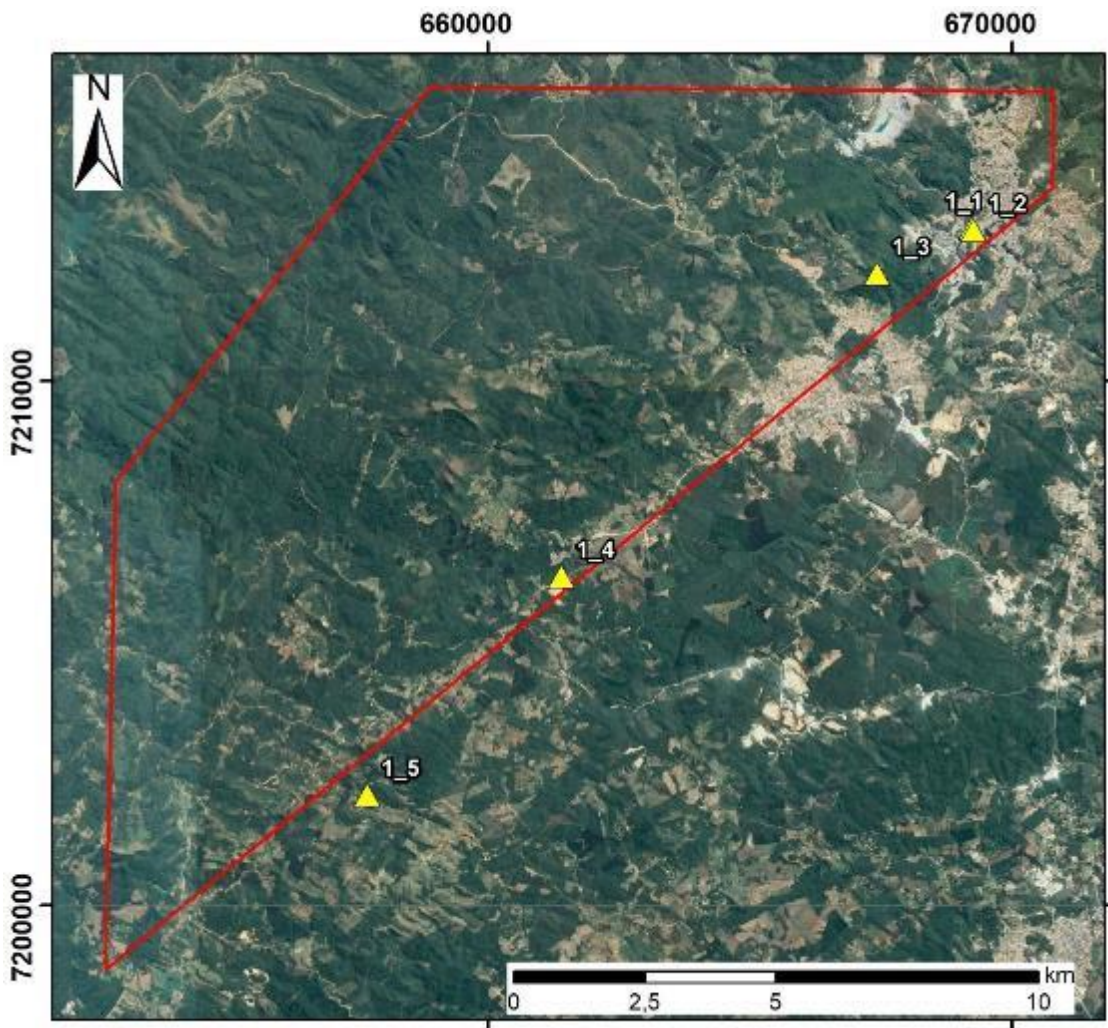


Figura 3: Localização de afloramentos na região do Betara

Os afloramentos na região de São Luiz do Purunã (Figura 4) foram selecionados para melhor complementar a aquisição de informações. O afloramento 2_1, localizado em uma das frentes de lavra da pedreira São Jorge, foi uma fonte muito importante de informação e com grande quantidade e qualidade de rocha aflorante, sendo possível a identificação de três fases deformacionais que serão melhor discutidas no próximo capítulo. Os afloramentos 3_1/2/3 pertencem à terceira etapa de campo, onde foi possível a identificação de algumas feições de deformação da ZCL nas rochas aflorantes, porém com qualidade de informação inferior a pedreira São Jorge.

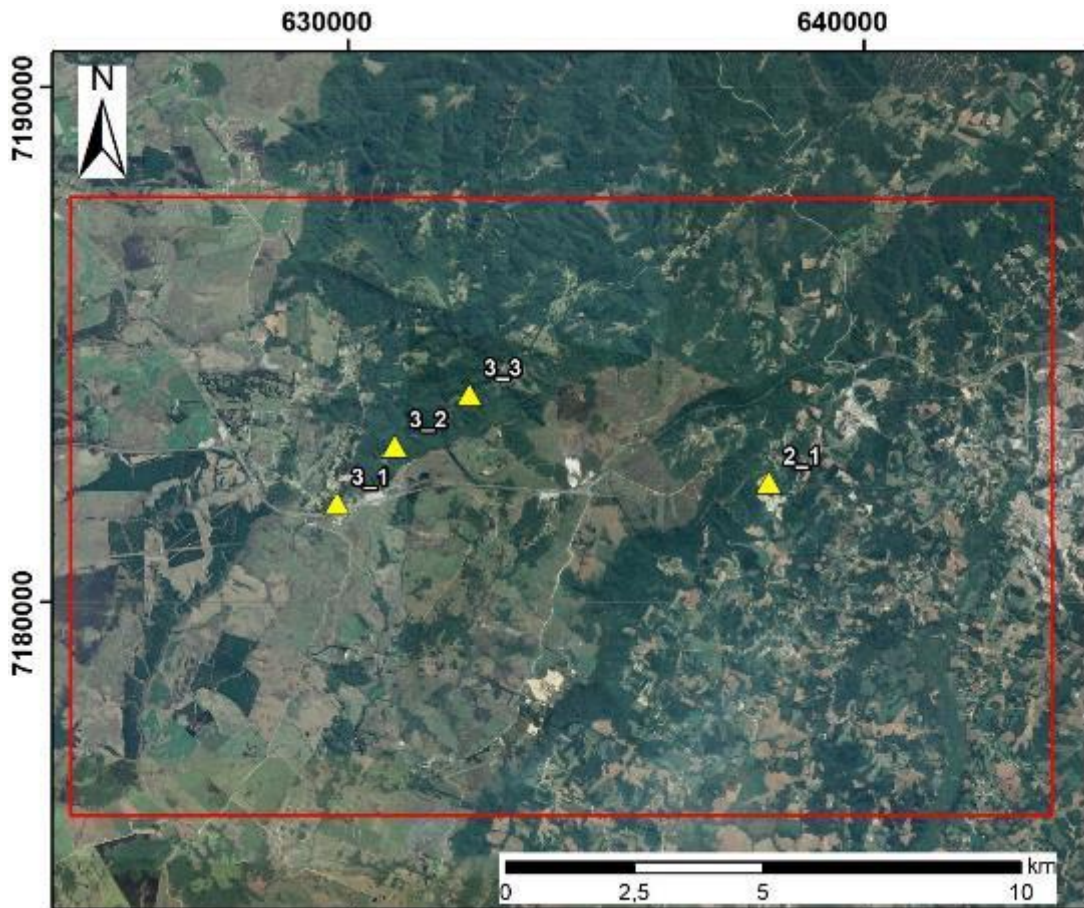


Figura 4: Localização de afloramentos na região de São Luiz do Purunã

6.1. Fase Dúctil

O afloramento 2_1 é a pedreira São Jorge onde há uma frente de lavra que expõe o complexo Atuba, o afloramento é contínuo e extenso, contendo grande quantidade de rocha sã. Essa rocha é classificada como um gnaisse afanítico de cor cinza escuro esverdeado. Intercalado e paralelo a foliação milonítica, se encontra bandas de rocha cristalina rosa clara até vermelho claro, com cristais anédricos a subédricos de granulação fina, composto por quartzo e feldspato, sendo classificado como um álcali-feldspato granito. Foi interpretado como intrusão de magma sintectônica que foram estirados e deformados juntamente com a formação da foliação milonítica.

Essa fase é reconhecida em campo como uma foliação proto a milonítica, contínua e heterogeneamente, tem como característica um aumento gradual de

sua penetratividade, sendo percebida como uma foliação contínua pouco deformada, essa foliação se concentra em determinadas áreas denominadas neste trabalho como zona de alta deformação vertical, onde se torna contínua e ultramilonítica. Fora das zonas de alta deformação, a foliação milonítica gera boundins milimétricos rotacionados horizontalmente e alongados em seu eixo vertical caracterizando um movimento transcorrente simples (Figura 5). Associado ao gnaiss há intrusões graníticas pouco deformadas, levemente boudinadas e em sua maioria mantendo seu formato tabular paralelo a foliação milonítica.

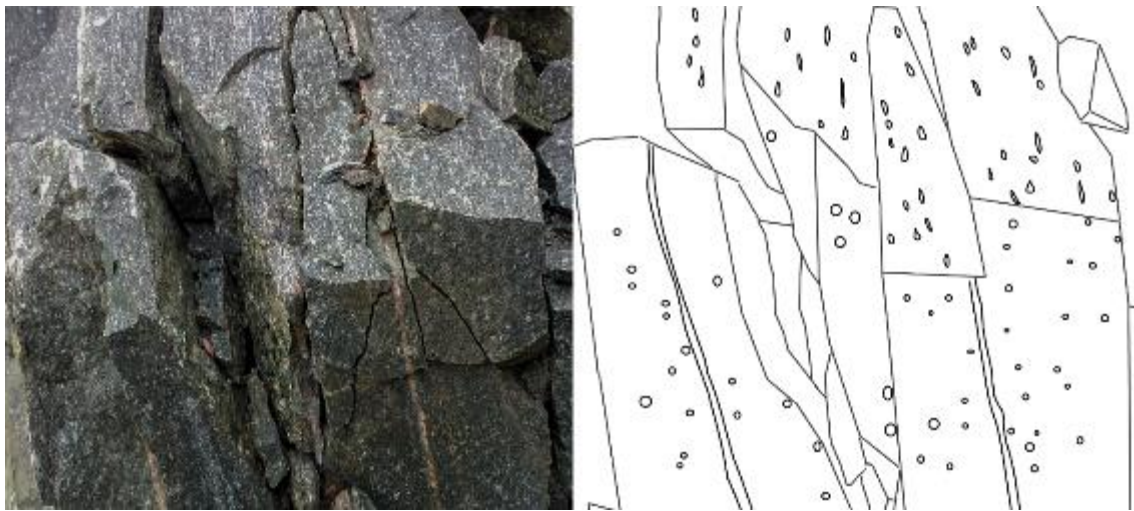


Figura 5: Minerais estirados (Lx) mostram movimentação transcorrente simples, ainda preservando o aspecto tabular das intrusões graníticas.

Já nas zonas de alta deformação vertical ainda é visível a rotação sinistral transcorrente dos minerais, entretanto se torna muito mais dominante a deformação vertical desse cisalhamento. Nessa região, as camadas tabulares de injeção magmática são deformadas e alçadas verticalmente acima de sua posição pretérita, fazendo com que sejam sobreposta e mostre planos de cavalgamentos verticais, como mostra a imagem Figura 6. Juntamente com indicativos sinistrais da movimentação deste milonito, essa movimentação vertical da foliação permitiu a classificação do movimento como sendo transpressional sinistral.

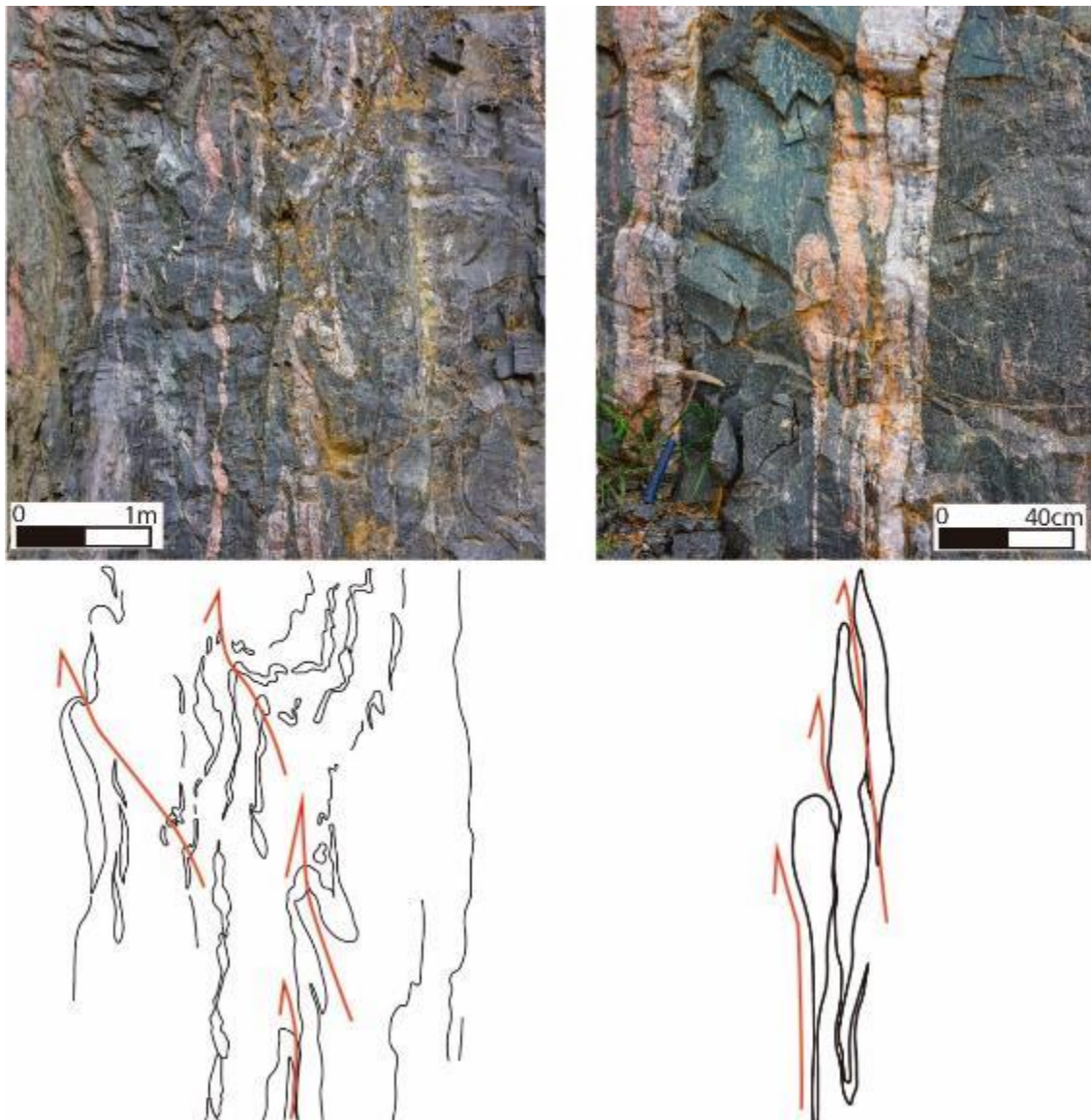


Figura 6: Foliação milonítica altamente deformada, flechas vermelhas mostram o deslocamento vertical das camadas anteriormente tabulares.

Essa foliação se mostra com a mesma cinemática nas rochas da Formação Capiru, entretanto com intensidade e penetratividade diferente. A foliação milonítica é muito mais restrita em pequenas áreas e heterogeneamente desenvolvida. Igualmente constatado no afloramento 2_1, essa foliação gradativamente aumenta até uma zona de alta deformação vertical, porém como essas rochas apresentam foliações sedimentares/metasedimentares, ocorre uma intersecção entre as foliações pretéritas e a foliação milonítica, até o ponto em que a intensidade da foliação aumenta, transpõe a foliação pretérita e se torna contínua. A foliação anterior a milonítica é caracterizada por um bandamento composicional com orientação média de N05E/78NW no afloramento 1_1/2, que

consiste em uma intercalação de filito cinza escura esverdeada e camadas decimétricas (de 5 a 15cm) de quartzitos claros, com predominância de filito.

A foliação milonítica desenvolvida nessas rochas forma planos retilíneos espaçados até chegar na região de maior concentração de deformação, nesta região ela se torna contínua e anastomosada, formando planos onde ocorre deslocamento vertical. Essa região forma boudins de quartzito, que são rotacionados e alçados verticalmente em planos de cavalgamentos mais discretos e com altos ângulos, paralelos à faixa de maior deformação. Nota-se que a deformação se concentra no filito devido ao seu comportamento mais plástico da rocha, como mostra a Figura 7.

Essa foliação não provoca o crescimento de novos minerais, mantendo-se a assembleia mineralógica original dos metassedimentos, porém deformados. Com isso, se assume que a deformação da Formação Capiru se deu em regiões crustais mais rasas o que não possibilitou a formação e crescimento de novos minerais, diferente dos gnaisses da pedreira São Jorge onde há presença de crescimento de minerais e xistificação do gnaisse. Esse tópico será melhor abordado no sub-tópico Dúctil-Rúptil.



Figura 7: afloramento 1_2, foliação milonítica de alto ângulo com indicativo de movimentação vertical em filitos e quartzitos da Formação Capiru.

O plano médio obtido a partir das medidas da foliação milonítica encontrada em campo é de N43E/86NW, conforme mostrado no estereograma acima (Figura 8), associado a indicadores cinemáticos de par S-C (Figura 9) mostram um movimento sinistral dos milonitos e estiramentos minerais que são majoritariamente de baixo ângulo e direcionados para NE. As resultantes cinemática dos pares S-C obtidos indicam movimentação sinistral para NE entre N36-57E.

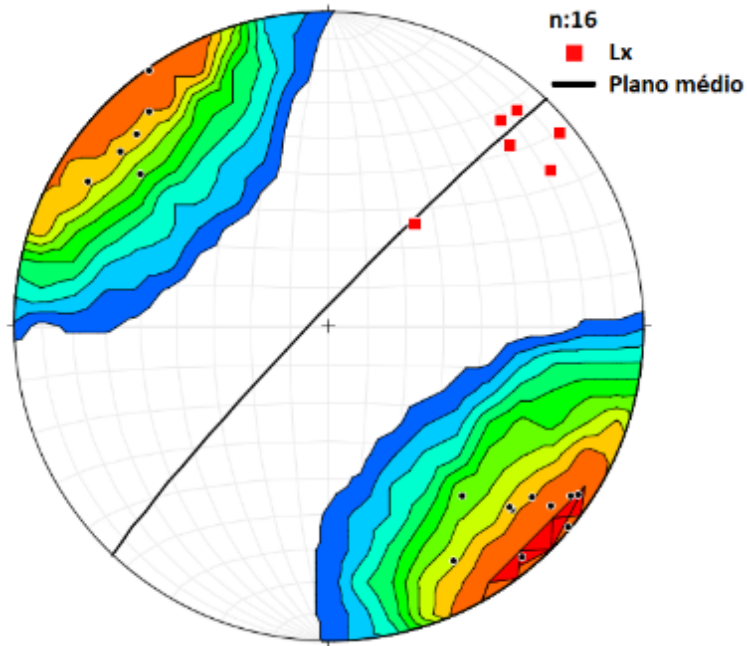


Figura 8: Estereograma da foliação milonítica

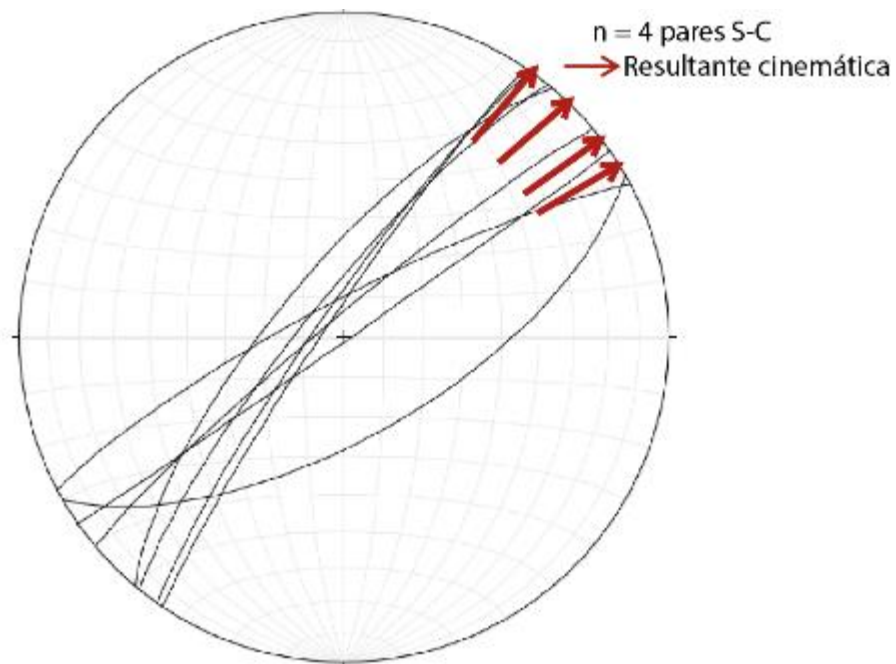


Figura 9: Cinemática resultante de pares S-C da foliação milonítica

A movimentação sinistral transpressional desta foliação poderia explicar o alçamento do Bloco São Jorge e justaposição de rochas gnáissicas ao lado de filitos e quartzitos da Formação Capiru.

6.2. Dúctil rúptil

No afloramento 2_1, pedra São Jorge, encontrou-se uma série de falhas associadas à zona de cisalhamento dúctil que estavam controlando a formação do biotita-xisto com tonalidade esverdeada intensa, com cristais de pirita euédrica a subédrica em menores quantidades.

A formação dessas falhas cortam as intrusões graníticas como visto na Figura 10, elas ainda preservam certo comportamento dúctil, por vezes formando regiões protomiloníticas associadas a uma série de falhamentos que deslocam fortemente a rocha. Entretanto nem sempre ocorre a formação dos xistos que são relacionados com essa deformação.



Figura 10: Falhas deslocando intrusão granítica.

A formação deste xisto está coordenada por falha (Figura 12), restrito a uma faixa de 2 metro de largura onde se interpretou ter havido uma entrada de fluidos através destas falhas, o que, possivelmente, teria provocado um retro-metamorfismo no gnaiss. O xisto foi classificado com um grau metamórfico na fácies xisto-verde zona da biotita. Seu contato é abrupto com o gnaiss e está orientado conforme N55E/89SE. É possível a identificação de par S-C dentro do xisto, com indicativo de forte movimentação vertical, provavelmente devido a características reológicas menos do competentes do que o gnaiss, ocorreu uma concentração da deformação nos xistos.

Essa fase ainda preserva a movimentação transcorrente sinistral compressional e estruturas em flor fechadas transpressionais (Figura 11). Essas estruturas em flor rotacionam blocos dentro de sua estrutura, porem apresentam comportamento mais rúptil, formam planos de cavalgamento interno de mesma simetria da foliação milonítica (Figura 6). Essas estruturas não apresentam brecha de falha em seus planos com maiores deslocamentos, sendo interpretadas como sendo uma deformação ainda sobre influência de maiores temperaturas, portanto afastando a classificação de uma deformação puramente rúptil, por isso a formação destas estruturas pode ter ocorrido em um momento mais tardio e em níveis crustais ainda menores.

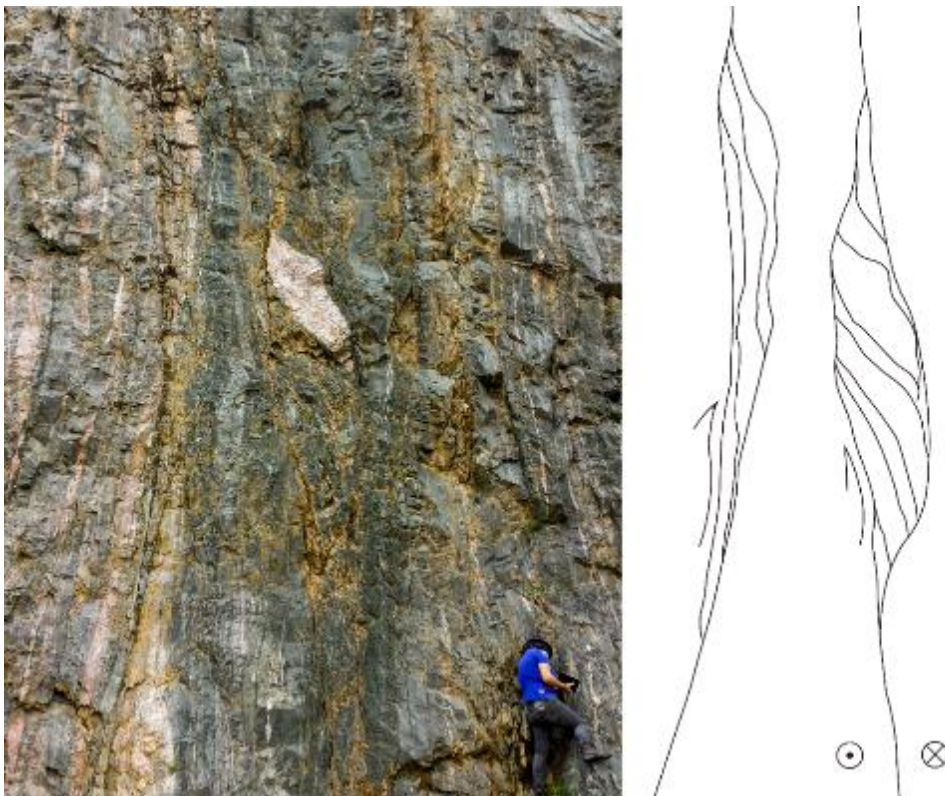


Figura 11: Flor positiva sinistral transpressional, afloramento 2_1.

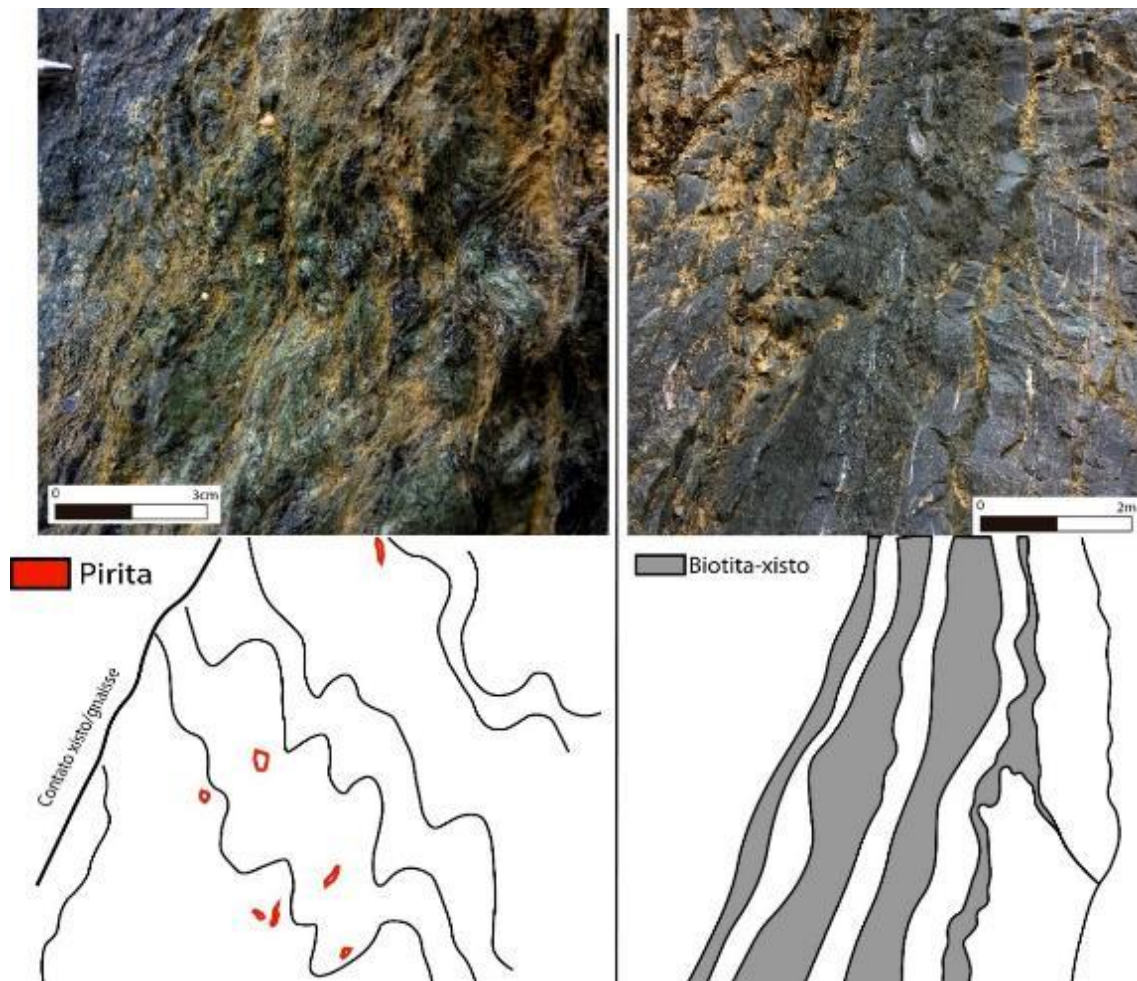


Figura 12: Esquerda) detalhe no xisto, com piritas intrafoliares e contato abrupto do xisto/gnaissé, Direita) Disposição do xisto, relacionado com a falha.

6.3. Rúptil

Em campo foram identificadas duas fases de deformação rúpteis sobrepostas. Há uma maior abundância de planos com indicadores dextrais de movimento e alguns planos com indicadores sinistrais. As duas deformações ocorrem ao longo das áreas estudadas, porém a evidência que se destaca foi encontrada na pedreira São Jorge, onde planos com indicador de movimentação sinistral do tipo colher estrias associadas estão sendo marcados e sobrepostos por estrias e estepes com movimentação dextral. Assim sendo, diferenciou-se duas fases de deformação rúptil, sendo a primeira sinistral e a segunda dextral.

Outra característica importante nesta fase é a presença de calcita preenchendo essas fraturas e que esse preenchimento está presente em ambas as fases de deformação.

6.3.1. Primeira fase: Sinistral

As fraturas e falhas encontradas nos pontos 1_1, 1_3, 1_4 e 2_1 pertencem a uma deformação mais antiga e sinistral, muitos indicadores desta primeira fase foram apagados pela movimentação dextral que aconteceu posteriormente, tornando assim complexa e difícil a identificação das evidências do movimento sinistral.

A partir dos dados coletados em campo, foi construído os campos de tensões atuantes. Através do Software WinTensor, foi calculado o plano médio como sendo N45E/85NW, e σ_1 como 11/184 como mostra a figura Figura 13.

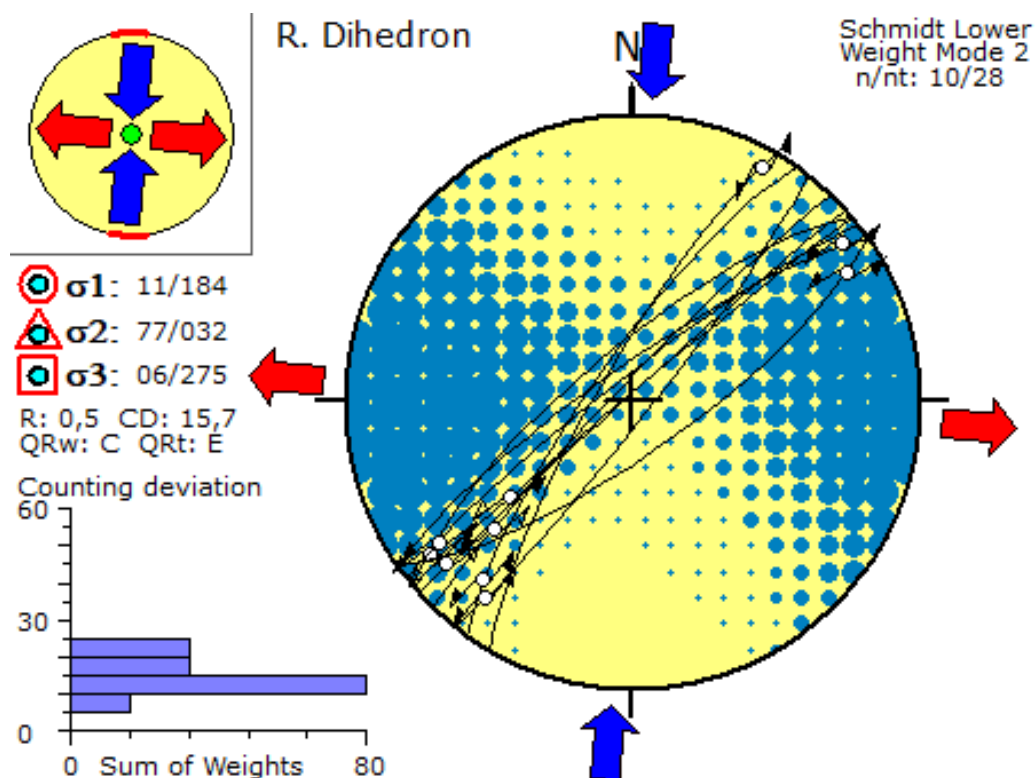


Figura 13: Diagrama de tensão para medidas sinistrais

Foram também identificadas uma série de estruturas em flor positiva fechadas com movimentação sinistral. No afloramento 2_1, Pedreira São Jorge

e no 1_3, Morro da Antena, as flores positivas possuem fraturas que derivam do plano principal, nota-se uma movimentação down-dip, ou seja, de falhas normais. No morro da Antena, a flor apresenta brecha de falha no plano principal da estrutura (plano Y) com aproximadamente 5 centímetros de espessura.

Por meio dessas estruturas, foi caracterizada a movimentação de transtensão, onde no interior da estrutura em flor há “micro-deslizamentos” que se originam do plano principal, e próximos ao plano principal pode ocorrer a formação de brecha de falha. No afloramento 2_1, associada à flor, com plano principal Y como o plano N32E/84NW, encontra-se plano P de riedel com N82E/78NW caracterizado como falha normal.

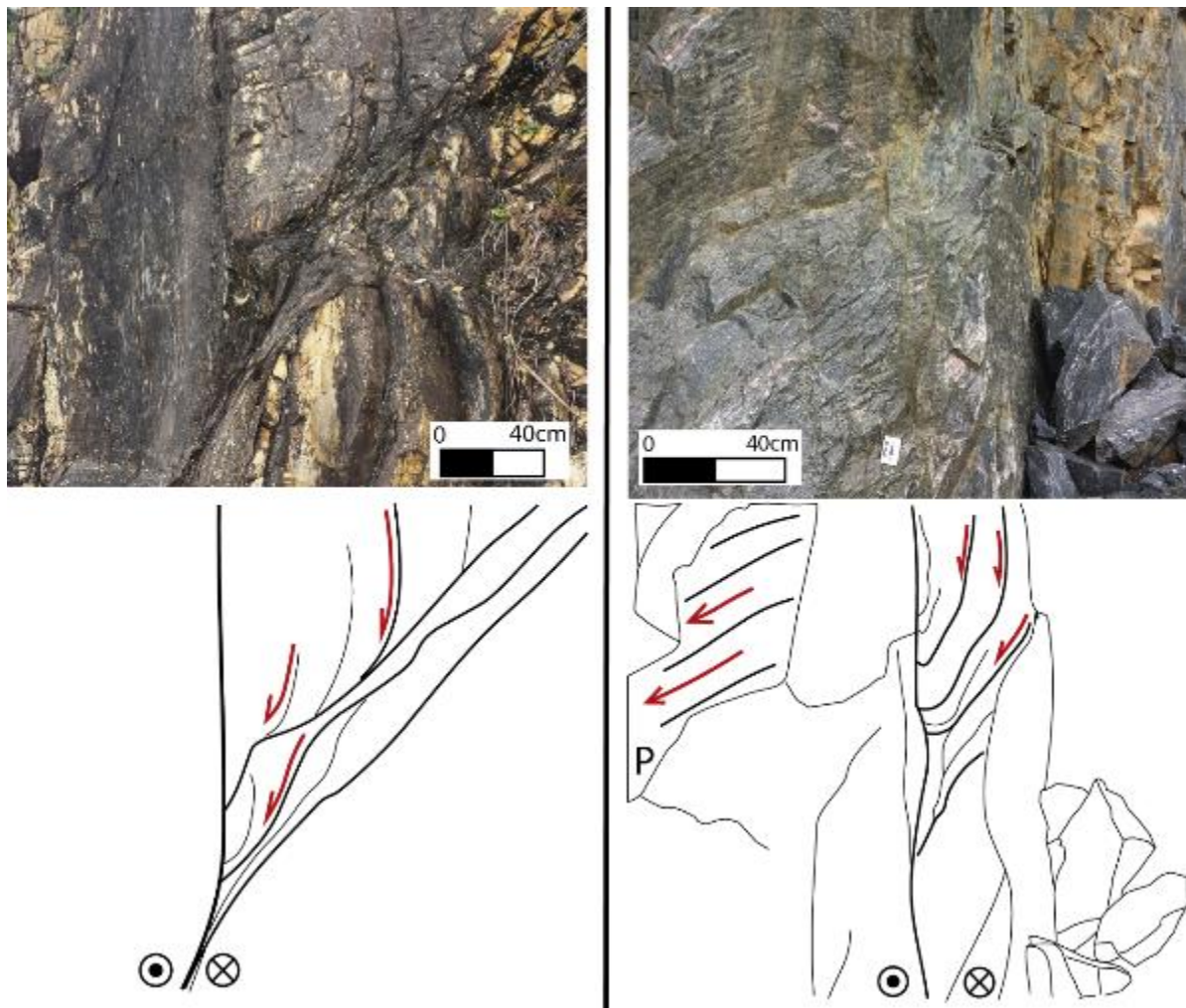


Figura 14: Flor positiva sinistras transtensional dos afloramentos 1_3 (esquerda) e 2_1 (direita).

Outro indicador cinemático encontrado foi o do tipo colher, como o da Figura 15, na pedreira São Jorge. Essa foi a maior e mais clara colher encontrada, está associada com uma série de estrias e estepes formados em planos bem desenvolvidos.

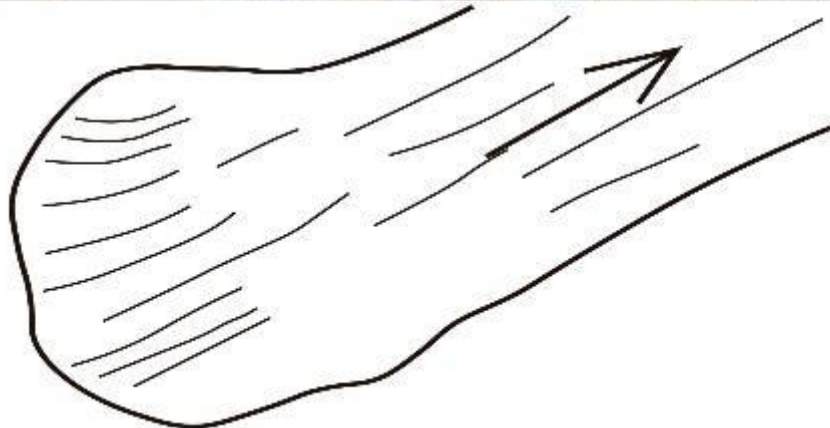


Figura 15: Indicador cinemático do tipo colher, mostrando plano com movimentação sinistral no afloramento 2_1.

No afloramento 1_3, há uma série de fraturas N40E/55SE formando planos de cavalgamentos no quartzito, como na Figura 16. Nestes planos se identifica *steps* e estrias de direção N45/55 com indicativos de movimentação sinistral associados ao cavalgamento, esses indicadores não corroboram com a interpretação do movimento transtensional. Foi interpretado que esses planos poderiam estar relacionados a fase anterior de transtensão, porém atuando em um nível crustal raso, o que proporcionou a deformação puramente dútil.

Nos quartzitos e filitos não foram encontrados nenhum tipo de preenchimento dos planos de falhas e fraturas, como a presença de calcita encontrado na pedreira São Jorge.



Figura 16: Li e steps sinistral em plano de cavalgamento, ponto 1_3.

6.3.2. Segunda fase: Dextral

Em campo as fraturas com movimentação dextral são facilmente encontradas, comuns durante na maioria os afloramentos visitados. É uma fratura que se desenvolve heterogeneamente dentro da zona de dano da Falha da Lancinha, tendo espaçamentos entre 3-15cm em regiões mais afetadas e 10-30cm em regiões menos afetadas. Seus planos são verticalizados com atitude média de N41E/88SE. A tenção atuante calculada para σ_1 seria Leste-Oeste como mostra a Figura 17.

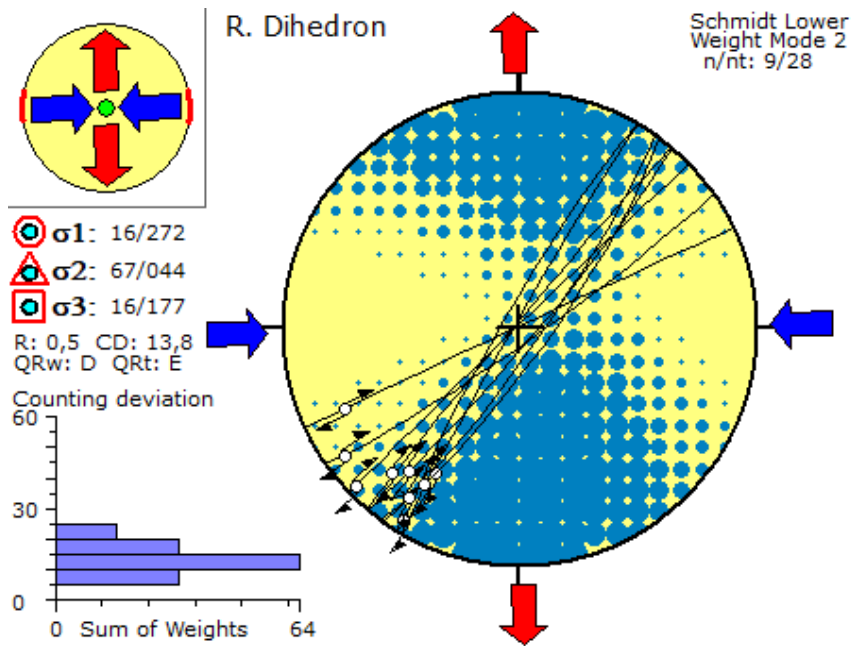


Figura 17: Diagrama de tensão para medidas dextrais

Com os dados dos afloramentos 1_1/2/3 e 3_2/3 localizados na Formação Capiru, se obteve o estereograma da Figura 18, mostrando o plano médio construído de N41E/80SE. Essas fraturas são compatíveis com o padrão esperado para a Falha da Lancinha e de alto ângulo. Os afloramentos em metassedimentos se mostraram complexos, pois a reologia da rocha dificilmente preserva os indicadores cinemáticos nos planos de falha.

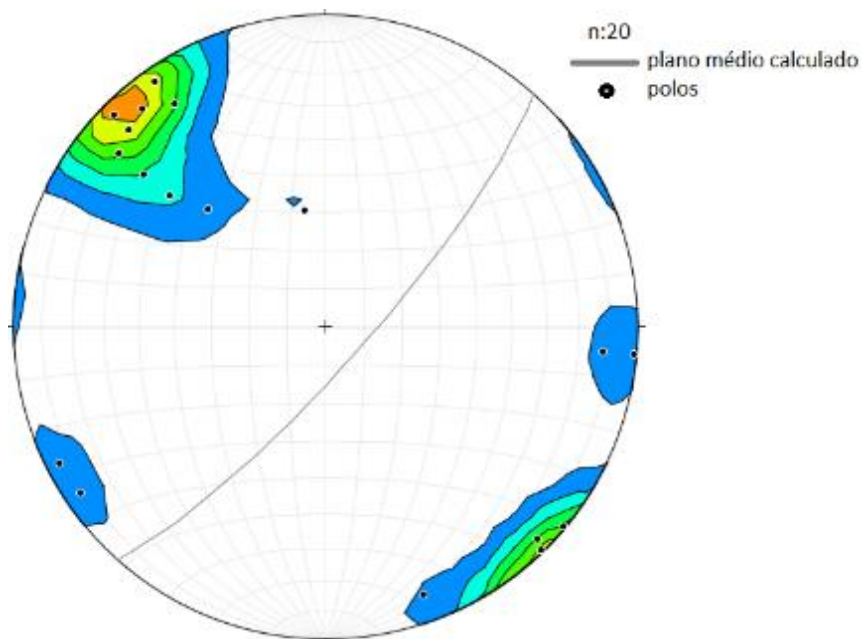


Figura 18: Estereograma de foliação rúptil, na Formação Capiru, evidenciando o plano médio calculado.

Na pedreira de calcário a sudeste de Itaperuçu, afloramento 1_4 (Figura 19), ela aparece formando grandes fraturas e pouco densas com espaçamentos de 50 metros e planos muito bem desenvolvidos. Esses planos preservam estepes pouco desenvolvidas, de pequenas dimensões, que indicam movimento dextal.

Já no afloramento onde se encontra um dique de diabásio falhado, afloramento 1_5, se nota uma maior penetratividade das com espaçamentos de 10-30cm, homogeneamente desenvolvida formando planos bem desenvolvidos. No dique de diabásio, há indicadores cinemáticos do tipo crescente juntamente com estrias e planos R' que adentram no plano Y, confirmando a movimentação dextral dessa fase deformacional.

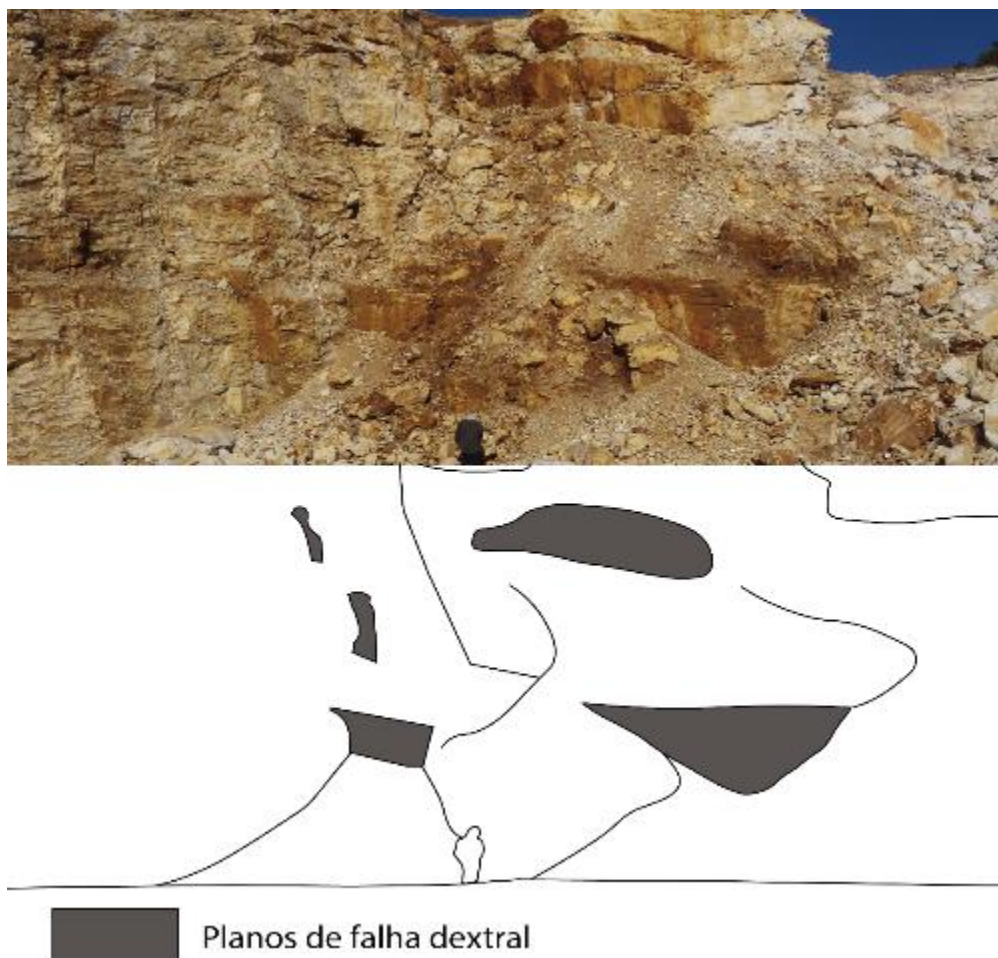


Figura 19: Planos de falha, ponto 1_4.

7. Discussão

A foliação milonítica presente na pedreira São Jorge estaria relacionada a orogenia brasileira, sendo ela consequente de um evento colisional e que posteriormente acarretaria na formação de zonas de cisalhamento de alto ângulo nos momentos finais da colisão. Os gnaisses seriam deformados, portanto durante o Brasiliano II, mais precisamente ao evento Ribeira, entre 630 a 540 Ma (Hasui, 2010).

Ao estudar a Formação Turvo-Cajati, Faleiros afirma que as rochas sedimentares desta formação seriam formadas em um ambiente de plataforma rasa quando colidiram com o Complexo Atuba (Faleiros, 2011). Ele define esse estágio colisional entre 600-590 Ma, mostrando que o evento teve curta duração, causando o espessamento crustal, além da exumação de partes do embasamento próximos a zona de sutura. Faleiros ainda infere que ocorreu uma rápida exumação destas rochas associada ao início de uma fase transcorrente pós colisional, entre 590-580 Ma, e que essa fase estaria relacionada a um metamorfismo de fácies xisto verde junto com a movimentação da Falha da Lancinha. E finalmente uma movimentação distensional a partir de 580 Ma entre os terrenos Curitiba e Luiz Alves, relacionados a intrusões graníticas, que teriam atuado até 530 Ma.

Seria possível correlacionar a as rochas encontradas do Complexo Atuba ao primeiro evento proposto por Faleiros, a colisão ocorrida entre 600-590 Ma. Esse evento teria característica compressional com exumação de blocos do embasamento através de zonas miloníticas como as observadas no afloramento 2_1, entretanto a segunda fase proposta entre 590-580 Ma seria melhor associada a foliação milonítica encontrada, pois se trata de uma fase transicional entre o evento colisional de fato e a fase transcorrente, o que melhor explicaria o movimento transcorrente associado as zonas de alta deformação vertical. Portanto, seria necessário a datação desta foliação encontrada na Pedreira São Jorge para melhor precisar seu desenvolvimento.

Outro ponto importante seria a datação dos xistos encontrados nesta mesma pedreira, para poder comparar a idade proposta para o metamorfismo

regional de fácies xisto verde relacionados a transcorrência a partir de 580 Ma que Faleiros propõe. Essa análise poderia informar o *gap* temporal entre a formação da foliação milonítica e o tempo que levou para esses gnaisses do Complexo Atuba começassem a apresentar comportamentos mais rúpteis em menores temperaturas e em níveis crustais menores do que 15 km de profundidade.

Analisando os dados de Schmitt (2004), as idades obtidas na região do Domínio Cabo Frio são de 525 Ma para os gnaisses associados ao evento colisional. Essas idades são mais recentes das obtidas em regiões mais ao sul, como Faleiros (2011), que propõe o evento colisional com idades em torno de 590 Ma., portanto o estágio colisional a sudoeste é anterior ao estágio colisional localizado no extremo nordeste da faixa Ribeira. Se nota que foi um período mais longo em um regime compressional na porção sul da Faixa Ribeira, o que poderia possibilitar maior soerguimento de blocos, justaposição de metassedimentos com rochas gnáissicas de alto grau metamórfico e maior período de desenvolvimento da foliação sinistral transpressional, o que explicaria as características encontradas na foliação milonítica.

Os gnaisses analisados por Schmitt (2004) além de serem mais novos, contém uma assinatura de transcorrência dextral datada a partir de 505 Ma., assim concluindo que o estágio colisional com predominante foliação sinistral se daria a idades até 505 Ma. A partir desta idade o processo colisional estaria se encerrando, e passando para o desenvolvimento de uma zona de transcorrência agora sim, de movimentação dextral, relacionado ao final da amalgamação da orogenia do Gondwana.

Cury *et al.* (2002) datou muscovitas que foram desenvolvidas na foliação milonítica de quartzitos do Núcleo Betara, obtendo idades de 604 ± 11 Ma., indicando uma colocação destas rochas em temperaturas menores que 300°C no Neoproterozoico. Já em 2008, Cury *et al.* datou biotitas do granito do Cerne, com idade de 557 ± 2 Ma., próximos também a idade de cristalização de zircões 563 ± 34 Ma. do mesmo granito, mostrando um curto período de tempo entre a formação do corpo e resfriamento a temperaturas inferiores a 300°C . Sua colocação é relacionada aos sistemas transcorrentes, em um processo de magmatismo tardi-orogênico em relação ao regime transpressional.

A datação das biotitas no Núcleo Betara apresentado por Cury (2002) coincide com a idade do evento colisional proposto por Faleiros (2011), próximos a 600 Ma. Poderia sugerir que o Núcleo Betara foi alçado a temperaturas mais baixas devido a um evento colisional de mesma idade. Já as datações do granito do Cerne por Cury (2008) mostrando sua colocação em 563 Ma e rápido resfriamento em 557 Ma em um regime transpressional relacionado a dobras escalonadas já com o regime transcorrente presente.

A grande quantidade de evidência da movimentação transtensional dessas rochas já era percebida por Fiori (1992), pois em seu trabalho ele nota uma incompatibilidade no modelo puramente dextral já que muitas das possíveis dobras escalonadas por ele analisadas, como a Antiforma do Setuva, Sinforma Almirante Tamandaré e estrutura Santa Rita são compatíveis com a movimentação sinistral da Falha da Lancinha.

Fassbinder (1990) comenta em seu trabalho sobre a presença de feições disruptivas (rúpteis-dúcteis) compressionais dextrais e que essas estruturas poderiam estar associadas a estruturas em flor, também afirma a presença de xistos associado a fraturas de fácies xisto verde baixo. As estruturas reconhecidas em campo associadas ao xisto são as reconhecidas por Fassbinder, porém com movimentação sinistral. Neste caso as estruturas em flor foram bem caracterizadas em campo.

Em relação às fases de deformação rúptil, Fiori (1992) interpretou uma movimentação sinistral rúptil da Falha da Lancinha, tomando por referência diques de diabásio deslocados nesse sentido. Durante as etapas de campo não foi possível a identificação de movimentação sinistral presente nos diques de diabásio, apenas movimentação dextral. Porém há grande quantidade de movimentações sinistras rúpteis observadas nos tectonitos da Pedreira São Jorge (afloramento 2_1), na pedreira de mármore em Itaperuçu (afloramento 1_4) e no Morro da Antena (afloramento 1_3) igualmente em Itaperuçu. Essas falhas foram reativadas posteriormente no sentido dextral. A sequência de eventos rúpteis foi determinada pela intersecção de falhas conjugadas naqueles locais.

Uma característica importante é o fato de haver carbonatos nos planos de falha em ambas as deformações rúpteis encontradas, tanto naquelas com cinemática sinistra quanto aquelas com cinemática dextral. Esse carbonato preenchendo as falhas e juntas poderia constituir em um importante indicativo para a determinação geocronológica dessas deformações. Caso esse preenchimento tenha acontecido logo após a deformação de cada evento, poderia se obter uma ótima correlação e distribuição temporal entre essas duas fases. Seria uma importante separação entre a idade de final do movimento sinistral e início da movimentação dextral no regime rúptil destas rochas.

É muito comum a sobreposição das foliações por falhas, e nas fases rúpteis algumas evidências pretéritas são apagadas por essas deformações posteriores, o que dificulta a separação destas duas fases.

Entende-se que as fases de deformação rúptil tenham ocorrido após as intrusões de diabásio, portanto, tenham sido ativas após de 132 ± 10 Ma., idade dos diques de diabásio obtida pelo método K-Ar (Pinese, 1989). Eventualmente o início da deformação rúptil sinistral pode ter ocorrido anteriormente à intrusão dos diques, e ter continuado durante e após a colocação dos diques. Por outro lado, a mudança do sentido de movimento indicaria mudança de posição do tensor nas fases rúpteis posterior a 132 Ma.

8. Conclusão

Ocorreram pelo menos 3 fases de deformação. A primeira é uma fase progressiva, com um evento puramente dúctil que evoluiu para uma fase deformacional dúctil-rúptil, com o alçamento do bloco São Jorge para níveis crustais mais rasos. Além de uma segunda fase rúptil com cinemática sinistral e uma terceira fase rúptil com cinemática dextral.

A fase inicial de deformação tem característica dúctil e transpressional, com fortes indicativos de movimentação vertical dos blocos e formação de protomilonitos e milonitos com formação de pares S-C, rotação de boudins e estiramento mineral de baixo mergulho corroborando para classificação do

movimento como transcorrente sinistral. Além da zona de alta deformação vertical onde se reconhece planos com projeção das rochas em meio à foliação milonítica, estiramento mineral e rotação de boudins indicam que a movimentação pode ser classificada como sinistral transpressional.

A deformação dúctil-rúptil possibilitou a formação de xistos subordinados a falhas associadas a zonas de cisalhamento, o que indicaria uma progressão da deformação com alçamento do bloco estrutural para níveis mais rasos (< que 15 km).

A segunda fase de deformação, superimposta aos tectonitos dúcteis está ligada às falhas de movimentação sinistral rúpteis com formação de estruturas em flor positiva transtensional.

A fase dextral rúptil é a última fase, devido evidências de sobreposição de indicadores cinemáticos em campo. Tendo sido ainda ativa após a intrusão dos diques de diabásio.

Nota-se um padrão de sobreposição destas fases, onde cada deformação aproveita planos de fraturas, contatos de bandamentos composicionais, falhas e fraturas pretéritas para desenvolver a sua deformação o que acarreta na frequente sobreposição entre foliações, zonas de miloníticas e falhas.

9. Referências bibliográficas

ALKIMIM, F.F., MARSHAK, S., SOARES, A.C.P, PERES, G.G., CRUZ, S.C.P, WHITTINGTON, A. 2006. Kinematic evolution of the Araçuaí -West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. *Precambrian Research* v149 (2006), p. 43–64.

ALMEIDA, F.F.M. 2004. *Geologia do continente Sul-Americano*. São Paulo Ed.Beca, Cap XIII.

CURY, L.F., KAULFUSS G.A, SIGA Jr O., BASEI M.A.S., HARARA O.M., SATO K. 2002. Idades U-Pb (Zircões) de 1.75 Ga em Granitóides Alcalinos Deformados dos Núcleos Betara e Tigre: Evidências de Regimes Extensionais do Estateriano na Faixa Apiaí, *Revista do Instituto de Geociências-USP*, São Paulo. **2** : p. 95-108.

CURY, L. F., SIGA O. J., HARARA, O. M. M., PRAZERES, H. J. F., BASEI, M. A. S., 2008. Aspectos Tectônicos das Intrusões dos Granitos do Cerne, Passa Três e Rio Abaixo, Sudeste do Pré-cambriano Paranaense. Estudo Baseado em Datações ³⁹Ar-⁴⁰Ar em Micas. *Revista do Instituto de Geociências – USP. Série Científica*. São Paulo, V. 8, n.1, p. 87-104.

HASUI, Y. 1986. *Novo Modelo Geológico do Vale do Ribeira*. São Paulo: IPT. p .67.

HASUI, Y. 2010. A grande colosão Pré-Cambriana do Sudeste Brasileiro e a estruturação regional, *UNESP, Geociências*, v. 29, São Paulo, **2** : p. 141-169.

FALEIROS, M. F., CAMPANHA, G. A. C., MARTINS, M., VLACH, S. R. F., VASCONCELOS, P. M. 2011. Ediacaran high-pressure collision metamorphism and tectonics of the southern Ribeira Belt (SE Brazil): Evidence for terrane accretion and dispersion during Gondwana assembly. *Precambrian Research* (2011) **189** : p. 263– 291.

FASSBINDER, E. 1990. *Análise estrutural da Falha da Lancinha – Estado do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, USP, São Paulo. p. 165.

FASSBINDER, E. 1994 – Modelo de riedel aplicado no lineamento lancinha, estado do Paraná –Ed. UFPR, Bol. Par. De Geociencias **42**: p. 173-184.

FIORI, A.P. 1985. Avaliação preliminar do deslocamento dúctil das falhas da Lancinha e de Morro Agudo no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, **36** : p. 15-30

FIORI, A.P. 1991. *Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açuagui ao norte de Curitiba*, Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências/USP, São Paulo, p. 261.

FIORI, A.P., GASPAR, L.A. 1993, Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Açungui (Proterozóico Superior), Paraná, sul do Brasil, Bol.JG-USP, SboC;enl, **24** : p. 1-19.

FIORI, A.P. (editor) 2009 Projeto Falhas. Relatório Interno. UFPR/Petrobras, p. 475.

PIEKARZ, G.F. 1981. Reconhecimento de unidades correlacionáveis à sequência mineralizadora do Perau, Estado do Paraná. SIMP. REG. GEOL. 3, Curitiba, 1981. Anais. São Paulo, SBG, SBG, **1** : p. 148-154.

RIBEIRO, L.M.A.L. 2006. Estudo geológico-geocronológico dos terrenos granito-gnáissicos e sequências metavulcanossedimentares da região do Betara (PR). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo. São Paulo. p. 105-108.

PINESE, J.P.P. 1989 Caracterização petrológica e geoquímica dos diques do arco de Ponta Grossa. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo. São Paulo. p. 196

SALAMUNI, E. 1991. Análise estrutural do Núcleo Betara, Rio Branco do Sul – PR. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-Graduação em geociências, Departamento de Geologia, UNESP-Campo Rio Claro, p. 170.

SALAMUNI, E., FIORI A.P., WERNICK E. 1993. Características estruturais e evolução tectônica do Núcleo Betara a norte de Curitiba (PR), Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, **41** : p. 91-127.

SCHMITT, R. S., TROUW, R.A.J., SCHMUS, W.R.V, PIMENTEL, M.M., 2004. Late amalgamation in the central part of West Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collisional orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). Precambrian Research **133** (2004), p. 29–61.

SOARES, P.C. 1988 – Sequências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo paranaense. In: SIMP. SUL - BRAS. GEOL., 3, Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. **2** : p. 743-771.

ANEXO I – MEDIDAS DE TECTONITOS.

Input row data													Compiled data Set 1													anes in strike-dip rake/pitch form													Kinematic axes													Map parameters												
Fracture plane	Dip	Azim	Slip Line	Plunge	Slip Sense	Level	Conf. Level	Weight Factor	Activ. Type	Striae Intens	Subset Input	Comment	Fault Dip	Dip-Sir	Slip Line	Plunge	Azim.	Slip Sense	Temp.	Subsets Work.	Strike	Dip	Plane 1 Rake	Strike	Dip	Plane 1 Rake	Incl.	P	Azim.	Incl.	B	Azim.	Incl.	T	Azim.	Shmax Azim.	Shmin Azim.	Regime Index	Regime Code																									
305	78	220	20S	20S	P			4	2	2	3,4		78	305	20	220	NS			3,4	215	78	-21				23	171	66	6	5	264	172	82	155	1,5	SS																											
125	83	210	30D	30D	P			4	2	2	3,1		83	125	30	210	ND			3,3	35	83	-150				26	262	59	47	15	164	78	168	1,5	SS																												
316	89	226	5D	5D	P			4	2	2	4,3		89	316	5	226	ID			4,3	226	89	175				3	271	85	35	4	181	91	1	1,5	SS																												
300	84	211	6D	6D	P			4	2	2	3,3		84	300	6	211	ID			3,3	210	84	174				0	255	81	346	9	165	75	165	1,5	SS																												
145	85	234	10D	10D	P			4	2	2	4,3		85	145	10	234	ND			4,3	55	85	-170				11	280	79	81	4	189	100	10	1,5	SS																												
126	80	213	16D	16D	P			4	2	2	3,3		80	126	16	213	ND			3,3	36	80	-164				19	260	71	67	4	169	79	169	1,5	SS																												
320	75	233	13S	13S	P			4	2	2	4,4		75	320	13	233	NS			4,4	230	75	-13				20	187	70	2	1	96	7	97	1,5	SS																												
130	85	218	25D	25D	P			4	2	2	3,3		85	130	25	218	ND			3,3	40	85	-155				21	267	64	51	14	171	84	174	1,5	SS																												
322	83	234	18S	18S	P			4	2	2	4,4		83	322	18	234	NS			4,4	232	83	-18				18	187	71	32	8	279	8	98	1,5	SS																												
145	75	59	14S	14S	P			4	2	2	4,4		75	145	14	59	NS			4,4	55	75	-15				21	12	69	190	1	282	12	102	1,5	SS																												
335	89	245	20D	20D	P			4	2	2	4,3		89	335	20	245	ID			4,3	245	89	160				13	292	70	62	15	198	110	20	1,5	SS																												
325	80	53	9S	9S	P			4	2	2	4,4		80	325	9	53	S			4,4	235	80	9				1	189	76	282	14	99	9	99	1,5	SS																												
314	85	227	35S	35S	P			4	2	2	3,4		85	314	35	227	NS			3,4	224	85	-35				28	175	55	37	20	276	1	91	1,5	UF																												
320	88	232	45S	45S	P			4	2	2	4,4		88	320	45	232	NS			4,4	230	88	-45				32	176	45	48	28	285	6	96	1,5	UF																												
128	85	217	16S	16S	P			4	2	2	3,4		85	128	16	217	S			3,4	38	85	16				8	172	73	55	15	264	173	83	1,5	SS																												
300	80	29	7S	7S	P			4	2	2	3,4		80	300	7	29	S			3,4	210	80	7				2	165	78	264	12	74	165	75	1,5	SS																												
310	88	221	20D	20D	P			4	2	2	3,3		88	310	20	221	ID			3,3	220	88	160				13	267	70	35	15	174	85	175	1,5	SS																												
300	88	211	24D	24D	P			4	2	2	3,3		88	300	24	211	ID			3,3	210	88	156				15	258	66	26	18	163	76	166	1,5	SS																												
314	88		X	X	X			4			3		88	314		XI				3	224	88															UI																											
322	88		X	X	X			4			4		88	322		XI				4	232	88																UI																										
314	85	231	55N	55N	P			4	2	2	3,1		85	314	55	231	NS			3,1	224	85	-55				40	166	35	41	31	286	3	93	0,5	UF																												
308	85	224	50N	50N	P			4	2	2	3,1		85	308	50	224	NS			3,1	218	85	-50				37	163	40	34	29	277	176	86	1,5	UF																												
322	75	302	74N	74N	P			4	2	2	4,1		75	322	74	302	NS			4,1	232	75	-85				60	150	5	51	30	318	43	133	0,5	NF																												
332	89	243	36N	36N	P			4	2	2	4,1		89	332	36	243	NS			4,1	242	89	-36				25	191	54	61	24	293	17	107	1,5	UF																												
305	70	228	32N	32N	P			4	2	2	3,1		70	305	32	228	NS			3,1	215	70	-34				38	173	51	8	8	269	177	87	1,5	SS																												
120	80	203	35N	35N	P			4	2	2	3,1		80	120	35	203	ND			3,1	30	80	-144				32	257	53	44	16	157	71	161	1,5	SS																												
130	85	217	35N	35N	P			4	2	2	3,1		85	130	35	217	ND			3,1	40	85	-145				28	269	55	47	20	168	83	173	1,5	UF																												
350	75	264	13S	13S	P			4	2	2	5,4R		75	350	13	264	NS			5,4	260	75	-14				20	217	70	33	1	127	37		1,5	SS																												
316	4		S	S	S			4	2	2	5,4R		4	316		SJ				5,4	226	4															SJ																											
264	80	179	26S	26S	S			4	2	2	1,4R		80	264	26	179	NS			1,4	174	80	-26				26	129	62	335	11	224	132	42	1,5	SS																												
318	88	229	15S	15S	S			4	2	2	3,4R		88	318	15	229	NS			3,4	228	88	-15				12	183	75	41	9	274	4	94	1,5	SS																												
292	70	228	55	55	S			4	1	0	2,1	Conjugada	70	292	28	11	S			2,1	202	70	30				14	344	55	233	32	82	168	78	1,5	SS																												

tectonitos dúcteis			
Foliação Milonítica			
Capiru		Betara	
130/75	-	135/85	Lx 218/42
310/89	Lx 40/55	150/76	Lx 230/45
322/58	-	148/84	Lx 232/39
320/85	-	-	-
135/75	Lx 50/05	-	-
315/81	-	-	-
Atuba			
304/85	Lx 40/16	304/85	-
309/80	-	309/80	-
305/83	-	305/83	-
315/70	Lx 55/15	320/85	-
310/73	Lx 41/10	332/81	-
332/73	Lx 45/20	310/73	-
140/78	-	145/89	-
129/66	-	150/65	-
121/78	-	-	-
145/89	-	-	-
138/71	Lx 45/10	-	-
310/88	Lb 195/12	-	-