

LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO
GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS
ENCANTADO E C1W, BAHIA.

CAMILA MASSARO

RIO CLARO – SP
2012

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO
GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS
ENCANTADO E C1W, BAHIA.**

CAMILA MASSARO

Orientador: Luiz Sérgio Amarante Simões

“Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2012”.

Rio Claro – SP
2012

551.8 Massaro, Camila
M414L Levantamento estrutural da porção norte do Greenstone Belt do Rio
Itapicuru e dos Alvos Encantado e C1W, Bahia / Camila Massaro. - Rio
Claro : [s.n.], 2012
91 f. : il., figs., mapas + 10 mapas

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual
Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Luiz Sérgio Amarante Simões

1. Geologia estrutural. 2. Greenstone Belt do Rio Itapicuru. 3. Padrão
estrutural. 4. Mineralização aurífera. 5. Metamorfismo. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

À minha família

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus que ilumina meu caminho e que quando preciso sempre de alguma forma sou atendida. Agradeço imensamente a minha mãe Angela que me apoia e me auxilia, não só financeiramente, mas principalmente porque sempre esteve ao meu lado me guiando em minhas decisões como um anjo da guarda. Obrigada pelo carinho, amor, pela dedicação como mãe e pai ao mesmo tempo, enfim, agradeço a você simplesmente por tudo! Aos meus avós maternos, “in memoriam”, sei que onde estiverem devem estar orgulhosos de mim, obrigado por serem ótimos avós e por me proporcionarem ótimas lembranças da infância.

Agradeço às minhas irmãs Natalia e Marina por servirem de exemplo pra mim, mas especialmente por estarem sempre presentes na minha vida. Vocês duas são verdadeiras amigas e companheiras, amo vocês incondicionalmente meninas! Não poderia deixar de agradecer também aos meus cunhados Bruno e Thierre que de certo modo, mesmo que tenha sido algumas vezes através das minhas irmãs, me incentivaram e colaboraram para que eu chegasse até aqui. Agradeço aos meus bichos de estimação, Paçoca, Sawyer, Pandora e Leona que mesmo que não tenham contribuído diretamente com o meu trabalho, fazem parte da minha família, me dão muita alegria e, sobretudo são meus companheiros, os melhores presentes que já ganhei!

Em cinco anos de curso, de muitas horas em convívio algumas pessoas tornam-se especiais, por isso sou grata à Amanda (Manguinha) pela amizade a qual fui surpreendida logo no primeiro ano, e que se tornou facilmente minha irmã mais nova. Agradeço a minha xará, Camila Amélia (Cah) por sempre ter uma palavra de sabedoria, por emprestar seu colchão e sua casa muitas vezes me fazendo me sentir em casa, e mais do que isso, por ser minha amigona, uma mãe! Ao Bruno, (Parcêro), por dividir e compartilhar horas de estudo, de risadas, de alegrias, tristezas em momentos difíceis, mas principalmente por ser meu parceiro de campos, de trucas, de festas, de tudo! Sou grata também a Mariana (Parcêra, Mah), minha comparsa, minha confidente, minha irmã, (mais velha, é claro!), agradeço a você pelo companheirismo, e que apesar da distância este ano, a saudade só fez me mostrar o valor de uma grande amizade, e não poderia deixar de mencionar sua família, obrigada por todo o carinho! Adoro todos vocês!

Agradeço à minha turma Geovárzea por partilhar momentos incríveis esses cinco anos de curso, e também por fazerem parte da minha história! Agradeço ainda aos colegas de outras turmas, (os agregados) que passaram a fazer parte desta jornada, em

especial à Camila Bittencourt, (Camilinha), que veio completar o trio de Camilas, agradeço pela parceria em Campo 1 e pela amizade desde então, e também à Nayara (Nay), por se tornar uma companheira pra todas as horas e por muitas vezes ler meus pensamentos! Quero agradecer também às minhas veteranas favoritas, Liliane (Lili), Thaís (Thatá) e Mayara (Mayri) pela amizade a qual fui abençoada, vocês três também são grande exemplo que vou levar pra vida toda. Adorei ter passado cada momento na graduação com todas vocês!

Sou grata aos Professores Jairo e Juércio, por me permitirem e me escolherem para fazer parte do Projeto da Petrobras durante grande parte da minha graduação e em especial à Márcia, (Sayuru) que esteve presente desde o começo do projeto e que ambos passaram todo conhecimento necessário que só me acrescentou como profissional, e também ao CEAPLA (Centro de Análise e Planejamento Ambiental) por nos proporcionar todo suporte para que o do projeto desse certo, e que nos deixou utilizar uma sala a qual passei muitas tardes e noites fazendo não somente meu trabalho do projeto, mas também meus relatórios da graduação. Gostaria de agradecer especialmente ao Prof Luiz, pela orientação proporcionada ao final do curso, por expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e que sem sua ajuda não seria possível realizar este trabalho.

Por fim, agradeço a toda equipe da Exploração da Yamana Desenvolvimento Mineral, por me oferecer um estágio no qual contribuiu com meu aprendizado, pelo apoio ao meu trabalho de conclusão de curso e pela assistência prestada durante este ano, em especial agradeço ao Gabriel Ito (Japa), Wagner Pocay (Pocay), Daniel Camacho (Dangola) e José Antônio (Zeh) pelos ensinamentos geológicos compartilhados e por contribuírem diretamente com este trabalho. Não poderia deixar de citar o auxiliar de campo José Matos (Bode) que enfrentou comigo o sol e as plantas espinhosas do sertão da Bahia, e que deu toda a acessoria durante os trabalhos de campo.

A todos, um muito obrigado!

*“Temos muito ainda por fazer
Não olhe pra trás
Apenas começamos.
O mundo começa agora
Apenas começamos.”
(Legião Urbana)*

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO.....	2
4. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO.....	3
4.1. Levantamento Bibliográfico.....	3
4.2. Levantamento de Campo.....	3
4.3. Levantamento em detalhe das duas áreas mineralizadas.....	3
4.4. Análises Petrográficas.....	5
4.5. Análises e Tratamento dos Dados.....	5
4.6. Confecção dos Relatórios Parcial e Final.....	5
5. GEOLOGIA REGIONAL.....	5
5.1. O Cráton São Francisco.....	5
5.2. O Greenstone Belt do Rio Itapicuru.....	10
5.2.1. ESTRATIGRAFIA.....	11
5.2.1.1. Unidade Máfica.....	12
5.2.1.2. Unidade Félsica.....	13
5.2.1.3. Unidade Sedimentar.....	14
5.2.1.4. Rochas Intrusivas.....	14
5.2.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	15
5.2.3. METAMORFISMO.....	20
5.2.4. HIDROTHERMALISMO.....	21
5.2.5. ASPECTOS PETROGRÁFICOS.....	22
5.2.6. EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA.....	23
5.2.7. MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS.....	27
6. GEOLOGIA LOCAL.....	28
6.1. Introdução.....	28
6.2. Estratigrafia.....	28
6.2.1. EMBASAMENTO ARQUEANO.....	28
6.2.2. UNIDADE VULCÂNICA MÁFICA.....	29
6.2.3. UNIDADE VULCÂNICA FÉLSICA.....	31
6.2.4. UNIDADE SEDIMENTAR.....	35
6.2.5. SEQUÊNCIA QUÍMICA.....	42
6.2.6. ROCHAS INTRUSIVAS.....	42
6.3. Geologia Estrutural.....	45
6.3.1. DOMÍNIO DE ALTO ÂNGULO.....	45
6.3.1.1. Fase Dn-1.....	45
6.3.1.2. Fase Dn.....	46
6.3.1.3. Fase Pós Dn.....	51

6.3.2. DOMÍNIO DE BAIXO ÂNGULO.....	53
6.3.2.1. Fase Dn-1.....	54
6.3.2.2. Fase Dn.....	54
6.3.2.3. Fase Pós Dn.....	59
6.3.3. BANDAMENTO COMPOSICIONAL.....	62
6.3.4. FRATURAS.....	63
6.3.5. INTERPRETAÇÃO DAS SEÇÕES GEOLÓGICAS.....	65
6.3.6. DETALHE ALVO ENCANTADO.....	67
6.3.7. DETALHE ALVO C1W.....	70
7. METAMORFISMO.....	75
7.1. Unidade Máfica.....	76
7.2. Unidade Félsica.....	77
7.3. Unidade Sedimentar.....	79
7.4. Diagrama Pressão x Temperatura.....	81
8. CONCLUSÕES.....	83
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de localização da área de estudo, próximo à cidade Nordestina, Estado da Bahia e as principais vias de acesso. (Baseado em Santos *et al.*, 1990). - **Pág 2**

Figura 4.1. Localização das seções geológicas levantadas no contexto do GBRI e localização dos 2 alvos que foram detalhados. Seção 1- Gravatá, Seção 2- Mari, e Seção 3- C1W. Alvo 1- Encantado, Alvo 2- C1W. Cedido por Yamana Desenvolvimento Mineral – Relatório Interno, 2012. – **Pág 4**

Figura 5.1. Cráton São Francisco e suas faixas de dobramento marginais neoproterozóicas (Pimentel & Silva, 2003). – **Pág 6**

Figura 5.2. Localização do *Greestone Belt* do Rio Itapicuru, no contexto do Cráton do São Francisco, em destaque (em vermelho) representa a área de estudo (Baseado em Costa 2008). – **Pág 7**

Figura 5.3. Mapa Geológico do Greenstone Belt do Rio Itapicuru em indicação da área de estudo (Cedido de relatório interno da Yamana Desenvolvimento Mineral, 2012). – **Pág 11**

Figura 5.4. Bloco diagrama esquemático representando o modelo estrutural de deformação para o *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru (Chauvet *et al.* 1997). Em azul, destaque para a inflexão. – **Pág 16**

Figura 5.5. Detalhe das seções transversais EW e NE-SW mostrando as megaestruturas do GBRI. As formas dos plútons em profundidade são extrapoladas. Nas seções, as escalas verticais e horizontais são iguais. (Chauvet *et al.* 1997). – **Pág 18**

Figura 5.6. Esquema de evolução estrutural do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru, evidenciando o evento D1 responsável pela tectônica de encurtamento e cavalgamentos de direção NW-SE em combinação com o evento D2, caracterizado por cisalhamento transcorrente sinistral de direção N-S e responsável pela ascensão dos granitos (Chauvet *et al.* 1997). – **Pág 19**

Figura 5.7. Modelo esquemático da evolução tectônica do GBRI proposto por Silva (1987). – **Pág 24**

Figura 5.8. Modelo tectônico proposto por Donatti Filho (2007) para o GBRI. – **Pág 26**

Figura 6.1. Embasamento do GBRI caracterizado pela presença de migmatitos. **A)** Porções escuras (melanossoma) e claras (leucossoma) estão representadas pelos números 1 e 3, enquanto que o número 2 representa um intrusão, provavelmente correlata ao Granitóide Ambrósio respectivamente, ponto 335, localizado a leste-sul da área, ponto pertencente à seção geológica C2-C2', na foto o martelo está orientado para norte. **B)** Zona de cisalhamento discordantes da foliação, presente no mesmo ponto, orientação da zona de cisalhamento é N25E/90NW, foto visada para norte. – **Pág 29**

Figura 6.2. Diferentes metabasaltos pertencentes à Unidade Vulcânica Máfica. **A)** Metabasilto de granulação fina localizado no Rio Itapicuru, ponto 299, foto visada N330. **B)** Pillow lavas localizadas no Rio Itapicuru, ponto 324, foto visada N300. **C)** Metabasilto localizado na porção nordeste da área de estudo, ponto 366, martelo se encontra para norte. **D)** Metabasilto pertencente ao Alvo Encantado, noroeste da área de estudo evidenciando a presença de veios de quartzo-feldspático e a granulação maior dos cristais de anfibólio, ponto 327, foto visada N 180. – **Pág 30**

Figura 6.3. Litotipos pertencentes à UVF. – **Pág 32**

Figura 6.4. Litotipos pertencentes à UVF. **A)** Metatufo com coloração cinza com porções mais claras, testemunho de sondagem do furo MP-157, inserido no contexto da mineralização Maria Preta. **B)** Metatufo pertencente ao mesmo furo (MP-157), porém este apresenta sulfetação de pirita e calcopirita na qual está associada à presença de um veio de quartzo. **C)** Metatufo com fragmentos de vários tamanhos que apresentam composição predominantemente félsica, ponto 11, localizado no leito do Rio Itapicuru. **D)** Aglomerados vulcânicos presentes no leito do Rio Itapicuru, ponto 12. **E)** Aglomerado vulcânico presente no furo de testemunho de sondagem MP-157, pertencente ao contexto da mineralização Maria Preta. **F)** Amostra de metatufo de cristal, onde os grãos de quartzo apresentam coloração fumê, ponto 267, localizado próximo do Rio Itapicuru. – **Pág 34**

Figura 6.5. **A)** Mica xisto com granulação fina, coloração acinzentada, localizado no ponto 314, afloramento pertencente à seção geológica B-B', cabeça do martelo para norte. **B)** Afloramento de mica xisto com presença de granadas e veios de quartzo boudinados, ponto 340, localizado na margem do Rio Itapicuru, a leste da área. **C)** Fotomicrografia da lâmina CM-183 com ênfase na foliação marcada pelos cristais de micas, sob polarizadores cruzados. **D)** Fotomicrografia de mica xisto evidenciando a presença de estauroлита e cordierita presentes na lâmina CM-340A, sob polarizadores

cruzados. Bt: Biotita, Crd: Cordierita, Ms: Muscovita, Opq: Minerais Opacos e St: Estauroлита. – **Pág 37**

Figura 6.6. Metassedimentos presentes na porção norte do GBRI. – **Pág 38**

Figura 6.7. Metapelitos carbonosos presentes na US. – **Pág 39**

Figura 6.8. **A)** Camada de metachert em contato com mica xisto, ponto 352, localizado a centro-leste da área, próximo à seção geológica B-B'. **B)** Ponto 352, mostrando dobras em “s” olhando para sul. **C)** Lente de mármore em contato com xistos presente no ponto 354, localizado próximo à seção geológica B-B', região leste na área. **D)** Fotomicrografia da formação ferrífera bandada, sob polarizadores cruzados, ponto 18, Alvo C1W, próximo ao Rio Itapicuru. Gth: Goethita, Hem: Hematita e Qz: Quartzo. **E)** Afloramento de turbidito localizado no Rio Itapicuru, na seção geológica C2-C2', ponto 345. **F)** Mesmo afloramento que o anterior evidenciando a o contato entre as bandas mais claras e escuras. – **Pág 41**

Figura 6.9. Metachert da sequência química em contato com anfibolito, ponto 348, inserido na seção geológica B-B'. Foto visada para oeste. – **Pág 42**

Figura 6.10. Rochas intrusivas e seus diferentes litotipos presentes na porção norte do GBRI. – **Pág 44**

Figura 6.11. Amostra CM-258, metandesito localizado no Rio Itapicuru evidenciando a existência da foliação Sn-1 oblíqua a foliação Sn. – **Pág 46**

Figura 6.12. Estereogramas de contorno dos polos dos planos da foliação Sn pertencentes ao domínio de alto ângulo de mergulho, onde pode ser observada a presença de guirlandas indicando dobras Dn. – **Pág 47**

Figura 6.13. Foliação Sn marcada pela orientação dos cristais de biotita, lâmina 334D, pertencente à seção geológica A-A'. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo. Unidade Félsica (Tufo de Cristal). – **Pág 48**

Figura 6.14. Diagrama com as medidas das lineações minerais presentes no DAA referentes à fase deformacional Dn (23 medidas). – **Pág 49**

Figura 6.15. **A)** Diagrama de medidas dos eixos de dobras Dn presentes no domínio DAA, 14 medidas coletadas. **B)** Estereograma de contorno dos polos das medidas dos planos axiais das dobras Dn presentes no domínio DAA, 14 medidas coletadas. – **Pág 50**

Figura 6.16. **A)** Foliação Sn presente no metadiorito localizado no Rio Itapicuru, ponto 1. **B)** Foliação Sn presente no metassedimento (xistos) localizado no

Rio Itapicuri, e ainda ocorrem dobras Dn, ponto 9. Em ambas as fotos a cabeça do martelo aponta para o norte. **C)** Dobras localizadas no xisto micáceo onde a foliação Sn está em posição plano axial à dobra, portanto caracteriza dobra Dn, ponto 344, foto visada para sul. – **Pág 51**

Figura 6.17. A) Dobra Pós Dn deformando a foliação principal, e existência de veios de quartzo paralelos ao plano axial da dobra, foto orientada N245. **B)** Zona de cisalhamento conjugada pertencentes à fase pós Dn, ponto 345, foto visada N260. **C)** Zonas de cisalhamento conjugadas pertencentes à fase pós Dn ponto 345, foto visada N260. **D)** Afloramento de metaturbidito marcando a foliação Dn sendo afetada por dobras pós Dn. – **Pág 52**

Figura 6.18. Fotomicrografia da Lâmina CM-264 evidenciando um veio de quartzo dobrado pertencente à fase pós Dn, localizada no morro gravatá, que está inserido na seção geológica B-B'. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Opq: Minerais Opacos (Grafita) e Qz: Quartzo. Unidade Metassedimentar (Metachert). – **Pág 53**

Figura 6.19. Esquema demonstrando a foliação Sn-1 observada na lâmina CM-340A, onde a foliação Sn-1 é observada dentro dos cristais de granada. – **Pág 54**

Figura 6.20. Estereogramas de contorno dos polos dos planos da foliação Sn pertencentes ao domínio de baixo ângulo de mergulho. – **Pág 55**

Figura 6.21. Diagrama com medidas de lineação mineral pertencente ao DBA correlacionas a fase Dn (12 medidas, uma delas encontra-se sobreposta). – **Pág 56**

Figura 6.22. A) Veio de quartzo boudinado que apresenta espessura centimétrica localizado no ponto 348, pertencente à seção geológica B-B', foto visada para oeste. **B)** Boudin assimétricos de camada de leucognaisse sugerindo transporte de topo para sul, foto visada para leste, localizado no leito do Rio Itapicuru, ponto 338. **C)** Boudins assimétricos desenham um padrão dominó, localizados no mesmo ponto citado anteriormente, foto visada para leste. – **Pág 57**

Figura 6.23. Indicadores cinemáticos e foliação Dn. – **Pág 58**

Figura 6.24. Fotomicrografia da lâmina CM-237, mica xisto pertencente à seção geológica B-B', evidenciando a foliação Sn que é bem definida pela orientação das micas. – **Pág 59**

Figura 6.25. A) Diagrama representando as medidas dos eixos de dobras pós Dn presentes no domínio DBA (9 mediadas que estão sobrepostas). **B)** Estereogramas

de contorno dos polos de planos das medidas dos planos axiais das dobras pós Dn presentes no domínio DBA (5 mediadas). – **Pág 60**

Figura 6.26. Fotomicrografia da Lâmina CM-344A – Textura fina do mica xisto, onde os cristais de muscovita e biotita marcam a foliação principal da rocha é possível observar que ocorre recristalização do quartzo evidenciando uma foliação posterior à principal. – **Pág 61**

Figura 6.27. A) Plano de falhas (pós Dn) em relação à foliação Dn deste domínio, ponto 354, foto visada para sul. **B)** Foliação com presença de dobras suaves em afloramento de anfibolito, ponto 366, pertencente à seção geológica A-A'. – **Pág 61**

Figura 6.28. Fraturas preenchidas por veios de quartzo e apresentam-se obliquas ao plano de cisalhamento, indicam movimento dextral, mais rúptil e menos frequente, associados à foliação pós Dn, ponto 348, cabeça do martelo orienta-se para norte. – **Pág 62**

Figura 6.29. Acamamento S0, em vermelho, não se encontra paralelo à foliação Sn (em amarelo), localizado em metacherts da cava C1W. – **Pág 63**

Figura 6.30. Estereograma de contorno dos polos de medidas de fraturas da porção norte do GBRI (354 medidas). – **Pág 64**

Figura 6.31. Fraturas observadas no GBRI. – **Pág 65**

Figura 6.32. A) Estereograma de contorno dos polos de planos de medidas de Sn para o Alvo Encantado (48 medidas). **B)** Estereograma de contorno de polo dos planos de medidas de fraturas presentes no Alvo Encantado (40 medidas). – **Pág 69**

Figura 6.33. A) Veio feldspático de espessura centimétrica e lineação mineral presente no metabasalto, foto orientada para N180. **B)** Contato entre o metabasalto e o granitóide em que ambos os litotipos encontram-se alterados, foto orientada para N300. – **Pág 70**

Figura 6.34. A) Estereograma de contorno de polos dos planos das medidas de S0 do Alvo C1W, 59 medidas coletadas. **B)** Estereograma de contorno de polos das medidas de Sn do mesmo alvo, 73 medidas coletadas. **C)** Estereograma de contorno do polo dos planos de medidas de fraturas do mesmo alvo, 147 medidas coletadas. **D)** Estereograma de contorno dos polos dos planos de medidas de planos axiais de dobras S0 pertencentes ao mesmo alvo, 20 medidas coletadas. **E)** Diagrama de medidas dos eixos de dobras do acamamento, 14 medidas coletadas. **F)** Diagrama de medidas de lineação de intersecção entre o plano de acamamento e a foliação Sn, 5 medidas coletadas. – **Pág 72**

Figura 6.35. Dobras da fase Sn-1, em vermelho, que estão paralelas ao acamamento S0 enquanto que dobras Dn são plano axiais. – **Pág 73**

Figura 6.36. Metachert dobrado evidenciando o acamamento em C1W. Cabeça do martelo para norte. – **Pág 74**

Figura 6.37. Dobras pós Dn vista em corte vertical, onde o S0 encontra-se no plano da foto, evidenciando, em vermelho, veios paralelos aos planos axiais das dobras pós-Dn. Foto visada para leste. – **Pág 75**

Figura 7.1. Fotomicrografias dos metabasaltos encontrados no GBRI. A) Lâmina CM-348 apresenta textura mais grossa, sob polarizadores cruzados. B) Lâmina CM-271B mostra a hornblenda marcando a direção da foliação principal, sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Hbl: Hornblenda, Opq: Opacos, Qz: Quartzo e Pl: Plagioclásio. – **Pág 76**

Figura 7.2. Fotomicrografia representando os metandesitos do GBRI. A) Lâmina CM-2 mostrando grande quantidade de carbonato na matriz, sob polarizadores cruzados. B) Lâmina CM-253 mostrando cristais de hornblenda inseridos numa matriz de clorita e plagioclásio, sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Chl: Clorita, Cb: Carbonato e Pl: Plagioclásio. – **Pág 77**

Figura 7.3. Fotomicrografia da lâmina CM-267C representando o litotilo tudo de cristal onde ocorre grande quantidade de cristais de quartzo e micas, nas quais estas marcam a foliação principal da rocha. A) Sob polarizadores paralelos. B) Sob polarizadores cruzados. Ms: Muscovita e Qz: Quartzo. – **Pág 78**

Figura 7.4. Fotomicrografia da lâmina CM-261B evidenciando o carbonato e a matriz de plagioclásios. A) Sob polarizadores paralelos. B) Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Opq: Opacos e Pl: Plagioclásio. – **Pág 78**

Figura 7.5. Mica xistos da Unidade Sedimentar do GBRI. – **Pág 80**

Figura 7.6. . A) Lâmina CM-174 composta por metapelito carbonosos brechado, com veios de quartzo perpendiculares e paralelos à foliação principal, sob polarizadores paralelos. B) Lâmina CM-176, Metachert com presença de veios de quartzo, sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Mc: Material Carbonoso e Qz: Quartzo. – **Pág 81**

Figura 7.7. Diagrama apresentando os parâmetros metamórficos para cada fácies de metamorfismo, com destaque em vermelho para o campo metamórfico definido para a Unidade Félsica do Greenstone Belt do Rio Itapicuru. HF, albita-

epidoto-hornfels; HB HF, hornblenda-hornfels; PX HF, piroxênio-hornfels. (Adaptado de Yardley, 1994). – **Pág 82**

Figura 7.8. Grade Petrogenética para rochas básicas metamorizadas com $P=PH_2O$. As abreviações são AB= albita, ACT= actinolita, AG= Aragonita, CAL= calcita, CIA= cianita, CLO= clorita, CPX= clinopiroxênio, EP= epidoto, GL= glaucofano, JD= jadeíta, LAW= lawsonita, LM= laumonita, OL= olivina, OPX= ortopiroxênio, PG= paragonita, PR= prehnita, PU= pumpellyta, QZ= quartzo, TC= talco, WR= wairakita, ZO= zoisita. (Adaptado de Yardley, 1994). – **Pág 82**

Figura 7.9. Grade Petrogenética para metassedimentos pelíticos. O círculo em vermelho exibe o campo metamórfico definido para o Domínio metassedimentar de acordo com as associações minerais encontradas. $P=PH_2O$. AB= albita; ALM= almandina; ALS= aluminossilicato; AND= andaluzita; BIO= biotita; CIA= cianita; CTD= cloritóide; CD= cordierita; EST= estaurolita; GD= granada; GR= grossulária; ILM= illmenita; QZ= quartzo; RT= rutilo; SIL= sillimanita. (Adaptado de Yardley, 1994). – **Pág 83**

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – MAPA DE PONTOS

ANEXO 2 – MAPA DE OCORRÊNCIA MINERAL

ANEXO 3 – MAPA GEOLÓGICO

ANEXO 4 – MAPA ESTRUTURAL

ANEXO 5 – SEÇÃO GEOLÓGICA A-A'

ANEXO 6 – SEÇÃO GEOLÓGICA B-B'

ANEXO 7 – SEÇÃO GEOLÓGICA C-C' (C1-C1' E C2-C2')

ANEXO 8 – MAPA DE DETALHE ENCANTADO

ANEXO 9 – MAPA DE DETALHE C1W

ANEXO 10 – DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS

RESUMO

A área de estudo está inserida no contexto geológico da porção norte do Greenstone Belt do Rio Itapicuru (GBRI), no qual localiza-se à nordeste do Cráton do São Francisco, estado da Bahia. O GBRI é conhecido pelo seu grande potencial econômico em mineralizações auríferas, contemplando ao sul a Mina Fazenda Brasileiro e ao norte a Mina Maria Preta, esta última situada na área estudada. O padrão estrutural da porção norte do *Greenstone*, tema deste trabalho, é de grande importância para se entender as mineralizações presentes. Para caracterizar-se o modelo estrutural foram realizadas três seções geológicas (escala 1:25000) com direções NW-SE e EW e detalhamento de dois alvos mineralizados, denominados Encantado, localizado a noroeste da área, próximo ao município de Nordestina, e C1W, localizado próximo ao Rio Itapicuru, a oeste da mina Maria Preta. Para isso, foram realizados trabalhos de campo e análises petrográficas, os quais permitem indicar a existência de dois domínios estruturais caracterizados pela existência de uma foliação principal de baixo ângulo de mergulho e outra com foliação principal de alto ângulo de mergulho, ambas de direção NW, além disso, ocorrem na área dobras Dn-1 e dobras pós Dn. Dobras Dn-1 são observadas com menor frequência, mas ocorrem principalmente formando uma foliação oblíqua a Sn e é observada em porfiroblastos presentes na análise petrográfica, enquanto que em relação às dobras pós Dn, existem mais de um tipo de dobramento na área, que se diferem pela orientação de seus eixos, um pós Dn NS e outro pós Dn EW. Além disso, foram identificados também dois domínios metamórficos, xisto verde (zona da biotita) e anfibolito médio, os quais estão diretamente relacionados com os domínios estruturais encontrados.

Palavras chaves: Greenstone Belt do Rio Itapicuru, Padrão Estrutural, Mineralização Aurífera, Metamorfismo.

ABSTRACT

The study area is located in the geological context of the northern portion of the Rio Itapicuru Greenstone Belt (GBRI), located northeast of the São Francisco Craton, Bahia State. The GBRI is known for its great economic potential for gold mineralization, looking south at Fazenda Brasileiro Mine and North Mine Maria Preta, is situated in the study área. The structural pattern of the northern portion of the Greenstone, theme of this work, is of great importance to understand the mineralization present. To characterize the structural model three geologic sections (scale 1:25000) were made with NW-SE and EW directions and detailing two mineralized targets, Encantado, located northwest of the area, near the city of Nordestina, and C1W, located near Itapicuru River, west of the Maria Preta mine. Thus, field work and petrographic analysis were conducted, that allow to indicate the existence of two structural domains characterized by the existence of a main foliation, low angle dipping main foliation and another with high dip angle, both with NW, moreover, folds occur in the area Dn-1 and post-Dn folds. Dn-1 folds are observed less frequently but they occur mainly forming an oblique foliation and the Sn is present in porphyroblasts observed in petrographic analysis, whereas in relation to the folds post Dn, there are more than one type of folding in area, which differ by the orientation of their axis, a post Dn NS and EW Dn another post. Moreover, two areas of metamorphic green schist (biotite zone) and medium amphibolite, which are directly related to the structural domains found.

Keywords: Rio Greenstone Belt Itapicuru, Standard Structural, Gold Mineralization, Metamorphism.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Geologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), o qual apresenta como tema, a caracterização estrutural de um segmento da porção norte do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru (GBRI), situado no Cráton do São Francisco. Tal trabalho foi desenvolvido em parceria com a empresa Yamana Desenvolvimento Mineral S/A, Unidade de Exploração, localizada no município de Nordestina, Estado da Bahia.

Greenstone Belt (GSB), Cinturão de Rochas Verdes, corresponde às sequências de rochas vulcanossedimentares, as quais geralmente possuem idade arqueana ou paleoproterozóica e se encontram distribuídos em escudos Pré-Cambrianos (Porto *et al.* 2002). Tais rochas são representadas por xistos máficos e ultramáficos, intercalados com formação ferrífera bandada, chert e rochas vulcanoquímicas diversas, de baixo grau metamórfico, representando em grande parte restos de crosta oceânica constituída por magmatismo, muitas vezes komatiítico (Winge *et al.* 2001). Nesse ambiente geológico há possibilidades de formar depósitos auríferos.

Do ponto de vista metalogenético, o GBRI se destaca pela presença de importantes mineralizações auríferas caracterizadas por intensa atividade hidrotermal, corpos subvulcânicos e intrusivos, em alguns aspectos similares ao tipo pórfiro, relacionadas às zonas de cisalhamento e veios de quartzo, quartzo-carbonato e quartzo-sericita, às vezes sulfetados.

Há duas minas de ouro reconhecidas no GBRI, uma na porção sul, Mineração Fazenda Brasileiro S.A. (MFB), localizada em Teofilândia, e a outra, no cinturão norte do GBRI, área de estudo deste projeto, Mina Maria Preta (C1), localizada próxima ao município de Santa Luz. Ainda na porção norte, há outros depósitos em fase de estudo, localizados em cinco trends mineralizados conhecidos como Treado-Gravatá, Vereda Grande, Sapateira, Antas e Mansinha.

Há diversos trabalhos realizados tanto na porção sul quanto na porção norte do GBRI, porém, no cinturão norte do *Greentone* poucos trabalhos detalham as estruturas presentes e suas relações com as mineralizações auríferas, por isso, este será o tema abordado neste projeto.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar o padrão estrutural da porção norte do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru, através da realização de 3 seções geológicas, e avaliar a relação deste padrão com as mineralizações auríferas de duas localidades do GBRI, conhecidas como Encantado e C1-W, que são alvos de estudo para mineralizações auríferas.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO

A área de estudo, representada na Figura 3.1, localiza-se na porção nordeste do Estado da Bahia, próximo à cidade de Nordestina, situada a 259 km de Salvador, capital do estado. O acesso, a partir de Salvador, é efetuado pelas rodovias pavimentadas BR-324, BR-116, BA-120 respectivamente, a partir de Feira de Santana, prosseguindo em direção ao município de Serrinha e em seguida em direção de Santa Luz. O percurso total é de 340 km.

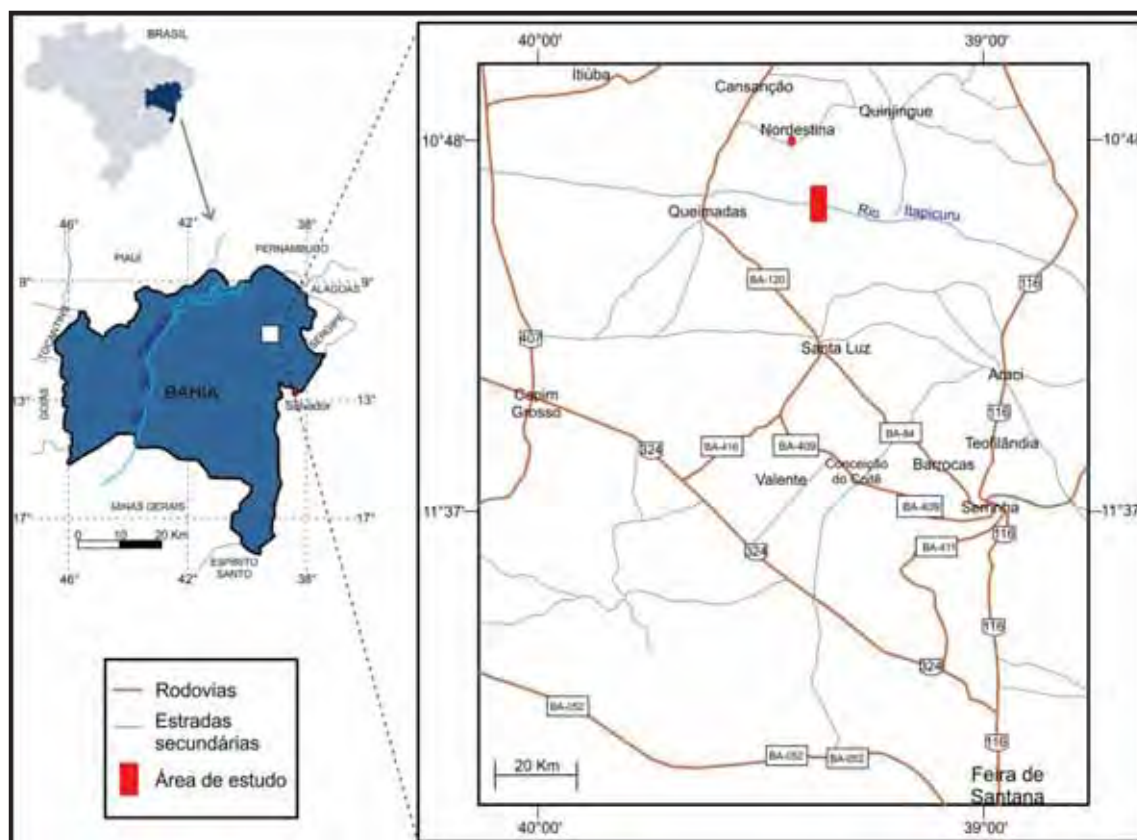


Figura 3.1. Mapa de localização da área de estudo, próximo à cidade Nordestina, Estado da Bahia e as principais vias de acesso. (Baseado em Santos *et al.*1990).

4. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO

Para atingir os objetivos propostos o trabalho foi dividido nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico, trabalhos de campo para coleta de dados e amostras, análise petrográfica, análise e tratamento dos dados coletados, confecção de mapas e seções geológicas e elaboração dos relatórios parcial e final. Tais etapas estão descritas sucintamente a seguir.

4.1. Levantamento Bibliográfico

Corresponde à etapa de compilação bibliográfica, pesquisa de artigos, monografias, publicações oriundas de congressos e reuniões científicas referentes à geologia da área. O levantamento bibliográfico foi focado na evolução do conhecimento geológico da área de estudo e de temas de interesse a serem tratados no projeto.

4.2. Levantamento de Campo

Corresponde às etapas de amostragem e aquisição de dados. Perfazendo um total de 35 dias de campo efetivos, visaram-se a caracterização litológica e o padrão estrutural ao longo de três seções elaboradas na escala 1:25.000 (Figura 4.1). As seções geológicas foram elaboradas com base no Mapa Geológico Regional do *greenstone*, cedido pela empresa, pertencente a um relatório interno, confeccionado no ano de 2008. Dessa forma, tal mapa sofreu pequenas modificações baseadas nos trabalhos de campo realizados durante o levantamento das seções geológicas, mas que na escala proposta deste trabalho são pouco perceptíveis.

Durante os trabalhos de campo foram descritos 377 pontos e coletadas cerca de 120 amostras de rochas com o intuito de realizar análises meso e microscópicas das estruturas para auxiliar na elaboração do modelo estrutural. Na totalidade foram confeccionadas 85 lâminas, nas quais todas foram analisadas, no entanto encontram-se 38 lâminas descritas neste trabalho.

4.3. Levantamento em detalhe das duas áreas mineralizadas

Foram mapeadas em detalhe (escala 1:10.000) duas áreas alvos para mineralizações auríferas, (Encantado e C1W), com amostragem de rochas e minério, a fim de avaliar os possíveis controles estruturais dessas mineralizações e analisar a relação do padrão estrutural desses alvos com o padrão estrutural do restante da área.

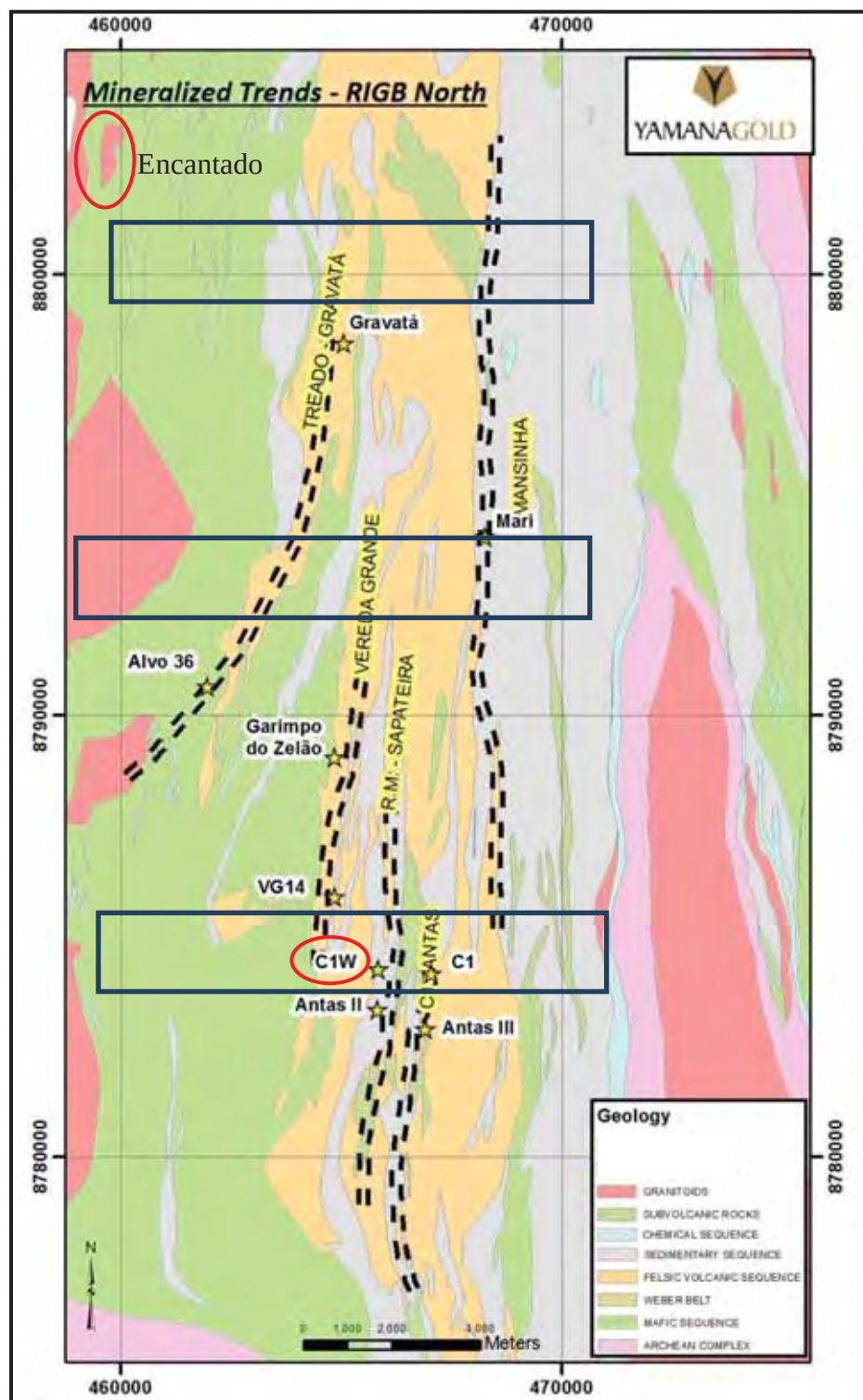


Figura 4.1. Localização das seções geológicas levantadas no contexto do GBRI e localização dos 2 alvos que foram detalhados. Seção 1- Gravatá, Seção 2- Mari, e Seção 3- C1W. Alvo 1- Encantado, Alvo 2- C1W. (Cedido por Yamana Desenvolvimento Mineral – Relatório Interno, 2012).

4.4. Análises Petrográficas

Para melhor compreensão das estruturas assim como para a caracterização litológica/petrográfica foram descritas lâminas delgadas e polidas, que também auxiliaram na determinação das condições de metamorfismo da área e no entendimento das relações microtectônicas da mineralização.

4.5. Análises e Tratamentos dos Dados

Os dados coletados durante os trabalhos de campo foram organizados em tabelas no programa Microsoft EXCEL[®] 2007 e serviram como base para a confecção de mapas geológico e estrutural através do software ArcGis[®], versão 9.3. Para ilustrar as orientações preferenciais das estruturas medidas em campo e analisar o padrão estrutural foram elaborados estereogramas, de rede equiárea e hemisfério inferior, através do Software Programa Stereonet. Por fim, para a construção das seções geológicas foi utilizado o programa Corel Draw, versão X6, as quais foram desenhadas a mão e posteriormente digitalizadas pelo programa citado.

4.6. Confecção dos Relatórios Parcial e Final

Através da compilação dos dados obtidos em campo, descrições das lâminas, confecções dos mapas e seções geológicas propostas foi possível elaborar o relatório parcial, já entregue à comissão do Trabalho de Conclusão de Curso, e um relatório final, no qual representa o presente trabalho, que apresenta os resultados obtidos no levantamento estrutural da porção norte do GBRI.

5. GEOLOGIA REGIONAL

Para melhor compreensão do contexto geológico em que se encontra a área de estudo, foi realizada uma compilação bibliográfica abordando o contexto regional do Cráton São Francisco e o *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru. Assim, destacam-se os seguintes aspectos: Estratigrafia, Geologia Estrutural, Metamorfismo, Hidrotermalismo, Petrografia, Evolução Tectônica, e Mineralizações Auríferas.

5.1. O Cráton São Francisco

A área de estudo está localizada no contexto regional do Cráton São Francisco (CSF), Figura 5.1, no qual abrange, segundo Barbosa *et al.* (2003), principalmente os

estados da Bahia e de Minas Gerais. O CSF representa uma unidade tectônica do embasamento da plataforma sul-americana que foi consolidada como segmento da litosfera continental durante o final do Arqueano e posteriormente reconfigurada, no Neoproterozóico durante a orogênese Brasiliana (Alkmin *et al.* 1993). Para Almeida (1977), trata-se de uma estrutura que foi poupada dos processos de deformação e de metamorfismo ocorridos durante o evento orogênico citado.

De acordo com Almeida (1977, 1981), o CSF é delimitado a sul e oeste pela faixa de dobramento neoproterozóicas Brasília, a noroeste pela faixa Rio Preto, a norte pelas faixas Riacho do Pontal e Sergipana e a sudeste pela faixa Araçuai. O cráton ainda é truncado por um rift abortado, de orientação NS, no qual se depositaram os protólitos dos Supergrupos Espinhaço (Mesoproterozóico) e São Francisco (Neoproterozóico) (Barbosa *et al.* 2003).

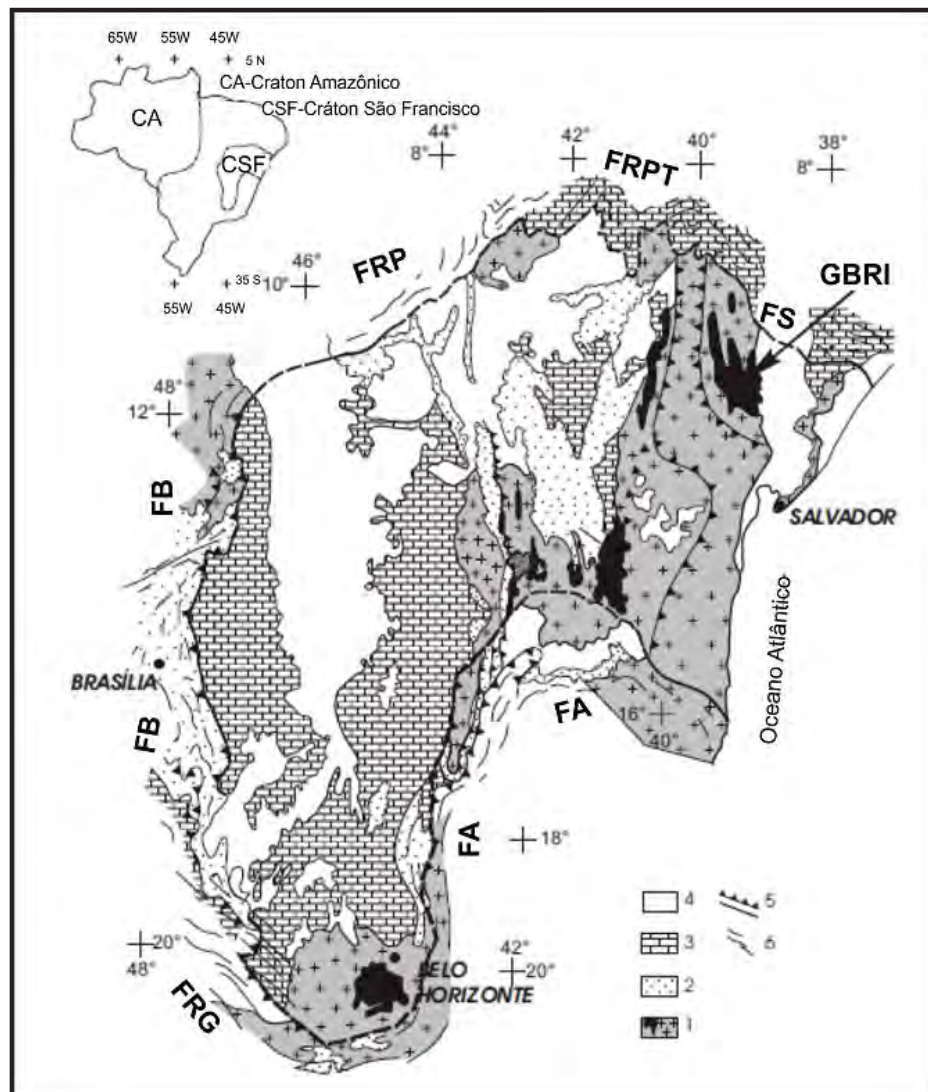


Figura 5.1. Cráton São Francisco e suas faixas de dobramento marginais neoproterozóicas (Pimentel & Silva, 2003). 1- Terrenos arqueano-paleoproterozóico com restos de sequência

greenstone belts; 2- Coberturas sedimentares meso-neoproterozóicas; 3- Coberturas sedimentares neoproterozóicas; 4- Coberturas terciárias e quaternárias; 5- Falhas e cavalgamentos, 6- Zonas dobradas. Faixas de dobramentos marginais: FS- Faixa Sergipana, FRTP- Faixa Riacho do Pontal, FRP- Faixa Rio Preto, FB- Faixa Brasília, FRG- Faixa Alto Rio Grande, Fa- Faixa Aracuaí. GBRI- Greenstone Belt do Rio Itapicuru.

Coberturas pré-cambrianas e fanerozóicas recobrem a maior parte do cráton e as áreas de cobertura representam três unidades morfotectônicas: Bacia do São Francisco, Aulacógeno do Paramirim e parte do Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. Há ainda outros domínios de cobertura como as bacias neoproterozóicas de antepaís do Rio Pardo e da Faixa Sergipana (Alkmin 2004).

Barbosa & Sabaté (2002) dividem o CSF em quatro segmentos crustais de idade Arqueana/Paleoproterozóica caracterizados por: 1- gnaisses-migmatitos de composição tonalítica, granodiorítica e granítica, remanescentes de suítes TTGs e terrenos greenstone belts Arqueanos do Bloco Gavião; 2- migmatitos granulíticos, intrudidos por charnockitos do Bloco Jequié; 3- tonalitos-trondjemitos incluindo rochas supracrustais do Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá; 4- e ortognaisses e migmatitos do Bloco Serrinha, onde estão localizados os *Greenstone Belts* do Rio Itapicuru e do Rio Capim. (Figura 5.2).

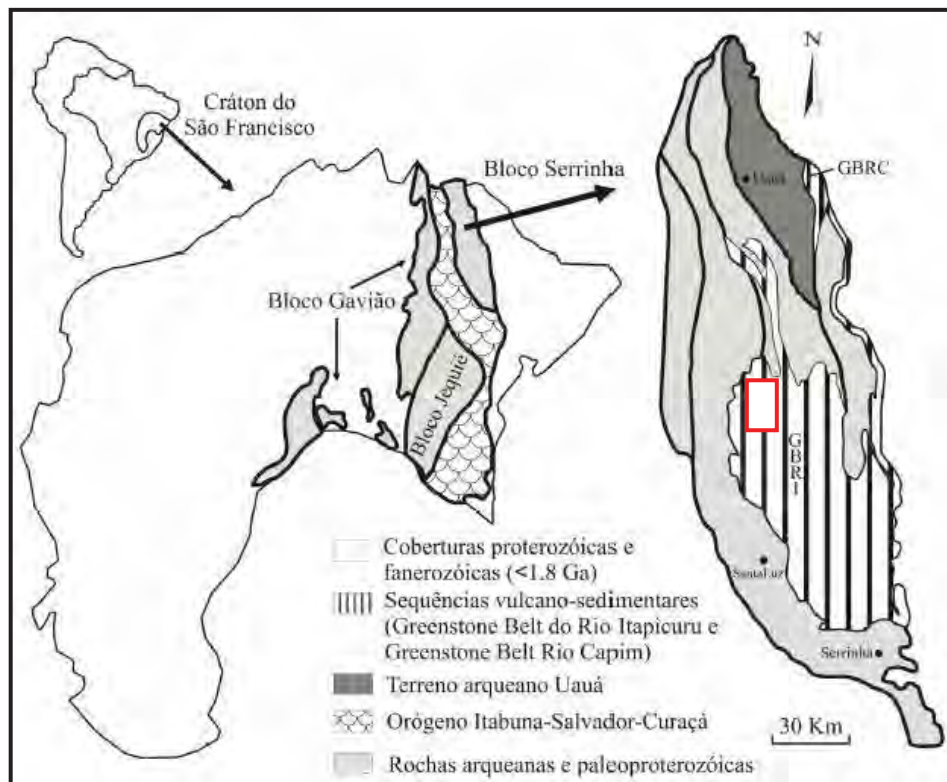


Figura 5.2. Localização do *Greestone Belt* do Rio Itapicuru, no contexto do Cráton do São Francisco, em destaque (em vermelho) representa a área de estudo (Adaptado de Costa 2008).

O Bloco Gavião representa o núcleo arqueano intacto do cráton, e está localizado na porção oeste do mesmo (Alkmin 2004). A borda do Bloco Gavião é composta por TTG's com idades U-Pb SHRIMP entre 3,4 e 3,2 Ga, correspondendo às rochas mais antigas do cráton. Há também granitóides de 3,2 - 3,1 e 2,8-2,7 Ga e unidades supracrustais (sequências *greenstone belts*) de 3,3 Ga, 3,2 Ga e 3,0-2,8 Ga. As rochas citadas foram metamorfasadas na fácies anfibolito e deformadas entre 2,8 e 2,7 Ga. (Barbosa & Sabaté 2002, 2004). As rochas do Bloco Gavião apresentam esporádica migmatização que é atribuída como derivadas do arqueano por apresentarem idades em torno de 2.9 a 2.8 Ga, de acordo com o método Rb-Sr em granitos e granodioritos (Alkmin 2004, Marinho 1991, Santos Pinto *et al.* 1993).

Associações de ortognaisses, leptinitos e anfibolitos presentes nas sequências vulcanossedimentares Contendas-Mirante, Umburanas e Mundo Novo, ambas pertencentes às fácies xisto verde, compõem o Bloco Gavião (Barbosa *et al.* 2003). Ocorrem também associações tonalíticas, trondhjemiticas e granodioríticas da fácies anfibolito, antigos núcleos TTGs (Alkmin, 2004). Nas áreas adjacentes às sequências supracrustais há gnaisses orto e paraderivados, com intensa deformação e recristalização, corpos básicos e ultrabásicos, lentes de rochas cálcio-silicáticas e quartzitos.

O Bloco Jequié, ou Complexo Jequié, se localiza a leste do Bloco Gavião, e é composto por migmatitos heterogêneos de cerca de 3,0 a 2,9 Ga, de idades, intrusões graníticas e granodioríticas de idades entre 2,8 a 2,7 Ga e sequências vulcanossedimentares, todas pertencentes à fácies granulito, segundo Barbosa *et al.* (2003).

De acordo com Alkmin (2004), o Cinturão Itabuna-Salvador-Curaça é composto predominantemente por tonalitos, trondhjemitos e metassedimentos. Sua origem foi explicada por Figueiredo (1989), como sendo um arco magmático desenvolvido entre o Neoarqueano e o Paleoproterozóico (~2,6 Ga). Para Oliveira *et al.* (2004), o orógeno consiste de um núcleo central que apresenta rochas granodioríticas a tonalíticas de alto grau metamórfico presentes no Complexo Caraíba, intrusivas ou em contato tectônico com gnaisses aluminosos e grafíticos, anfibolito, formações ferríferas, mármore e rochas cálcio-silicáticas, presentes nas unidades Tanque Novo e Complexo Ipirá. Corpos alongados na direção N-S da Suíte São José do Jacuípe e rochas máfica-ultramáficas cortam essas unidade, tais corpos apresentam composição granítica a sienítica.

O Cinturão Itabuna-Salvador-Curaça também apresenta rochas shoshoníticas de 2,4 Ga, e os tonalitos e trondhjemitos presentes são sin-colisionais e possuem idade de 2,1 Ga. Segundo Alkmin (2004), na convergência paleoproterozóica ocorreu deformação e todos os constituintes das rochas foram metamorfisados na fácies granulito.

O Bloco Serrinha localiza-se no extremo nordeste do CSF e é limitado pela Faixa de Dobramentos Sergipana, de idade neoproterozóica, com a Bacia do Tucano de idade mesozóica, a leste-nordeste, e com o Cinturão Salvador-Curaçá de idade arqueana e paleoproterozóica, a oeste (Kosin *et al.* 2003). Ainda segundo a autora, trata-se de um segmento da crosta arqueana (granito-*greenstone*) compostas pelos Complexos Uauá e Santa Luz, que serviram de embasamento aos greenstone belts paleoproterozóicos do Rio Itapicuru e do Rio Capim.

O embasamento do Bloco Serrinha é formado por granitos e tonalitos de idades entre 2,9 e 3,0 Ga. Essas rochas foram metamorfisadas na fácies anfibolito, e são cobertas por sequências vulcanossedimentares da fácies xisto verde, representadas pelos greenstones belts paleoproterozóicos do Rio Itapicuru e Capim, cuja deposição deu-se em bacias de retro-arco (Alkmin 2004).

Segundo Oliveira (1999), o Complexo Uauá apresenta gnaisses bandados, ortognaisses tonalíticos e granodioríticos e corpos máficos e ultramáficos. Os ortognaisses e granitoides do Bloco Serrinha apresentaram idades U-Pb em zircões que variaram entre 3,13 a 2,93 Ga, segundo Cordani *et al.* (1999) e Oliveira (1999). Já o Complexo Santa Luz é composto por ortognaisses migmatíticos e intercalações de metabasitos, metaultrabasitos, rochas cálcio-silicáticas, metacherts, mármore, quartzitos e gnaisses aluminosos. De acordo com Gaál *et al.* (1987), Mascarenhas & Garcia (1989) e Oliveira *et al.* (2002) os protólitos dos ortognaisses do Complexo Santa Luz foram formados entre 3,1 e 2,7 Ga, e posteriormente retrabalhados durante a orogênese paleoproterozóica (Melo *et al.* 1995).

O Greenstone Belt do Rio Capim localiza-se na porção nordeste do Bloco Serrinha, e é composto por sequência de rochas vulcanossedimentares geradas, deformadas e metamorfisadas durante o Paleoproterozóico. Tais sequências formam três unidades litoestratigráficas: Unidade Vulcânica Máfica, Unidade Vulcânica Félsica e Unidade Sedimentar, definidas por Kishida (1979). Predominam da base para o topo, rochas máficas como metabasaltos toleíticos de fundo oceânico seguidas por metavulcânicas ácidas, representadas por lavas e piroclásticas intermediárias, rochas

cálcio-alcálinas de arcos de ilhas, e também há gnaiss calcissilicáticos (Winge 1984). Tais rochas possuem alto grau metamórfico, nas fácies anfibolito a granulito e segundo Oliveira (1999), possuem idade de cerca de 2,22 a 2,09 Ga datadas por Pb-Pb em rocha total e U-Pb em zircões.

O *Greestone Belt* do Rio Itapicuru aflora no interior do Bloco Serrinha, na porção NE do CSF, e é constituído por rochas máficas, félsicas e sedimentares intrudidas por domos graníticos. Essas rochas possuem idade paleoproterozóica e foram metamorfisadas em fácies desde xisto verde até anfibolito (Kishida 1979, Kishida & Riccio 1980). Por ser o enfoque principal deste trabalho, o *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru, será descrito com mais detalhe a seguir.

5.2. O Greenstone Belt do Rio Itapicuru

O *Greestone Belt* do Rio Itapicuru (GBRI), Figura 5.3, localiza-se no Estado da Bahia, e encontra-se inserido na porção nordeste do Cráton São Francisco, e na porção leste do Bloco de Serrinha, formando uma faixa com 170 km de extensão e 70 km de largura. O GBRI forma uma estrutura complexa, em que apresenta orientação preferencial N-S na porção norte, e orientação E-W na porção sul, resultante de uma inflexão. Trata-se de uma região bem estudada do Pré-cambriano do nordeste brasileiro, devido à ocorrência de mineralizações auríferas (Silva *et al.* 2001).

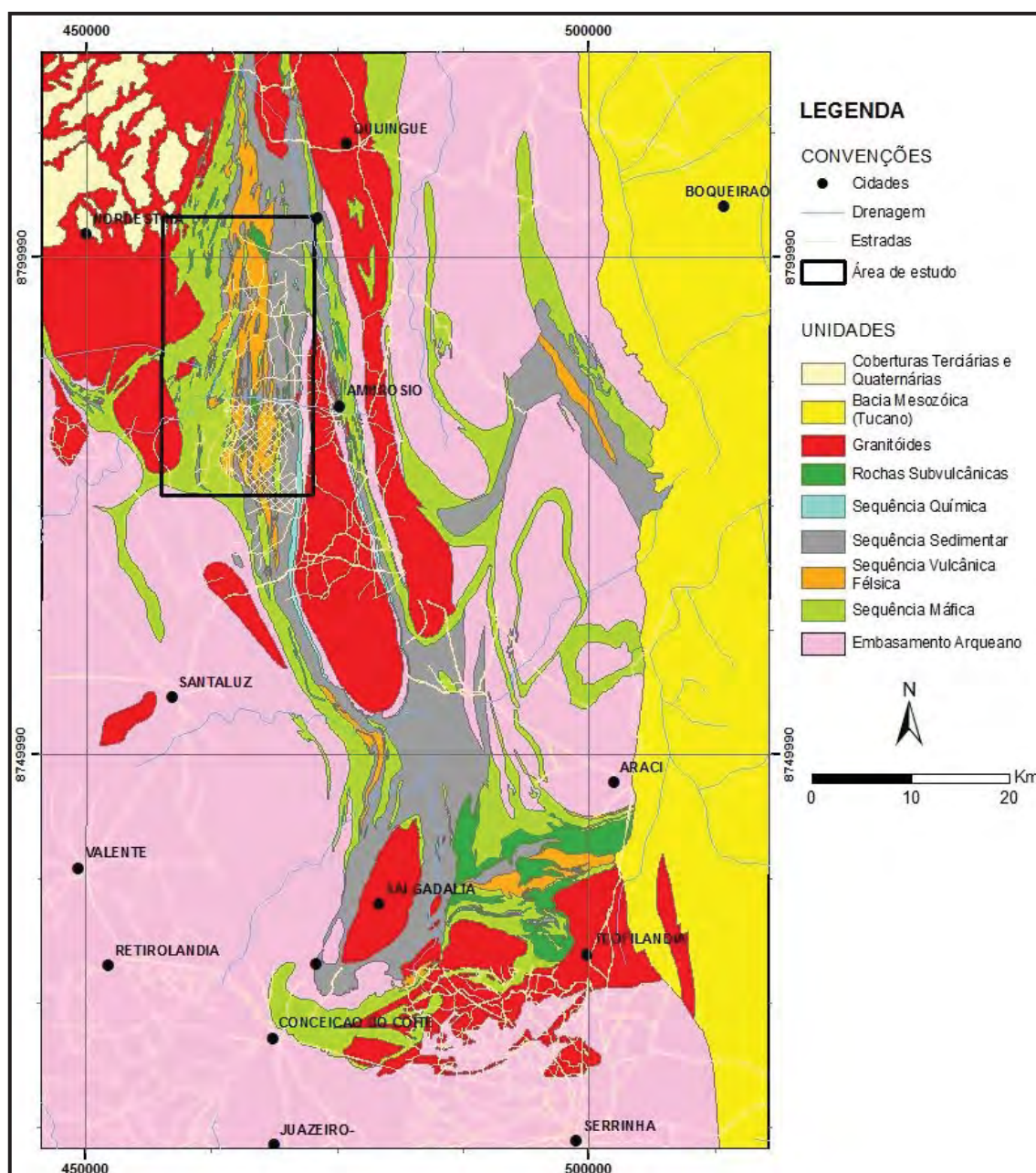


Figura 5.3. Mapa Geológico do Greenstone Belt do Rio Itapicuru em indicação da área de estudo (Cedido de relatório interno da Yamana Desenvolvimento Mineral, 2012).

5.2.1. ESTRATIGRAFIA

Segundo Kishida (1979) e Silva (1983), as rochas vulcano-sedimentares do GBRI formam três unidades litoestratigráficas principais, Unidade Vulcânica Máfica (UVM), presentes na base, Unidade Vulcânica Félsica (UVF) e Unidade Sedimentar (US), com sedimentos clásticos e químicos, intercalados nas rochas vulcânicas ou formando um pacote individualizado no topo da sequência. Tais rochas estão

metamorfisadas e apresentam espessura de aproximadamente 9,5 km são paleoproterozóicas e foram intrudidas por domos graníticos também paleoproterozóicos. As unidades presentes no GBRI estão descritas a seguir.

5.2.1.1. Unidade Vulcânica Máfica (UVM)

A UVM encontra-se nas bordas de uma estrutura sinclinal e ocupa aproximadamente 60% da área de exposição do GBRI. Representa a porção basal da sequência supracrustal e consiste em um pacote de cerca de 5 km de espessura, de rochas vulcânicas máficas, como metabasaltos maciços, predominantemente, metabasaltos porfiríticos, (mais raros), metabasaltos variolíticos, metabasaltos amigdaloidais, e brechas de fluxo associadas às estruturas do tipo pillow-lava que se encontram preservadas. Segundo Silva (1987) ocorrem ainda nessa unidade, metatufos máficos, formações ferríferas, metacherts e filitos grafitosos.

Para Silva (1992) os metabasaltos são tipicamente de ambiente oceânico, de natureza toleítica, caracterizados por um enriquecimento contínuo em ferro, paralelamente a um empobrecimento em magnésio durante a ocorrência da diferenciação magmática. Silva (1987) acredita que há dois tipos de basaltos, (tipos I e II) diferenciados de líquidos distintos devido a diferentes percentuais de fusão de uma mesma fonte mantélica.

Donatti Filho (2007) afirma esta unidade situa-se nos flancos dos sinclinais e possuem uma ampla distribuição espacial ao longo do curso médio do Rio Itapicuru e Rio do Peixe, onde se encontram os afloramentos mais preservados. Para o outor, ocorrem dois tipos de metabasaltos, um é caracterizado por apresentar textura ígnea original preservada, e o outro corresponde a anfibolitos com textura e mineralogia de fácies anfibolito. Os metabasaltos exibem uma foliação pouco penetrativa, formada pela deformação e pelo metamorfismo de mais baixo grau, não afetando as estruturas primárias. Nas porções marginais às bordas dos plutões que cortam todo o GBRI, os basaltos mostram características de anfibolito gerado em grau metamórfico mais elevado podendo apresentar-se no campo da fácies epidoto-anfibolito.

Segundo métodos de datação isócronas Pb-Pb e idades modelo Sm-Nd realizados por Silva (1992), os metabasaltos são de idade proterozóica inferior da sequência supracrustal (2,1 Ga para os andesitos e 2,2 Ga para os basaltos). Já Barbosa & Sabaté, 2004; Silva (1992) dataram os basaltos pelo método Pb-Pb em rocha total, obtendo uma idade de 2209 ± 60 Ma com Sm-Nd TDM em rocha total de 2.2 Ga.

5.2.1.2. Unidade Vulcânica Félsica (UVF)

A UVF situa-se na porção central da sequência supracrustal e representa 25% da área de exposição do GBRI. Essa unidade é constituída por rochas metavulcânicas intermediárias e félsicas como lavas piroclásticas de composição andesíticas a dacíticas cálcio-alcalina. O que difere os derrames andesíticos dos dacíticos é que no primeiro as lavas são porfiríticas com presença de fenocristais de hornblenda e/ou plagioclásio e o segundo os fenocristais são de plagioclásio e quartzo (Silva 1992). Lentes de tufos de cinza, tufos de cristais, tufos líticos lapilli, tufos vítreos e aglomerados vulcânicos compreendem as rochas piroclásticas. A UVF também apresenta intercalações de siltitos, arenitos e folhelhos vulcânicos epiclásticos (Silva 1983).

Geoquimicamente, a UVF apresenta caráter cálcio-alcálico baseados no enriquecimento em sílica, típico de séries cálcio-alcálicas de arco magmático (Kishida 1979, Silva 1992, Barrueto 1997). Kishida (1979) identificou uma lacuna nos valores de sílica entre as unidades vulcânicas do GBRI, fazendo com que dividisse em Unidades Vulcânicas Félsicas e Máficas, pois para o autor, os basaltos têm valores médios de 50% de SiO_2 e os andesitos e dacitos valores superiores a 60% de SiO_2 .

Ruggiero (2008) descreve que as rochas da UVF, na região central do GBRI, apresentam características geoquímicas de suítes vulcânicas adakíticas e cálcioalcálicas. O autor considera que as rochas das suítes foram metamorfisadas em fácies xistos verdes e conseqüentemente alguns elementos químicos como Na_2O , Rb e K podem ter sido remobilizados, dessa forma, derivaram de magmas distintos, conforme indicado pelas razões iniciais de isótopos de Nd. O autor ainda afirma que a variação química em cada uma das suítes pode ser atribuída à cristalização fracionada de plagioclásio e anfibólio. As rochas adakíticas ocorrem a oeste, próximas ao contato com a unidade basal de metabasaltos, e as cálcioalcálicas mais a leste.

Silva (1992) propõe que o arranjo espacial das rochas do domínio vulcânico félsico é zonado, pois lavas predominam na porção oeste do domínio e gradada, no sentido leste para piroclásticas, vulcânicas epiclásticas até vulcanoquímicas. Através de cálculos progenéticos, a autora demonstra que as vulcânicas máficas toleíticas e as vulcânicas intermediárias a félsicas não poderiam ter sido originados de uma mesma fonte magmática, através de processos de cristalização fracionada. Datações realizadas em metandesito forneceu idade isocrônica Pb-Pb em rocha total de 2170 ± 80 Ma. Silva

(1996) obteve idade modelo Sm-Nd de 2,1 Ga e idade Pb-Pb em rocha total de 2,109 Ga.

5.2.1.3. Unidade Sedimentar (US)

A US corresponde ao topo da sequência supracrustal, e é representada por rochas epiclásticas imaturas, oriundas do retrabalhamento dos metadacitos e metandesitos da UVF (Lebede & Hoppe 1990). Trata-se de metaconglomerados, metarenitos, metasiltitos, metafolhelhos, lentes de metachert, jaspilitos e formações ferríferas muitas vezes intercaladas nas lavas toleíticas.

Os sedimentos associados às vulcânicas félsicas são de natureza predominantemente clástica e muito raramente de natureza química, (Silva 1992), e os ritmitos bem preservados, são de natureza turbidítica, pois, exibem estruturas sedimentares, tais como foliação plana, estratificação cruzada e acamamento gradacional (Davison *et al.* 1988).

5.2.1.4. Rochas Intrusivas

Segundo Carvalho & Oliveira (2003), há rochas intrusivas no GBRI que são representadas por vários granitóides de diferentes composições. Geralmente ocorrem intrudidos na sequência vulcano-sedimentar ou tangenciando-a. Esses corpos apresentam-se ovalados ou elipsoidais e são considerados de natureza sin ou pós-tectônica. Subordinariamente ocorrem sills gabróicos e corpos subvulcânicos intermediários a félsicos (Silva 1992).

Matos & Conceição (1993), Rios *et al.* (1998; 2000) e Rios (2002) dividiram em 5 grupos as intrusões graníticas do Núcleo Serrinha, a partir de dados geológicos, petrológicos e geocronológicos. Granitos tipo G1 são representados por tonalitos-granodioritos com afinidade com suítes TTG, Granitos tipo G2 são granodioritos cálcio-alcalinos de médio K, Granitos tipo G3 são classificados como granodioritos e trondhjemitos, Granitos tipo G4 são sienitos lamprófiros e monzonitos, que representam suítes ultrapotássicas e shoshoníticas, respectivamente, e por fim, os Granitos tipo G5 monzogranitos potássicos.

Rios *et al.* (1998) obtiveram idades Pb-Pb (evaporação de Pb em zircão) para o corpo de Santa Luz, do Grupo G1, de 2468 ± 3 Ma e 2076 ± 19 Ma. Mello *et al.* (1999) obtiveram idade de 2080 ± 2 Ma (U-Pb SHRIMP em xenotímio) para o granito Domo de Ambrósio, pertencente ao G2. Alves da Silva (1994) obteve idades por evaporação

de Pb que variaram de 2100 ± 10 Ma a 2004 ± 103 Ma para o maciço de Nordestina, do G3. Datações Pb-Pb por evaporação em grãos de zircão sugerem idade de 2105 ± 3 Ma para o maciço Cansanção (Rios *et al.* 1998), do G4. Rios *et al.* (2000) obtiveram idade U-Pb de 2072 ± 1 Ma em zircões do Granito Morro do Lopes, do G5.

Ocorrem também corpos ultramáficos, que de acordo com a petrologia trata-se de peridotitos serpentizados e carbonatizados, os quais apresentam texturas de cumulus ainda preservadas, comprovadas pela presença de pseudomorfos de olivina. De acordo com Silva (1992), o quimismo desses corpos é considerado de natureza komatiítica.

5.2.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Estruturalmente, o GBRI apresenta-se com orientação preferencial N-S nas porções setentrional e central, afetando tanto as rochas supracrustais quanto os granitóides sintectônicos. Há uma inflexão para E-W, com variações locais para NE-SW e NW-SE, mergulhando para sul na porção meridional (Teixeira 1984). Há também uma série de antiformes e sinformes com eixos orientados nas mesmas direções para cada porção (Donatti Filho 2007).

Sá (1982) e Teixeira (1984) sugerem cinco fases de deformação para o GBRI. Segundo os autores, na fase D1 ocorreu a transposição de S0 e a formação de uma fábrica planar composta de S0 paralela a S1, a fase D2 é caracterizada pela formação de dobras isoclinais apertadas de grande amplitude com eixos N-S e crenulação da foliação S0 paralela a S1, a fase D3 ocorreram dobras (F3) verticalizadas com eixos E-W e ainda essa fase é marcada por uma clivagem de crenulação S3 paralela ao plano axial das dobras desta fase. Na fase D4 gerou-se uma clivagem de crenulação com plano axial vertical de direção NE-SW, e por fim, a fase D5 está associada a ocorrência de uma tectônica rúptil que está relacionada a nível crustal mais elevado, sendo assim, ocorreram falhas de direção N-S onde seus pares conjugados possuem direção N-S.

Davison *et al.* (1988) definiram duas fases deformacionais, a primeira consiste em um cisalhamento paralelo ao acamamento enquanto que a segunda foi responsável em originar grandes zonas de cisalhamento (com mais de 100 km), ocupando importante papel na localização das mineralizações.

Segundo Chauvet *et al.* (1997), a foliação regional da porção norte do GBRI está associada a uma zona de cisalhamento com cinemática transcorrente sinistral, enquanto

que na porção sul, a foliação regional principal associa-se a um cisalhamento de cinemática dextral, como pode ser observado na Figura 5.4.

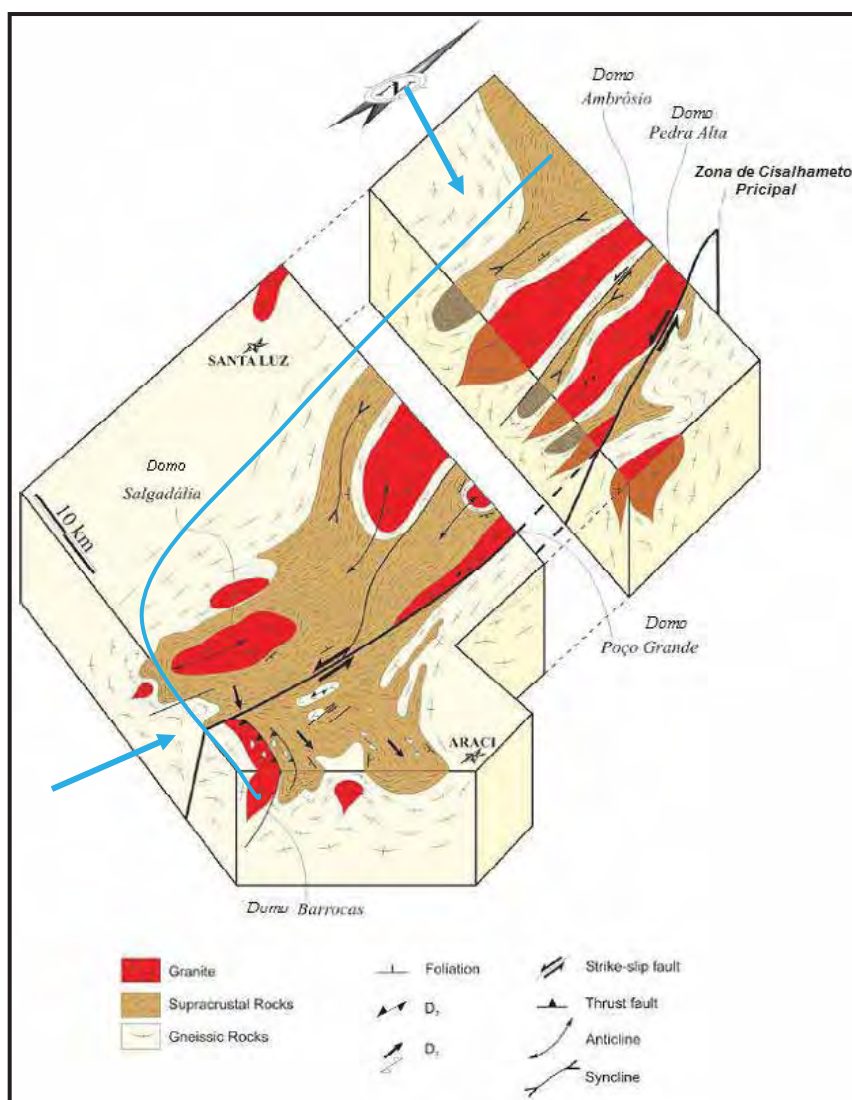


Figura 5.4. Bloco diagrama esquemático representando o modelo estrutural de deformação para o Greenstone Belt do Rio Itapicuru (Chauvet *et al.* 1997). Em azul, destaque para a inflexão.

Silva (1992) define duas fases de deformação para o GBRI, onde a fase D1, fase inicial, é caracterizada por tectônica tangencial simultaneamente ao fechamento da bacia e diapirismo granítico. Nesta fase ocorrem dois eventos, F1 e F2, o primeiro está relacionado à deformação cisalhante de *trend* N-S, e o segundo corresponde ao desenvolvimento de uma série de anticlinais e sinclinais, de eixo N-S e vergência para leste. Dobramentos de grande amplitude que afetou o embasamento do *greenstone* representa a fase D2, cujo evento corresponde ao fechamento da porção sul da estrutura do *greenstone*.

Alves da Silva *et al.* (1993) e Chauvet *et al.* (1997) descrevem que as estruturas observadas no GBRI relacionam-se a um evento deformacional progressivo, cuja

evolução deu-se em dois estágios distintos, ambos ocorreram sob condições metamórficas de fácies xisto verde a anfibolito (Alves da Silva, 1994). O estágio D1 corresponde à fase de encurtamento, é caracterizado pela foliação de baixo ângulo mergulhando para SE, onde há cavalgamentos com vergência para NW e dobramentos associados. Este estágio é responsável pela geração da foliação S1, observada na porção sul do GBRI (Faixa Weber), onde se encontra mais preservado. O estágio D2 é contemporâneo à instalação dos domos graníticos sintectônicos (Granitóides Ambrósio, Pedra Alta e Salgadália), e é caracterizado por cisalhamento transcorrente sinistral, de orientação N-S, resultante de uma direção de encurtamento NW-SE e também essa foliação é paralela ao *strike* da falha.

As lineações também diferenciam os estágios deformacionais, de acordo com Chauvet *et al.* (1997-a), sendo que na D1 a lineação mineral apresenta orientação NW-SE, marcada por agregados micáceos orientados, enquanto que em D2 as lineações são subhorizontais com direções preferenciais N-S, marcadas por bastões de quartzo e cristais de biotita ou clorita. A Figura 5.5 mostra seções transversais que evidenciam a existência de megaestruturas no GBRI.

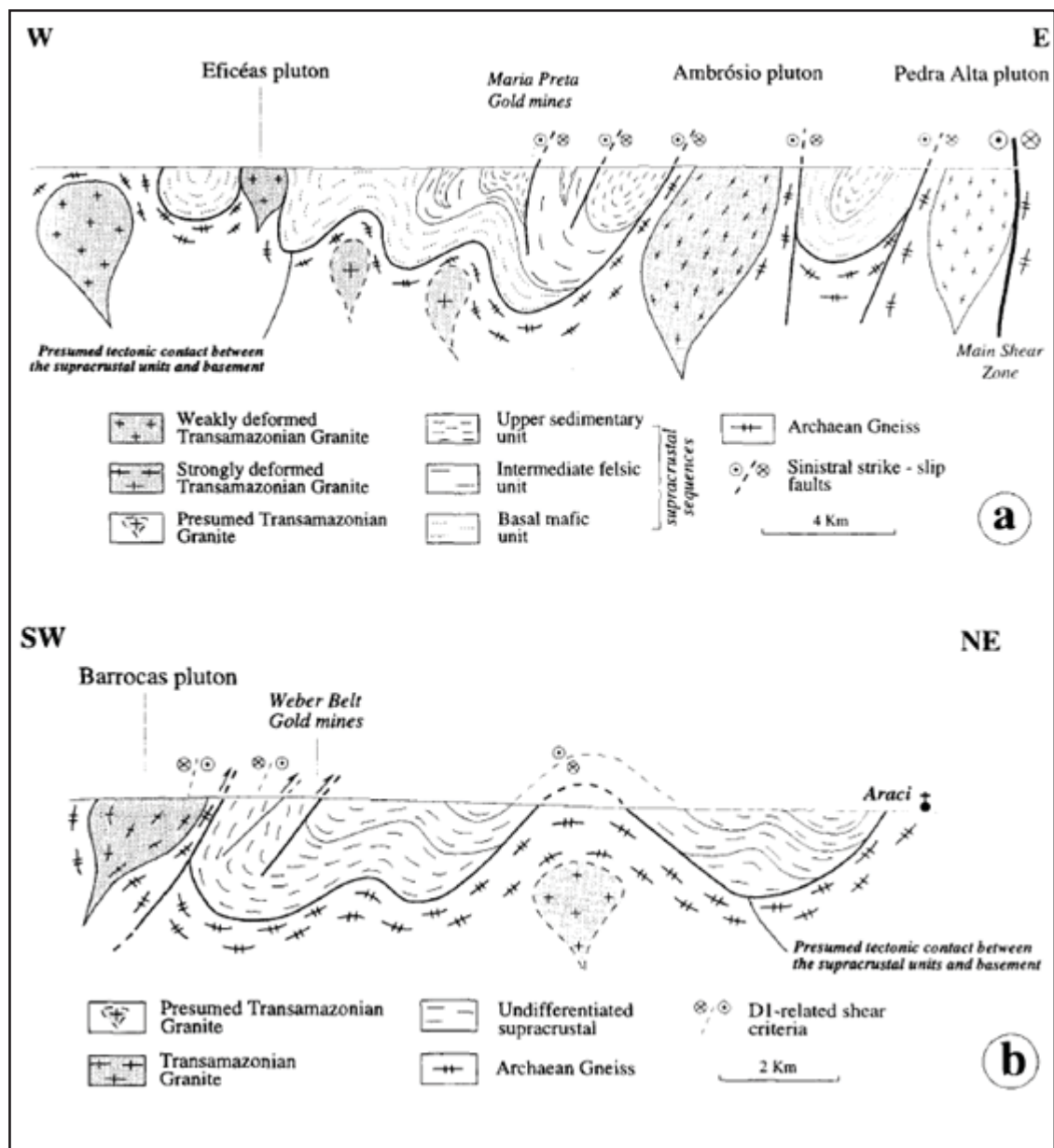


Figura 5.5. Detalhe das seções transversais EW e NE-SW mostrando as megaestruturas do GBRI. As formas dos plútons em profundidade são extrapoladas. Nas seções, as escalas verticais e horizontais são iguais (Chauvet *et al.* 1997).

Segundo análises de deformação realizadas por Alves da Silva *et al.* (1993), a intensidade de deformação aumenta para leste dos Domos de Pedra Alta e do Ambrósio, formando uma estrutura regional linear, de direção N-S, denominada de zona de cisalhamento principal. Durante a evolução deformacional do GBRI, tal zona de cisalhamento funcionou como um sistema de primeira ordem, tanto no estágio D1 de cavalgamento, quanto no estágio D2 de deformação. Segundo Alves da Silva *et al.* (1993) e Chauvet *et al.* (1997), ocorre uma forte superposição da deformação D2 sobre a D1 na porção oeste do *greenstone*, como pode ser observado na Figura 5.6.

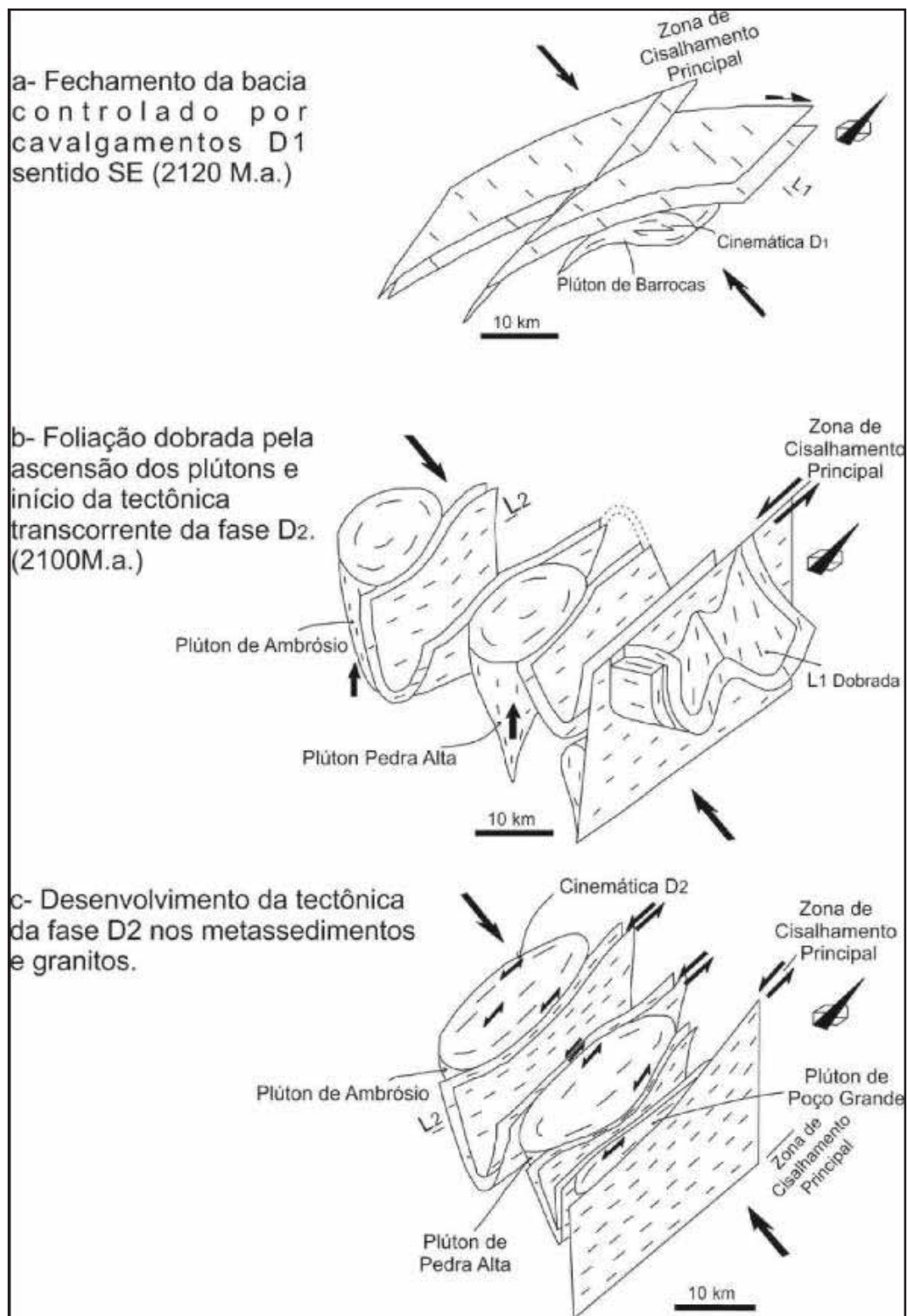


Figura 5.6. Esquema de evolução estrutural do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru, evidenciando o evento D1 responsável pela tectônica de encurtamento e cavalgamentos de direção NW-SE em combinação com o evento D2, caracterizado por cisalhamento transcorrente sinistral de direção N-S e responsável pela ascensão dos granitos (Chauvet *et al.* 1997).

5.2.3. METAMORFISMO

A partir de dados baseados em trabalhos de campo, dados petrográficos e petrológicos, Silva (1984; 1987) atribuiu três eventos metamórficos distintos para a sequência supracrustal do GBRI. O evento denominado M1 corresponde ao evento inicial de natureza hidrotermal de fundo oceânico, responsável pela hidratação e oxidação das rochas vulcânicas. Neste evento ocorreu o surgimento de fraturas de resfriamento tipo pillow lavas, albitização das rochas, formação de veios de clorita e carbonato preenchem essas fraturas (Silva, 1983).

De acordo com Teixeira (1984), dentre os basaltos da UVM, os que tiveram longo período de interação direta com a água do mar, apresentam no evento M1 uma série de reações de hidratação e oxidação da paragênese primária (cpx augítico + Ca-plagioclásio $\pm$ hiperstênio $\pm$ espinélio $\pm$ magnetita) gerando uma mineralogia secundária: clorita + albita + epidoto + carbonato $\pm$ quartzo $\pm$ leucoxênio $\pm$ hematita.

O evento M2 proposto por Silva (1984, 1987) possui caráter regional e é o responsável por originar as paragêneses metamórficas progressivas das fácies xisto verde a anfibolito. Tal evento ocorreu concomitante com a colocação dos granitos sintectônicos. Para Teixeira (1984), houve um aumento dos gradientes de pressão e temperatura na sequência supracrustal, durante os eventos deformacionais D1/D2, gerando uma paragênese das fácies anfibolito e xisto verde, superimpostas às paragêneses da fácies xisto verde do evento metamórfico M1. O evento D2 foi responsável pela origem da zonalidade metamórfica do terreno granito-greenstone, a qual revela paragêneses de fácies xisto verde ocupando o centro das faixas vulcano-sedimentares, enquanto as paragêneses da fácies anfibolito ficam limitadas aos arredores das bordas dos granitóides sintectônicos.

O evento final M3, de natureza essencialmente termal está relacionado a corpos intrusivos pós-tectônicos (granitóides e sills gabróicos), originando uma auréola de contato em torno dos mesmos, na fácies hornblenda-hornfels. As rochas máficas apresentam paragênese mineral actinolita-epidoto-albita-leucoxênio e clorita, associando-se ao metamorfismo regional. Clorita-carbonatos-quartzo são mais frequentes nas zonas de cisalhamento. As rochas máficas localizadas próximo aos domos também podem apresentar assembleia mineral de fácies anfibolito constituída por hornblenda-plagioclásio e ilmenita (Silva 1984, 1987).

5.2.4. HIDROTHERMALISMO

Alteração hidrotermal é um processo de alteração metassomática, no qual a água, combinada em maior ou menor quantidade com outros componentes químicos atua como fluido fortemente aquecido (entre 50° e 500°) e sob alta pressão, frequentemente no estado supercrítico, provocando a hidratação e/ou lixiviação de minerais silicáticos, oxidação de sulfetos, aporte de cátions metálicos, entre outros processos, em uma dinâmica que vai depender das condições termodinâmicas e geoquímicas das rochas e do fluído envolvido. Assim, alterações hidrotermais estão diretamente ligadas a processos de lixiviação, transporte e deposição de metais e outros elementos químicos, ocorrendo frequentemente, concentrações minerais de interesse econômico (Winge *et al.* 2001). Um grande número de depósitos minerais está associado a processos hidrotermais, dentre eles estão presentes os depósitos auríferos do GBRI.

Pirajno (2009) afirma que a deposição dos fluidos hidrotermais é influenciada por aspectos estruturais que permitem seu deslocamento (falhas, fraturas, zonas de cisalhamento e litotipos permeáveis). As alterações hidrotermais envolvem processos mineralógicos e químicos que podem causar mudanças texturais nos litotipos, sendo que as principais alterações que ocorrem são argílica, sericítica, propilitica e potássica. Ainda, de acordo com o autor, veios hidrotermais são formados preferencialmente em locais de baixa pressão (2-3 kbar) e baixa temperatura (200-350°C) que se encontram no campo de deformação rúptil-dúctil, então, são transportados por condutos e fraturas presentes nas rochas, os quais podem ser classificados como sin-tectônicos ou pós-tectônicos.

De acordo com estudos petrográficos de Alves da Silva (1998), os principais sulfetos que compõem a zona mineralizada da Mina Fazenda Brasileiro, localizada na porção sul do GBRI, são representados por arsenopirita, pirrotita, calcopirita e pirita, e uma paragênese de alteração hidrotermal formada por quartzo – clorita – sericita – sulfeto – carbonato – albita ± biotita ± muscovita ± ilmenita ± rutilo, resultantes de processos de cloritização, silicificação, sericitização, sulfetação, carbonatação e albitização. Essas alterações revelam que o fluido hidrotermal trouxe um aporte significativo dos elementos H₂O, CO₂, Si, S, As, Na, K, entre outros (Costa, 2008). Segundo Alves da Silva (1998), na porção sul do GBRI ocorre alteração hidrotermal fortemente associada aos litotipos com veios e venulações discordantes, as quais

evidenciam hidrotermalismo incipiente, enquanto que as venulações concordantes possuem maior alteração hidrotermal.

Segundo Xavier (1999), na Mina Maria Preta a alteração hidrotermal é representada por carbonatação e sericitização, localizadas ao longo das zonas de cisalhamento que afetam todos os litotipos. A carbonatação ocorre finamente disseminada na forma de grãos e veios de ankerita dispostos ao longo do plano de foliação principal, sugerindo que a carbonatização teve lugar sin-tectonicamente nas zonas de cisalhamento. Já a sericitização é caracterizada por formação de mica branca e ocorrem em zonas de cisalhamento onde rochas vulcânicas ou rochas vulcanoclásticas estão parcial ou totalmente alteradas. Os depósitos de ouro da Mina Maria Preta estão associados a veios de quartzo em rochas carbonáticas vulcanoclásticas alteradas e muito deformadas, onde o principal conjunto de veios auríferos apresenta direção N-S, e menos frequentemente E-W e NE-SW. Esses veios podem apresentar 6 m de largura e 50 m de comprimento máximo e consistem em veios de composição quartzosa com pequenas quantidades de ankerita, albita, e sulfetos.

5.2.5. ASPECTOS PETROGRÁFICOS

Segundo Cruz Filho *et al.* (2005), o batólito Trondhjemítico Nordestino apresenta paragênese essencial das rochas composta de 90% da composição modal de plagioclásio e quartzo, com quantidades subordinadas de biotita, feldspato alcalino e hornblenda. Essas rochas apresentam minerais acessórios: epidoto, apatita, zircão, titanita, allanita e muito raramente minerais opacos.

Carvalho (1991) realizou análises petrográficas para cada unidade do GBRI, na região próxima a Mina Fazenda Maria Preta, porção norte do *greenstone*. Os metassedimentos possuem bandas de natureza pelítico-psamítica composta de sericita e clorita, ora carbonáceos, ora ferruginosos. Segundo o autor, apresenta ainda uma grande variedade de clastos, entre os principais estão o quartzo e feldspato e secundariamente ocorrem limonita, goethita, opacos, fragmentos de chert carbonosos, muscovita e biotita.

Segundo o autor, as rochas vulcanoclásticas, lapilli tufo e aglomerados carbonosos, apresentam matriz fina de sericita e quartzo, com fragmentos de plagioclásios geminados e sericitizados. Os aglomerados vulcânicos possuem matriz rica em clorita, opacos goethitizados e quartzo, enquanto que os fragmentos encontrados nessa rocha são cloritas limonitizadas, quartzo e finos plagioclásios. A análise

microscópica de andesitos revelou a existência de uma foliação levemente desenvolvida e coloração cinza, diferentemente dos dacitos que são leucocráticos, porém em campo essa diferença é dificilmente reconhecida. A petrografia dos andesitos revelou uma matriz rica em plagioclásio, clorita, pouco quartzo e minerais acessórios como epidoto, rutilo e minerais opacos (leucoxênio, goethita, pirita, arsenopirita). Os metadacitos possuem matriz fina de plagioclásio, quartzo, sericita, constituindo textura microgranular. Podem apresentar ainda fenocristais de quartzo, plagioclásio e hornblenda de até 0,6 mm, e seus minerais acessórios são carbonato, pirita, goethita e ilmenita.

Os dioritos apresentam matriz com plagioclásio (35%), clorita (26%), quartzo (22%), epidoto (6%) e minerais acessórios como carbonato, apatita, titanita, biotita e opacos (ilmenita e leucoxênio). As texturas dessa rocha são consideradas porfiríticas ou textura granular. Os basaltos da UVM apresentam mineralogia rica em plagioclásio (40%), piroxênios (10%) transformados em clorita (28%) e minerais opacos como ilmenita, titanita, magnetita e leucoxênio. A matriz dessa rocha apresenta-se como um agregado de plagioclásio, piroxênio e clorita dando uma textura porfirítica (Carvalho 1991).

5.2.6. EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

O contexto geotectônico do GBRI é definido por Silva (1992) e Silva *et al.* (2001), através da formação de uma bacia tipo back-arc, composta por uma crosta continental arqueana, em um ambiente de colisão do tipo arco-continente, pertencente ao Proterozóico Inferior e que posteriormente sofreu subducção para leste.

Há controvérsias em relação às hipóteses da evolução tectônica do GBRI. A teoria de Silva (1987, 1991, 1992) e Silva *et al.* (2001) é baseada na origem da unidade máfica do GBRI, podendo ter sido formada em uma bacia back-arc desenvolvida sobre uma crosta continental arqueana seguida de uma subducção para leste, gerando o magmatismo intermediário a félsico bem como provendo os sedimentos. Tal teoria está esquematizada na Figura 5.7. Bacias do tipo back-arc são originadas por rifteamento, na parte posterior de arcos de ilhas, em ambientes colisionais (Tamaki 1985). O rifteamento é formado a partir de um movimento divergente (extensional), gerado na placa sobrejacente, continental ou oceânica, em decorrência do movimento de subducção (Chase 1978, Uyeda & Kanamori 1979).

Assim, para a caracterização do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru como uma bacia do tipo back-arc implica na condição de ter um ambiente de colisão do tipo arcocontinente no Proterozóico Inferior, na porção nordeste do Cráton do São Francisco. O arco referente à bacia de back-arc corresponderia ao Complexo Granulítico Caraíba (Figueiredo, 1982), localizado a oeste do GBRI, no orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá, porém, a hipótese de que esse complexo representa o arco magmático não é mais aceita, visto que o complexo apresenta idade entre 2695 Ma e 2634 Ma (Silva *et al.* 1997), e outra hipótese que desbanca a teoria citada acima é que na região da mina Caraíba Oliveira *et al.* (2010) registrou idade para o complexo de Caraíba de 2570 Ma.

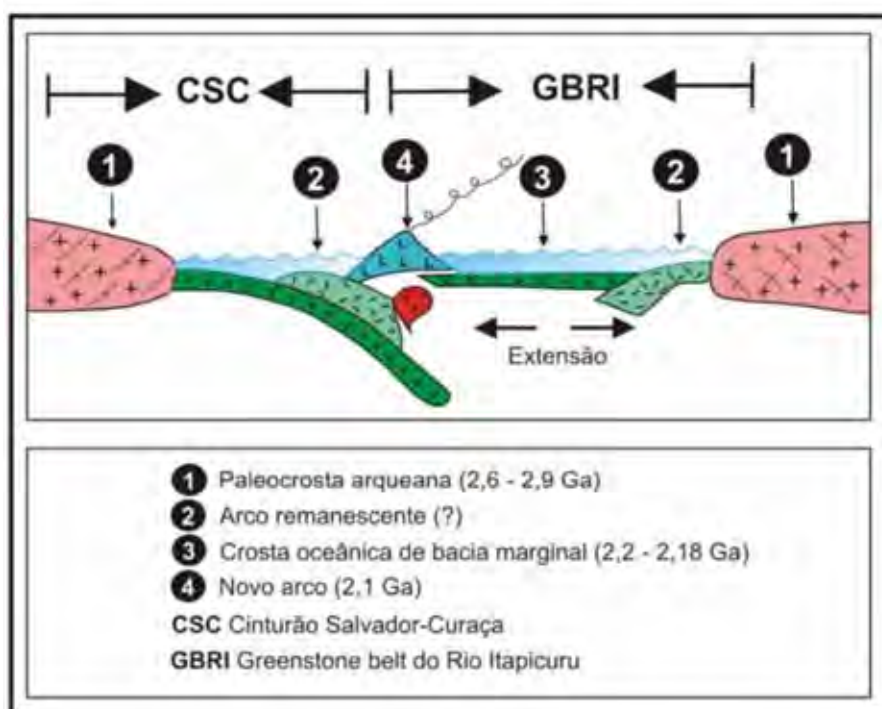


Figura 5.7. Modelo esquemático da evolução tectônica do GBRI proposto por Silva (1987).

O posicionamento do arco a oeste, com a subducção processando-se de oeste para leste, demonstra a vergência da subducção, devido à zonalidade da UVF, onde lavas que predominam a oeste, gradam para piroclásticas, vulcânicas epiclásticas para leste até chegar a rochas vulcanoquímicas (Silva 1987). Entretanto, outros autores sugerem sentidos inversos, isto é, que a colisão ocorreu de leste para oeste. Segundo Figueiredo (1989) e Sabaté *et al.* (1990). Outros autores também defendem a ideia da subducção ter ocorrido de leste para oeste, como Matos & Conceição (1993), devido principalmente pela vergência estrutural principal da região ser voltada para oeste.

A hipótese da existência de um retrabalhamento de um arco vulcânico localizado a oeste do cinturão de supracrustais foi descrita por Lebede e Hoppe (1990),

baseados em estudos realizados nos sedimentos vulcânicos epiclásticos, sustentando também a proposição de uma subducção de oeste para leste.

Silva *et al.* (1995) acreditam que por falta de evidências de crosta oceânica as rochas vulcano-sedimentares foram depositadas em uma fina crosta continental aberta por volta de 2.2 Ga. Silva (1992) confirma a teoria da existência de uma plataforma continental, anterior à bacia, sustentada pela idade arqueana de 2,9 Ga (Gáal *et al.* 1987) obtida nas rochas gnáissico-migmatíticas nas quais as supracrustais estão encravadas.

Alves da Silva (1994) indica que os basaltos do GBRI foram gerados em uma bacia do tipo marginal, enquanto que Donatti Filho & Oliveira (2007) e Oliveira *et al.* (2007), e Ruggiero & Oliveira (2010), propõem que os basaltos GBRI foram originados em um rifte intracontinental, sucedido por abertura de crosta oceânica.

Donatti Filho (2007), Figura 5.8, propõe um modelo geotectônico de formação dos basaltos do GBRI, que para o autor, tal rocha foi gerada num ambiente tipo rifte intracontinental no qual evoluiu para um oceano, similar nos dias de hoje com a margem continental Atlântica. Assim, a evolução inicia-se com os basaltos sendo gerados a partir de uma fusão parcial lherzolítica subcontinental gerando líquidos distintos em diferentes estágios de extrusões. Posteriormente, ocorreu a ruptura do bloco continental formando o assoalho oceânico do GBRI, onde gerou os basaltos com assinatura T-MORB, gerados a partir de baixas taxas de fusão (10-15%). Durante a ascensão dos basaltos, o magma basáltico pode ter interagido com a crosta continental. Após o adelgaçamento litosférico o manto atinge profundidades mais rasas e funde novamente, desta vez com taxas mais elevadas (15-25%). O mesmo autor ainda afirma que os basaltos não mostram semelhança com o ambiente retro-arco. Tal afirmação é baseada em análises geoquímicas (Fluorescência de Raios-X - XRF e Espectrometria de Massa com Ionização por Plasma Acoplado - ICP-MS), que não suporta um ambiente de arco magmático correlato à formação dos basaltos.

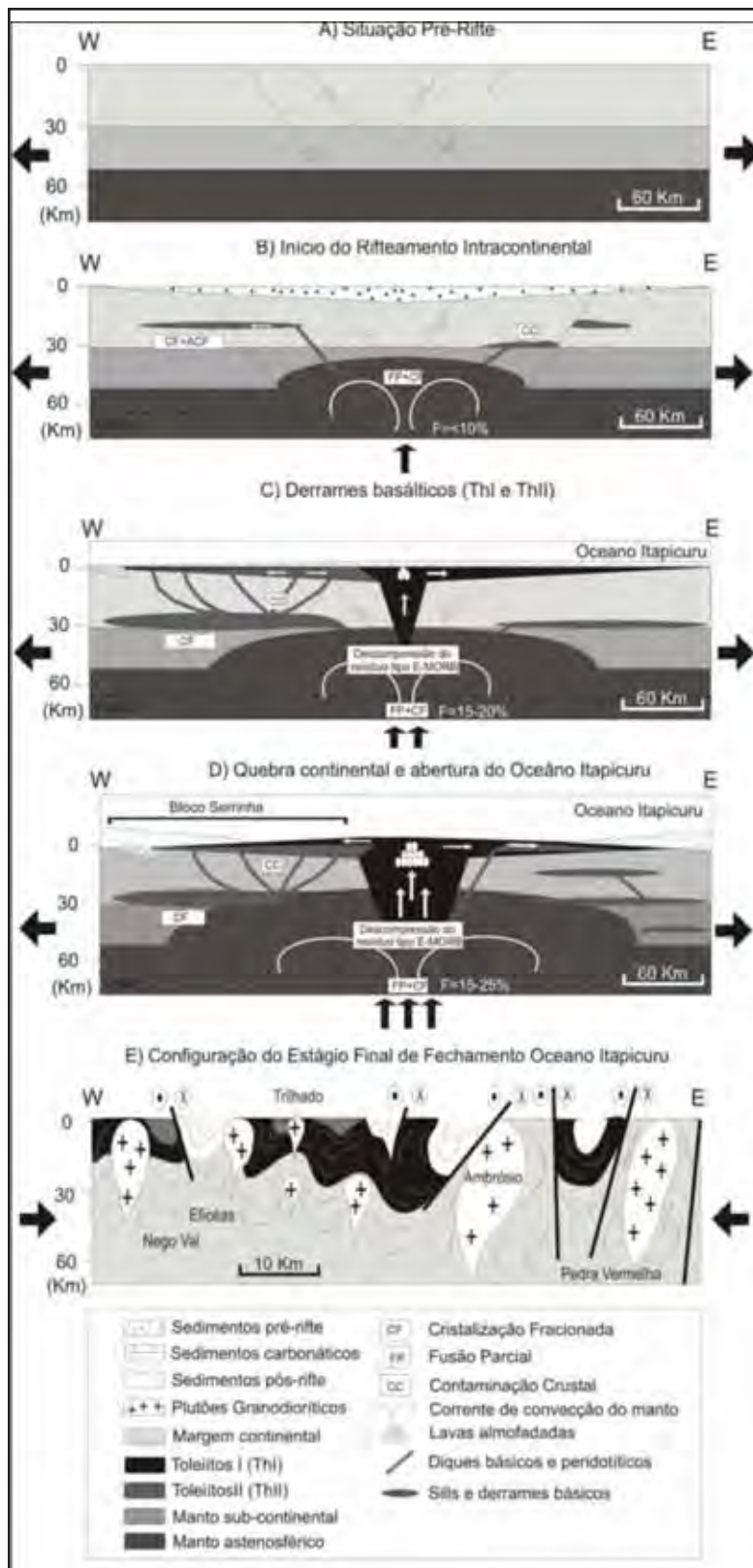


Figura 5.8. Modelo tectônico proposto por Donatti Filho (2007) para o GBRI. A) Situação inicial de pré-quebra continental; B) Adelgaçamento litosférico e início da quebra continental. Fusão parcial do manto sublitosférico gerando o magmatismo básico que corta a litosfera (colocação de diques e derrames), representados pelos ThII com predominância dos derrames

concentrados à oeste do GBRI. Esses basaltos interagem com a crosta gerando uma assinatura geoquímica de basaltos continentais (CFB); C) Descompressão do manto astenosférico e início da Fusão Parcial (FP) e da Cristalização Fracionada (CF) do líquido residual (tipo E-MORB), que dá origem ao assoalho oceânico do GBRI. D) Espalhamento do assoalho oceânico, desenvolvimento da bacia oceânica e individualização do Bloco Serrinha. E) Modificado de Alves da Silva (1994): Inversão da bacia vulcano-sedimentar e intrusão dos plutões graníticos.

5.2.7. MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS

O GBRI é alvo de estudos principalmente por conter mineralizações auríferas. (Xavier & Foster 1999, Silva *et al.* 2001, Mello *et al.* 2006). Os depósitos de ouro no GBRI são do tipo veio orogenético e ocorrem em zonas de cisalhamento de pequeno a médio porte, tanto na porção sul como na porção norte, com os distritos auríferos da Fazenda Brasileiro e Fazenda Maria Preta, respectivamente.

As mineralizações do primeiro distrito são caracterizadas por uma zona de cisalhamento a qual forma estruturas duplex de orientação E-W, com até 10 Km de extensão, denominada Faixa Weber (Alves da Silva *et al.* 1998). Essas mineralizações estão associadas a diversas gerações de veios de quartzo, em brechas hospedadas nos basaltos toleíticos e em gabros da UVM, e secundariamente nas vulcânicas da UVF e nos depósitos turbidíticos.

Já os depósitos auríferos da Fazenda Maria Preta, também se associam a veios de quartzo e brechas, porém esses veios estão hospedados nas lavas andesíticas e dacíticas, bem como em seus equivalentes vulcânicos. Esse distrito é definido por uma zona de cisalhamento paralela ao acamamento com orientação N-S e apresenta extensão de 50 km.

Quanto ao controle estrutural das mineralizações auríferas, Alves da Silva & Matos (1991) associaram os tipos de veios presentes na Mina Fazenda Maria Preta às zonas de cisalhamento, que de acordo com a teoria das fraturas de Riedel e os planos cisalhantes S-C, os veios estão dispostos de quatro forma: dois tipos de regime rúptil-dúctil, regime dúctil-rúptil e regime dúctil. Tais veios foram gerados por três diferentes estágios, sendo que no primeiro estágio os veios seriam controlados por fratura tipo R, de direção NW-SE, no segundo, estes veios teriam sofrido rotação, movimentação sinistral, com estiramento nas extremidades e no terceiro os veios sofreram maior rotação, dando continuidade à deformação destes, e formando ainda mais veios,

produzindo uma maior complexidade no sistema (Coelho *et al.* 1991). As mineralizações auríferas encontram-se presentes no Anexo 2.

6. GEOLOGIA LOCAL

6.1. Introdução

Neste capítulo serão descritas tanto as sequências litoestratigráficas presentes na área estudada quanto às estruturas que compõem essas sequências, estas representam o enfoque principal deste trabalho. Os dados apresentados a seguir foram baseados nos trabalhos de campo através do levantamento das seções geológicas e análise petrográfica das amostras coletadas.

6.2. Estratigrafia

Na área de estudo foram encontrados três grandes domínios litoestratigráficos descritos de acordo com o empilhamento estratigráfico proposto por Kishida, (1979) e Silva, (1992) da base para o topo: Unidade Vulcânica Máfica (UVM), Unidade Vulcânica Félsica (UVF) e Unidade Sedimentar (US). Como mencionado no capítulo da Geologia Regional, além dessas unidades ocorrem ainda uma Sequência Química, rochas intrusivas (rochas subvulcânicas e granitóides) e o Complexo Arqueano, considerado o embasamento do *greenstone*. Tais unidades estão descritas a seguir de acordo com a cronologia, ou seja, das mais antigas para as mais novas. A denominação das rochas presentes no *greenstone* de acordo com a literatura baseia-se em seus protólitos e, portanto, a nomenclatura destas rochas será mantida do mesmo modo neste trabalho.

6.2.1. EMBASAMENTO ARQUEANO

O Complexo Arqueano, Figura 6.1, representa cerca de 8% da área estudada, e localiza-se restritamente na porção leste da área como pode ser observado no Mapa Geológico, Anexo 3. Foram analisados somente dois afloramentos do embasamento do *greenstone*, no entanto estes permitiram classificá-lo como um gnaíse que apresenta estrutura de migmatito, uma vez que a rocha exibe bandas claras e escuras, sendo que as porções claras apresentam um aspecto ígneo, composição quartzosa, enquanto que as porções escuras (mais máficas) expõem feições mais metamórficas, como bandamento gnaíssico, forte alinhamento mineral e foliação bem definida. Assim, os migmatitos foram gerados a partir de anatexia, fusão parcial, originando bandas de diferentes

composições e cores, onde as porções mais escuras representam o melanossoma, as porções intermediárias são os mesossomas e as porções mais claras são chamadas de leucossoma. Esse litotipo foi observado nos pontos 335 e 338, possuem pequenas zonas de cisalhamento discordantes da foliação principal, evidenciando o alto grau de deformação do litotipo. Cortando o corpo identificam-se porções de rocha ígnea de textura e composição mineralógica semelhante ao metagranito Ambrósio.

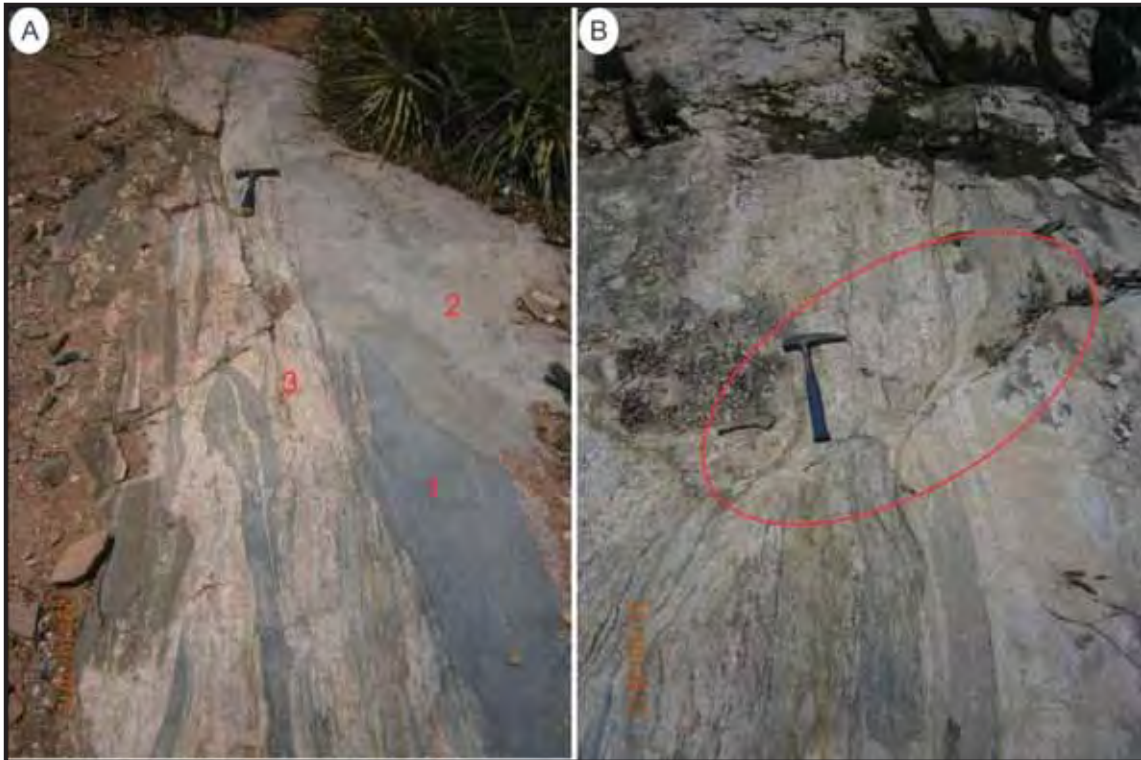


Figura 6.1. Embasamento do GBRI caracterizado pela presença de migmatitos. **A)** Porções escuras (melanossoma) e claras (leucossoma) estão representadas pelos números 1 e 3, enquanto que o número 2 representa um intrusão, provavelmente correlata ao Granitóide Ambrósio respectivamente, ponto 335, localizado a leste-sul da área, ponto pertencente à seção geológica C2-C2', na foto o martelo está orientado para norte. **B)** Zona de cisalhamento discordantes da foliação, presente no mesmo ponto, orientação da zona de cisalhamento é N25E/90NW, foto visada para norte.

6.2.2. UNIDADE VULCÂNICA MÁFICA (UVM)

A UVM representa aproximadamente 30% da área estudada, isto é, da área delimitada para a realização das seções geológicas. Essa unidade foi observada nas três seções geológicas propostas neste trabalho, no entanto, sua melhor exposição ocorre na porção oeste da área, em afloramento no Rio Itapicuru, e na porção centro leste da área,

onde se localiza a seção geológica B-B', Anexo 6, e também pode ser observado em garimpos localizados no Alvo Encantado, a noroeste da área.

A UVM ocorre principalmente na porção oeste do Mapa Geológico, Anexo 3, e em menor quantidade na porção leste. Observa-se no mapa citado que tal unidade ocorre mais frequentemente em contato tanto com a Unidade Vulcânica Félsica quanto com a Unidade Sedimentar. Já Complexo Arqueano faz contato com esta unidade na porção leste e os Granitóides também estão em contato com esta unidade, porém ocorrem restritamente na porção oeste do mapa.

A UVM é composta por anfibolitos (metabasaltos) maciços e brechas de fluxo associadas às estruturas do tipo pillow-lava, as quais podem ser observadas localmente no Rio Itapicuru (Figura 6.2).

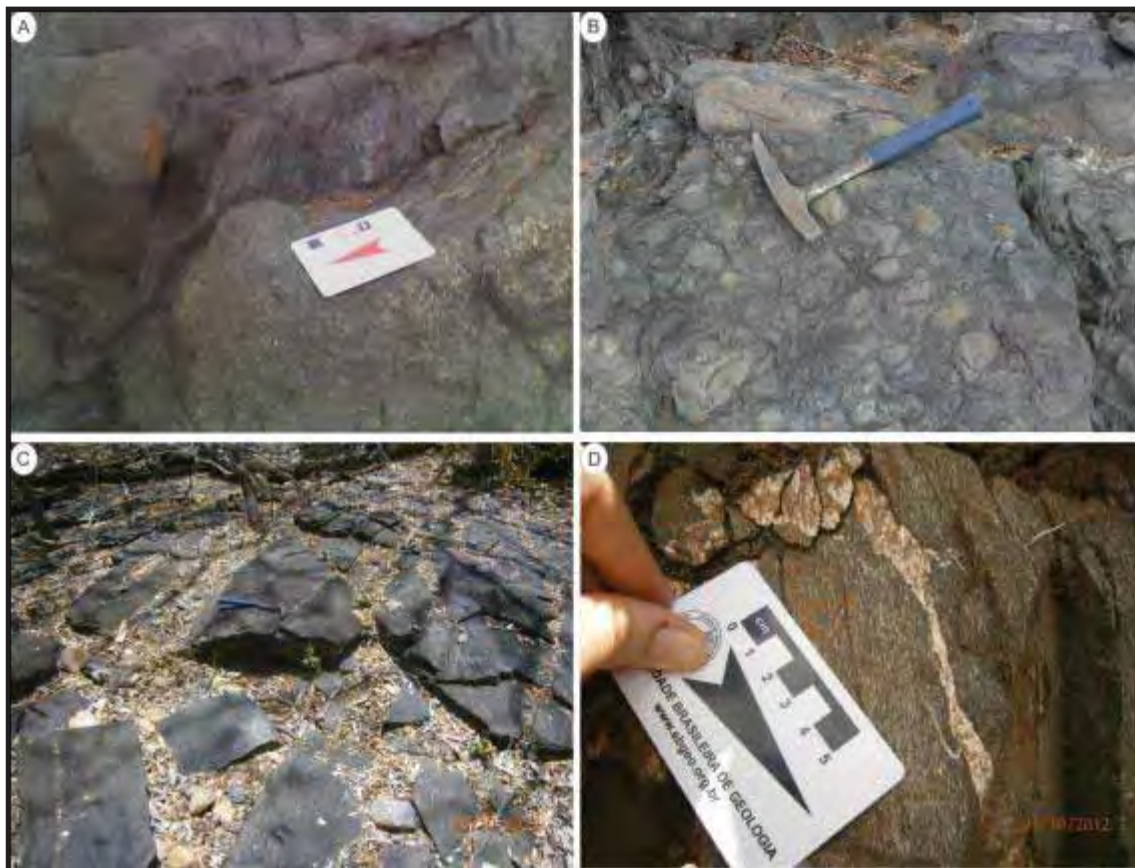


Figura 6.2. Diferentes metabasaltos pertencentes à Unidade Vulcânica Máfica. **A)** Metabasalto de granulação fina localizado no Rio Itapicuru, ponto 299, foto visada N330. **B)** Pillow lavas localizadas no Rio Itapicuru, ponto 324, foto visada N300. **C)** Metabasalto localizado na porção nordeste da área de estudo, ponto 366, martelo se encontra para norte. **D)** Metabasalto pertencente ao Alvo Encantado, noroeste da área de estudo evidenciando a presença de veios de quartzo-feldspático e a granulação maior dos cristais de anfibólio, ponto 327, foto visada N 180.

Macroscopicamente, o anfibolito apresenta coloração verde escuro a cinza escuro, sua granulação geralmente é muito fina, porém tanto na porção leste como na porção oeste da área localmente apresentam granulação média, sendo possível identificar cristais de anfibólio orientados definindo a foliação principal da rocha.

Através da análise microscópica dos anfibolitos, lâminas CM-213, CM-251, CM-271A, CM-271B, CM-342B e CM-348, foi possível observar que a mineralogia é composta predominantemente por hornblenda (32 a 55%), plagioclásio (25 a 35%), clorita (12 a 22%), minerais opacos (3 a 16%), carbonato (3 a 12%), biotita (8-5%), epidoto (5%) e quartzo (15%), este observado com menor frequência nas lâminas. De forma geral os cristais de hornblenda apresentam tamanho máximo de 1,5 mm, enquanto que os grãos de plagioclásio não ultrapassam 0,5 mm. Já os cristais de clorita na maioria das vezes são submilimétricos e geralmente se encontram sob outros minerais, e os minerais opacos, por sua vez apresentam tamanho variado e correspondem a sulfetos e óxidos. O carbonato presente nesta unidade se encontra principalmente na forma de agregados muito finos disseminados nas lâminas ou na forma de veios, menos frequentes, porém quando aparecem nesta forma se encontram em maior quantidade na lâmina.

Em relação ao contato desta unidade com as demais unidades presentes no *greenstone* pode-se dizer que o contato não é muito visível em afloramentos, exceto no Alvo Encantado em que o metabasalto se encontra em contato abrupto com o Granitoide Nordeste, sendo que será melhor descrito no capítulo de detalhamento deste Alvo. Já o solo de alteração desta unidade é caracterizado pela forte coloração avermelhada e muitas vezes o contato desta unidade é melhor definido com a distinção dos solos através da cor de alteração.

6.2.3. UNIDADE VULCÂNICA FÉLSICA (UVF)

Essa unidade representa aproximadamente 20% da área estudada e é composta por rochas metavulcânicas intermediárias de composição andesítica a dacítica, exemplificadas por tufos de cinza, de lapilli, de cristal e aglomerados vulcânicos. Tais litotipos se encontram com bastante frequência nas três seções geológicas realizadas e são encontradas facilmente nos furos de testemunhos de sondagem pertencentes à empresa Yamana Desenvolvimento Mineral, contudo seus melhores afloramentos foram observados ao longo da seção geológica do Rio Itapicuru, pois nesta seção foi possível observar uma grande parcela dos litotipos presentes dessa unidade, os quais estão

descritos a seguir. Vale ressaltar que as rochas metavulcânicas andesíticas são as mais observadas em campo, enquanto que o restante dos litotipos são observados apenas localmente.

A UVF ocorre numa faixa central do Mapa Geológico, Anexo 3, na forma de uma sequência alongada N-S e as Unidade Vulcânicas Máficas e Unidades Sedimentares estão em contato com a Unidade Vulcânica Félsica. Ainda, esta unidade pode estar em contato com Rochas Subvulcânicas.

As rochas metavulcânicas tanto de composição andesítica quanto dacítica são caracterizadas pela coloração esverdeada a cinza claro, geralmente apresenta granulação muito fina a fina e às vezes possuem porfiroblastos de plagioclásio ou quartzo, são rochas micáceas com carbonato na matriz, sendo que em poucos afloramentos são possíveis distinguir facilmente os minerais, pois tratam-se de rochas muito finas, e maciças. Esses dois litotipos, representados na Figura 6.3, são facilmente confundidos em campo, pois sua composição mineralógica é praticamente a mesma, mudando apenas a porcentagem de cada mineral presente. Entretanto quando ocorre a presença de fenocristais de plagioclásio, hornblenda e quartzo os dois litotipos podem ser melhor diferenciados, visto que geralmente os metandesitos apresentam porfiroblastos de plagioclásio ou hornblenda, e os metadacitos podem apresentar porfiroblastos de plagioclásio ou quartzo.

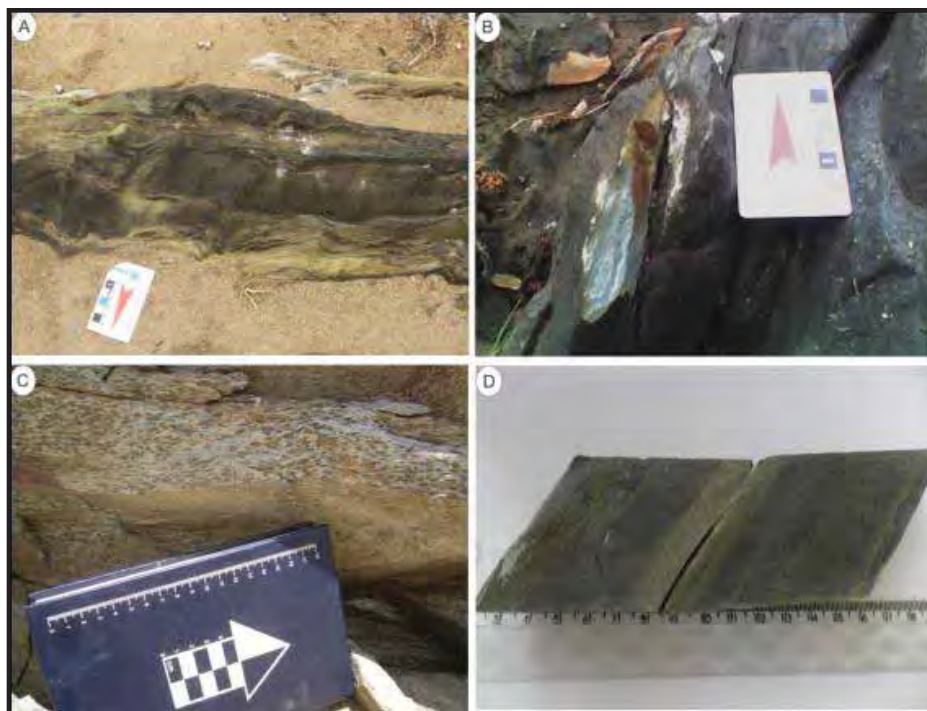


Figura 6.3. Rochas vulcânicas félsicas do Greenstone Belt do Rio Itapicuru. **A)** Metandesito de granulação fina característico, localizado no leito do Rio Itapicuru, ponto 10. **B)** Afloramento de

metandesito localizado no Rio Itapicuru, ponto 297, visada para norte. **C)** Metandesito com porfiroblastos de anfibólio fortemente orientados segundo a foliação principal da rocha, afloramento pertence ao ponto 263 e está localizado na cava do Alvo Gravatá, entre as seções geológicas A-A' e B-B', foto visada para oeste. **D)** Metadacito de granulação fina e coloração esverdeada pertencente ao furo de sondagem MP-157, localizado próximo a Mina Maria Preta.

Para análise microscópica desses litotipos, foram utilizadas as lâminas CM-2, CM-249, CM-258, CM-260, CM-262C, CM-263A, CM-266, CM-274, referentes ao metandesito e somente a lâmina CM-253 refere-se ao metadacito. Através da análise da composição modal, observou-se que os metandesitos apresentam textura lepdogranoblástica e sua mineralogia básica consiste em plagioclásio (geralmente entre 25 e 40%), clorita (entre 10 a 35%), muscovita/sericita (9 a 25%), carbonato (5 a 25%), quartzo (varia de 5 a 50%), minerais opacos (de 1 a 25%), e às vezes ocorrem biotita (máximo de 12%), hornblenda (até 5%) e epidoto (1-15%). Nem todas as lâminas contêm todos esses minerais em conjunto, mas quando esses minerais ocorrem não ultrapassam a quantidade estimada acima citada. Dessa forma, com base na mineralogia observada em lâminas, as rochas de composição andesítica foram denominadas como metandesito, mantendo a denominação segundo a literatura proposta para o *greenstone*.

Já o metadacito, nome dado as rocha de composição dacítica, contém plagioclásio, clorita, carbonato, minerais opacos, com a mesma porcentagem descrita nos metandesito. Em relação ao tamanho dos grãos, os cristais de plagioclásio variam de submilimétrico a centimétrico, enquanto que a sericita ocorre em fibras submilimétricas, a clorita não ultrapassa 0,3 mm e o quartzo quando na forma de veios apresenta até 0,25 mm, porém pode também ser encontrados grãos de tamanho submilimétricos.

A UVF também apresenta tufos, tufos de cristal, tufo de lapilli e aglomerados vulcânicos (bombas), todos metamorfisados (Figura 6.4). Esses litotipos são pouco visíveis em afloramentos sendo mais facilmente observados em furos de testemunhos de sondagem. Os tufos possuem granulação muito fina, coloração acinzentada enquanto que os tufos de cristal foram observados somente em dois afloramentos, ponto 267, localizado na cava Mari e ponto 334, localizado na seção geológica A-A', sendo que no primeiro ponto os cristais ígneos de quartzo apresentando tamanho milimétrico enquanto que no segundo ponto os cristais são tanto de quartzo como plagioclásio e são ainda menores, dispersos numa matriz muito fina, constituída de quartzo, plagioclásio, clorita, biotita e sericita. A coloração dos tufos de cristal varia entre cinza escuro (quartzo fumê) a cinza claro, por vezes a matriz apresenta-se com coloração amarelada

devida a alteração. Já os aglomerados vulcânicos, observadas no leito do rio Itapicuru, pontos 12 e 261, apresentam variação de tamanho, e é caracterizada por fragmentos de rochas félsicas e sua matriz é fina apresentando mesma composição mineralógica: quartzo, clorita, carbonato, epidoto, plagioclásio e minerais opacos.

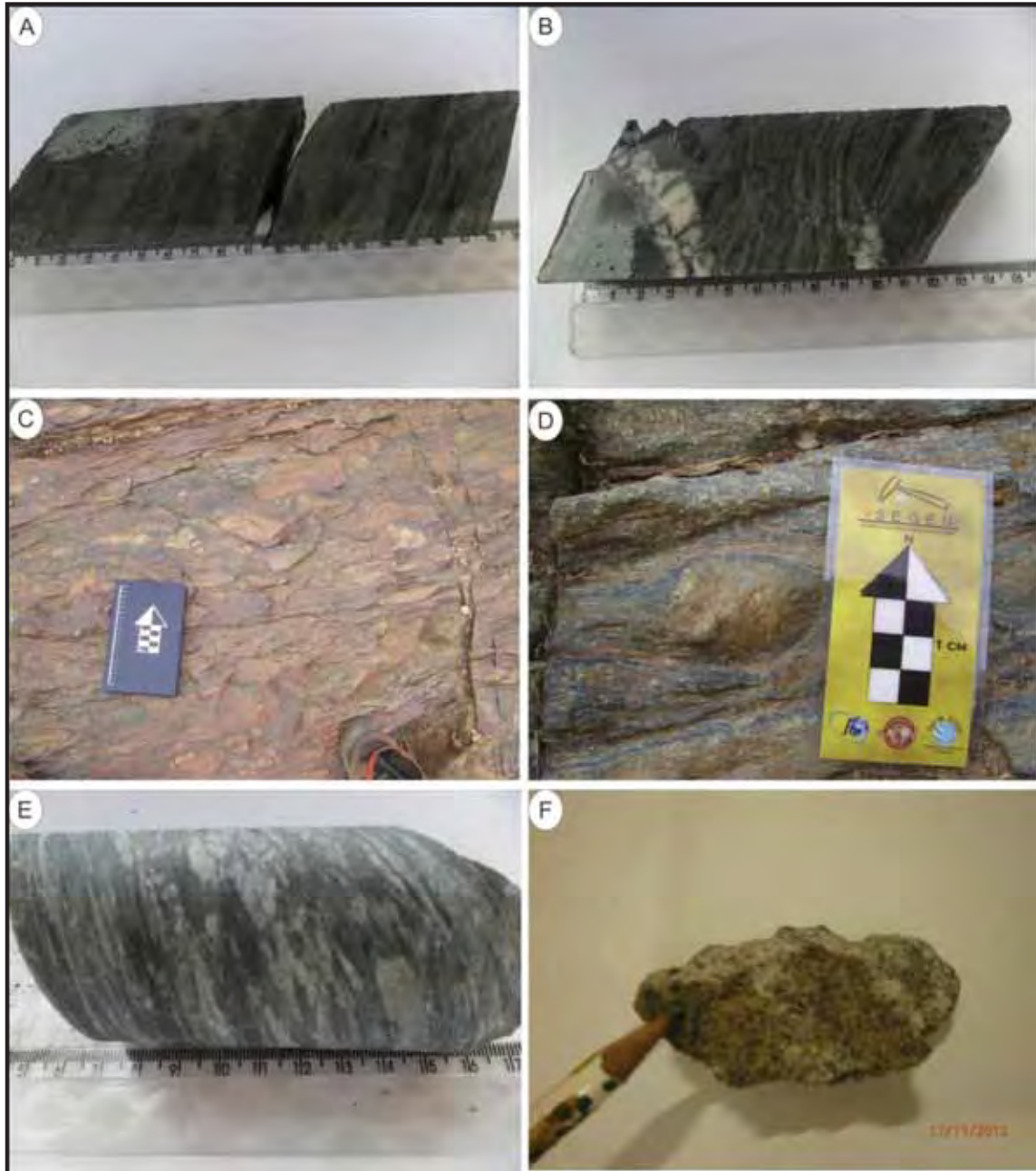


Figura 6.4. Litotipos pertencentes à UVF. **A)** Metatufo com coloração cinza com porções mais claras, testemunho de sondagem do furo MP-157, inserido no contexto da mineralização Maria Preta. **B)** Metatufo pertencente ao mesmo furo (MP-157), porém este apresenta sulfetação de pirita e calcopirita na qual está associada à presença de um veio de quartzo. **C)** Metatufo com fragmentos de vários tamanhos que apresentam composição predominantemente félsica, ponto 11, localizado no leito do Rio Itapicuru. **D)** Aglomerados vulcânicos presentes no leito do Rio

Itapicuru, ponto 12. **E)** Aglomerado vulcânico presente no furo de testemunho de sondagem MP-157, pertencente ao contexto da mineralização Maria Preta. **F)** Amostra de metatufos de cristal, onde os grãos de quartzo apresentam coloração fumê, ponto 267, localizado próximo do Rio Itapicuru.

De acordo com a análise microscópica das lâminas CM-267A, CM-267C e CM-334D, nas quais representam os tufos de cristais presentes no *greenstone*, observou-se que o litotipo citado possui textura granoblástica e sua composição mineralógica é composta por quartzo (50-67%), clorita (10-12%), biotita (15%), muscovita (8%), carbonato (5%), minerais opacos (5%), e plagioclásio (3-10%). Os grãos de quartzo chegam a ultrapassar 1 mm de tamanho, enquanto as ripas de clorita se encontram associadas a muscovita, sendo que ambas são submilimétricas. O carbonato presente se encontra na forma de agregados muito finos enquanto que os sulfetos e óxidos (minerais opacos) estão disseminados na lâmina. Há pouco plagioclásio presente, estes estão restritos geralmente na matriz muito fina.

Os aglomerados vulcânicos possuem composição mineralógica muito semelhante com a matriz na qual elas estão inseridas, entretanto a porcentagem mineralógica estimada varia. A matriz de onde os clastos estão inseridos é constituída de carbonato (30%), quartzo (28%), epidoto (20%), clorita (16%), minerais opacos (4%) e plagioclásio (2%) enquanto que os clastos da rocha possuem quartzo (28%), carbonato (25%), plagioclásio (20%), clorita (16%), epidoto (10%) e minerais opacos (1%). O tamanho dos grãos varia de tamanho, na lâmina pertencente ao clasto os grãos de plagioclásio chegam a apresentar até 1 mm, enquanto que na lâmina da matriz esse mesmo mineral não ultrapassa 0,5 mm. Já em ambas as lâminas o carbonato se encontra tanto na matriz na forma de agregados finos quanto na forma de clastos, em ambos se encontra dissolvidos.

Em relação ao solo de alteração desta unidade, foi observado que este apresenta coloração marrom a amarelo, arenoso, sendo que muitas vezes o contato desta rocha com as demais é deduzido apenas pela coloração dos solos, pois não foi observado em campo a exposição do contato.

6.2.4. UNIDADE SEDIMENTAR (US)

Representando cerca de 30% da área de estudo, a US pode ser observada também nas três seções geológicas, sendo que sua melhor exposição se encontra na porção leste, no Rio Itapicuru, próximo do alvo Rio do Saco. Essa unidade encontra-se em contato com as Unidades Vulcânicas Máficas e Félsicas, com a Sequência Química

e em menor quantidade com os Granitóides e Rochas Subvulcânicas. A US é composta pelos seguintes litotipos: xistos micáceos e grafitosos (metapelitos carbonosos), metassedimentos, cherts, turbiditos, sendo localmente observados formações ferríferas, quartzitos e mármore.

Os xistos (Figura 6.5) representam o principal litotipo observado em campo, e é caracterizado por apresentar coloração cinza escuro a castanho, porém frequentemente se encontra alterado, com granulação geralmente muito fina, embora ocorra localmente granulação média a grossa. Os principais minerais que compõe esse litotipo são: biotita, muscovita/sericita, quartzo, clorita, grafita, em menor quantidade pode ocorrer ainda granada, cordierita e estaurolita. A granada é restrita localmente ocorrendo apenas nos xistos com granulação mais grossa, situados na porção oeste da área. A grafita ocorre em grande quantidade somente no grafita xisto, localizado no ponto 232, pertencente a seção geológica B-B'.

Estudos petrográficos das lâminas CM-183, CM- 198, CM- 232B, CM-237, CM-340A e CM-344A, determinaram que os xistos apresentam textura lepdoblástica a granolepdoblástica, sua estrutura é xistosa, e sua composição mineralógica é composta principalmente por biotita (10-30%), muscovita (5-25%), quartzo (5-50%), clorita, (5-20%), minerais opacos (até 25%), plagioclásio (25-38%), hornblenda (5%), carbonato (10%) e somente na lâmina CM-340 ocorre granada (10%), estaurolita (10%) e cordierita (5%). As micas marcam a foliação principal presente na rocha e possuem tamanho máximo de 1 mm, no entanto 0,5 mm corresponde ao tamanho mais frequente. Já os grãos de quartzo apresentam forte extinção ondulante e possuem tamanho aproximado de 0,2 mm. Já os minerais opacos representados por sulfetos, estão disseminados na lâmina e são pouco expressivos. A granada foi observada com tamanho de até 2 mm, sendo que representa pórfiros imersos numa matriz mais fina, enquanto que a estaurolita está sendo substituída pela cordierita (Figura 6.4). Tais rochas, segundo a mineralogia observada em lâminas podem ser denominadas de mica xistos quando não ocorrem granada e estaurolita ou granadas-estaurolita mica xistos.

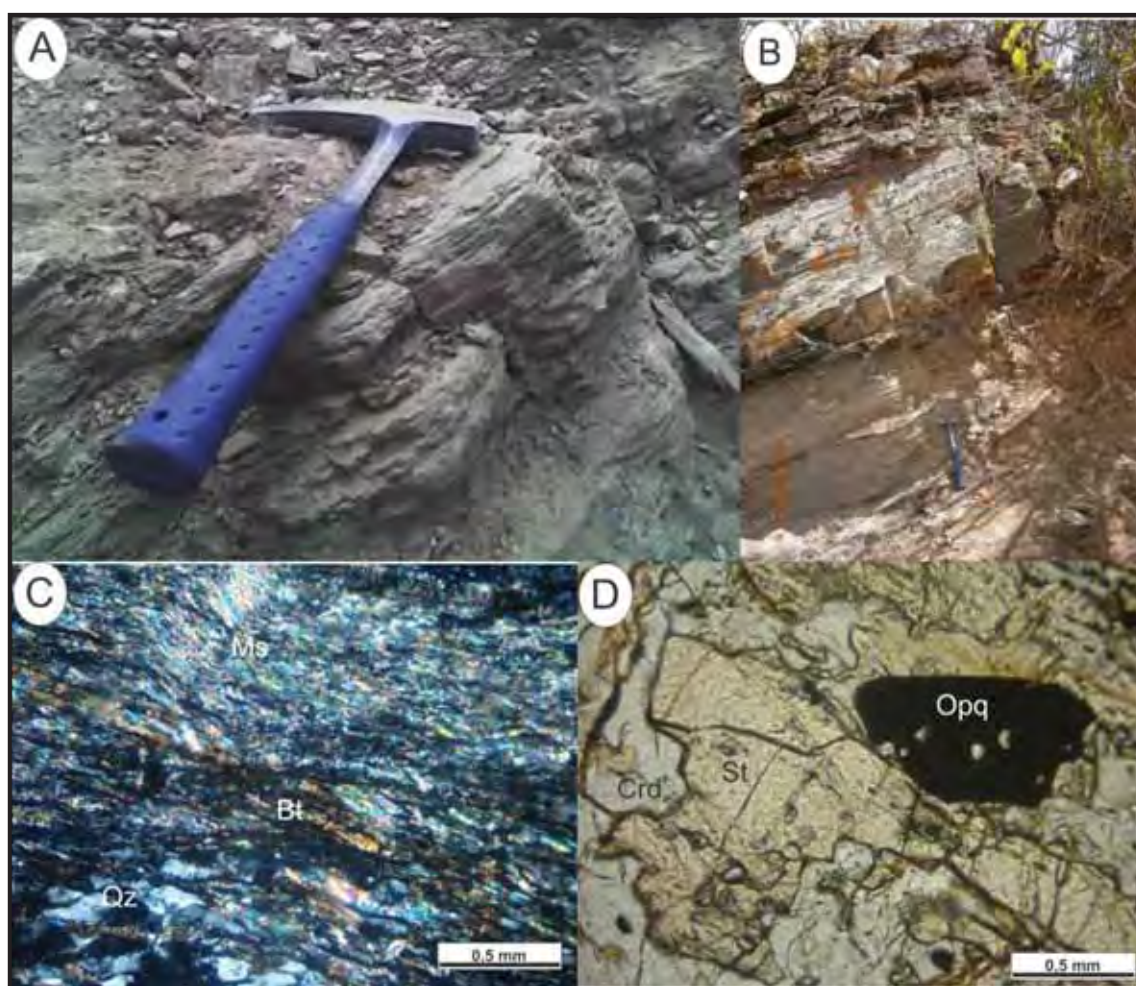


Figura 6.5. **A)** Mica xisto com granulação fina, coloração acinzentada, localizado no ponto 314, afloramento pertencente à seção geológica B-B', cabeça do martelo para norte. **B)** Afloramento de mica xisto com presença de granadas e veios de quartzo boudinados, ponto 340, localizado na margem do Rio Itapicuru, a leste da área. **C)** Fotomicrografia da lâmina CM-183 com ênfase na foliação marcada pelos cristais de micas, sob polarizadores cruzados. **D)** Fotomicrografia de mica xisto evidenciando a presença de estaurolita e cordierita presentes na lâmina CM-340A, sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Crd: Cordierita, Ms: Muscovita, Opq: Minerais Opacos e St: Estaurolita.

Os metassedimentos presentes na área possuem coloração preferencialmente cinza, porém quando alterado podem apresentar coloração amarelada, sua granulação é extremamente fina sendo difícil observar sua composição mineralógica. Esse litotipo pode ser observado na Figura 6.6, e é bastante frequente nos furos de testemunhos de sondagem realizados pela empresa, no entanto em campo foram observados poucos afloramentos, como no alvo C1W, onde o metassedimento presente se encontra com coloração amarelada, fortemente fraturado e dobrado. Não foram realizadas análises

petrográficas desse litotipo, porém nos furos de sondagem nota-se que esse litotipo apresenta laminação, com intercalação de camadas milimétricas de coloração clara e escura, evidenciando a foliação da rocha. Esse litotipo também pode ser denominado de metapelito.

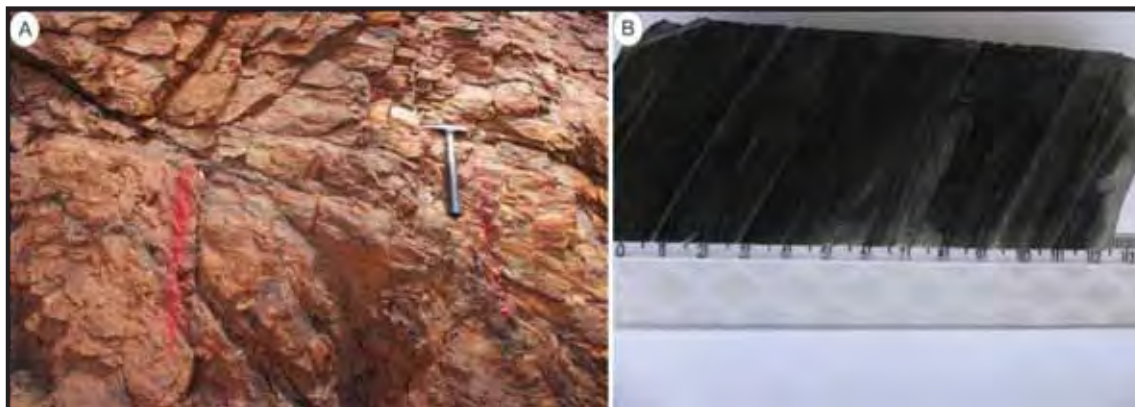


Figura 6.6. Metassedimentos presentes na porção norte do GBRI. **A)** Metassedimento com coloração amarelada a avermelhada localizado no Alvo C1W, a oeste da Mina Maria Preta, foto visada para sul. **B)** Metassedimento de coloração cinza, granulação fina, laminado, presente no furo de sondagem MA-078, localizado no alvo Mari, região centro-leste da área de estudo.

Os metapelitos carbonosos, Figura 6.7, são frequentes tanto em campo como em furos de testemunhos de sondagem e são caracterizados por apresentar coloração preta, foliação bem definida, textura lepdoblástica e estrutura bandada com presença de material carbonoso, geralmente grafita, sericita, quartzo, clorita e sempre está associado à presença de carbonato, além de sulfetos e óxidos. Os metapelitos carbonosos observados nos furos de sondagem estão geralmente bastante cisalhados, muitas vezes são brechados e podem ser um dos representantes do minério encontrado na região.

A composição modal foi estimada através das lâminas CM-174, CM-257B e CM-259, onde constatou-se que neste litotipo estão presentes os seguintes minerais: clorita (26-32%), grafita (25-32%), quartzo (13-17%), carbonato (7-15%), sericita (6-25%), outros minerais opacos (máximo 10%). A grafita se encontra fortemente impregnada nas rochas desse litotipo, muitas vezes evidenciando uma crenulação, enquanto que a clorita possui tamanho submilimétrico e se encontra na forma de finas ripas. Já os cristais de quartzo também são submilimétricos na grande maioria das vezes, mas podem apresentar até 0,2 mm, enquanto que o carbonato se encontra na forma de veios, ou ainda disseminados na matriz, dissolvidos. Por fim, a sericita ocorre geralmente sob os grãos de quartzo ou marcam a foliação principal e os sulfetos e óxidos se encontram disseminados na lâmina. Os metapelitos carbonosos, segundo a

análise petrográfica, foram denominados de grafita xisto quando apresentam estrutura xistosa, ou apenas metapelito carbonoso quando não apresenta estrutura xistosa.

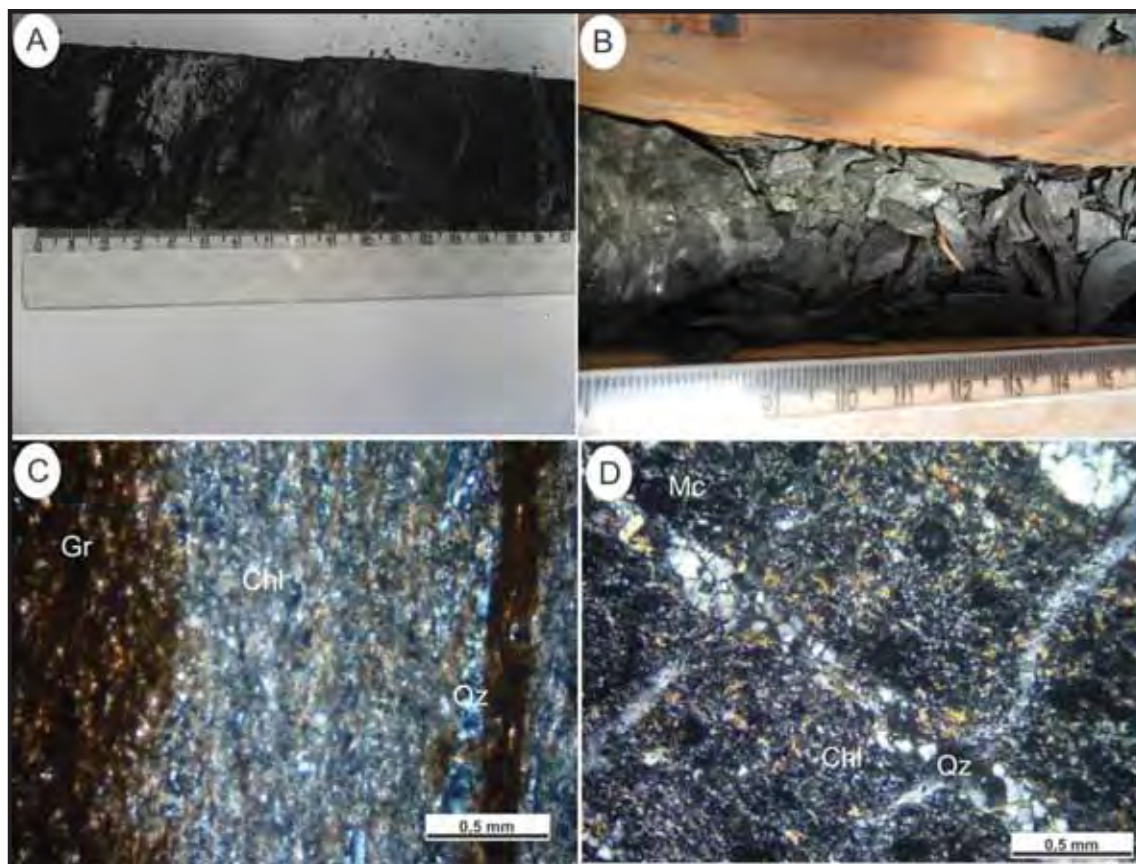


Figura 6.7. Metapelitos carbonosos presentes na US. **A)** Metapelito carbonoso de granulação muito fina presente no furo de sondagem MA-078, localizado no alvo Mari, na porção centro-leste da área estudada. **B)** Metapelito carbonoso bastante cisalhado com presença de sulfetação por pirita, pertencente ao mesmo furo de sondagem. **C)** Fotomicrografia da Lâmina 259 mostrando bandas quartzosas e bandas com grafita, ponto pertencente à seção geológica C-C', sob polarizadores cruzados. **D)** Fotomicrografia da lâmina CM-174, localizado na seção geológica B-B', mostrando os veios de quartzo orientados tanto na foliação principal como discordantes da mesma, sob polarizadores cruzadas. Gr: Grafita, Chl: Clorita, Mc: Material Carbonosos e Qz: Quartzo.

Os metacherts, observados na Figura 6.8, possuem coloração acinzentada com porções avermelhadas quando alterado, sua estrutura é bandada, e apresenta foliação bem definida. A granulação é bem fina, textura granoblástica e sua matriz é composta por carbonato e quartzo essencialmente. São observados com pouca frequência em campo, geralmente em camadas pouco espessas em contato com outros litotipos. A composição modal dos metacherts, estimada através da análise das lâminas CM-176, CM-264, diagnosticou a presença de quartzo (65%), carbonato (5-20%) e material

carbonoso (15%), sericita (12%), clorita (10%). Os grãos de quartzo apresentam tamanho máximo de 0,2 mm e os carbonatos não estão restritos somente na matriz, podem ser encontrados também na forma de pequenos veios com cristais de até ao 0,25 mm. O material carbonoso é observado em finas camadas fibrosas intercaladas com porções quartzosas. Já a sericita ocorre sob os grãos de quartzo e apresentam tamanho submilimétrico, como a clorita.

Os metaturbiditos localizados próximo ao Rio Itapicuru e próximo do alvo Rio do Saco, são caracterizados por sucessões de estratos sedimentares arenosos intercalando finas lâminas mais claras e mais escuras como pode ser observado na Figura 6.7. As formações ferríferas bandadas (Figura 6.8) são pouco frequentes na área, no entanto foram observadas somente no Alvo C1W, em contato com metassedimentos e metacherts. Os Bifs possuem coloração preta a avermelhada, granulação muito fina e frequentemente é observada a presença de veios de composição quartzosa associada a esse litotipo. Foram analisados microscopicamente através das lâminas CM-18 e CM-30, nas quais mostram uma composição mineralógica de hematita (30%), quartzo (30-45%), goethita (20%), magnetita (15%) e pirita (5%), sendo que nem todos os minerais pertencem à mesma lâmina.

Lentes de quartzitos estão presentes na US, estão restritos a uma pequena área localizada a nordeste da área de estudo, próximo da seção geológica A-A', onde foram observados 2 afloramentos, pontos 370 e 371. Esse litotipo apresenta além de quartzo, finos cristais de biotita e localmente, no ponto 371 foi observada a presença de granada. Por fim, o mármore se encontra na forma de lentes centimétricas em contato com os xistos, ponto 354, associado à tremolita (Figura 6.8).

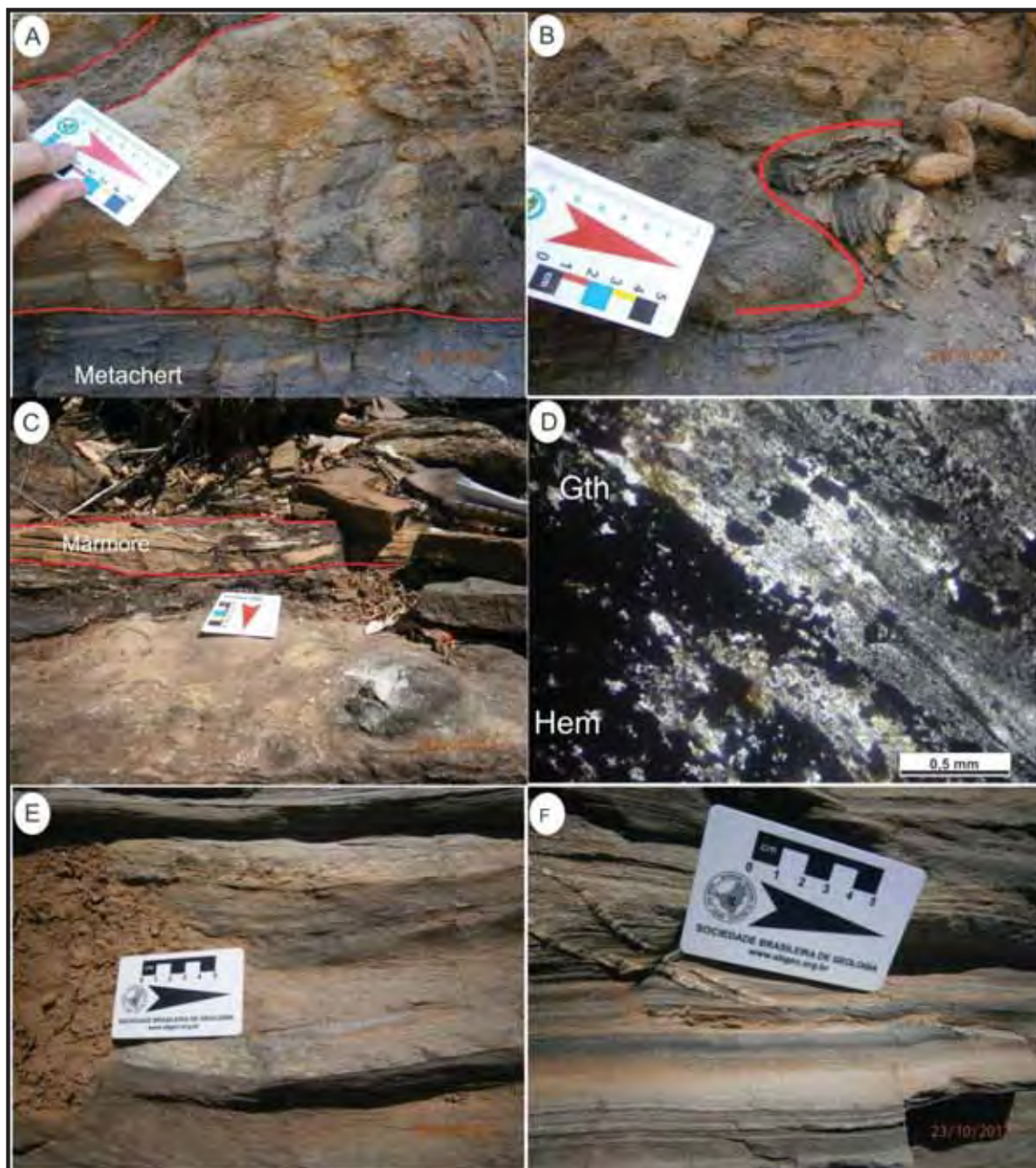


Figura 6.8. **A)** Camada de metachert em contato com mica xisto, ponto 352, localizado a centro-leste da área, próximo à seção geológica B-B'. **B)** Ponto 352, mostrando dobras em “s” olhando para sul. **C)** Lente de mármore em contato com xistos presente no ponto 354, localizado próximo à seção geológica B-B’, região leste na área. **D)** Fotomicrografia da formação ferrífera bandada, sob polarizadores cruzados, ponto 18, Alvo C1W, próximo ao Rio Itapicuru. Gth: Goethita, Hem: Hematita e Qz: Quartzo. **E)** Afloramento de turbidito localizado no Rio Itapicuru, na seção geológica C2-C2’, ponto 345. **F)** Mesmo afloramento que o anterior evidenciando a o contato entre as bandas mais claras e escuras.

O solo de alteração desta unidade é bem característico, pois apresenta coloração avermelhada e presença de finos cristais micáceos. O contato dessa unidade com as demais unidades presentes no *greenstone belt* foi pouco observado, no entanto, através

do trabalho de campo foi possível diagnosticar a presença do contato através da coloração do solo desta unidade.

6.2.5. SEQUÊNCIA QUÍMICA

Essa sequência foi observada somente na porção leste da área, principalmente bordejando o Domo de Ambrósio, e representa cerca de 2% da área de estudo. Os litotipos presentes nesta sequência são representados por metacherts, Figura 6.9, os quais apresentam poucos afloramentos. Os metacherts são poucos espessos, porém são caracterizados por possuir cristais de granada diferentemente dos metacherts da US, onde a granada compõe os xistos micáceos. Assim, os metacherts são rochas de granulação fina, apresentam coloração acinzentada a amarelada e foi observado em poucos afloramentos, como por exemplo, ponto 348, onde esta em contato abrupto com o anfibolito da UVM.



Figura 6.9. Metachert da sequência química em contato com anfibolito, ponto 348, inserido na seção geológica B-B'. Foto visada para oeste.

6.2.6. ROCHAS INTRUSIVAS

Os corpos intrusivos representam aproximadamente 10% da área delimitada deste trabalho. Tais corpos apresentam-se na forma de diques ou stocks e estão

distribuídos por todo o *greenstone*. Dioritos, granitóides e pegmatitos deformados e metamorfisados são representantes dessas rochas, e podem ser observados na Figura 6.10.

Os pegmatitos estão localizados também na porção leste da área, próximo ao Domo de Ambrósio e são compostos principalmente por quartzo, muscovita, turmalina e granada. Foram observados alguns corpos aflorando em contato com mica xisto, com o anfibolito e com as lentes de quartzito, ambos localizados na porção leste, próximo à seção geológica B-B'. Os pontos 313 e 370 representam esse litotipo, o qual comumente possui orientação NS.

Os metadioritos são rochas intermediárias que apresentam coloração cinza clara a cinza esverdeada, granulação preferencialmente fina, porém também é encontrada granulação média, às vezes porfirítica. Exibe uma forte foliação, que nem sempre é muito bem observada em campo, mas facilmente notada em furos de testemunhos de sondagem, sugerindo que o protólito desse litotipo é de natureza ígnea. Sua composição mineralógica modal, analisada através das lâminas CM-190 e CM-255, é composta por plagioclásio (30-42%), clorita (27-32%), hornblenda (18%), carbonato (20%), quartzo (10%), minerais opacos (8%), titanita (4%) e augita (1%). Os cristais de plagioclásio presentes apresentam tamanho variado (milimétricos), já a clorita, mineral de hábito tabular é submilimétrica e os cristais de hornblenda também variam de tamanho, ultrapassando 1 mm. Carbonato é encontrado na matriz de forma disseminada. Minerais opacos são representados principalmente por sulfetos que se encontram disseminados enquanto que a titanita, mineral de coloração castanha avermelhada se encontra com frequência no litotipo, inclusive em furos de testemunhos de sondagem e por fim, a augita foi observada em pequena quantidade. Os metadioritos são de grande importância na área, pois a mineralização da Mina Maria Preta está diretamente associada a esse litotipo.

Há dois granitóides reconhecidos na área, denominados Nordeste e Domo de Ambrósio, localizados na porção noroeste e leste da área, respectivamente. O batólito Nordeste é caracterizado por apresentar coloração esbranquiçada, textura granolepdoblástica e granulação média a grossa. O Domo de Ambrósio situa-se dentro da sequência supracrustal e é caracterizando-se pela ocorrência de um núcleo granodiorítico, pouco deformado, contrastando com uma margem altamente deformada (próximo a uma zona de cisalhamento) e é formado por granodiorito e pegmatitos, que

segundo a literatura possui composição mais toleítica que o granitóide Nordestina, pois ocorrem bandas máficas. Esse litotipo foi observado nos pontos 336, 337, 362, 364 e 370, como pode ser observado no Mapa de Pontos, Anexo 1.

Estudos das lâminas petrográficas CM-99, CM-272 e CM-337, nas quais as duas primeiras referem-se ao Granitoide Nordestina enquanto que a última representa o Domo de Ambrósio, permitiram estipular a composição modal dos granitóides, isto é, o Granitóide Nordestina apresenta quartzo (40%), clorita (10%), plagioclásio (18%), carbonato (2%), biotita e muscovita (15% cada) e traços de opacos enquanto que a composição mineralógica do Granitóide Ambrósio é composta por quartzo (40%), biotita (12%), feldspato (30%), muscovita (15%) e minerais opacos (3%). Em relação ao diagrama QAP, os dois granitóides correspondem o campo do granodiorito.



Figura 6.10. Rochas intrusivas e seus diferentes litotipos presentes na porção norte do GBRI. **A)** Pegmatito com turmalina, quartzo, muscovita localizado no ponto 313, situado na seção geológica B-B', com foto visada para sul. **B)** Diorito cinza esverdeado com granulação fina, localizado na porção centro-sul da área, na margem do Rio Itapicuru, ponto 2, na foto a cabeça do martelo se encontra para norte. **C)** Granitóide presente no Domo de Ambrósio, ponto 337, a leste-sul da área, ponto localizado próximo de uma zona de cisalhamento, foto visada para oeste.

Os minerais que mais se destacam pelo seu tamanho nos dois granitóides são o plagioclásio, que podem apresentar cristais de até 1 mm, e a biotita, com grãos de quase 2 mm, enquanto que os demais minerais em médias não ultrapassam 0,5 mm. Esse litotipo se encontra alterado nas trincheiras observadas no Alvo Encantado, mas na maioria das vezes apresenta-se pouco alterado.

6.3. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Através da análise de campo, da interpretação das seções geológicas e da análise das lâminas petrográficas foi reconhecida a existência de dois domínios estruturais na área, definidos pelo mergulho da foliação principal, isto é, um é de baixo ângulo e o outro é de alto ângulo, ambos apresentam mesma direção. A seguir, encontra-se exposta a descrição detalhada desses domínios estruturais, das fases deformacionais pertencentes a cada domínio e a análise dos Alvos Encantado e C1W.

6.3.1. DOMÍNIO DE ALTO ÂNGULO (DAA)

O domínio de alto ângulo de mergulho, denominado DAA, é predominante na área de estudo, pois estende-se desde a unidade sedimentar localizada na porção leste, até o batólito de Nordestina, e é separado do domínio de baixo ângulo de mergulho através de uma descontinuidade tectônica que se encontra descrita mais detalhadamente neste mesmo capítulo.

Ocorre também, a leste do Domo de Ambrósio, um domínio de alto ângulo de mergulho, onde foi observado que o Complexo Arqueano também apresenta foliação NS com mergulho muitas vezes até próximo de 90°, no entanto, este domínio corresponderia a um outro domínio de alto ângulo, que não será abordado neste trabalho por não apresentar-se na área de estudo. Portanto pode-se afirmar que existem três domínios estruturais na área, sendo que dois deles apresentam foliação de alto ângulo de mergulho e um de baixo ângulo de mergulho, entretanto, toda vez que for mencionado o DAA, corresponde apenas a um dos domínios de alto ângulo, o qual abrange grande parte da área de estudo. Este domínio pode ser melhor observado no Mapa Estrutural, Anexo 4.

O DAA abrange todas as unidades estratigráficas do *greenstone belt* e as observadas neste domínio podem ser divididos em fases deformacionais, Dn, Dn-1 e Pós-Dn.

6.3.1.1. Fase Dn-1

A fase Dn-1 é pouco reconhecida na área de estudo, no entanto foi possível observá-la principalmente quando comparado à foliação do evento Dn, nesta, a direção cai para oeste, enquanto que na foliação Dn-1 a direção cai para leste. A fase Dn-1 apresenta uma foliação Sn-1, que é cortada pela foliação Sn, vista em geral em charneiras de dobras Dn.

O local em que ela foi observada claramente corresponde ao ponto 258, afloramento de metandesito localizado no Rio Itapicuru, onde foi observada a presença de uma foliação correspondente ao evento Dn de orientação N255/50 e outra foliação interna, caracterizada por ser penetrativa e parcialmente deformada devido à presença de dobras da Fase Dn. Essa foliação interna corresponde à foliação Dn-1, a qual apresenta orientação N300/58.

Essa fase também foi observada na análise das lâminas petrográficas CM-249 (inserida no contexto da seção geológica B-B'), CM-255, CM-258 e CM-272 (inseridas no contexto da seção geológica C-C'). A presença de inclusões internas em porfiroblastos define uma foliação antiga (Sn-1), oblíqua à foliação externa (Sn). Nem sempre a diferença de ângulo é causada pela rotação do porfiroblasto, muitas vezes a foliação externa é que é girada para uma nova posição. A Figura 6.11 demonstra as evidências que sustentam a presença da foliação Sn-1.

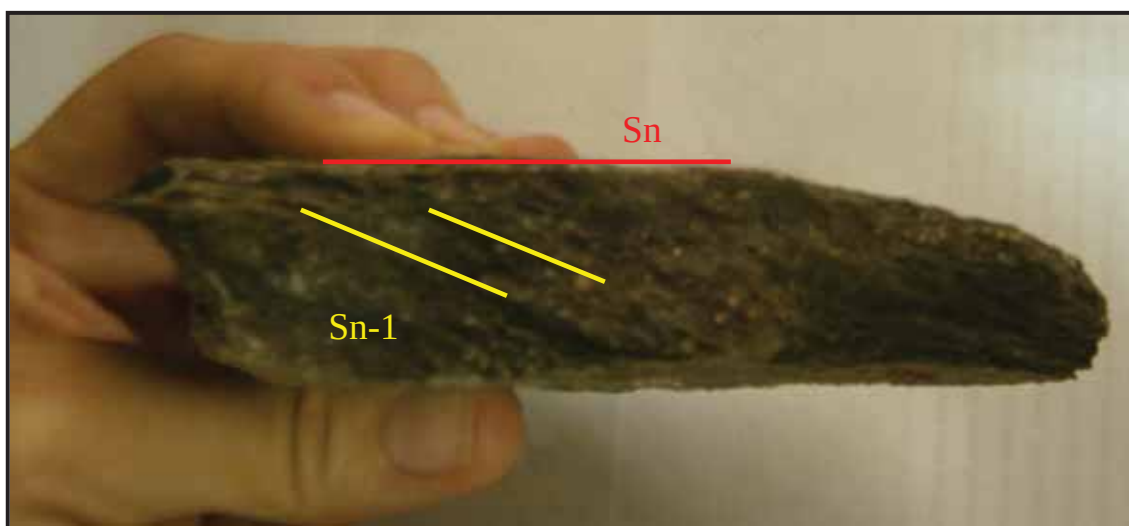


Figura 6.11. Amostra CM-258, metandesito localizado no Rio Itapicuru evidenciando a existência da foliação Sn-1 oblíqua a foliação Sn.

Com os dados obtidos em campo e com a análise das lâminas petrográficas conclui-se que a foliação Sn-1 deste domínio se encontra fortemente superposta pela foliação Sn, não tendo informações seguras sobre a orientação desta foliação.

6.3.1.2. Fase Dn

A fase Dn é a responsável pela formação da foliação principal observada no DAA, e gerou uma foliação Sn, facilmente observada que em geral corresponde a uma xistosidade bem marcada que na maioria das vezes é paralela ao bandamento composicional S0. Na Figura 6.12 estão dispostos os estereogramas com os diagramas de contorno dos polos dos planos das medidas de foliação Sn reconhecidas nesse domínio, divididas por seção geológica (A-A', B-B' e C-C') e também com todas as medidas do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru reunidas referente a esse domínio.

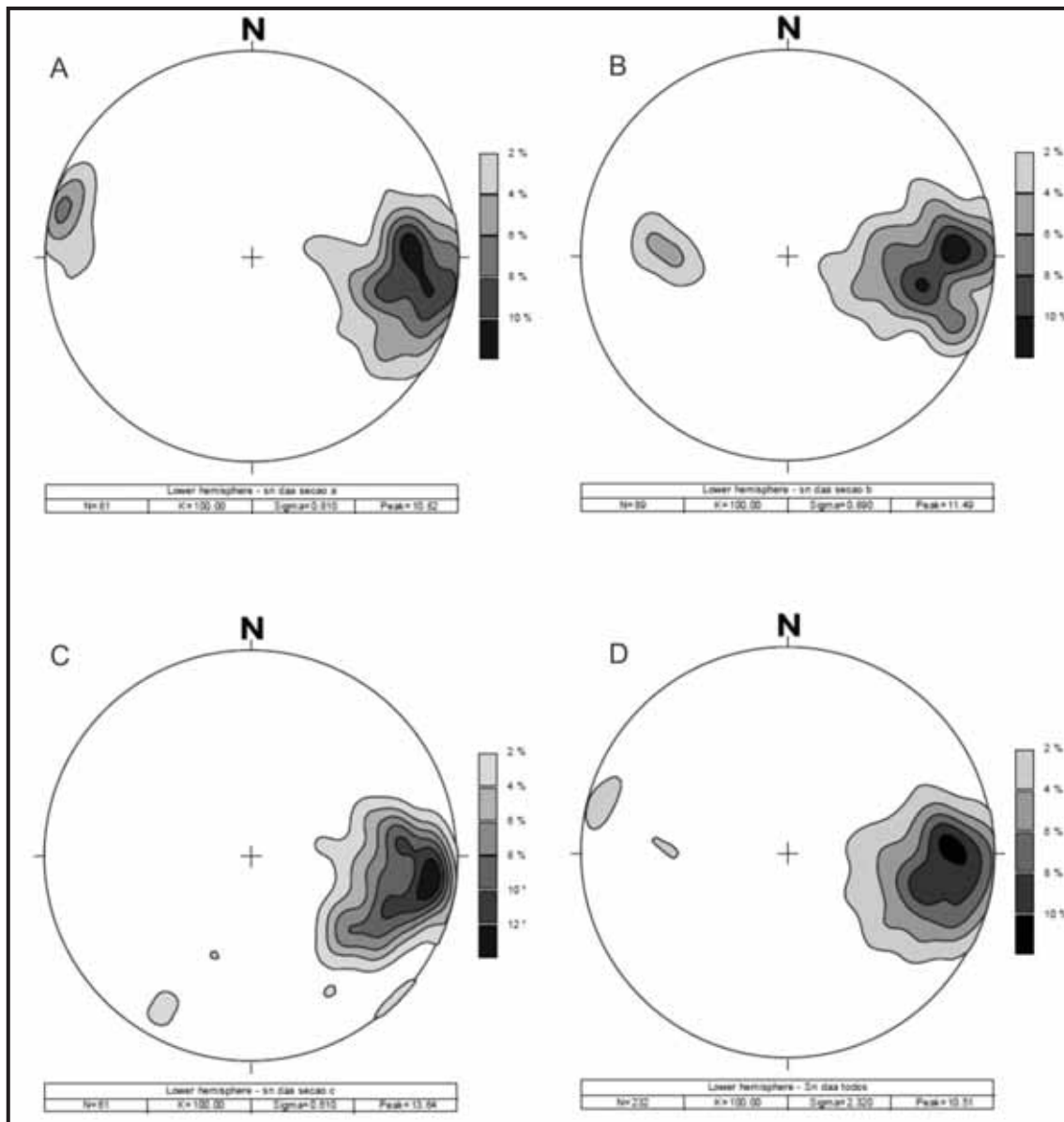


Figura 6.12. Estereogramas de contorno dos polos dos planos da foliação Sn pertencentes ao domínio de alto ângulo de mergulho, onde pode ser observada a presença de guirlandas indicando dobras Dn. **A)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção Geológica A-A', (81 medidas). **B)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção Geológica B-B', (89 medidas). **C)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção Geológica C-C', tanto para a seção C1-C1' e

seção C2-C', (61 medidas). **D)** Todas as medidas coletadas na área correspondente ao domínio de alto ângulo de mergulho (231 medidas).

Ressalta-se que para melhor entendimento da foliação principal da área, não foram plotadas as medidas do Alvo C1W nos estereogramas C e D da Figura 6.12, pois o alvo é considerado uma peculiaridade da área, visto que as medidas coletadas neste alvo são bem diferentes das coletadas no restante da área, sendo abordadas neste mesmo capítulo, no tópico 6.3.7.

A foliação Dn foi observada com grande frequência neste domínio, e ela é facilmente reconhecida em todas as unidades do *greenstone*. De acordo com os estereogramas apresentados, a foliação Sn é bastante uniforme nas três seções geológicas, apresentando pouca variação em sua atitude. Na seção geológica A-A', a atitude média preferencial correspondente a essa foliação é de N279/70, na seção geológica B-B' a atitude mais representativa de Sn é de aproximadamente N273/60, no entanto, como mostra o próprio estereograma pode apresentar uma variação para N281/60, e a atitude que mais representa a foliação Sn na seção geológica C-C' é de N277/65. Logo, a atitude preferencial das medidas de foliação Sn que define o domínio de alto ângulo do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru é de N277/64.

A foliação Dn também foi reconhecida na análise petrográfica, onde a foliação Sn é marcada principalmente pela orientação dos minerais micáceos e algumas vezes pelos grãos de quartzo. A Figura 6.13 exemplifica a existência da foliação Sn marcada pela muscovita e biotita.

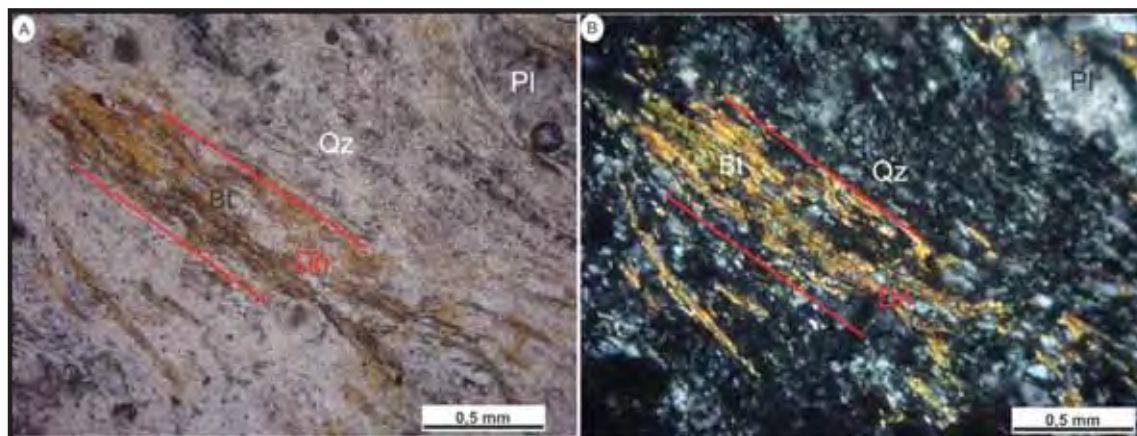


Figura 6.13. Foliação Sn marcada pela orientação dos cristais de biotita, lâmina 334D, pertencente à seção geológica A-A'. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo. Unidade Félsica (Tufo de Cristal).

As lineações minerais que pertencem a esta fase deformacional apresenta-se com atitudes variadas (N350/10, N235/20 e N190/12) como pode ser observado na

Figura 6.14. Além das lineações minerais, foram observadas lineações de estiramento, geralmente correspondendo aos grãos de quartzo, plagioclásio ou anfibólio alongados, que apresentam atitudes de N345/60, N258/32 e N292/50.

Já as lineações de intersecção foram observadas com menor frequência, geralmente onde a foliação principal não se encontra paralela ao acamamento e quando apresentam atitude de N330/20 ou N85/10 correspondem a lineação de intersecção entre os planos de foliação S_n e S_0 , e quando apresentam atitude de N335/40 ou N40/3 correspondem à linha de intersecção entre o plano de foliação S_n e pós S_n . Foram coletadas somente 7 medidas de lineação de intersecção o que demonstra que estas ocorrem localmente e por isso torna-se difícil caracteriza-la, no entanto, todas as medidas coletadas desta lineação referem-se ao DAA.

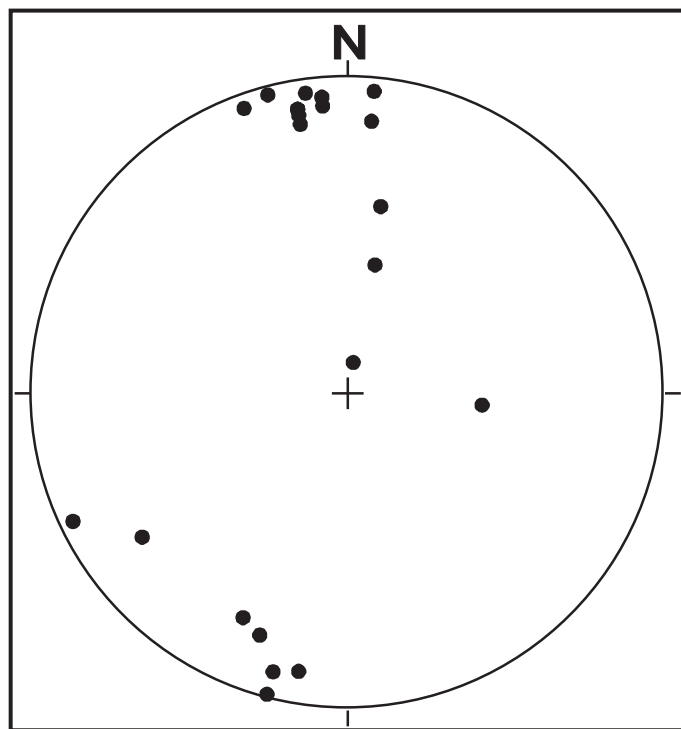


Figura 6.14. Diagrama com as medidas das lineações minerais presentes no DAA referentes à fase deformacional Dn (23 medidas).

Ocorrem ainda dobras Dn caracterizadas por apresentar poucos centímetros, são apertadas e assimétricas que apresentam a foliação S_n em posição plano axial e por isso são atribuídas a essa fase de deformação. Os eixos e planos axiais referentes a essas dobras apresentam atitude preferencial de N295/66 e N305/70, respectivamente, entretanto, ocorre uma grande variação dessas atitudes, sugerindo que provavelmente as dobras Dn foram afetadas pela deformação pós Dn, a qual modificou as orientações dos elementos Dn. Tais dobras foram verificadas também nas três seções geológicas, porém

observa-se que elas apresentam-se com maior frequência na unidade sedimentar. A Figura 6.15 representa as medidas dos eixos das dobras e os planos axiais que marcam essa fase deformacional enquanto que a Figura 6.16 demonstra a foliação S_n deste domínio presentes nos afloramentos da área.

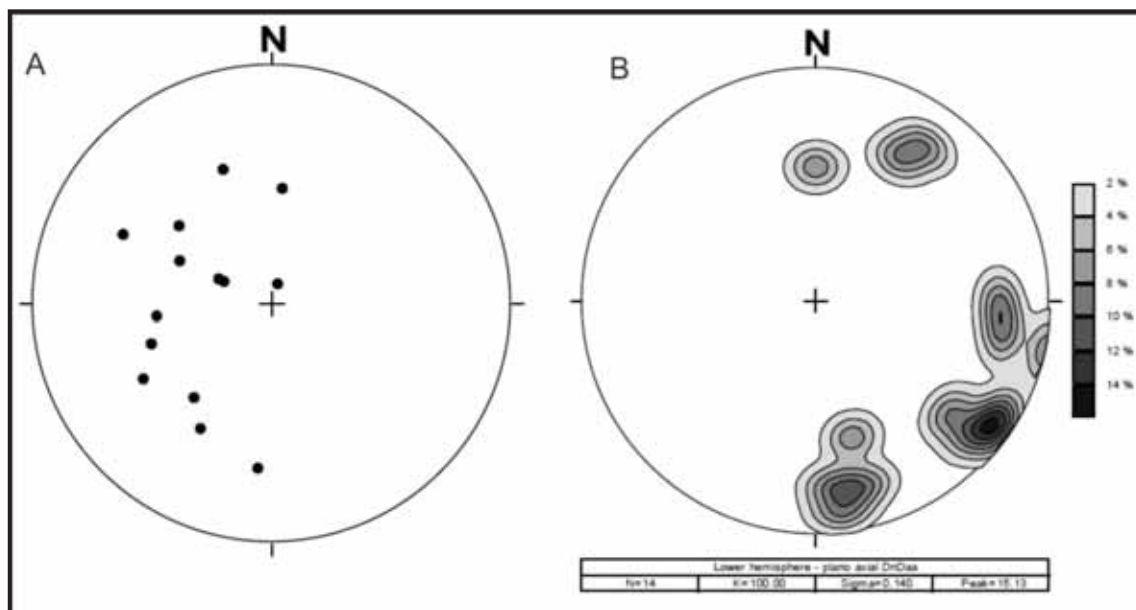


Figura 6.15. A) Diagrama de medidas dos eixos de dobras Dn presentes no domínio DAA, 14 medidas coletadas. **B)** Estereograma de contorno dos polos das medidas dos planos axiais das dobras Dn presentes no domínio DAA, 14 medidas coletadas.

Ocorrem veios de quartzo de espessura milimétrica que são subparalelos a paralelos aos planos axiais das dobras Dn que evidenciam atividade hidrotermal e podem ter o controle de algumas mineralizações da área.

Através da análise dos estereogramas apresentados e dos dados coletados em campo, além das análises petrográficas e de tudo o que foi exposto referente a essa fase de deformação, conclui-se que a foliação que caracteriza o domínio de alto ângulo apresenta direção principal NS com caimento de alto ângulo para oeste e que as dobras dessa fase são dobras apertadas a isoclinais e apresentam eixos de direção NS.

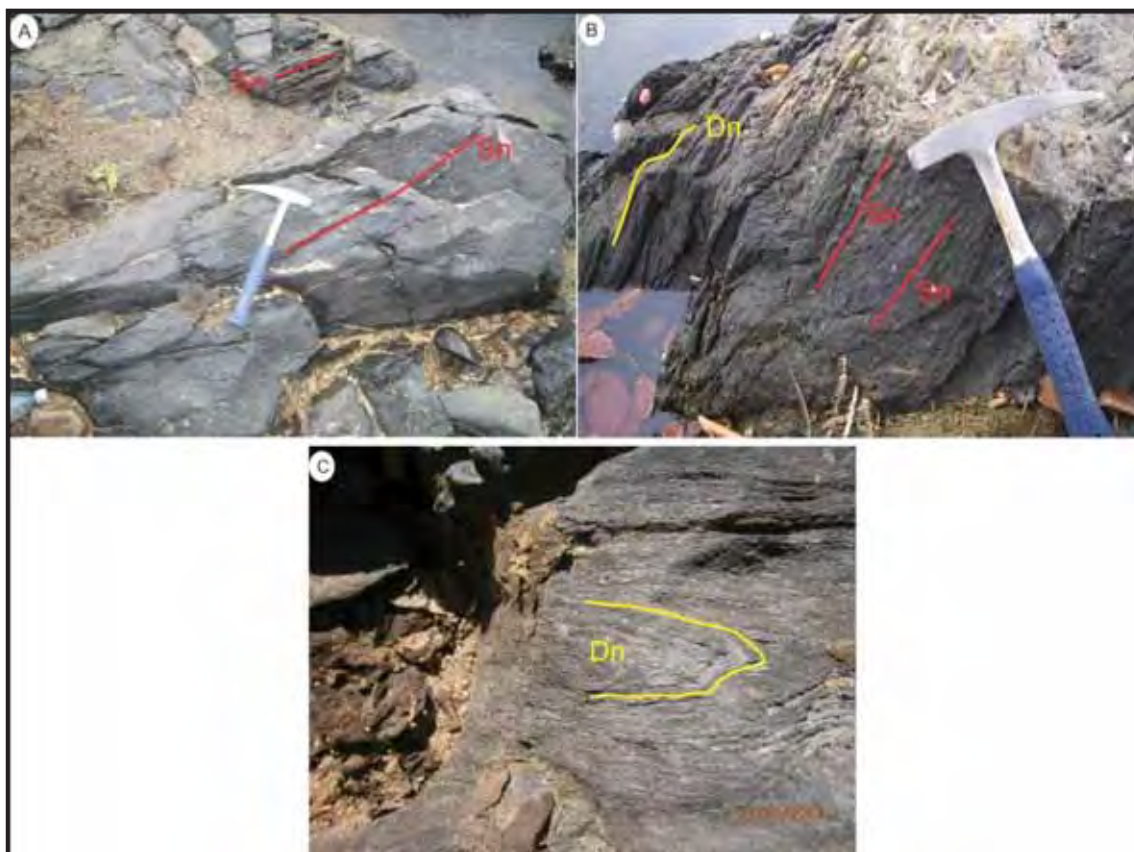


Figura 6.16. A) Foliação S_n presente no metadiorito localizado no Rio Itapicuru, ponto 1. B) Foliação S_n presente no metassedimento (xistos) localizado no Rio Itapicuri, e ainda ocorrem dobras D_n , ponto 9. Em ambas as fotos a cabeça do martelo aponta para o norte. C) Dobras localizadas no xisto micáceo onde a foliação S_n está em posição plano axial à dobra, portanto caracteriza dobra D_n , ponto 344, foto visada para sul.

6.3.1.3. Fase Pós D_n

Neste domínio ocorrem fases posteriores à fase D_n , denominadas genericamente de fases pós D_n , reconhecidas em poucos afloramentos da área, alguns dos quais estão representados na Figura 6.16. Dentre as dobras que afetam a foliação S_n foram encontradas pelo menos dois conjuntos principais, onde os dois tipos de dobramentos apresentam plano axial subverticais, mas são diferenciados em função da orientação preferencial dos eixos: Pós- D_n NS e Pós- D_n EW. Não foi possível estabelecer uma relação temporal entre esses dois dobramentos, pois foram observados apenas localmente.

A atitude preferencial de eixo Pós D_n NS é de N358/55, e o plano axial dessa dobra não foi observado, mas entende-se que este é praticamente horizontal, já a atitude preferencial de eixo Pós D_n EW é de N280/40 enquanto que seu plano axial apresenta

atitude preferencial N355/85. Algumas dobras observadas referentes a essa fase deformacional são marcadas pela presença de uma crenulação bem definida, a qual geram dobras apertadas e angulosas, muitas vezes do tipo *Kink Band*, caracterizando uma deformação dúctil, porém próximo do limite de ruptura da rocha. Por vezes foram identificadas dobras desta família associadas a zonas de cisalhamento conjugadas com atitudes N15/80 e N320/85, com assimetrias das dobras indicando cinemáticas dextral e sinistral, repectivamente. Tais pares cisalhantes foram visualizados no ponto 345, onde afloram os metaturbididos da Unidade Sedimentar, localizados próximo do Rio Itapicuru, Figura 6.17.

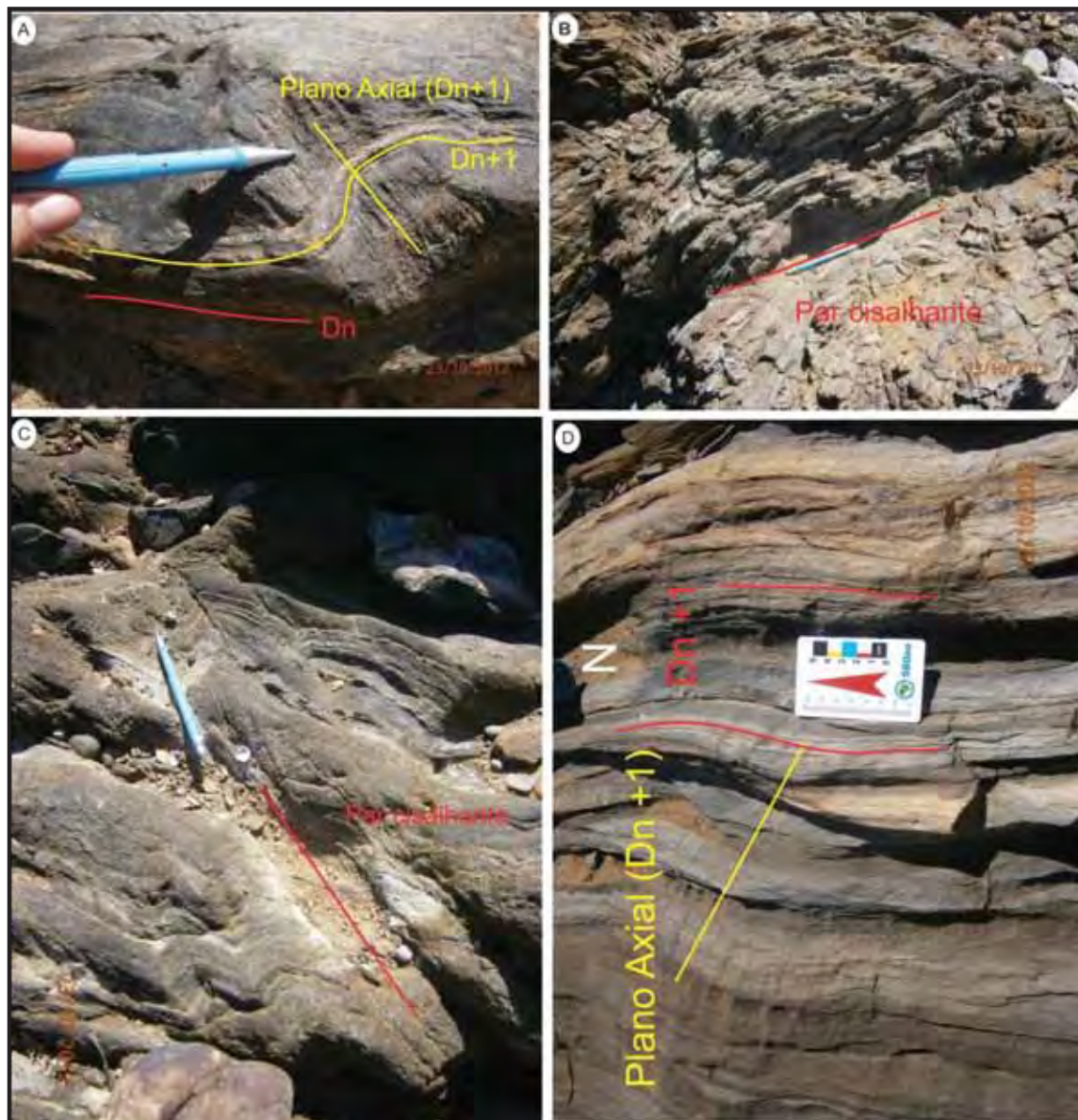


Figura 6.17. A) Dobra Pós Dn deformando a foliação principal, e existência de veios de quartzo paralelos ao plano axial da dobra, foto orientada N245. B) Zona de cisalhamento conjugada pertencentes à fase pós Dn, ponto 345, foto visada N260. C) Zonas de cisalhamento

conjugadas pertencentes à fase pós Dn ponto 345, foto visada N260. **D)** Afloramento de metaturbidito marcando a foliação Dn sendo afetada por dobras pós Dn.

Essa fase também foi observada nas análises petrográficas, onde a foliação Sn encontra-se paralela ao bandamento composicional e ocorrem veios de quartzo dobrados pertencentes à fase pós Dn, como exemplificado na Figura 6.18.

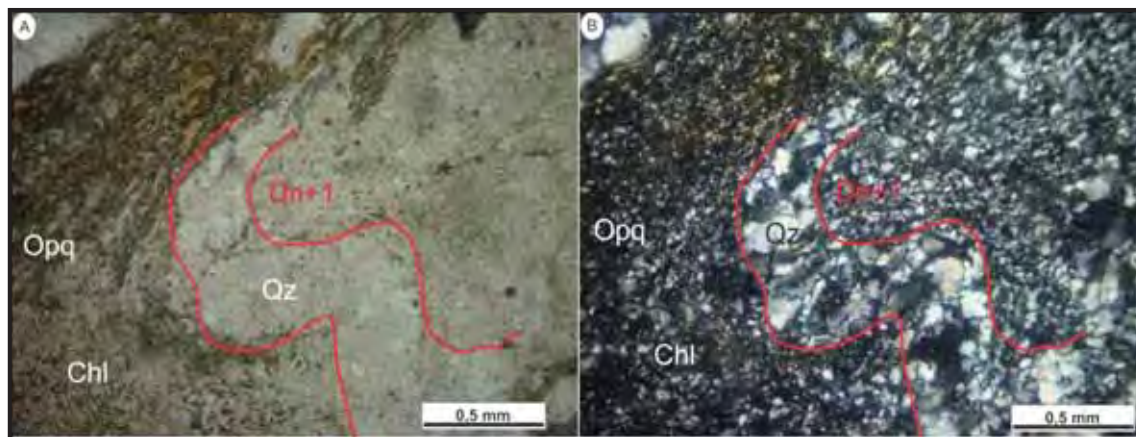


Figura 6.18. Fotomicrografia da Lâmina CM-264 evidenciando um veio de quartzo dobrado pertencente à fase pós Dn, localizada no morro gravatá, que está inserido na seção geológica B-B'. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Opq: Minerais Opacos (Grafita) e Qz: Quartzo. Unidade Metassedimentar (Metachert).

De acordo com o apresentado e com as considerações para este domínio, entende-se que o conjunto acima está inserido num sistema compressivo com direção principal de compressão (σ_1) aproximadamente NS/horizontal e σ_2 verticalizado, enquanto que o σ_3 seria WE/horizontal. Dessa forma, conclui-se que ocorrem dobras suaves a apertadas com presença de pequenas zonas de cisalhamento que representam os dois pares cisalhantes conjugados citados e que essas dobras caracterizam a fase pós Dn.

6.3.2. DOMÍNIO DE BAIXO ÂNGULO (DBA)

O domínio de baixo ângulo de mergulho, denominado DBA, ocorre restritamente na porção leste da área, e é delimitado pelo Domo de Ambrósio e o contato entre as Unidades Sedimentar e Félsica. A localização deste domínio pode ser observado no Mapa Estrutural, Anexo 4.

Ocorre numa pequena faixa da área de estudo, e está diretamente relacionado com a presença de uma descontinuidade tectônica (que pode ser uma zona de cisalhamento) e será discutida posteriormente neste mesmo capítulo. O DBA não abrange todas as unidades estratigráficas do *greenstone*, ou seja, compreende o Complexo Arqueano, a Unidade Máfica aflorante na porção leste da área, Sequência

Química e parte da Unidade Sedimentar. Também foram observadas três fases de deformação neste domínio, Pré-Dn, Dn e Pós-Dn que estão descritas a seguir.

6.3.2.1. Fase Dn-1

A fase Dn-1 deste domínio representa a fase menos observada em campo, porém quando observada indica que pode ser diferente do outro domínio quando comparadas as mesmas fases deformacionais. O que difere essa fase em relação à mesma fase do outro domínio é que esta foi observada nos porfiroblastos de granadas, onde ocorrem inclusões internas definindo uma foliação antiga (Sn-1), oblíqua à foliação externa (Sn). Nos trabalhos de campo também foi observada uma foliação mais antiga em dobras Dn que denotam a presença da fase Dn-1, confirmando o que foi visto em lâmina, já que a foliação Sn não se apresenta rotacionada. Essa feição foi observada na lâmina CM-340A, a qual pertence à seção do Rio Itapicuru e está representada esquematizada na Figura 6.19.

Essa fase pode ser considerada diferente da fase Dn-1 do outro domínio porque o domínio de baixo ângulo apresenta-se em condições de maior temperatura, ou seja, a mineralogia que compõem as rochas deste domínio sugere maior grau metamórfico quando comparada com as rochas do outro domínio, sendo assim, as foliações Dn-1 de ambos os domínios tem menor possibilidade de serem correlatas.

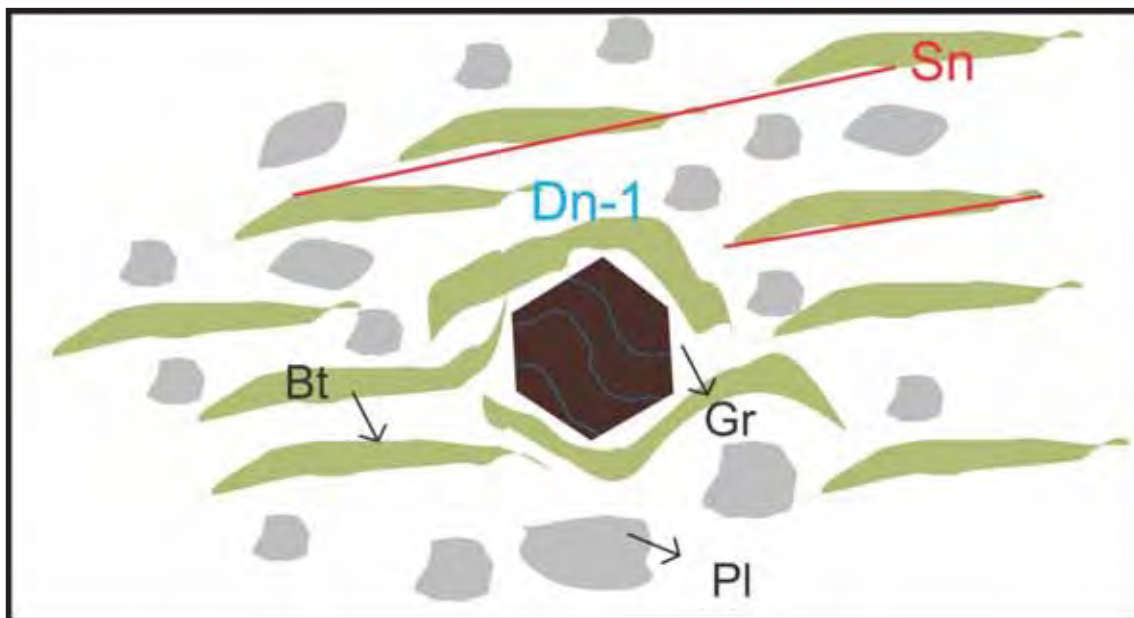


Figura 6.19. Esquema demonstrando a foliação Sn-1 observada na lâmina CM-340A, onde a foliação Sn-1 é observada dentro dos cristais de granada.

6.3.2.2. Fase Dn

A fase Dn é caracterizada pela existência de uma foliação Sn na qual é marcada por uma forte xistosidade nas rochas, sendo que preferencialmente os minerais micáceos estão fortemente orientados. Essa fase é bastante frequente neste domínio e é responsável por caracterizar o DBA. Dobras suaves com foliações plano axiais são evidências desta fase, assim como a presença de lineações minerais correlatas a essas dobras.

Na Figura 6.20 estão dispostos os estereogramas com os diagramas de contorno dos polos dos planos das medidas de foliação Sn para este domínio e estão separadas por seção geológica (A-A', B-B' e C-C') e também com todas as medidas do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru reunidas para este domínio.

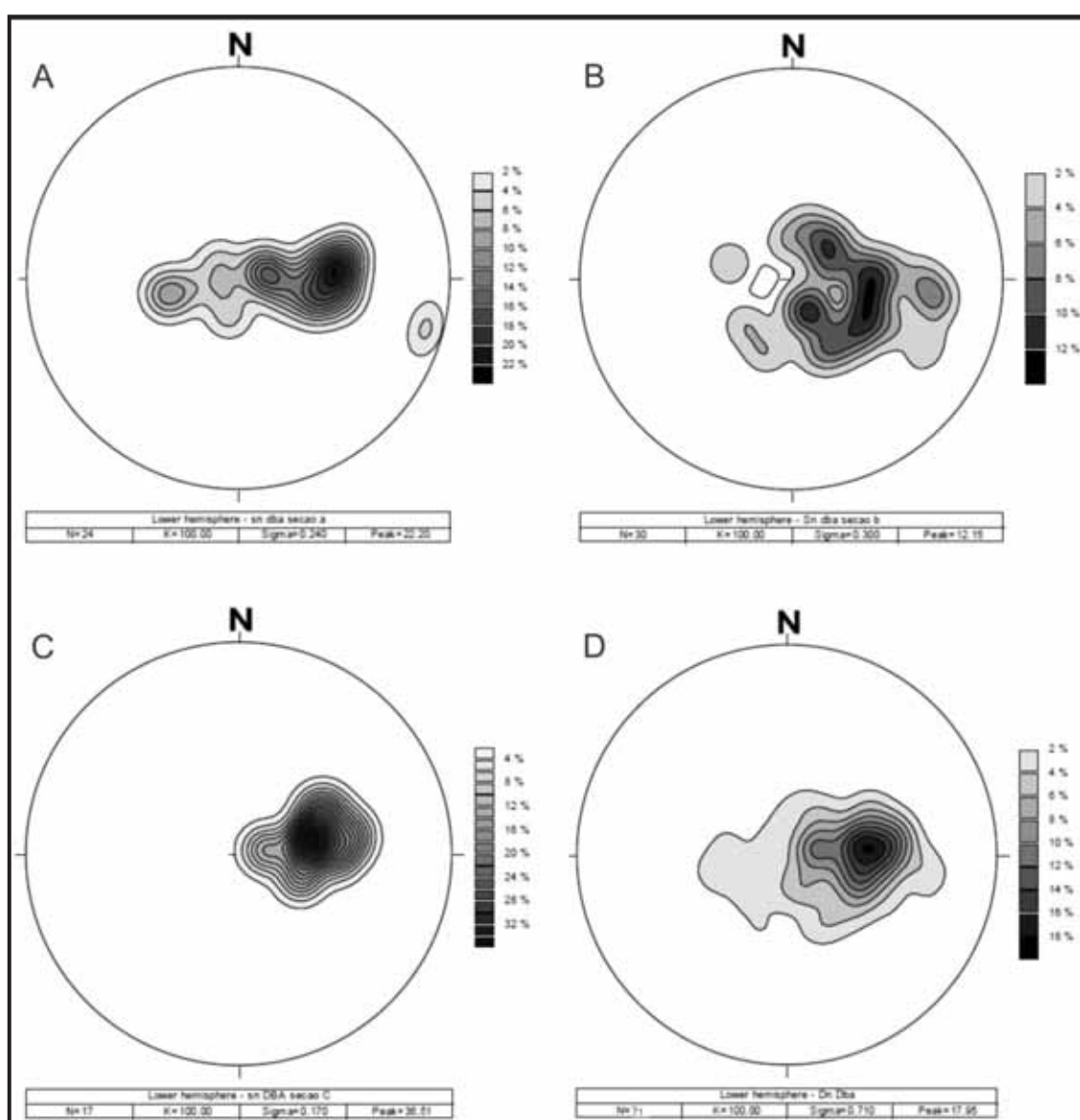


Figura 6.20. Estereogramas de contorno dos polos dos planos da foliação Sn pertencentes ao domínio de baixo ângulo de mergulho. **A)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção

Geológica A-A', (24 medidas). **B)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção Geológica B-B', (30 medidas). **C)** Medidas coletadas da foliação Sn para a Seção Geológica C-C', tanto para a seção C1-C1' e seção C2-C', (17 medidas). **D)** Todas as medidas coletadas na área correspondente ao domínio de baixo ângulo de mergulho (71 medidas).

Com base nos estereogramas apresentados pode-se observar a presença de guirlandas que evidenciam a presença de dobramentos pertencentes a essa fase. A seção geológica A-A' apresenta foliação Sn com atitude preferencial de N273/28, na seção geológica B-B' a foliação Sn varia apresentando medidas com atitude principal N260/30, e atitudes secundárias N312/30, N210/30, já a atitude principal que a seção geológica C-C' apresenta para a foliação Sn é de N283/30, e por fim, a atitude geral da foliação Sn que caracteriza o domínio de baixo ângulo é N275/29.

Foram observadas lineações minerais que marcam a foliação principal desta fase deformacional, nas quais se apresentam na Figura 6.21. Com a análise do diagrama de medidas dessas lineações observa-se que apresenta variação em sua atitude (N350/10, N235/82 e N155/65), ou seja, é pouco definida na área. Já as lineações de estiramento que pertencem a essa fase deformacional foram observadas somente em dois afloramentos, ponto 181 e 182, onde apresentam atitude preferencial de N342/60.

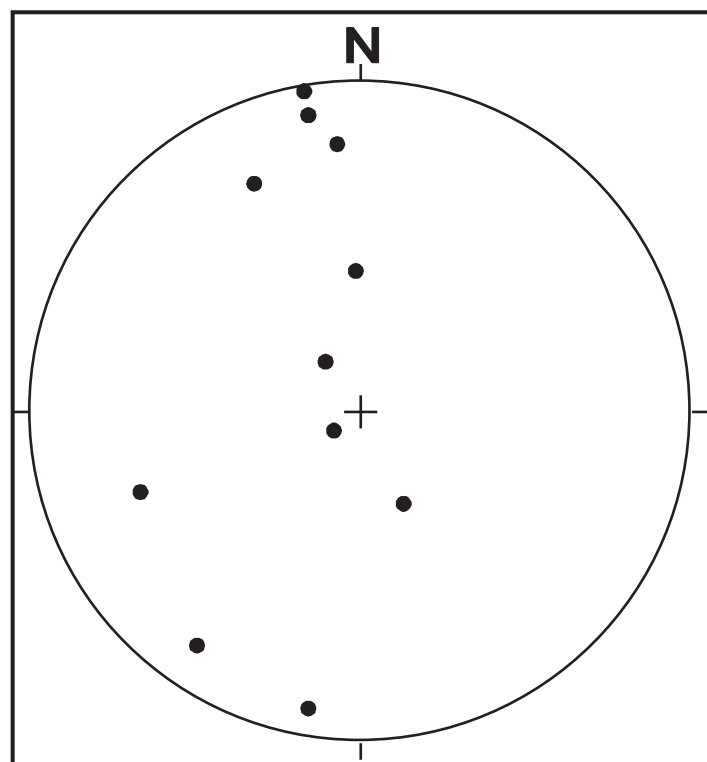


Figura 6.21. Diagrama com medidas de lineação mineral pertencente ao DBA correlacionas a fase Dn (12 medidas, uma delas encontra-se sobreposta).

Outras estruturas encontradas nesse domínio são estrutura do tipo boudins que representa uma feição de estiramento. Os *necks* de boudins, Figura 6.22, localizados nos pontos 338, situado no Rio Itapicuru, 348 e 349, pertencentes à seção geológica intermediária, apresentam até 1,0 m de espessura e estão espaçados entre 3 a 4 metros, indicando que a área sofreu um alto grau de deformação, e foi observado ainda que alguns desses boudins sugerem a ocorrência de um movimento sinistral do bloco DBA, visto que servem como indicadores cinemáticos, nos quais identifica-se transporte tectônico de topo para norte. A composição dos boudins é basicamente composta por quartzo, plagioclásio, minerais micáceos o que denota composição de leucognaisse.

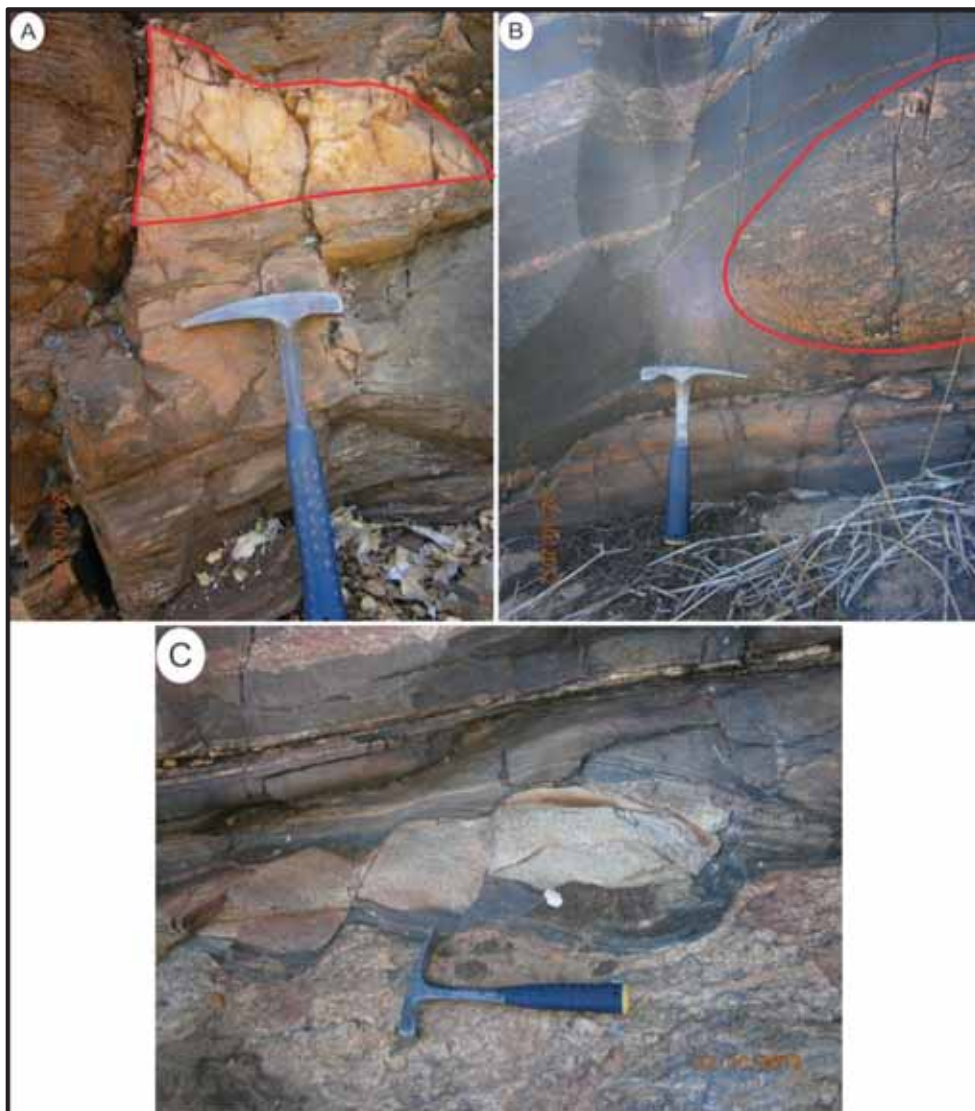


Figura 6.22. A) Veio de quartzo boudinado que apresenta espessura centimétrica localizado no ponto 348, pertencente à seção geológica B-B', foto visada para oeste. B) Boudin assimétricos de camada de leucognaisse sugerindo transporte de topo para sul, foto visada para leste, localizado no leito do Rio Itapicuru, ponto 338. C) Boudins assimétricos desenhando um padrão dominó, localizados no mesmo ponto citado anteriormente, foto visada para leste.

Através da identificação da presença de um movimento mais dúctil sustentado pela existência de dobras de mesma fase foi possível constatar que o topo o bloco apresenta-se para N. Outro indício da ocorrência de uma movimentação desse bloco é a presença de estrias de falhas presentes nos pontos 354 e 355, mas que por serem contemporâneas à fase pós Dn, não estão descritas nessa fase. A Figura 6.23 apresenta os indicadores cinemáticos mencionados no texto.

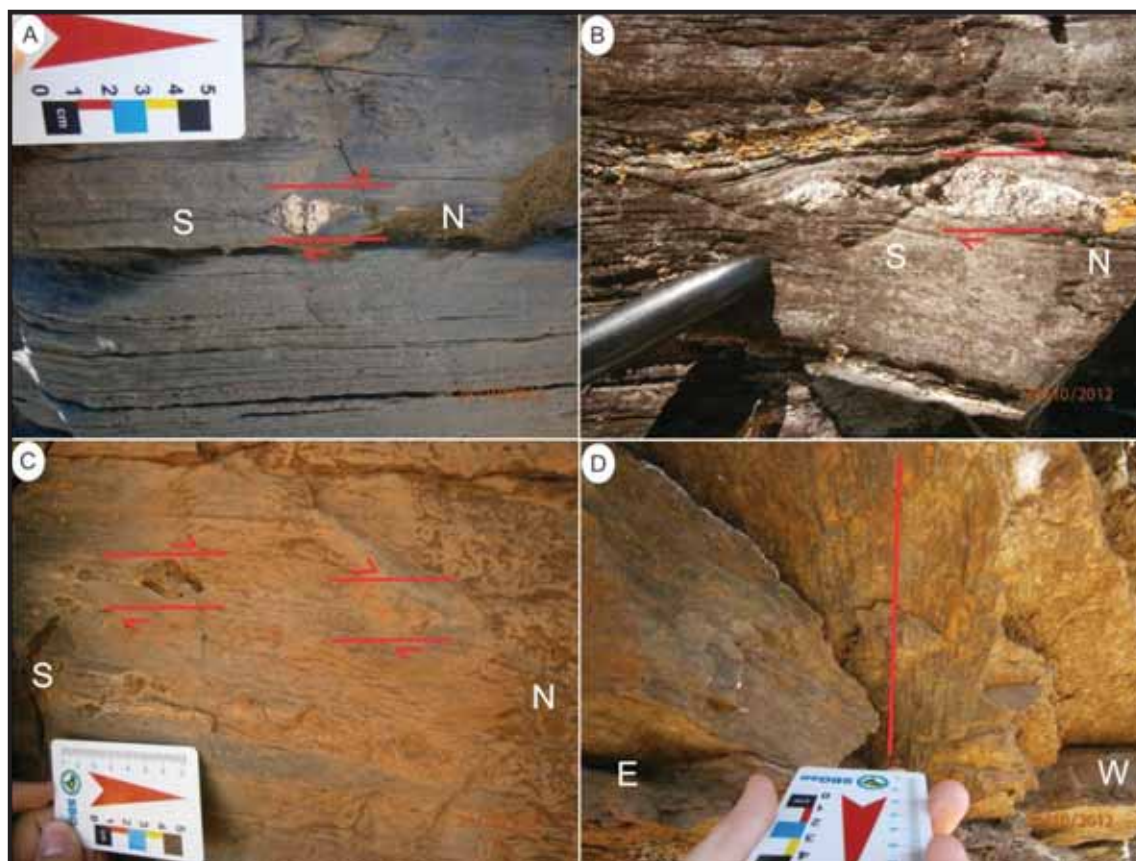


Figura 6.23. Indicadores cinemáticos e foliação Dn. **A)** Indicador cinemático indicando topo para norte, ponto 349, localizado na seção geológica B-B'. **B)** Indicador sinemático encontrado no mesmo ponto, também indicando movimento sinistral, topo para norte. **C)** Indicador cinemático encontrado no ponto 348, revelando o mesmo movimento. **D)** Estrias de falhas evidenciando a movimentação do bloco, localizadas no ponto 348, pertencente à seção geológica B-B'.

No ponto 337, próximo à borda oeste do Granitóide de Ambrósio verificou-se que na lâmina que corresponde a esse litotipo apresenta feições mica-fish que representam indicadores cinemáticos nos quais indicam transporte de topo para sul. Ainda no ponto referido identificou-se uma zona de cisalhamento de baixo ângulo que corta a foliação de alto ângulo inserida no granitóide. Nesse litotipo, onde a foliação de baixo ângulo ocorre, a rocha apresenta aspecto milonítico com desenvolvimento de

planos marcados principalmente por mica branca. A atitude dessa foliação é de N245/35 e a lineação mineral associada é de N155/40, indicando movimento direcional.

No ponto 355, a foliação Sn se encontra bastante perturbada devido à presença de dobras pós Dn, e por isso foi coletada uma medida geral para essa foliação, isto é, a superfície envoltória que representa a medida mais significativa, a qual apresenta atitude de N235/15, já o plano axial desta dobra varia bastante, apresentando atitude de N180/90, e em relação aos flancos que caracterizam essa dobra, um deles é representado pela atitude da foliação Sn e o outro apresenta atitude de N271/24.

Por fim, a foliação Dn foi também observada na análise petrográfica das lâminas que pertencem a esse domínio, e notou-se que esta é marcada não somente pelos minerais micáceos mais também, pela orientação dos anfibólios presentes nas rochas da unidade máfica, diferentemente da mesma fase de deformação do outro domínio, já que nesta última os anfibólios não apresentam orientação preferencial, mas que em parte definem a foliação Sn (Figura 6.24).

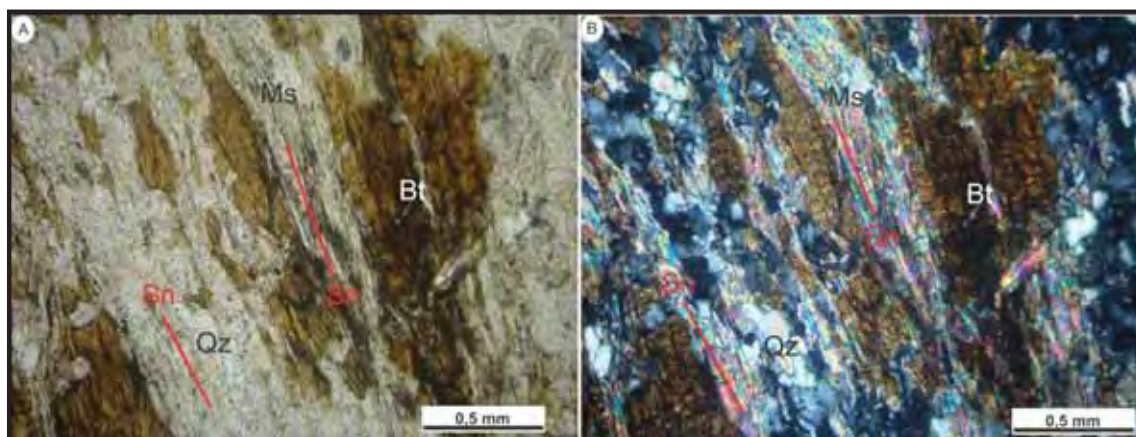


Figura 6.24. Fotomicrografia da lâmina CM-237, mica xisto pertencente à seção geológica B-B', evidenciando a foliação Sn que é bem definida pela orientação das micas. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita e Ms: Muscovita. Unidade Sedimentar (Mica Xisto).

Com a análise dos estereogramas apresentados, das lâminas petrográficas e de todo os dados coletados em campo concluiu-se que a foliação Dn, a qual caracteriza o domínio de baixo ângulo apresenta direção preferencial NS com planos axiais paralelos à foliação Sn, e que muitas vezes esta foliação encontra-se bastante perturbada pela foliação pós Dn.

6.3.2.3. Fase Pós Dn

A fase pós Dn é caracterizada por uma foliação pós Sn a qual afeta a foliação Sn, e foi reconhecida na área em diversos afloramentos. Dessa forma, foi observado que ocorrem lineações minerais que geralmente encontram-se paralelas aos eixos de dobras associadas à essa fase e apresentam atitude de N350/2. A Figura 6.25 apresenta os estereogramas referentes a essa fase de deformação, observadas no DBA.

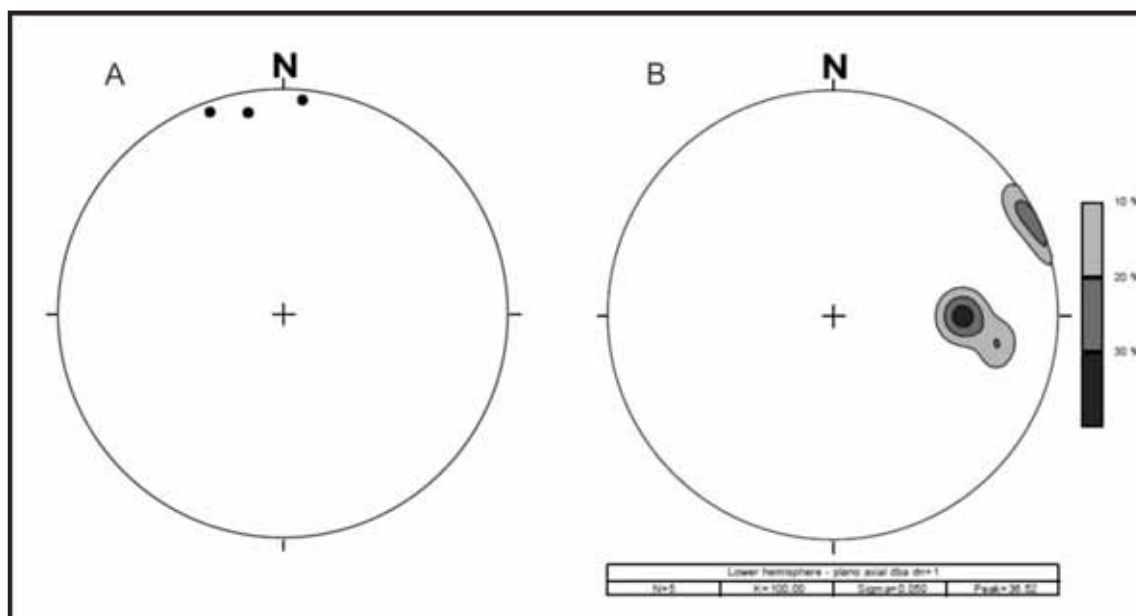


Figura 6.25. A) Diagrama representando as medidas dos eixos de dobras pós Dn presentes no domínio DBA (9 mediadas que estão sobrepostas). **B)** Estereogramas de contorno dos polos de planos das medidas dos planos axiais das dobras pós Dn presentes no domínio DBA (5 mediadas).

As dobras pós Dn deste domínio são representadas por dobras suaves nas quais são caracterizadas por apresentar atitudes preferenciais dos eixos e dos planos axiais de N350/5 e N280/67 respectivamente.

Tal foliação também pode ser observada em escala microscópica, onde nota-se a presença de uma crenulação nos minerais micáceos, estes marcam a foliação Sn e quando crenulados observa-se uma nova foliação que representa a foliação pós Dn. Por vezes, os grãos de quartzo se encontram recrystalizados nessas crenulações formando cristais alongados segundo a orientação dos planos axiais das crenulações pós Dn, definindo localmente uma foliação pós Sn. Grãos de quartzo alongados e recrystalizados podem ser observados na lâmina CM-344A, cujo litotipo é um mica xisto, e representam essa fase de deformação, Figura 6.26.

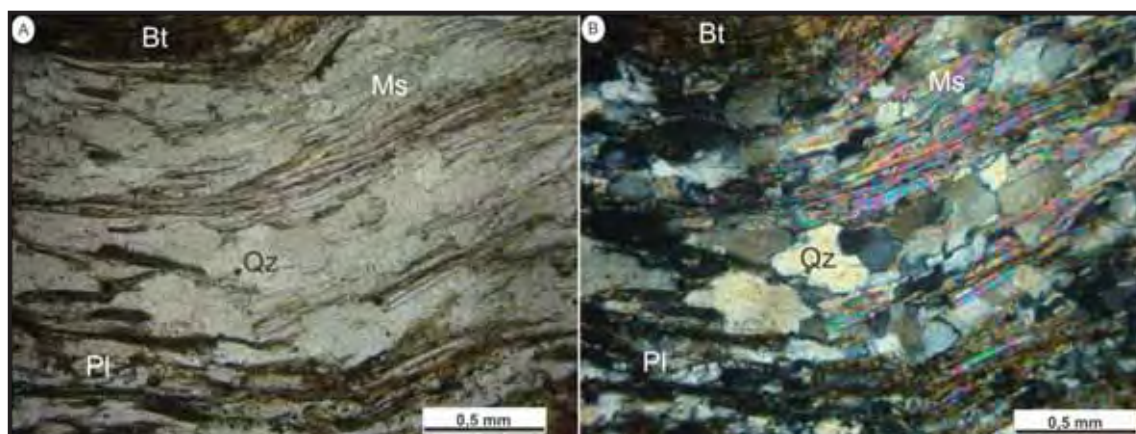


Figura 6.26. Fotomicrografia da Lâmina CM-344A – Textura fina do mica xisto, onde os cristais de muscovita e biotita marcam a foliação principal da rocha é possível observar que ocorre recrystalização do quartzo evidenciando uma foliação posterior à principal. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo.

Estrias de falhas, já mencionadas, pertencem a essa fase de deformação e a atitude dos planos de estrias corresponde a N210/35. Trata-se de uma falha direcional com sentido de movimento sinistral caracterizando um movimento dúctil-rúptil na região. Os planos de falha e o dobramento que caracteriza essa fase estão representados na Figura 6.27.



Figura 6.27. **A)** Plano de falhas (pós Dn) em relação à foliação Dn deste domínio, ponto 354, foto visada para sul. **B)** Foliação com presença de dobras suaves em afloramento de anfibolito, ponto 366, pertencente à seção geológica A-A'.

Existem também fraturas observadas localmente (ponto 348) e que estão preenchidas por veios de quartzo de espessura milimétrica a centimétrica as quais indicaram a presença de um movimento dextral (Figura 6.28). Estas fraturas estão correlacionadas à foliação pós Dn. O movimento dextral presente na área simboliza um movimento mais rúptil, observado localmente e pode ser sido gerado durante o próprio

movimento no bloco do DBA, como resposta ao fraturamento cisalhante, representando um dos pares conjugados de fraturas.



Figura 6.28. Fraturas preenchidas por veios de quartzo e apresentam-se obliquas ao plano de cisalhamento, indicam movimento dextral, mais rúptil e menos frequente, associados à foliação pós Dn, ponto 348, cabeça do martelo orienta-se para norte.

Analisando os estereogramas das medidas dos planos axiais da foliação pós Dn, juntamente com as observações coletadas em campo é possível concluir a existência da fase de deformação pós Dn, a qual é bem marcada, com dobras suaves que apresentam planos axiais de direção preferencial NW e mergulho para sul.

6.3.3. *BANDAMENTO COMPOSICIONAL*

O acamamento S0, ou bandamento composicional, Figura 6.29, foi observado com frequência durante o levantamento estrutural e encontrado de dois modos, o primeiro modo, o mais frequente na área, o S0 encontra-se paralelo à foliação Sn referente ao domínio a qual pertence e quando não está paralelo, observa-se que é cortado pela foliação Sn, até apresentando-se perpendicularmente a esta, como no ponto 343, onde foi observado dobrado, ou ainda no alvo C1W, em que apresenta-se oblíquo à foliação Sn, indicando que também foi afetado pela deformação da área. Como não foi

observado com tanta assiduidade desse último modo na área como um todo, e sim, apenas localmente, entende-se que preferencialmente o bandamento composicional das rochas do GBRI é paralelo a foliação S_n referente ao domínio no qual está inserido.



Figura 6.29. Acamamento S_0 , em vermelho, não se encontra paralelo à foliação S_n (em amarelo), localizado em metacherts da cava C1W.

6.3.4. FRATURAS

Durante o levantamento das seções geológicas foi possível observar que o *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru apresenta-se bastante fraturado, independentemente do domínio que estas fraturas estão inseridas, assim, as fraturas foram analisadas de forma geral, e não separadas por domínios. A Figura 6.30 representa o diagrama de contorno dos polos dos planos das 354 medidas coletadas de fraturas para a porção norte do GBRI.

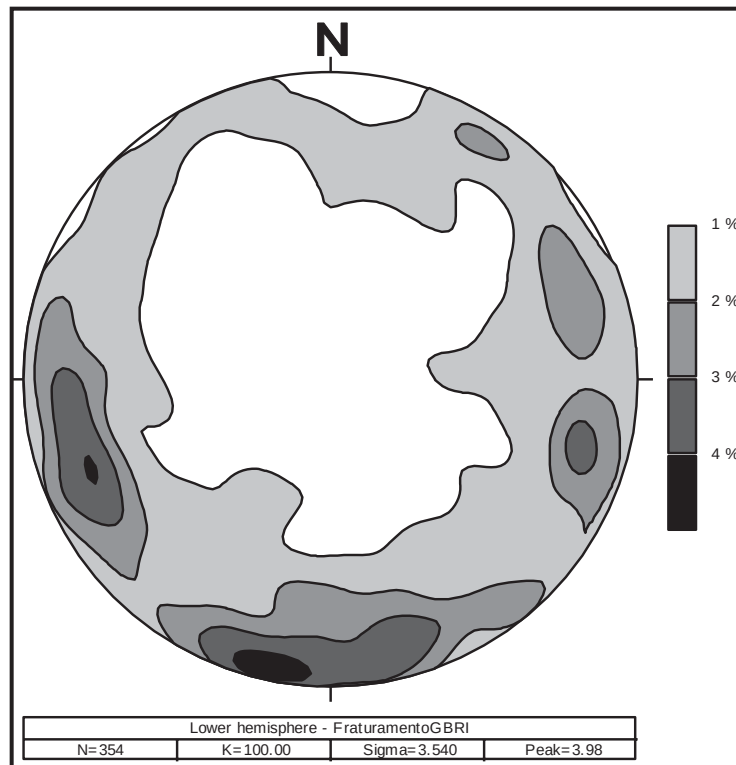


Figura 6.30. Estereograma de contorno dos polos de medidas de fraturas da porção norte do GBRI (354 medidas).

O estereograma apresenta grande quantidade de medidas e por isso revela que a região apresenta alto grau de fraturamento. Com a análise da figura acima observa-se que é possível reconhecer pelo menos duas grandes principais famílias de fraturas e duas famílias secundárias.

As famílias principais apresentam direção preferencial de N80W com ângulo de mergulho variável para SW e direção N21E com mergulho para SE enquanto que as fraturas secundárias apresentam direção preferencial N16W com ângulo de mergulho variável para SW e N20-58E com ângulo de mergulho variável para NW. A Figura 6.31 representa algumas fraturas encontradas na área, e geralmente encontram-se preenchidas por veios de quartzo de espessura milimétrica a centimétrica que podem estar associadas à mineralização.



Figura 6.31. Fraturas observadas no GBRI. **A)** Veios de quartzo localizados em fraturas paralelos ao eixo de dobras S_n localizados no ponto 342, no leito do Rio Itapicuru. Foto visada para leste. **B)** Fratura preenchida por veio de quartzo centimétrico presente no ponto 7, localizado no Rio Itapicuru, foto visada para sul. **C)** Veio de quartzo que foi deslocado pela fratura de orientação NS, próximo do ponto 6, localizado no mesmo rio.

6.3.5. INTERPRETAÇÃO DAS SEÇÕES GEOLÓGICAS

Neste capítulo será discutida a interpretação das seções geológicas nas quais representam um dos principais resultados deste trabalho. Para um melhor entendimento da área estuda utilizou-se como base para a interpretação das seções, todo o exposto no capítulo da geologia local deste trabalho. Dessa forma, entendeu-se que a Seção Geológica A-A', Anexo 5, de direção NW-SE é composta por uma sequência de antiformas e sinformas que afetou as rochas do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru, assim como proposto pela literatura. A foliação S_n apresenta na porção leste um baixo ângulo de mergulho e na porção oeste é caracterizada por apresentar alto ângulo de mergulho evidenciando a existência de dois domínios estruturais separados por uma descontinuidade tectônica. Na porção leste da área, foi verificada a presença de dobras D_n do domínio de baixo ângulo.

Ainda nesta seção observa-se que na porção leste a Unidade Máfica encontra-se em contato com a Unidade Sedimentar e, portanto, foi colocada uma falha, pois de acordo com a estratigrafia proposta para a área, essas duas unidades não poderiam estar em contato e como não foi observado a Unidade Félsica entre essas unidades durante o levantamento estrutural, a presença da falha se aplica.

A Seção Geológica B-B', Anexo 6, de direção E-W, é caracterizada por apresentar uma sequência de antiformas e sinformas assim como a seção geológica A-A', em ambas essas sequências de dobramentos referem-se à fase Dn, mas neste caso interpretou-se a presença de duas falhas, pois ocorre o mesmo com a seção anterior, a Unidade Máfica está em contato com a Unidade Sedimentar. No caso da falha localizada mais na parte central da seção, apesar de apresentar-se interpretada, localiza-se à aproximadamente 1 Km do Alvo Gravatá, alvo visitado durante o levantamento estrutural, que apesar de apresentar-se longe da seção geológica B-B', foi verificado neste alvo a presença desta falha, ainda pouco estudada, mas que poderia estar correlacionada a essa falha colocada na seção. Por não haver maiores evidências desta falha, nem mesmo a direção a qual se encontra, e por não representar um dos alvos detalhados, as falhas colocadas na seção estão tracejadas.

Foi observada também a presença de uma dobra anticlinal na porção leste da seção na qual foi mapeada e entendida como pertencente à fase Dn com eixo para leste e também contribuiu para interpretar o restante da seção.

A Seção Geológica C-C' foi dividida em duas seções, C1-C1' e C2-C2', Anexo 7, onde a primeira apresenta direção NW-SE e a segunda, direção E-W. Essas duas seções geológicas localizam-se no Rio Itapicuru, e representam de acordo com a literatura, uma seção tipo do *Greenstone Belt* de mesmo nome. Ambas apresentam a mesma configuração estrutural de sinformas e antiformas que evidenciam o alto grau de deformação do *greenstone*. Na seção C2-C2' foi visualizada a descontinuidade tectônica mencionada neste trabalho, a qual foi estendida para as demais seções geológicas, visto que as outras seções também apresentam foliação Sn de alto ângulo e baixo ângulo.

Ressalta-se que por não se tratar de um mapeamento geológico e sim de um levantamento estrutural, fizeram-se poucas alterações em relação aos contatos das sequências estratigráficas no mapa regional, que devido à escala do mapa utilizado neste trabalho as alterações são pouco visíveis e pouco representativas, entretanto, por utilizar um mapa regional como base para o levantamento estrutural, certamente ocorrem alguns problemas em relação às sequências estratigráficas, visto que muitas vezes encontram-

se em contato uma com as outras que de acordo com a estratigrafia da área proposta pela literatura entram em conflito no próprio mapa. Então, as falhas interpretadas estão baseadas não somente no trabalho de campo, mas também na interpretação da própria seção geológica de acordo com a literatura e com o entendimento do mapa regional.

Sendo assim, outra hipótese dada à presença do contato entre as unidades estratigráficas que segundo o modelo estratigráfico proposto pela literatura para o GBRI não poderiam estar em contato é que em vez de falhas, ocorreria que essas unidades não são as mesmas unidades quando estão em contato seguindo o padrão estratigráfico, por exemplo, quando a Unidade Máfica se encontra em contato com a Unidade Sedimentar na porção oeste da área, uma dessas unidades não corresponderia à mesma unidade observada quando seguem o modelo estratigráfico, então, poderia existir mais de uma unidade sedimentar, ou até mesmo mais de uma unidade máfica na área, que no momento as rochas de cada uma dessas unidades citadas encontram-se inseridas nas suas respectivas unidades por não haver maiores evidências da existência de subunidades. Vale ressaltar que apesar de ocorrer dois domínios estruturais, as rochas presentes na mesma unidade quando inseridas nos domínios, apresentam algumas particularidades como a composição mineralógica, como por exemplo, a Unidade Sedimentar no DBA apresenta granada enquanto que a mesma unidade no DAA não apresenta este mineral, no entanto, ainda não é possível afirmar que trata-se de uma subunidade da unidade sedimentar, pois não foi feita uma caracterização geoquímica, apenas mineralógica e então não foi encontrado maiores evidências que sugerisse a divisão da unidade sedimentar.

Dessa forma, comparando o que foi exposto nas seções geológicas presentes neste trabalho com os dados estruturais presentes na literatura, a configuração estrutural proposta por Chauvet *et al.* (1997), observada na Figura 5.5 inserida no capítulo da geologia regional deste trabalho é baseada na presença de diversas sinclinais e anticlinais e também a existência de alguns falhamentos. Por o autor, há uma foliação de baixo ângulo de mergulho para SE, onde há cavalgamentos com vergência para NW e dobramentos associados, no entanto, o autor não interpreta a existência de dois domínios estruturais e nem tão pouco a existência de uma zona de cisalhamento próximo à borda oeste do Domo de Ambrósio que separa os domínios.

6.3.6. DETALHE ALVO ENCANTADO

O Alvo Encantado localiza-se a noroeste da área de estudo, próximo ao município de Nordestina, e está inserido no contexto da seção geológica A-A'. Foram realizados apenas 2 dias de campo para o detalhamento deste alvo. Trata-se de um alvo mineralizado pertencente à empresa Yamana Desenvolvimento Mineral no qual ainda é pouco explorado.

O levantamento estrutural deste alvo foi feito de acordo com análises de algumas trincheiras presentes na área, de direção N310, e também através de afloramentos, geralmente observados em garimpos, nos quais apresentam-se em grande quantidade.

O Alvo Encantado encontra-se inserido na Unidade Máfica onde aflora alguns corpos intrusivos pertencentes ao Granitóide Nordestina e corpos subvulcânicos. Os metabasaltos (anfibolitos) encontrados neste alvo são foliados e podem apresentar textura tanto mais fina, quanto grossa, sendo possível até visualizar uma lineação mineral marcada pelos anfibólios orientados. Já os granitóides que afloram neste alvo possuem textura grossa e composição granodiorítica. Para melhor caracterizar este alvo foram descritas 4 lâminas delgadas, CM-99, CM 272, CM-271A e CM-271B, sendo que as duas primeiras correspondem ao granitóide enquanto que as outras duas pertencem ao metabasalto.

Com a análise das lâminas correspondentes aos granitoides, verificou-se que a textura deste litotipo é preferencialmente granoleptoblástica, onde predominam grãos de quartzo em relação aos minerais micáceos, ambas apresentam textura grossa e apresentam como composição mineralógica modal: Quartzo (40-45%), Plagioclásio (18-25%), Biotita (8-15%), Clorita (10-15%), Muscovita/Sericita (6-15%), e em menor quantidade ocorrem ainda carbonato, minerais opacos e hornblenda. A textura grossa é marcada pelos grãos de quartzo e plagioclásio que ultrapassam 1 mm, e a foliação principal é marcada pela orientação das biotitas e muscovitas que apresentam-se alteradas. De acordo com a análise dessas lâminas, o padrão de recristalização dos minerais compreendem as fases Pré a Sin Dn.

Com a análise das lâminas correspondentes aos metabasaltos, constatou-se que trata-se de rochas com textura média a grossa e que apresentam como mineralogia principal Hornblenda (40-55%), Plagioclásio (15-28%), Clorita (12-13%), Muscovita (10%), Carbonato (5%) e Minerais opacos (3-16%). A hornblenda apresenta tamanho aproximado de 1 mm em ambas as lâminas, na lâmina CM-271A, esse mineral não possui uma orientação principal, enquanto que na outra lâmina, CM-272, a hornblenda é

responsável por marcar a foliação principal. No metabasalto foram encontradas manchas escuras evidenciando um possível acúmulo de óxidos, representados pelos minerais opacos nas lâminas deste alvo.

Este alvo está inserido no contexto no domínio estrutural de alto ângulo, e a Figura 6.32, mostra os diagramas de contorno das medidas coletadas para este alvo.

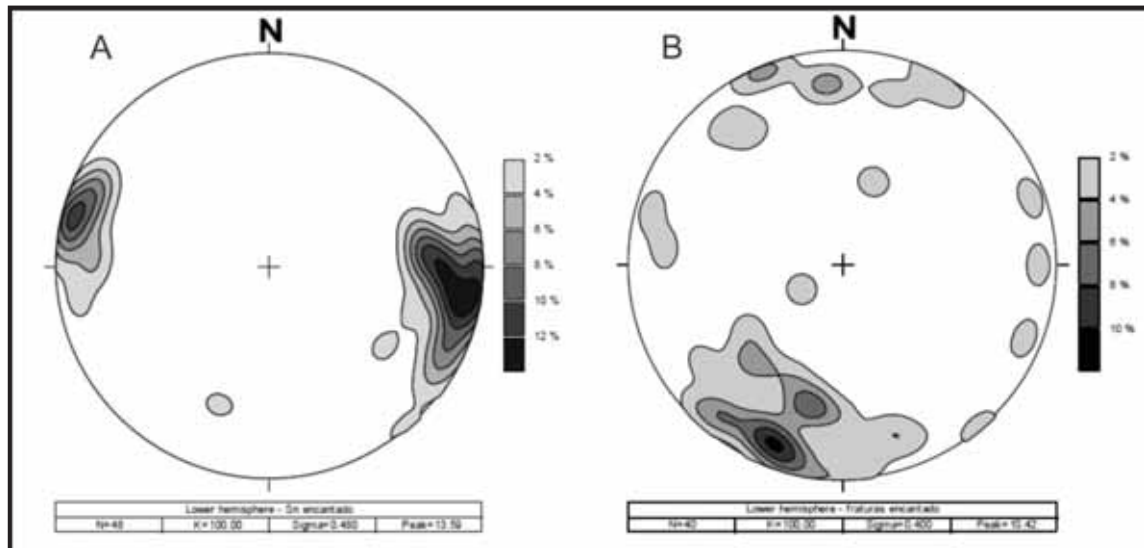


Figura 6.32. A) Estereograma de contorno dos polos de planos de medidas de Sn para o Alvo Encantado (48 medidas). **B)** Estereograma de contorno de polo dos planos de medidas de fraturas presentes no Alvo Encantado (40 medidas).

Com a análise dos estereogramas e dos trabalhos de campo realizados na área, conclui-se que a foliação Sn apresenta atitude preferencial N278/78, e foi possível reconhecer duas famílias principais de fraturas com atitudes preferenciais N210/70 e N340/75 e também ocorrem outras famílias secundárias com menor frequência na área (N25/78 e N140/80).

Foi coletada uma única medida de foliação pós Dn, no ponto 134, onde a atitude dessa foliação é de N295/36, não sendo observada a presença de crenulações que indicariam o eixo de dobramento desta fase, mas certamente essa foliação corta a foliação Sn. Quanto à lineações coletadas neste alvo, a única lineação encontrada corresponde a lineação mineral, localizadas nos pontos 131 e 135, e ambas apresentam atitude de N10/56-82.

Nesse alvo, foi observado o contato abrupto entre o corpo granítico e o metabasalto, Figura 6.33, o qual apresenta atitude de N235/90, e observou-se que a foliação apresenta-se ainda mais verticalizada próximo ao contato. Constatou-se a presença de veios de quartzosos e feldspáticos de espessura centimétrica a métrica preenchendo fraturas, e um dos veios de quartzo, de espessura métrica, encontra-se

encaixado na direção da foliação Sn, e percorre os garimpos, formando uma direção preferencial das bocas dos garimpos para N30E, que corresponde à direção do próprio veio. Dessa forma foi observado, que de acordo com a profundidade do veio e até mesmo dos garimpos da região, o veio apresenta-se mais profundo na direção SW e possivelmente está paralelo a um eixo de dobramento ou de outra estrutura, visto que ocorrem outros veios menores dobrados, com plano axial dessas dobras paralelo a lineação mineral.



Figura 6.33. A) Veio feldspático de espessura centimétrica e lineação mineral presente no metabasalto, foto orientada para N180. B) Contato entre o metabasalto e o granitóide em que ambos os litotipos encontram-se alterados, foto orientada para N300.

Por fim, conclui-se que ocorrem várias intrusões graníticas nos metabasaltos, e que essas intrusões são fruto do mesmo corpo granítico, mas que apresenta várias ramificações as quais são observadas nas trincheiras e é pouco provável que representam vários corpos menores. Os veios associados a esse alvo podem desenhar uma estrutura ainda pouco definida, mas que há grandes indícios que estão associados à mineralização. O detalhamento estrutural do alvo ainda é pouco conclusivo, no entanto foi importante para discutir o metamorfismo na região. O Anexo 8 representa de maneira simplificada todo o exposto sobre o alvo.

6.3.7. DETALHE ALVO C1W

O alvo C1W localiza-se a oeste da Mina Maria Preta, próximo ao Rio Itapicuru e está inserido no contexto da seção geológica C-C'. Este alvo é representado por uma cava de aproximadamente 80 m de comprimento e pertencente à Yamana Desenvolvimento Mineral. Para o detalhamento deste alvo realizou-se 2 dias de campo, em que um deles fez-se um perfil detalhado, metro a metro, das paredes da cava, onde foi possível coletar as medidas apresentadas neste trabalho. Trata-se de um alvo

diferenciado, pois apresenta algumas peculiaridades que não ocorrem nos outros alvos pertencentes à empresa.

O Alvo C1W, Anexo 9, encontra-se inserido na Unidade Sedimentar, onde aflora o metachert que apresenta coloração amarelada e granulação fina, a formação ferrífera bandada (Bifs) de coloração preta e avermelhada, quando alterado, e metassedimentos de granulação muito fina. Os pontos 13 a 91 do mapa geológico representam os pontos onde foram coletadas as medidas para esse alvo, mas por se tratar de pontos muito próximos poucos pontos são visualizados no mapa geológico apresentado (Anexo 3).

Foram analisadas somente duas lâminas que correspondem ao C1W, ambas representantes das formações ferríferas bandadas, cujas texturas são muito finas, granoblásticas. Bandas quartzosas intercaladas com bandas ferruginosas caracterizam esse litotipo, onde constatou-se a presença de grande quantidade de hematita, quartzo, goethita magnetita e em menores quantidades ocorrem e pirita. Acredita-se que este litotipo compõe o minério. Este alvo também está inserido no domínio estrutural de alto ângulo de mergulho e os dados estruturais coletados para seu entendimento encontram-se na Figura 6.34.

De acordo com os dados coletados e a análise dos estereogramas pode-se afirmar que o acamamento encontra-se dobrado e apresenta atitudes preferenciais de N150/60 e N240/50, podendo ocorrer variações das direções dessas atitudes em até 40°. Ainda em relação ao S0, este encontra-se paralelo a uma foliação Sn-1, observada com pouca frequência na área. Já a foliação Sn, pertencente ao DAA, apresenta-se bem definida e sua atitude preferencial é de N347/60. Os estereogramas apresentados para o acamamento e para a foliação Sn sugerem que S0 e Sn estão quase perpendiculares entre si, o que foi constatado em campo. Também foi observado que as dobras localizadas no metachert referentes à fase Dn são plano axiais (Figura 6.35). A Figura 6.36 mostra o acamamento S0 dobrado.

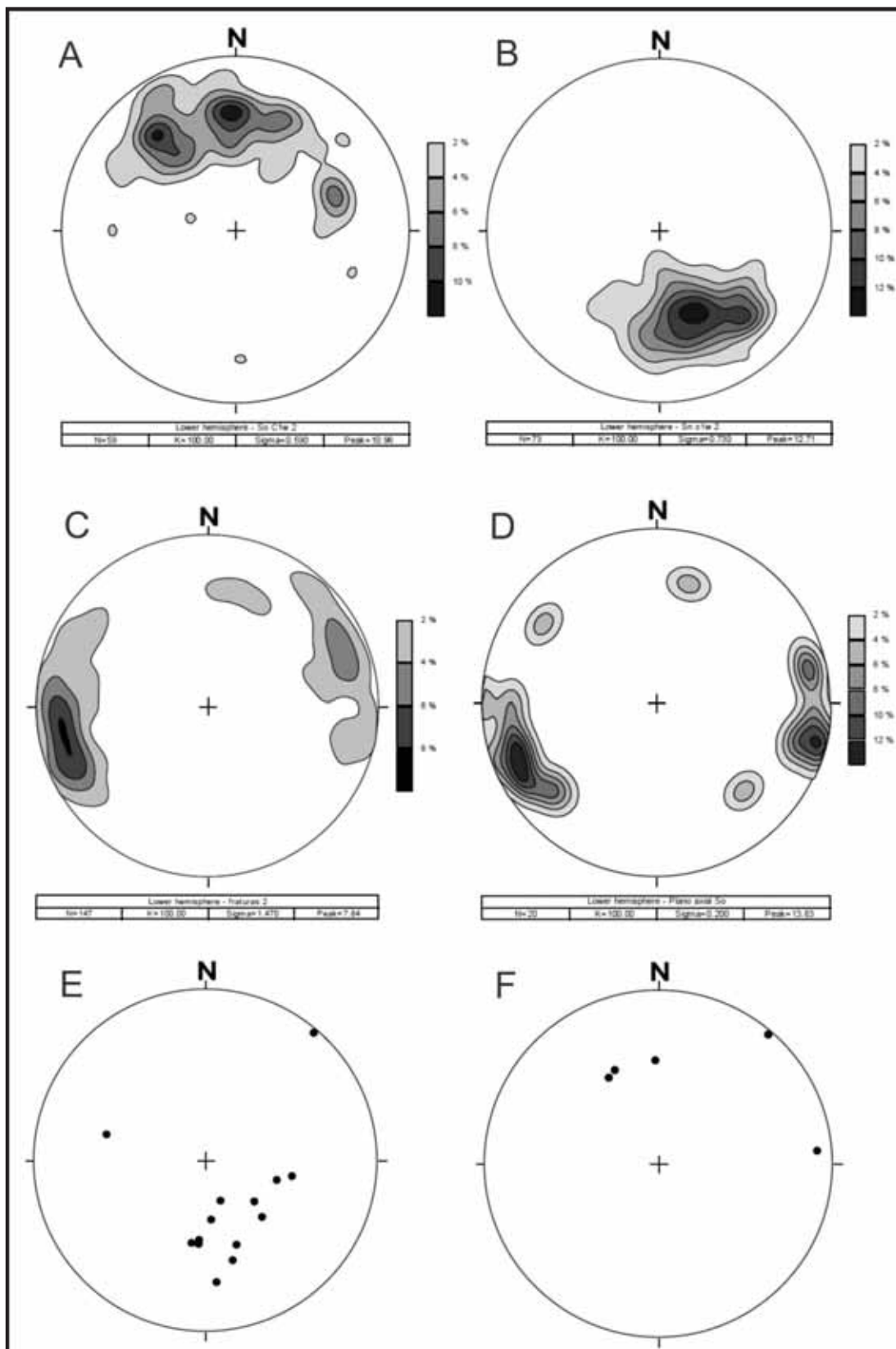


Figura 6.34. **A)** Estereograma de contorno de polos dos planos das medidas de S0 do Alvo C1W, 59 medidas coletadas. **B)** Estereograma de contorno de polos das medidas de Sn do mesmo alvo, 73 medidas coletadas. **C)** Estereograma de contorno do polo dos planos de medidas de fraturas do mesmo alvo, 147 medidas coletadas. **D)** Estereograma de contorno dos

polos dos planos de medidas de planos axiais de dobras S_0 pertencentes ao mesmo alvo, 20 medidas coletadas. **E)** Diagrama de medidas dos eixos de dobras do acamamento, 14 medidas coletadas. **F)** Diagrama de medidas de lineação de intersecção entre o plano de acamamento e a foliação S_n , 5 medidas coletadas.



Figura 6.35. Dobras da fase S_{n-1} , em vermelho, que estão paralelas ao acamamento S_0 enquanto que dobras D_n são plano axiais.



Figura 6.36. Metachert dobrado evidenciando o acamamento em C1W. Cabeça do martelo para norte.

Os planos axiais das dobras D0 apresentam atitude preferencial N280/75 e os eixos pertencentes à mesma fase apresentam variação em sua atitude, onde a atitude preferencial é de N140/60. Ocorrem ainda dobras pós Dn observada com pouca frequência na cava, em que sua atitude é de N295/36, entretanto notou-se que os planos axiais referentes a essa fase estão paralelos aos veios de quartzo (impuros). Essa foliação pode ser observada na Figura 6.37.



Figura 6.37. Dobras pós Dn vista em corte vertical, onde o S0 encontra-se no plano da foto, evidenciando, em vermelho, veios paralelos aos planos axiais das dobras pós-Dn. Foto visada para leste.

Foram coletadas apenas 5 medidas de lineação, sendo que todas elas representam uma intersecção entre dois planos. A lineação que apresenta atitude N85/10 intercepta os planos de S0 e Sn, enquanto que a lineação que apresenta atitude de N40/03 é paralela ao eixo de dobra Dn. As atitudes N335/40, N358/40 e N330/42 representam a lineação de intersecção entre a foliação Sn e a pós Dn.

Por fim, este alvo encontra-se com o acamamento dobrado e apresenta 3 fases de deformação, ambas de alto ângulo, mas que não apresentam as mesmas atitudes das medidas para as foliações quando comparadas com as coletadas para o restante da área. Com o exposto até o presente momento, conclui-se que os planos axiais das dobras S0 são paralelos às medidas de fraturas coletadas para este alvo e como muitas dessas fraturas apresentam veios quartzosos pode representar grande importância para a mineralização.

7. METAMORFISMO

Para melhor entendimento da área estudada, foi descrito o metamorfismo neste capítulo para cada sequência estratigráfica encontrada no *greenstone*, Unidade Máfica, Unidade Félsica e Unidade Sedimentar, visto que foram feitas análises petrográficas a

fim de caracterizar o tipo de metamorfismo presente na área. Para isso, foram definidas paragêneses minerais para cada sequência que permitiram delimitar os intervalos de pressão e temperatura (diagramas P x T), que agiram sobre os litotipos, identificando, portanto, o tipo de metamorfismo que mais se adequa às características do *greenstone*, considerando também outros fatores que estão fortemente associados ao metamorfismo como pressão dos fluidos, hidrotermalismo.

7.1. Unidade Máfica

Os metabasaltos pertencentes a essa unidade compreendem as lâminas descritas: CM-213, localizada na porção oeste da área, CM-251, CM-271A, CM-271B, localizadas na porção oeste da área, e na porção leste, CM-342B e CM-348, sendo que a análise destas lâminas permitiu que fosse abordado o metamorfismo para esta unidade do GBRI. As análises petrográficas revelaram uma paragênese mineral composta de hornblenda-plagioclásio-clorita-opacos-carbonato-biotita-epidoto-quartzo, e foi classificada como anfibolitos ou metabasaltos, este último como mencionado na literatura.

O anfibolito apresenta textura fina a grossa e a textura diminui de oeste para leste em direção as Unidades Sedimentares, e pode até mesmo apresentar porfiroblastos de hornblenda que marcam a foliação principal da rocha. Ocorrem, em menor quantidade, plagioclásio clorita, e biotita, esta última produto do retrometamorfismo. A Figura 7.1 representa as fotomicrografias de alguns anfibolitos presentes nessa unidade.

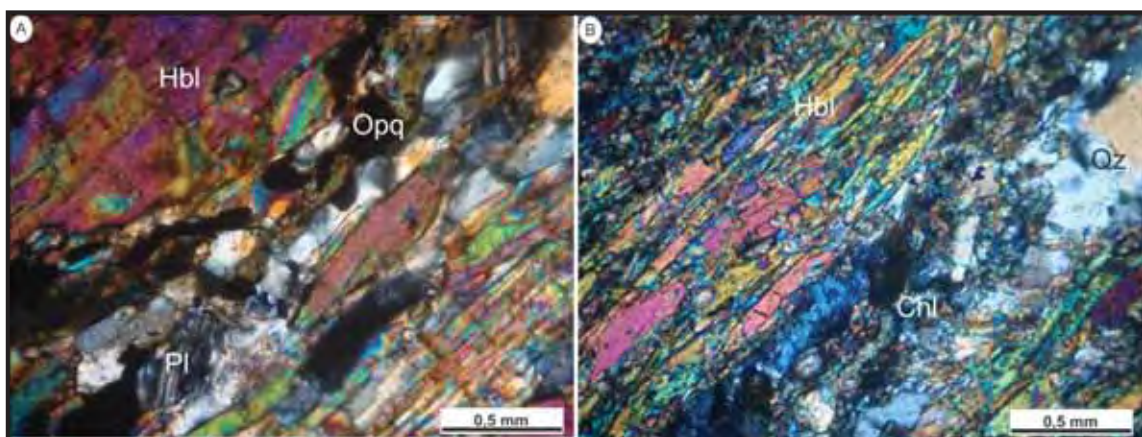


Figura 7.1. Fotomicrografias dos metabasaltos encontrados no GBRI. A) Lâmina CM-348 apresenta textura mais grossa, sob polarizadores cruzados. B) Lâmina CM-271B mostra a hornblenda marcando a direção da foliação principal, sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Hbl: Hornblenda, Opq: Opacos, Qz: Quartzo e Pl: Plagioclásio.

De acordo com Yardley (1994), a fácies xisto verde em rochas metabásicas compreende assembléia de actinolita + epidoto $\pm$ albita $\pm$ clorita $\pm$ estilpnomelano na zona de mais baixa temperatura, e hornblenda + actinolita + albita + clorita + epidoto $\pm$ granada na zona de temperatura mais elevada. A facies anfibolito corresponde a uma assembléia mineral constituída por hornblenda + plagioclásio $\pm$ epidoto $\pm$ granada. Comparando com a assembléia mineralógica encontrada na área, por não apresentar granadas nessa unidade, é possível concluir que os metabasaltos encontrados no GBRI pertencem à fácies xisto verde superior indicando um regime de temperatura entre de 400°C a 500°C, como não apresenta minerais índices que definem claramente pressão com que essas rochas foram submetidas torna-se difícil diagnosticar o regime bórico.

7.2. Unidade Félsica

Como já mencionado ao longo deste trabalho, esta unidade apresenta como principais litotipos, metandesitos, metadacitos e tufos. Para análise dos metandesitos e metadacitos baseou-se nas lâminas CM-2, CM-249, CM-253, CM-254, CM-260, CM-262C, CM-263A, CM-266 e CM-274, que por apresentarem a mesma paragênese mineralógica, foram analisados em conjunto. Esses litotipos textura predominantemente finas, na maioria das vezes lepdogranoblásticas e é composta por uma paragênese mineralógica composta de plagioclásio-clorita-muscovita-carbonato-quartzo-biotita-hornblenda-epidoto. A Figura 7.2 representa esses litotipos.

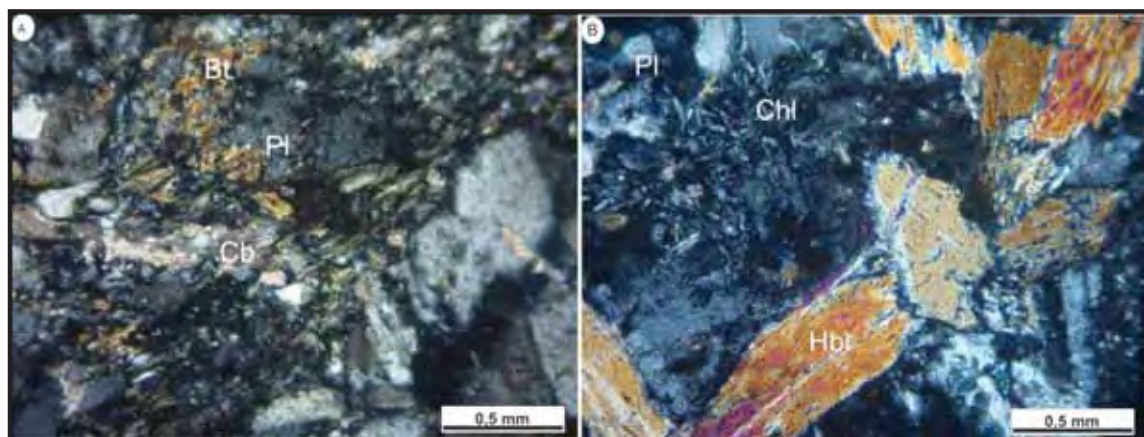


Figura 7.2. Fotomicrografia representando os metandesitos do GBRI. **A)** Lâmina CM-2 mostrando grande quantidade de carbonato na matriz, sob polarizadores cruzados. **B)** Lâmina CM-253 mostrando cristais de hornblenda inseridos numa matriz de clorita e plagioclásio, sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Chl: Clorita, Cb: Carbonato e Pl: Plagioclásio.

Ainda nessa unidade ocorrem tufos e aglomerados vulcânicos que foram analisados pelas lâminas CM-267A, CM-267C, CM-334D, representantes dos tufos de

crystal, (Figura 7.3) e CM-261A e CM-261B, representantes dos aglomerados vulcânicos. Os tufos de cristais observados apresentam-se com textura granoblástica com paragênese mineralógica composta de quartzo-clorita-muscovita-biotita-carbonato-plagioclásio. São predominantemente compostos por grande quantidade de cristais de quartzo angulosos e que apresentam tamanhos de mais de 1 mm.

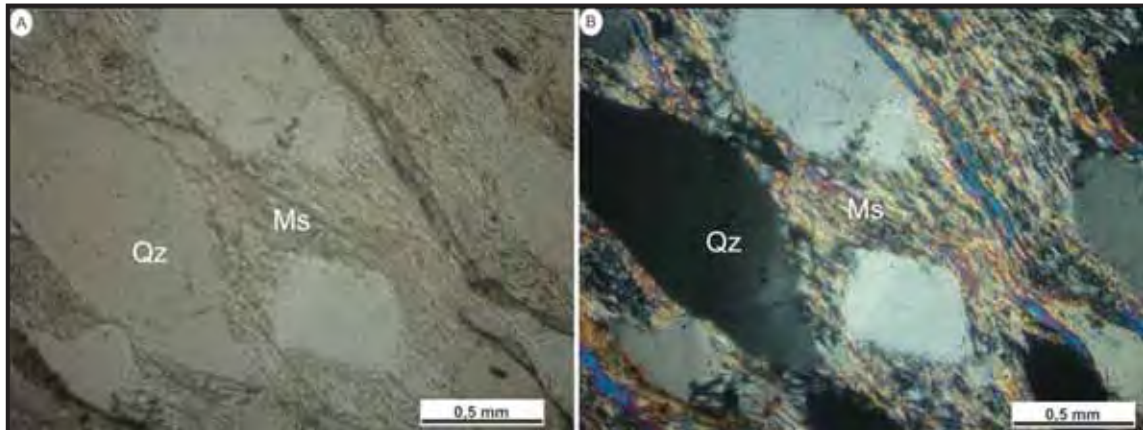


Figura 7.3. Fotomicrografia da lâmina CM-267C representando o litotipo tudo de cristal onde ocorre grande quantidade de cristais de quartzo e micas, nas quais estas marcam a foliação principal da rocha. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Ms: Muscovita e Qz: Quartzito.

Os aglomerados vulcânicos apresentam-se nas lâminas CM-261A e CM-261B, e são caracterizadas por possuir matriz carbonática fina e presença de clastos de quartzo e plagioclásio. Sua paragênese mineral compreende carbonato-quartzo-epidoto-clorita-plagioclásio, representadas na Figura 7.4.

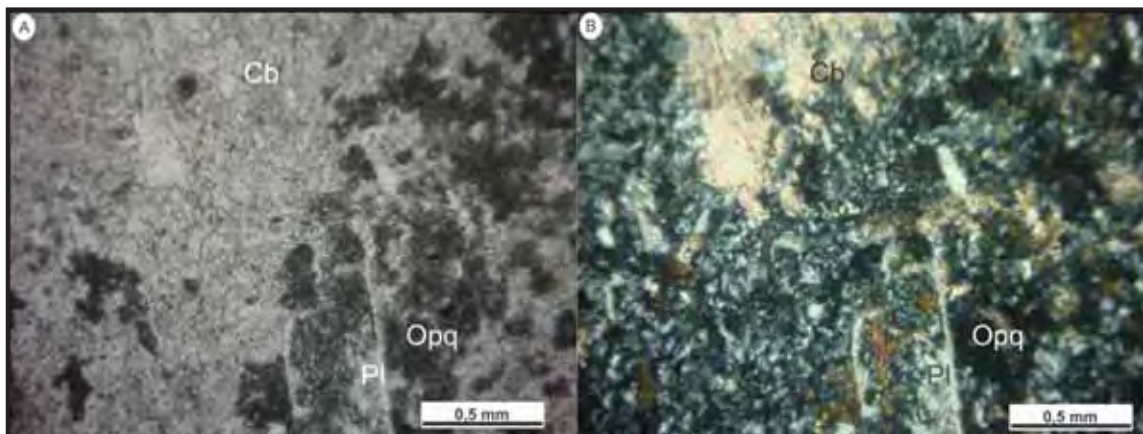


Figura 7.4. Fotomicrografia da lâmina CM-261B evidenciando o carbonato e a matriz de plagioclásios. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Opq: Opacos e Pl: Plagioclásio.

De acordo com o exposto para essa unidade, pode concluir que o grau metamórfico a que foram submetidos esses litotipos corresponde à fácies xisto verde,

zona da biotita, onde a temperatura não deve ter ultrapassado 450°C e a pressão foi de aproximadamente entre 3 a 4.5 kbar, pois a textura fina e a preservação de cristais ígneos como plagioclásio sugere a temperatura não tenha alcançado o valor citado. Dessa forma, a clorita encontra-se em grande quantidade nessa unidade, e algumas vezes, juntamente com a biotita e a muscovita marca a foliação Sn, sugerindo que seu ápice metamórfico corresponde a essa fase.

7.3. Unidade Sedimentar

Essa unidade é composta por xistos micáceos e grafitosos, metassedimentos, metapelitos carbonosos, cherts, turbiditos, formações ferríferas, quartzitos e mármore. Para melhor caracterização metamórfica dessa unidade, esses litotipos foram analisados separadamente.

Os xistos apresentados nessa unidade apresentam-se com maior ou menor quantidade de grafita ou mica, sendo que os xistos micáceos prevalece em quantidade na área. De maneira geral apresentam textura fina, estrutura xistosa e minerais micáceos marcam a foliação Sn, e a crenulação observada nas grafitas podem indicar uma foliação posterior. As lâminas CM-183, CM-198, CM-232B, CM-237, CM-340A e CM-344A correspondem a esse litotipo. Em geral, essas rochas apresentam textura lepdoblástica preferencialmente e são compostas pela seguinte paragênese mineral: biotita-muscovita-quartzo-clorita-plagioclásio-carbonato-granada-estaurolita-cordierita. A Figura 7.5 representa algumas lâminas que compõem esse litotipo.

Nem todos os xistos apresentam estaurolita e cordierita, somente foi observada a presença desses minerais índices nos xistos pertencentes ao domínio de baixo ângulo, evidenciando maior grau metamórfico do litotipo neste domínio. A análise da lâmina CM-340A foi fundamental para esclarecer e diagnosticar o grau metamórfico desse litotipo, pois nela observaram-se algumas peculiaridades que não estavam presentes nas outras lâminas de xistos. A cordierita foi observada bordejando os cristais de estaurolita, evidenciando uma substituição.

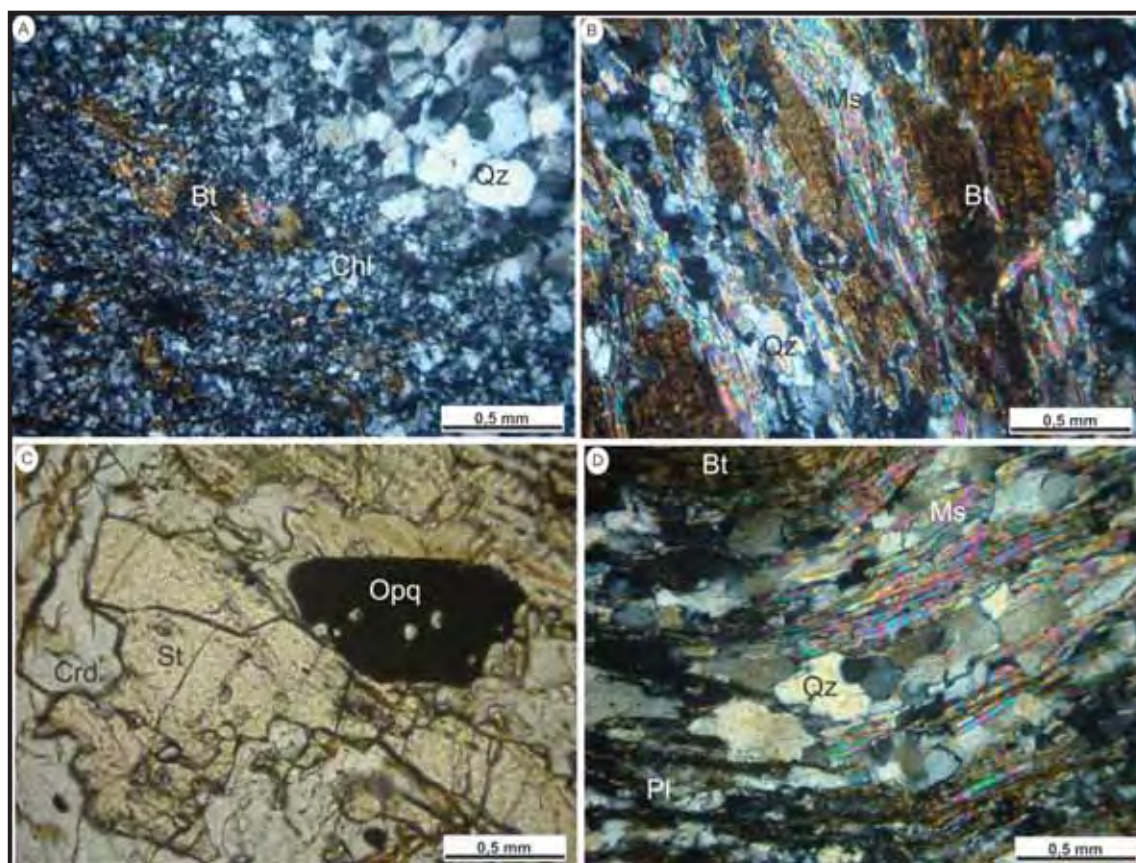


Figura 7.5. Mica xistos da Unidade Sedimentar do GBRI. **A)** Lâmina CM-198 marca a presença de bandas mais quartzosas, sob polarizadores cruzados. **B)** Lâmina CM-237 evidencia os minerais micáceos que estão presentes em grande quantidade, sob polarizadores cruzados. **C)** Lâmina CM-340A apresenta cristal de estaurolita no centro da foto, e cordierita nas bordas desse cristal substituindo a estaurolita, sob polarizadores cruzados. **D)** Lâmina CM-344A apresenta foliação marcada pelas micas e os cristais de quartzo estão recristalizados, sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Chl: Clorita, Crd: Cordierita, Ms: Muscovita,, Pl: Plagioclásio, St: Estaurolita, Opq: Opacos e Qz: Quartzo.

Com a análise dos xistos em campo e em lâminas conclui-se que esse litotipo apresenta uma paragênese metamórfica de maior grau em relação ao restante da área, situando esse litotipo na fácies anfibolito médio. A temperatura alcançada durante o metamorfismo se encontra no intervalo entre 500 a 700°C.

O metapelito carbonoso corresponde também a essa unidade e foi descrito através das lâminas CM-257B, CM-259, CM-174. Apresentam textura lepdoblástica com predomínio de material carbonoso, muito fino, onde constatou-se que a paragênese mineralógica compreende minerais como clorita-grafita-quartzo-carbonato-sericita. Trata-se de uma rocha de estrutura xistosa, na qual os cristais de clorita presentes na matriz assim como o bandamento carbonoso caracterizam uma orientação preferencial

em algumas porções da lâmina, sugerindo que a rocha encontra-se inserida na fase deformacional Dn. A associação mineral identificada neste litotipo caracteriza um metamorfismo regional de mais baixo grau, xisto verde, zona da clorita.

O metachert presente na área estão descritos nas lâminas CM-176 e CM-264, que através da análise desse litotipo foi verificado que apresenta textura muito fina, granoblástica e estrutura bandada com foliação principal bem definida. Sua paragenese mineralógica é composta de quartzo-carbonato-materialcarbonoso-sericita-clorita, caracterizando também um metamorfismo de mais baixo grau, xisto verde, zona da clorita. A Figura 7.6 representa esses litotipos.

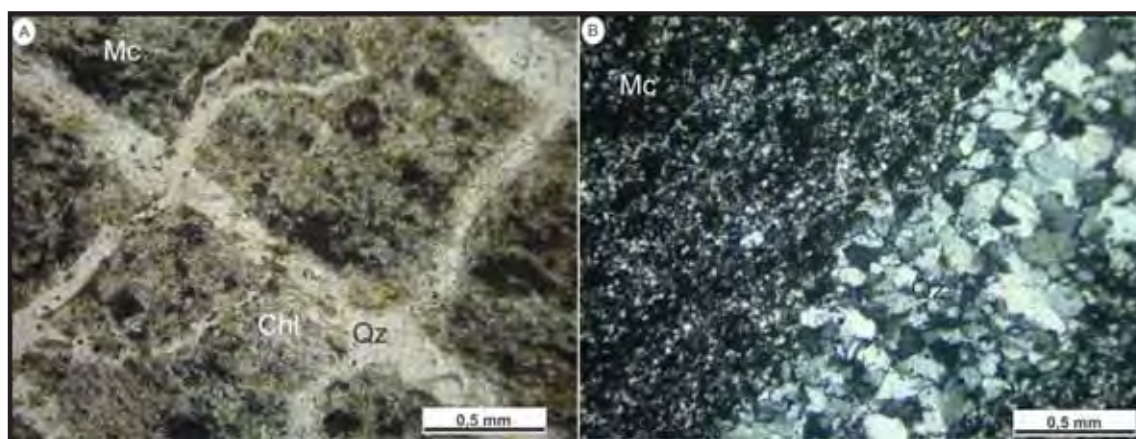


Figura 7.6. A) Lâmina CM-174 composta por metapelite carbonosos brechado, com veios de quartzo perpendiculares e paralelos à foliação principal, sob polarizadores paralelos. **B)** Lâmina CM-176, Metachert com presença de veios de quartzo, sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Mc: Material Carbonoso e Qz: Quartzo.

7.4. Diagrama de Pressão e Temperatura

De acordo com as associações minerais descritas acima foi possível interpretar que as rochas do Greenstone Belt do Rio Itapicuru foram afetadas por um metamorfismo regional que atingiu a fácies anfibolito médio. A análise petrográfica das lâminas permite dizer que os parâmetros do grau metamórfico sugerem temperaturas na faixa de 250-450°C e pressão no intervalo entre 3 a 5 kbar para a grande maioria das rochas do GBRI, correspondente à fácies xisto verde, como mostrado nas Figuras 7.7 e 7.8 (grade de pressão e temperatura das fácies metamórficas) e temperaturas entre 500-700°C com intervalo de pressão de até 8 Kbar para os xistos da Unidade Sedimentar, Figura 7.9.



Figura 7.7. Diagrama apresentando os parâmetros metamórficos para cada fácies de metamorfismo, com destaque em vermelho para o campo metamórfico definido para a Unidade Félsica do Greenstone Belt do Rio Itapicuru. HF, albíta-epidoto-hornfels; HB HF, hornblenda-hornfels; PX HF, piroxênio-hornfels. (Adaptado de Yardley, 1994).

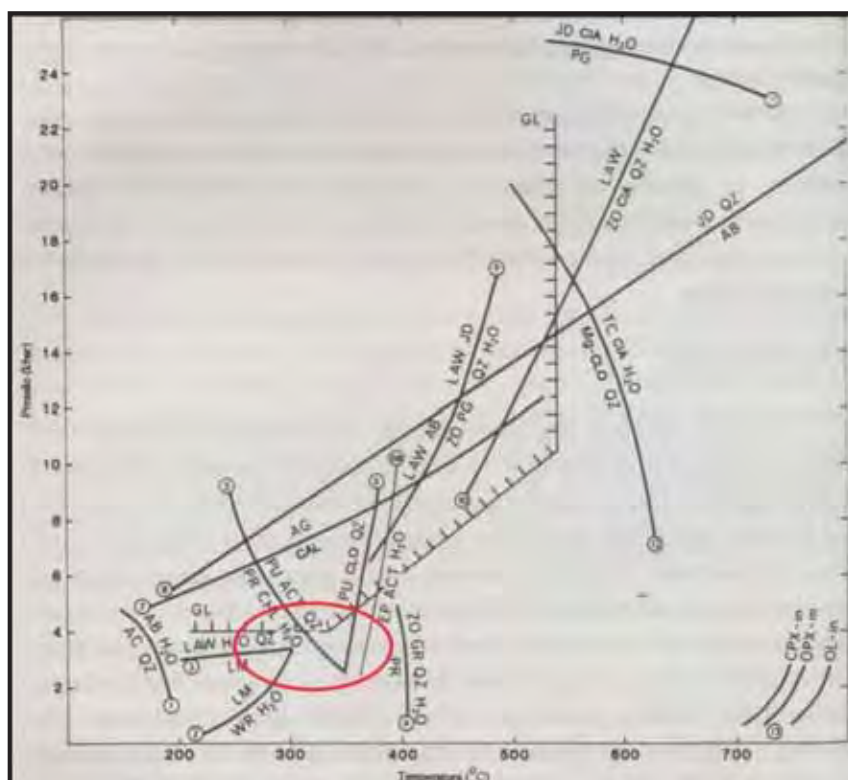


Figura 7.8. Grade Petrogenética para rochas básicas metamorfizadas com $P=PH_2O$. As abreviações são AB= albíta, ACT= actinolita, AG= Aragonita, CAL= calcita, CIA= cianita,

CLO= clorita, CPX= clinopiroxênio, EP= epidoto, GL= glaucofano, JD= jadeíta, LAW= lawsonita, LM= laumonita, OL= olivina, OPX= ortopiroxênio, PG= paragonita, PR= prehnita, PU= pumpellyta, QZ= quartzo, TC= talco, WR= wairakita, ZO= zoisita. (Adaptado de Yardley, 1994).

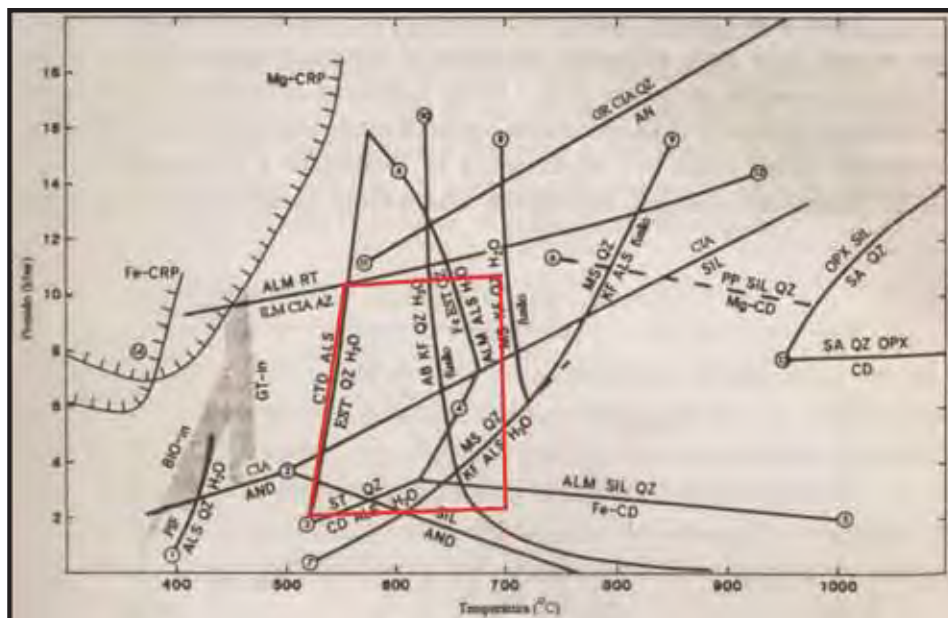


Figura 7.9. Grade Petrogenética para metassedimentos pelíticos. O círculo em vermelho exibe o campo metamórfico definido para o Domínio metassedimentar de acordo com as associações minerais encontradas. P=PH₂O. AB= albita; ALM= almandina; ALS= aluminossilicato; AND= andaluzita; BIO= biotita; CIA= cianita; CTD= cloritóide; CD= cordierita; EST= estaurolita; GD= granada; GR= grossulária; ILM= illmenita; QZ= quartzo; RT= rutilo; SIL= sillimanita. (Adaptado de Yardley, 1994).

Contudo, ao analisar a distribuição das lâminas descritas neste trabalho, é possível dizer que no Alvo Encantado o grau metamórfico diminui de oeste para leste, até as rochas presentes na Unidade Félsica, que também possui grau metamórfico baixo, e na porção leste da área, a Unidade Sedimentar apresenta maior grau metamórfico. Dessa forma, entende-se que próximo a descontinuidade tectônica encontrada na área, o grau metamórfico é maior e, portanto está diretamente correlacionado aos domínios estruturais, ou seja, o domínio de baixo ângulo, localizado próximo à descontinuidade tectônica apresenta maior grau de deformação e também maior grau metamórfico, enquanto que o outro domínio, menos deformado por estar mais distante da descontinuidade tectônica apresenta-se com mais baixo grau metamórfico.

8. CONCLUSÕES

Após todo o conteúdo apresentado neste trabalho compreende-se que ocorrem no Greenstone Belt do Rio Itapicuru três Unidades Estratigráficas observadas nas três seções geológicas apresentadas, onde o contato entre elas ainda é pouco definido. Foram observados também corpos graníticos e subvulcânicos que afloram nas três unidades, e ainda possui uma pequena faixa de sequência química localizada à leste, pouco espessa, que contorna em mapa, os migmatitos que representam o embasamento do *greenstone*.

Como o principal objetivo deste trabalho era caracterizar o padrão estrutural da área através da confecção das seções geológicas, com a análise dessas seções e com a todo o levantamento de dados levantados em campo foi entendido que ocorrem na área dois domínios estruturais, caracterizados por apresentar baixo ângulo de mergulho (DBA) e alto ângulo de mergulho (DAA). O primeiro encontra-se localizando a partir da borda oeste do Domo de Ambrósio, indo para oeste, e termina próximo ao contato entre as Unidades Sedimentares e Félsicas, enquanto que o segundo localiza-se a partir do contato entre os pacotes de rochas sedimentares félsicas, compreendendo até a porção oeste da área de estudo. O DAA também foi visualizado após a borda oeste do Domo de Ambrósio, mas que já ultrapassa o limite da área delimitada para este trabalho, não sendo possível compreender se realmente trata-se do mesmo domínio, apesar de apresentar alto ângulo de mergulho.

Esses domínios estruturais são separados por uma zona de cisalhamento direcional que ocorre na borda oeste do Domo de Ambrósio e próximo ao contato desse domo com o embasamento, onde foi verificada a presença de indicadores cinemáticos que remetem a um movimento onde o topo do bloco apresenta-se para N.

Em relação às fases deformacionais, foram reconhecidas pelos menos 3 fases nos dois domínios, a fase pré Dn, fase Dn, e fase pós Dn, mas que não correspondem necessariamente ao mesmo evento quando comparadas as mesmas fases de cada domínio. Dessa forma, o DAA apresenta foliação Sn-1 com atitude média de N300/58, enquanto que a foliação Sn-1 do DBA foi observada nas análises de lâminas e interpretada como não correspondente à mesma foliação do outro domínio, pois foi identificada em rocha de maior grau metamórfico, podendo sugerir maior deformação, portanto essas fases podem não ser contemporâneas.

A foliação Dn dos dois domínios estruturais representa o principal evento de deformação da região. Representa a fase responsável por caracterizar e separar os domínios em baixo e alto ângulo de mergulho. Contudo, compreendeu-se que as dobras geradas nesta fase pertencentes ao DAA apresentam eixo e plano axial NS com

mergulho para SW, e que a foliação principal, N277/64 é marcada principalmente pela orientação dos minerais micáceos presentes nos litotipos aflorantes neste domínio. Por sua vez, a foliação Dn que caracteriza o DBA apresenta atitude média de N275/29 e gerou dobras com planos axiais paralelos à foliação de mesma fase.

A foliação pós-Dn presente no DAA é caracterizada por apresentar dois tipos de dobramentos, ambos subverticais, mas são diferenciados em função da orientação preferencial dos eixos, sendo um pós-Dn de direção NS e outro pós-Dn EW, enquanto que as dobras de mesma fase do DBA formam dobras suaves, com eixos apresentando atitude de N350/5 e planos axiais de N280/67.

A descontinuidade tectônica que separa os domínios descritos apresenta caráter direcional e corresponde a um plano de atitude de N245/35 em que as rochas que se apresentam próximo à zona exibem aspecto milonítico evidenciando ainda mais a presença dessa zona.

Com o levantamento de dados do Alvo Encantado conclui-se que este apresenta grau metamórfico que diminui em direção a leste, e em relação às estruturas observadas em campo, é possível que os veios quartzo-feldspáticos que estão presentes neste alvo e que representam os locais onde possivelmente se encontra o minério, estejam locados numa estrutura. Em relação à mineralização do Alvo Encantado, a presença do gradiente metamórfico e o fato da mineralização estar associada a veios de quartzo paralelos à foliação, sugere que o gradiente térmico deve ter papel importante na mobilização dos fluidos, onde ocorre uma janela de temperatura para a precipitação do ouro, sendo esta janela delimitada pelas superfícies isotermas que devem ser aproximadamente paralelas ao contato do granito.

Já em relação ao alvo C1W, localizado próximo ao Rio Itapicuru, este apresenta bandamento compocisional dobrado, paralelo à foliação Sn-1 enquanto que a foliação Sn apresenta atitude de N347/60. As fraturas encontradas neste alvo apresentam-se paralelas aos planos axiais de dobras S0. Foi observada também a presença de dobras pós-Dn, com presença de veios de quartzo encaixados em seus planos axiais.

Em relação ao grau metamórfico da área, entende-se que ocorrem variações metamórficas de dois tipos, um metamorfismo de contato correlacionado ao Granitóide Nordestina, que gera um gradiente metamórfico identificado no perfil do encantado, como o granitóide possui foliação principal do DAA, os cristais de anfibólio próximo ao granito indicam recristalização tarde a sin-Dn, então este metamorfismo deve ter sido

contemporâneo ao evento Dn. O outro tipo corresponde ao metamorfismo regional, associados aos dois domínios estruturais que se diferenciam pelo mergulho da foliação.

As diferenças dos domínios referentes ao metamorfismo regional também devem ser consideradas nos trabalhos de prospecção, pois cada domínio deve envolver processos mineralizantes específicos. Certamente a descontinuidade tectônica que separa os dois domínios também deve ser investigada como um alvo importante.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F.F., Brito Neves, B.B., Alves, J.A.C., 1993. Arcabouço tectônico do cráton São Francisco – Uma Revisão. In Simpósio sobre o cráton do São Francisco. Reunião Preparatória. Salvador, SBG/SGM/CNPq, p. 45-62.
- ALKMIN, F.F. 2004. O que faz de um Cráton um Cráton? O Cráton do São Francisco e as Revelações Almeidianas a Delimitá-lo. In: Cap. I Geol. Do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Ed. Beca. p: 18-35.
- ALMEIDA, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geo.*, 7: 349-364.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A., Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth Sciences Reviews* 17:1-29. 1981.
- ALVES DA SILVA, F. C.; CHAUVET, A.; FAURE, M. 1993. Early Proterozoic orogeny (Transamazonian) and syntectonic granite emplacement in the Rio Itapicuru greenstone belt, Bahia, Brazil. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*. Paris II, v. 316, p. 1139-1146.
- ALVES DA SILVA, F.C.; CHAUVET, A.; FAURE, M. 1998. General Features of the Gold Deposits in the Rio Itapicuru Greenstone Belt (RIGB, NE Brazil), Discussion of the Origin, Timing and Tectonic Model. In: *Rev. Bras. Geo.*, 28(3):377-390.
- ALVES DA SILVA F.C. 1994. Etude Structural du Greenstone Belt Paleoproterozoique du Rio Itapicuru (Bahia, Bresil). Université d'Orleans, Orleans, França, Tese de Doutorado, 307p.
- ALVES DA SILVA, F.C., AND MATOS, F.M.V. 1991. Economic geology and structural control of the orebodies from the Médio Itapicuru gold District. In: Brazil GOLD' 91, The Economic, Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits. Edited by E.A. Ladeira. Balkema, Rotterdam, pp. 629-635.
- BARBOSA, J.S.F. & SABATÉ, P. 2002. Geological features and the Paleoproterozoic collision of four Archean crustal segments of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil. A synthesis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74:343–359.
- BARBOSA, J.S.F., SABATÉ, P., MARINHO, M.M. 2003. O Cráton do São Francisco: Uma Síntese. In: *Rev. Bras. Geo.*, 33(1):3-6.
- BARBOSA, J.S.F. & SABATÉ, P. 2004. Archean and Paleoproterozoic Crust of São Francisco Craton, Bahia, Brazil: Geodynamic Features. *Precambrian Research* 133, 1-27p.
- CARVALHO, E.D.R. 1991. Caracterização petrográfica e geoquímica das litologias na Mina de Ouro Fazenda Maria Preta no Greenstone Belt do Rio Itapicuru – BA. Dissertação de

- Mestrado em Geociências. Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. Campinas, 88p.
- CARVALHO, M.J.; OLIVEIRA, E.P. 2003. Geologia Do Tonalito Itareru, Bloco Serrinha, Bahia: Uma Intrusão Sin-Tectônica do Início da Colisão Continental no Segmento Norte Do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá. *Rev. Bras. de Geo.*, **33**:55-68.
- CHASE, C.G. 1978. Extension behind island arcs and motions relative to hot spots. *J. Geoph. Research*, **83**:5385-5387.
- CHAUVET, A., ALVES DA SILVA, F. C., FAURE, M., GUERROT, C. 1997. Structural evolution of the Paleoproterozoic Rio Itapicuru granite-greenstone belt (Bahia, Brazil): the role of synkinematic plutons in the regional tectonics. *Precambrian Research*, **84**:139-162.
- COELHO, C.E.S, FAURE, M., PROST, A., ET TOURAY, J.C. 1991. Kinematic study of the Fazenda Maria Preta gold deposit, Bahia, Brazil: Met allogenic Implications. In: Ladeira, E.A., ed., *Proceedings of Brazil Gold'91: The Economics, Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits*, Belo Horizonte, Balkema, 657-660.
- CORDANI, U.G.; SATO, K.; NUTMAN, A. Single zircon SHRIMP determination from Archean tonalitic rocks near Uauá, Bahia, Brazil. In: *SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY*, 2., 1999. Córdoba, Argentina. *Proceedings*. Córdoba: Instituto de Geologia y Recursos Minerales, 1999. p. 27-30.
- COSTA, F.G., 2008. Petrogênese do granodiorito Fazenda Gavião: registro de uma colisão arcocontinente no greenstone belt do Rio Itapicuru, Bahia. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 103p.
- COSTA, L.L.C., 2008. Características Petrográficas e Aspectos Metalogenéticos do Corpo C-59, Mina Fazenda Brasileiro, Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 84p.
- CRUZ FILHO, B.E., CONCEIÇÃO, H., ROSA, M.L.S., RIOS, D.C., MACAMBIRA, M.J.B., MARINHO, M.M., 2005. Geocronologia e assinatura isotópica (Rb-Sr e Sm-Nd) do Batólito Trondhjémítico Nordestina, Núcleo Serrinha, Nordeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências* **35**, 1-8.
- DAVISON, I.; TEIXEIRA, J.B.G.; SILVA, M.G.; ROCHA NETO, M.B.; MATOS, F.M.V. 1988. The Rio Itapicuru Greenstone Belt, Bahia, Brazil: structure and stratigraphical outline. *Precamb. Res.*, **42**:1-17.
- DONATTI FILHO, J.P. 2007. Reavaliação do Contexto Tectônico dos Basaltos do Greenstone Belt do Rio Itapicuru (Bahia), com base na Geoquímica de Elementos-Traço. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. Campinas.
- FIGUEIREDO, M.C.H. 1989. Geochemical evolution of eastern Bahia, Brazil: A probably Early-Proterozoic subduction-related magmatic arc. *J. South Amer. Earth Sci.*, **2**(2): 131-145.
- GAÁL G., Teixeira J.B.G., D'el Rey Silva L.J.H., Silva M.G. 1987. New U-Pb data from granitoids, reflecting Early Proterozoic crustal evolution in northeast Bahia, Brazil. In: *SBG, Intern. Symp. On Granites and Assoc. Mineralizations – ISGAM*, Salvador, Palestra.
- KISHIDA, A. 1979. Caracterização geológica e geoquímica das seqüências vulcanossedimentares do médio Rio Itapicuru (Bahia). Salvador. Dissertação de Mestrado.

Universidade Federal da Bahia. UFBA, 98p.

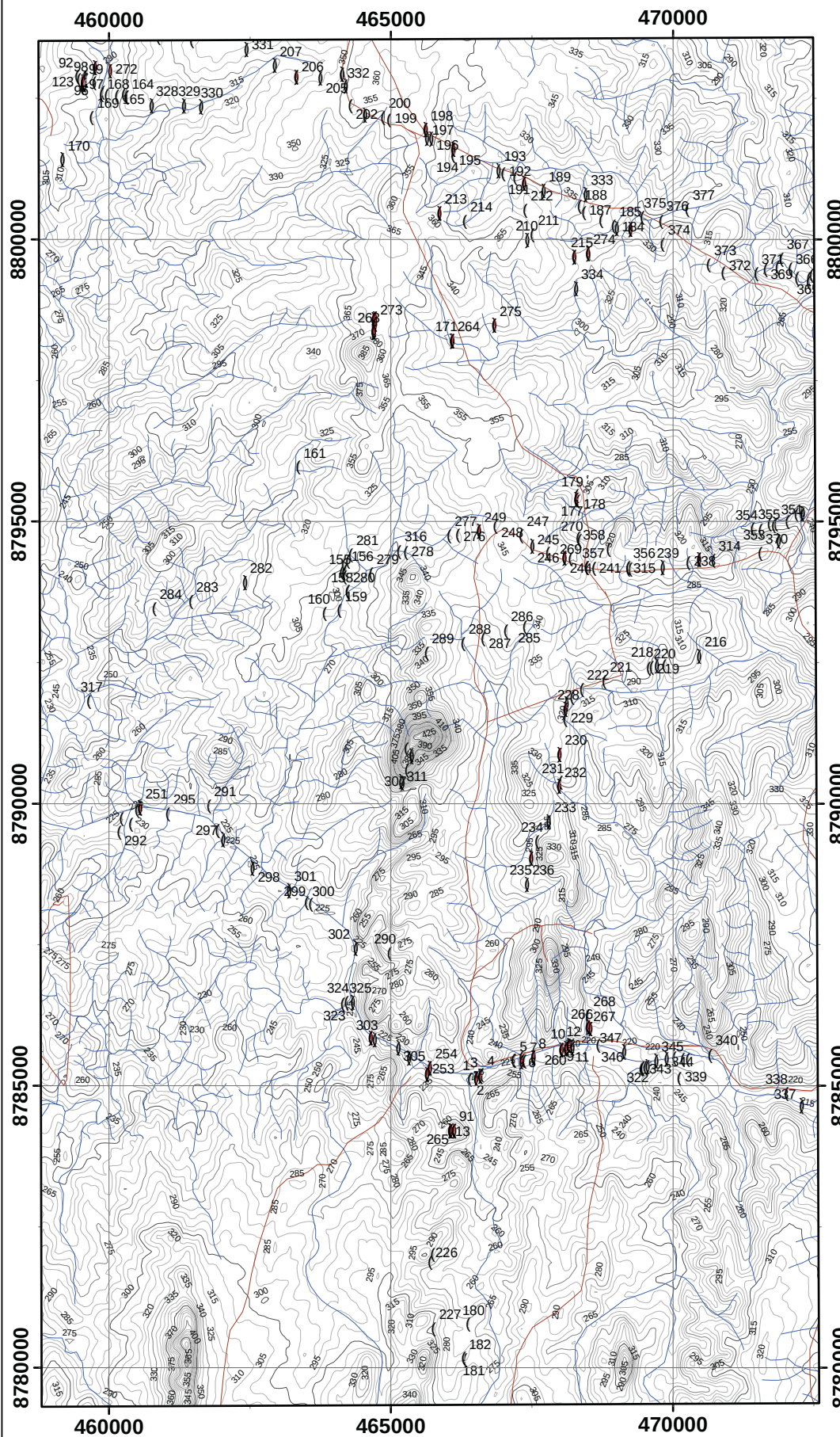
- KOSIN, M.; Melo, R. C.; Souza, J. D.; Oliveira, E. P.; Carvalho, M. J.; Leite, C. M. M. 2003. Geologia do Segmento Norte do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá e Guia de Excursão. Bahia. Rev. Bras. Geoc., **33**: 15-26.
- KISHIDA A and RICCIO L. 1980. Chemostratigraphy of lava sequences from the Rio Itapicuru greenstone belt, Bahia, Brazil. Precamb Res 11: 161-178.
- LEBEDE, S. & HOPPE, A. 1990. Os sedimentos do Greenstone Belt do Rio Itapicuru. In. CONGR. BRAS. GEOL., 36. Natal, 1990. Resumo das Comunicações... Natal, SBG. p. 354
- MASCARENHAS J.F. & GARCIA T.W. 1989. Texto Explicativo do Mapa Geocronológico do Estado da Bahia. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, Salvador. 189 pp
- MARINHO M.M. 1991. La séquence volcano-sédimentaire de Contendas-Mirante et la bordure occidentale du Bloc Jequié (Cráton du São Francisco-Brésil): un exemple de transition Archéen-Protérozoïque. Blaise Pascal Univ. Clermont Ferrand, França, Tese de Doutorado, 388pp.
- MATOS, F.M.V. & CONCEIÇÃO, H. 1993. Granitogênese associada à parte oeste do Cráton Serrinha e o Greenstone Belt do Rio Itapicuru: Geologia e Tipologia. In: SBG, Bahia-Sergipe, Simpósio do Cráton do São Francisco, Salvador. *Anais* (1):60-62.
- MELO R.C., Loureiro H.S.C., Pereira L.H.M. (orgs.) 1995. Serrinha, folha SC.24-Y-D: estado da Bahia. Brasília, CPRM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. 80 p
- MELLO E.F., LACERDA C.M.M., OLIVEIRA E.P., MCNAUGHTON N.J. 1999. SHRIMP U-Pb geochronology on xenotime and zircon from the Ambrosio dome, Rio Itapicuru greenstone belt, Brazil: A major syntectonic granodiorite intrusion. In: II South American Symposium on Isotope Geology, Cordoba-Argentina, Proceedings, 331-334.
- MELLO, E.F.; XAVIER, R.P.; MCNAUGHTON, N.J.; HAGEMANN, S.G.; FLETCHER, I.; SNEE, L. 2006. Age constraints on felsic intrusions, metamorphism and gold mineralisation in the Paleoproterozoic Rio Itapicuru greenstone belt, NE Bahia State, Brazil. Miner. Deposita, v.40, p.849-866.
- OLIVEIRA E.P., DONATTI FILHO J.P., RUGGIERO A., COSTA F.G. 2007. The birth of the Rio Itapicuru Greenstone Belt, Bahia-Brazil, at a Palaeoproterozoic magma-poor rifted continental – margin a working hypothesis. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 11, Natal, atas, p. 122-124.
- OLIVEIRA E.P., CARVALHO M.J., MCNAUGHTON N.J. 2004. Evolução do segmento norte do orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá: cronologia da acreção de arcos, colisão continental e escape de terrenos. Geologia USP, *Série Científica*, **4**:41-53.
- OLIVEIRA, E.P., LAFON, J.M., SOUZA, Z.S. 1999. Archaean-Proterozoic transition in the Uauá Block, NE São Francisco Craton, Brazil: U-Pb, Pb-Pb and Nd isotope constraints. VII *Simp.Nac. Est. Tectônicos, SNET, SBG*, Lençóis, Bahia, **1**:38-40.
- OLIVEIRA E.P. MCNAUGHTON N.J., ARMSTRONG R. 2010. Mesoarchaean to Palaeoproterozoic Growth of the Northern Segment of the Itabuna-Salvador-Curaçá Orogen, São Francisco Craton, Brazil. In: Kusky T., Mingguo Z., Xiao W. (eds.) *The Evolving Continents: Understanding Processes of Continental Growth*, Geological Society of London Special Publication, 338

- OLIVEIRA, E.P., MELLO, E.F., MCNAUGHTON, N., 2002. Reconnaissance U-Pb geochronology of early Precambrian quartzites from the Caldeirão belt and their basement, NE São Francisco Craton, Bahia, Brazil: Implication for the early evolution of the Paleoproterozoic Salvador-Curaçá Orogen. *Journal South American Earth Sciences* 15, 349-362.
- PIMENTEL, M.M. & SILVA, M.G. 2003. Sm-Nd age of the Fazenda Brasileiro gabbro, Bahia, Brazil: Example of robust behavior of the Sm-Nd isotopic system under extreme hydrothermal alteration. In: *An. Acad. Bras. Ciênc.* vol.75 n° 3.
- PIRAJNO, F. *Hydrothermal Process and Mineral Systems. Springer Science.* 1250p. 2009.
- PORTO, C. G.; PALERMO, N.; PIRES, F. R. M. 2002. Panorama da exploração e produção de ouro no Brasil. In: Trindade, R. B. E.; Barbosa Filho, O. (Orgs.). *Extração de ouro: princípios, tecnologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: CETEM, p. 1-23.
- RIOS C.R., CONCEIÇÃO H., MACAMBIRA J.B. M., BURGOS C.M.G., PEIXOTO A.A., CRUZ FILHO B.E., OLIVEIRA L.L., LISBOA M.P. 1998. Granitogênese da parte meridional-oriental do Núcleo Serrinha: idade, petrografia e geoquímica. In: H. Conceição, M.J.M. Cruz, J.H.S. Sá, P. Sabaté (eds.) *Contribuição ao estudo dos granitos e rochas correlatas.* Publicação especial da Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia-Sergipe, 5: 91-113.
- RIOS, D. C.; DAVIS, D. W.; CONCEIÇÃO, H.; MACAM-BIRA, M. J. B.; PEIXOTO, A. A.; CRUZ FILHO, B. E.; OLIVEIRA, L. L. 2000. Ages of granites of the Serrinha Nucleus, Bahia (Brazil): an overview. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, p. 74-77.
- RIOS D.C. 2002. A Granitogênese no Núcleo Serrinha. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, UFBA, 239 p.
- RUGGIERO, a. 2008. A Unidade Maria Preta: Geologia, Geoquímica e Petrogênese de Rochas Vulcânicas e Sub-Vulcânicas Intermediárias a Félsicas no *Greenstone Belt* Do Rio Itapicuru, Bahia, BA. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 62p.
- RUGGIERO, A. & OLIVEIRA, E.P. 2010. Caracterização de vulcânicas adakíticas e cálcio-alcalinas no Greenstone Belt do Rio Itapicuru, Bahia: petrogênese e implicações geodinâmicas. In: *Rev. Bras. Geo.*, **40**(1): 01-18.
- SÁ, E.F. JARDIM DE. 1982. Nota sobre o estilo estrutural e relações gnaiss vs. supracrustais no *greenstone belt* de Serrinha (BA). *Ciencias da Terra*, Salvador, n 2, p 8-13.
- SABATÉ, P., MARINHO, M.M., VIDAL, P., VACHETTE, M.C., 1990. The 2 Ga peraluminous magmatism of the Jacobina–Contendas Mirante belts (Bahia-Brazil): geologic and isotopic constraints on the sources. *Chem. Geol.* 83, 325–338.
- SANTOS, O. DE M.; VICTORASSO, E.C.L.; SILVA, R.M. DA; GUERRA, H.R.M.; CHAVES, J.L.; MANTOVANI, J.T.; SILVA, R.A. E; KALIL JR., A.R.; SANTOS, V.A.M.; NAVARRO, L.A.G.; PENA, L.S.T. 1990. Mina de Ouro Fazenda Brasileiro, Bahia. In: *Principais Depósitos Minerais do Brasil. Capítulo XXX.* 431-445p. DNPM.
- SANTOS-PINTO M. A., Martin H., Sabaté P. 1993. Reciclagem da crosta continental; os granitóides do Bloco do Gavião - Dados preliminares. In: SBG/BA-SE, Simp. Cráton São Francisco, 2, Salvador, 1993, Anais, p. 75-77

- SILVA AM, CHEMALE JR F & KUYUMJIAN RM. 1995. O Ambiente tectônico dos diques máficos do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço Meridional e suas implicações para a evolução do Cráton São Francisco. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 5, Gramado. SBG-CPGQ-UFRGS, 1996. Boletim de Resumos Expandidos..., p. 209-210.
- SILVA L.C. da. 1991. Geoquímica, petrologia e evolução dos granulitos depletados e não depletados da Bahia. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília-UnB. Brasília. p. 143.
- SILVA, M. G., COELHO, C.E.S., TEIXEIRA, J.B.G., ALVES DA SILVA, F.C., SILVA, R.A. e SOUZA, J.A.B. 2001. The Rio Itapicuru greenstone belt, Bahia, Brazil: geologic evolution and review of gold mineralization. *Mineralium Deposita* **36**:345–357.
- SILVA, M. G. 1983. A sequência vulcanossedimentar do médio Rio Itapicuru, Bahia: caracterização petrográfica, considerações petrogenéticas preliminares e zoneografia metamórfica. Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia.
- SILVA M.G. da 1984. A Sequência Vulcano-sedimentar do Médio Rio Itapicuru, Bahia. In: H.A. Inda & F.B. Duarte (eds.). *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia: textos básicos*. Salvador, SME/CPM, 5: 8-42.
- SILVA MG. 1987. Geochemie, Petrologie und geotektonische Entwicklung eines proterozoischen Gruensteinguertel: Rio Itapicuru, Bahia, Brasilien. Doctorate Thesis, Univ. Freiburg, Germany
- SILVA, M. G. 1992. O Greenstone Belt do Rio Itapicuru: Uma bacia do tipo back-arc fóssil. In: *Rev. Bras. Geo.*, **22**(2):157-166.
- SILVA M.G. da 1996. Sequências Metassedimentares, Vulcanossedimentares e Greenstone Belts do Arqueano e Proterozoico Inferior. In: J.S.F. Barbosa & J.M.L. Dominguez (eds.), *Geologia da Bahia: Texto Explicativo para o Mapa Geológico ao Milionésimo*, SICM/SGM Salvador. Spec Publ., 85-102
- SILVA M.G. 1997. Geoquímica, geocronologia e isótopos (Sm-Nd e Pb-Pb) da Sequência Vulcano-Sedimentar do Rio Itapicuru (Bahia, Brasil) revelando uma parte da história da evolução crustal, proterozóica inferior, do Cráton do São Francisco. In: X Semana de Geoquímica / IV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, Braga, Portugal, Actas, 409-412.
- TAMAKI, K. 1985. Two modes of back-arc spreading. *Geology*, **13**:475-478
- TEIXEIRA J. B. G. 1984. Geologia e controles da mineralização aurífera da Fazenda Brasileiro, Serrinha (BA). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Bahia, Dissertação de Mestrado.
- UYEDA, S. & KANAMORI, H. 1979. Back-arc opening and the mode of subduction. *J. Geoph. Research*, **84**:1049-1062.
- WINGE M. 1984. A sequência vulcanossedimentar do Grupo Capim, Bahia. In: P.V.S. Viveiros & F.B. Duarte (eds.). *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia: textos básicos*. Salvador, SME/CPM, 5:43-103.
- WINGE, M. *et al.* 2001. GLOSSÁRIO UNB, 2012. Publicado na internet e disponível em <http://vsites.unb.br/ig/glossario/verbete/metamorfismo.htm> Acesso em 15 de julho de 2012.

XAVIER, R.P., FOSTER, R.P., 1999. Fluid evolution and chemical controls in the Fazenda Maria Preta (FMP) gold deposit, Rio Itapicuru Greenstone Belt, Bahia, Brazil. *Chemical Geology* 154, 133–154.

ANEXO 1 – MAPA DE PONTOS



Legenda

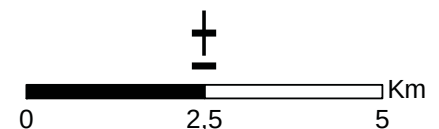
- ! Pontos descritos com lâminas
- (Pontos descritos
-) Amostras coletadas
- Cotas
- Drenagem
- Estradas

OBS: Os pontos 14 ao 90, localizados próximos dos pontos 13 e 91, assim como os pontos 104 ao 122, localizados próximo dos pontos 103 e 123 não se encontram no mapa, pois estão muito próximos não sendo visíveis nessa escala.

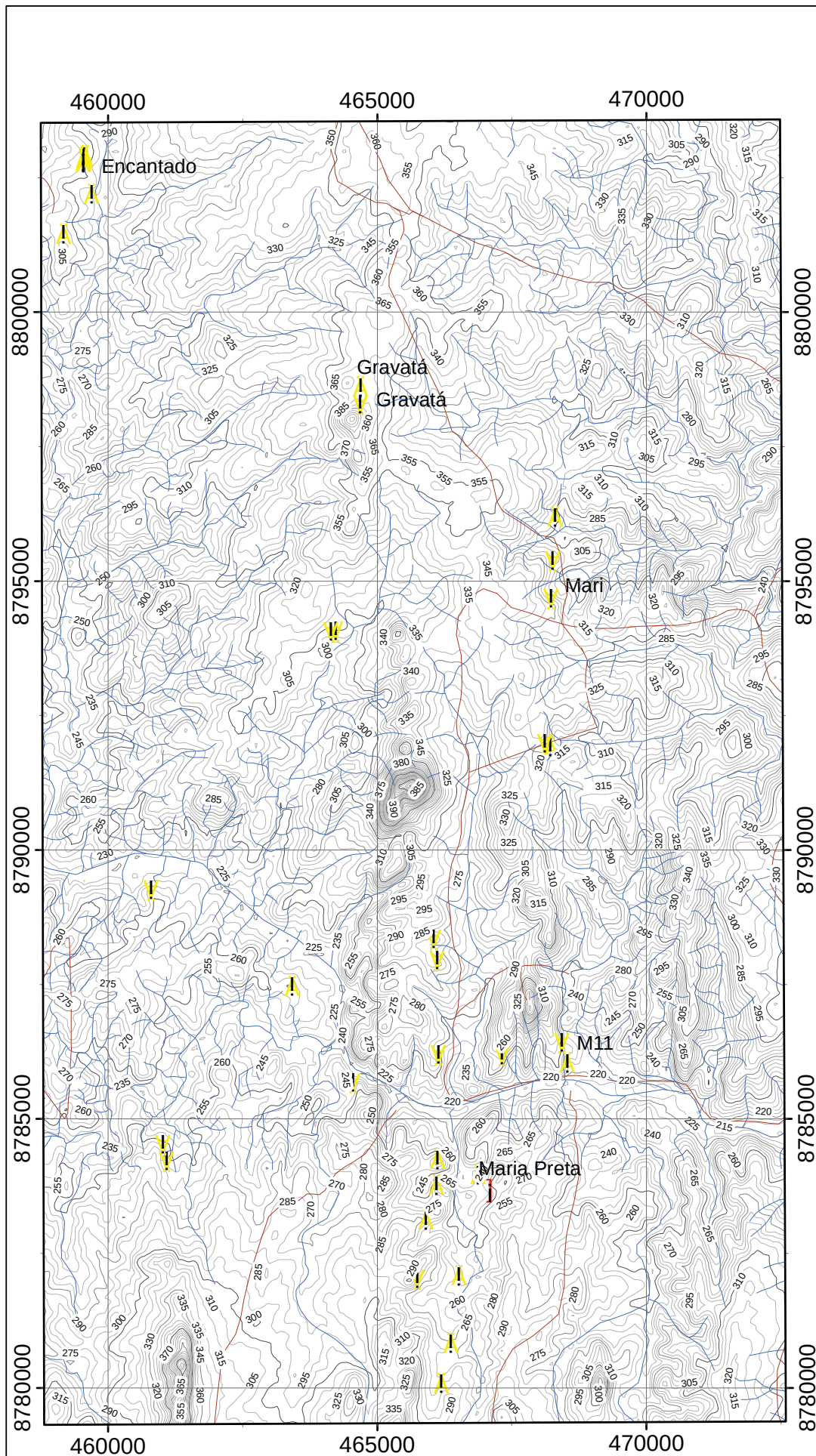
Localização da Área



Articulação das Folhas



ANEXO 2 – MAPA DE OCORRÊNCIA MINERAL



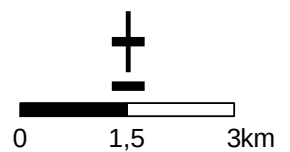
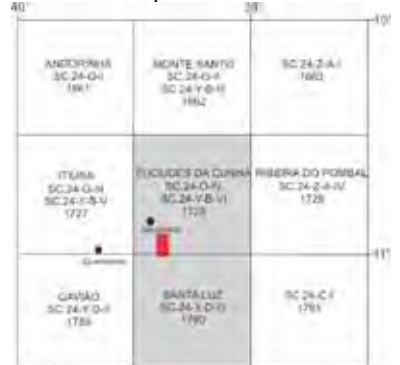
Legenda

-  Garimpos
-  Mina C1 (Maria Preta)
-  Cotas
-  Drenagem
-  Estradas

Localização da área



Articulação das folhas



Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum SAD 1969 UTM, Zone 24S
Equidistância das curvas de nível 5 m

Declinação magnética do centro
da folha SC.24-Y-B em 1983: 23° 12' W.
Cresce -4,5' anualmente.

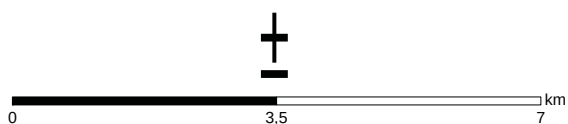
 UNESP Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas	
Trabalho de Conclusão de Curso LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO GREENSTONE BELT DO RIO (TAPIRURU E DOS ALVOES ENCANTADO E ENVI)	
Autora: Camila Massaro Orientador: Luiz Sérgio Atanabio Borges	
Mapa de Circunscricão Mineral	
Escala 1:15000	
Data: Setembro de 2012	Página 2

ANEXO 3 – MAPA GEOLÓGICO



Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum SAD 1969 UTM, Zone 24S
Equidistância das curvas de nível 5 m

Declinação magnética do centro
da folha SC.24-V-B em 1983: 23° 12' W.
Cresce -4,5° anualmente.



Legenda

Unidades do Greenstone Belt do Rio Itapicuru

- Coberturas Terciárias e Quaternárias
- Granitóides - Predomínio de granodioritos, mas ocorrem também tonalitos e sienitos
- Rochas Subvulcânicas - Predomínio de metadioritos
- Sequência Química - Predomínio de metacherts
- Unidade Sedimentar (US) - Predomínio de metapelitos carbonosos e mica xistos, e localmente ocorrem metaturbiditos e metacherts
- Unidade Vulcânica Felsica (UVF) - Rochas vulcânicas intermediárias com composição predominantemente andesítica e em menor quantidade dacíticas. Ocorrem lavas piroclásticas, tufo de cristal, metatufo e metaglomerados
- Unidade Vulcânica Máfica (UVM) - Predomínio de metabasaltos e localmente ocorrem pillow lavas
- Complexo Arqueano - Gnaiss (Migmatito)

Convenções Geográficas

- Estradas
- Drenagem
- Curvas de nível (5 m)

Convenções Geológicas

- Ponto descrito
- Ponto de contato
- Foliação S_n
- Foliação S₀
- Seções Geológicas
- Limite do DAA e DBA, provável descontinuidade tectônica
- Falhas interpretadas de acordo com a estratigrafia proposta pela literatura (ausência de unidades estratigráficas)
- Zona de cisalhamento direcional

Localização da área

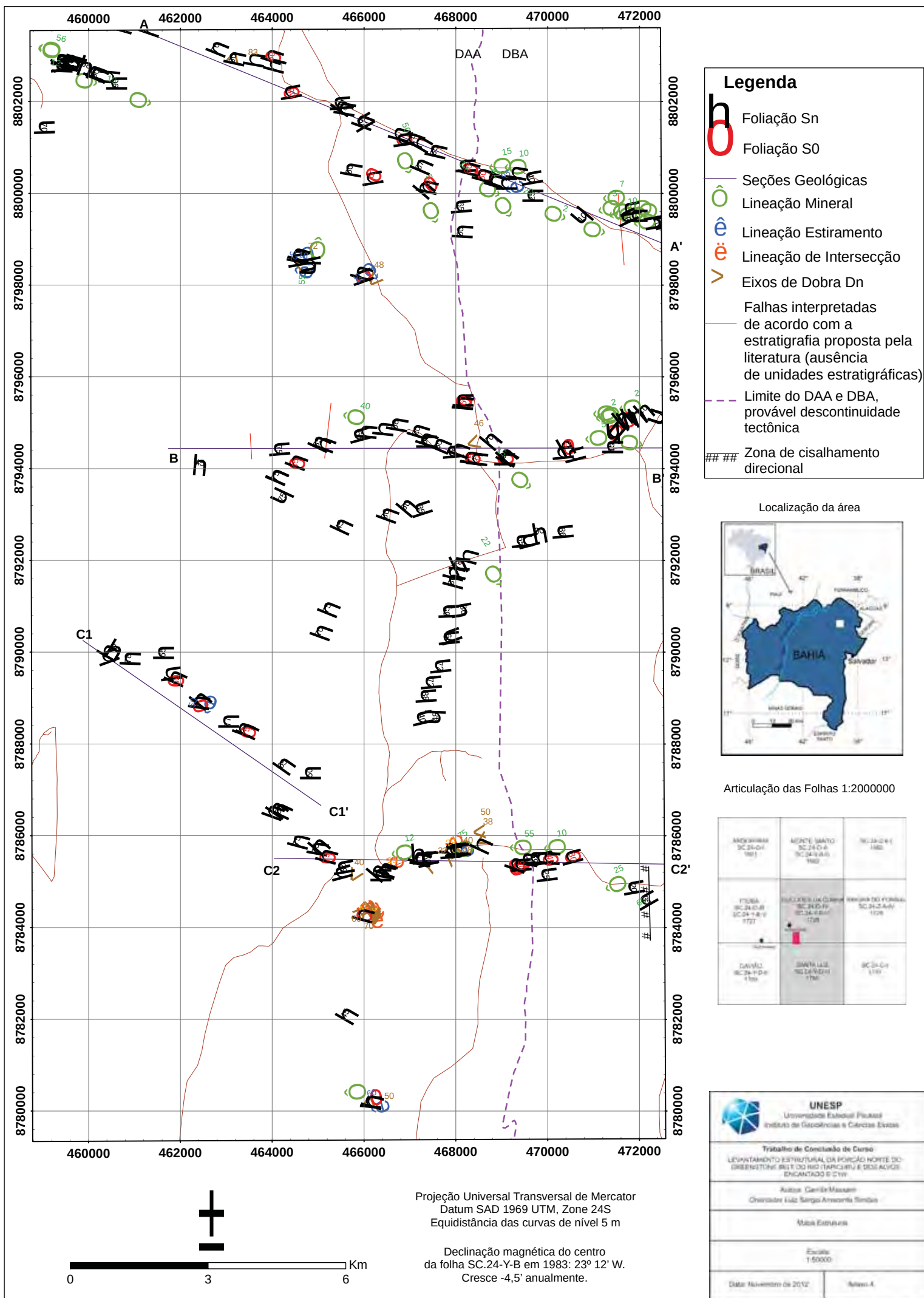


Articulação das Folhas



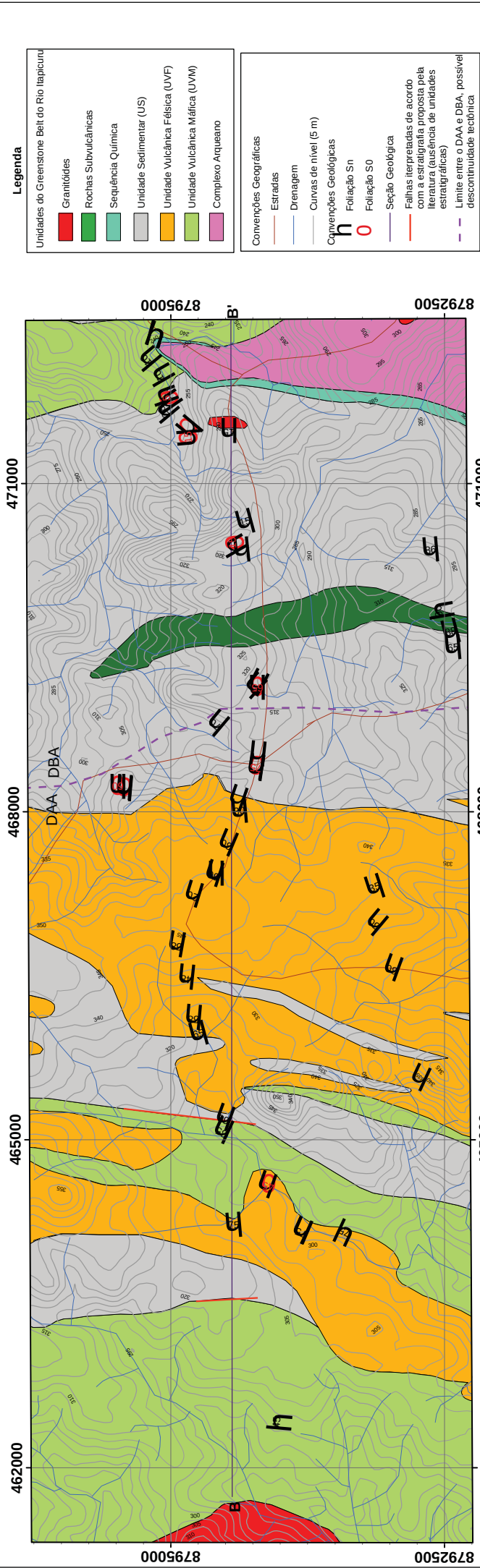
UNESP Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas	
Trabalho de Conclusão de Curso LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS ENCANTADO E GTW	
Autor: Camilla Menezes Orientador: Luiz Sérgio Anselmi Gomes	
Mesa Geológica:	
Escala: 1:25000	
Data: Novembro de 2012	Versão: 3

ANEXO 4 – MAPA ESTRUTURAL

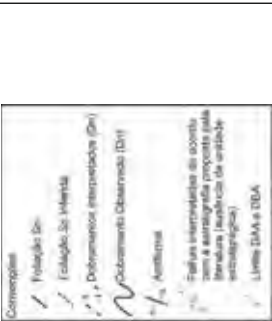


ANEXO 5 – SEÇÃO GEOLÓGICA A-A’

ANEXO 6 – SEÇÃO GEOLÓGICA B-B'



Legenda da Seção Geológica



Localização da Área

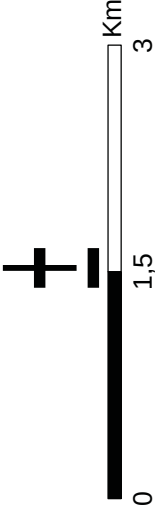


Articulação das Folhas



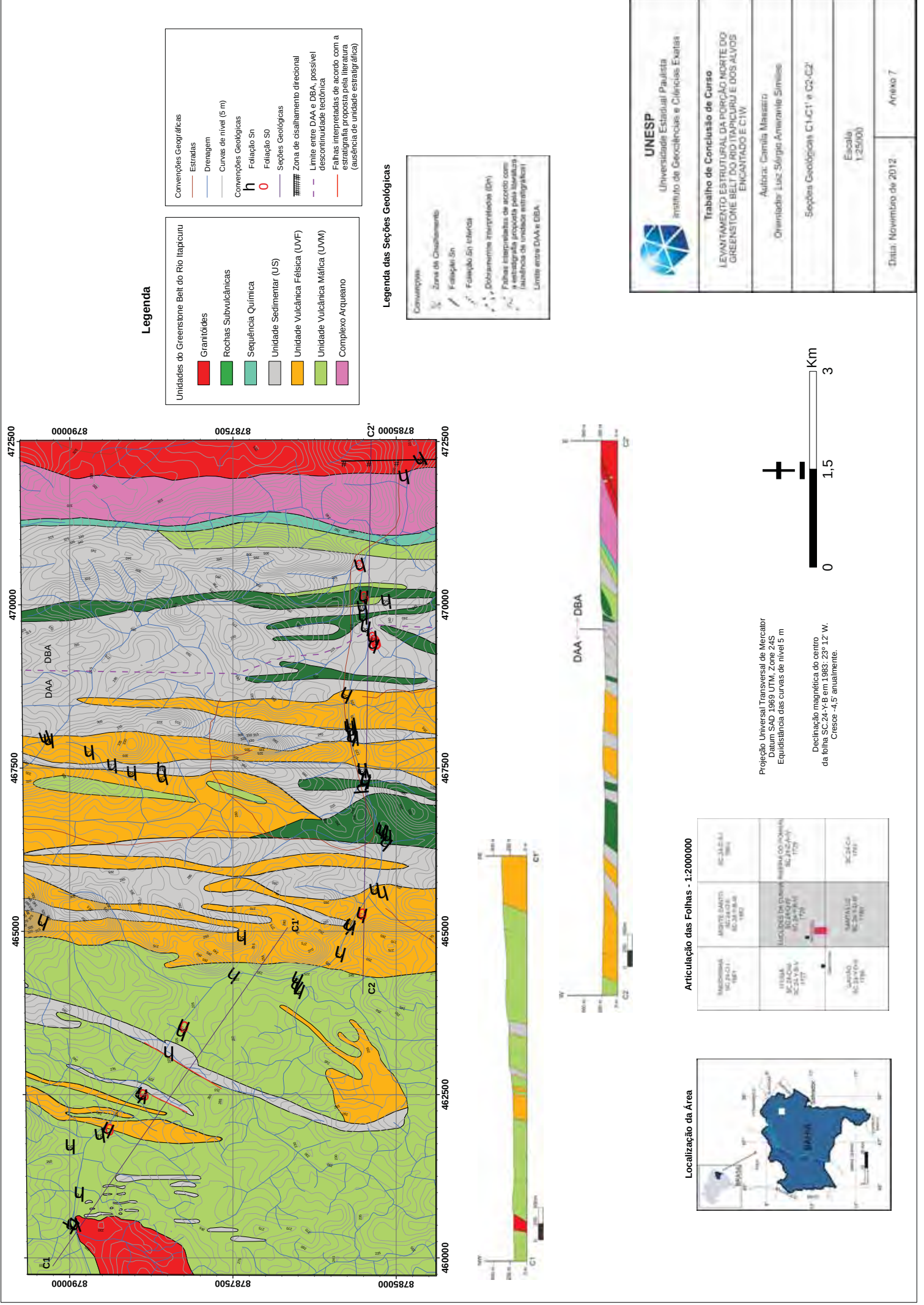
Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum SAD 1969 UTM, Zone 24S
Equidistância das curvas de nível 5 m

Declinação magnética do centro
da folha SC.24-Y-B em 1983: 23° 12' W.
Cresce -4,5' anualmente.



 UNESP Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas	Trabalho de Conclusão de Curso LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS ENCANTADO E CTW	
	Autora: Camilla Massaro Orientador: Luiz Sérgio Amanteiro Simões	Seção Geológica B-B'
	Escala: 1:25000	
	Data: Novembro de 2012	Anexo B

ANEXO 7 – SEÇÃO GEOLÓGICA C-C' (C1-
C1' E C2-C2')



Localização da Área



Articulação das Folhas - 1:2000000





UNESP
Universidade Estadual Paulista
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Trabalho de Conclusão de Curso
LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS ENCANTADO E C1W

Autora: Camilla Massaro
Orientador: Luz Sérgio Amarante Simões

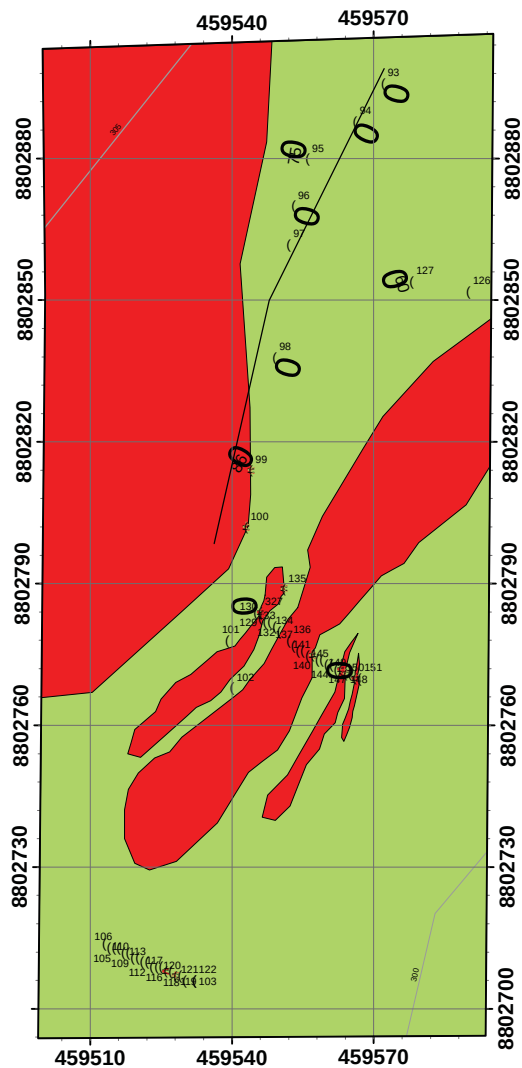
Seções Geológicas C1-C1' e C2-C2'

Escala:
1:25000

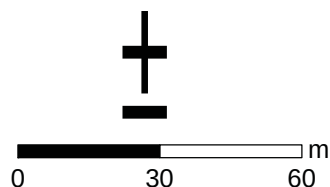
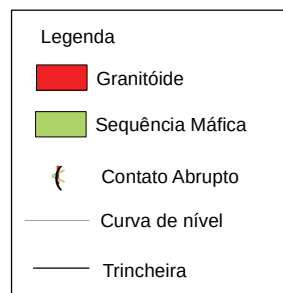
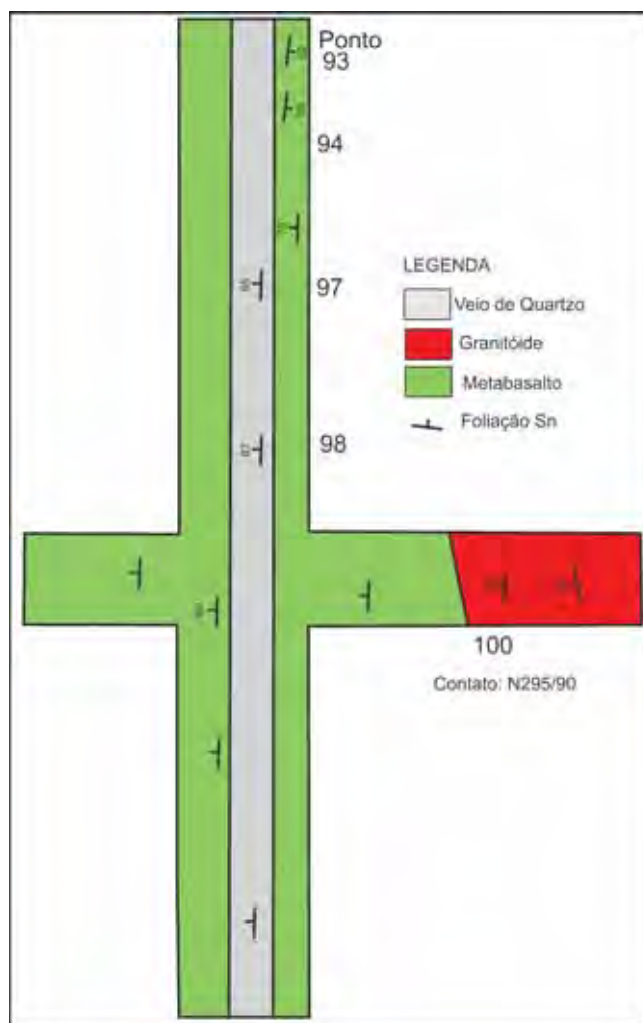
Data: Novembro de 2012

Anexo 7

ANEXO 8 – MAPA DE DETALHE
ENCANTADO



Mapa Esquemático - Alvo Encantado
Trincheira direção N310



Articulação das Folhas - 12000000



Localização da Área



 UNESP Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas	
Trabalho de Conclusão de Curso LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURU E DOS ALVOS ENCANTADO E C1W	
Autora: Camila Massaro	
Orientador Luiz Sérgio Amarante Simões	
Mapa de Detalhe Alvo Encantado	
Data: Novembro de 2012	Anexo B

ANEXO 9 – MAPA DE DETALHE C1W

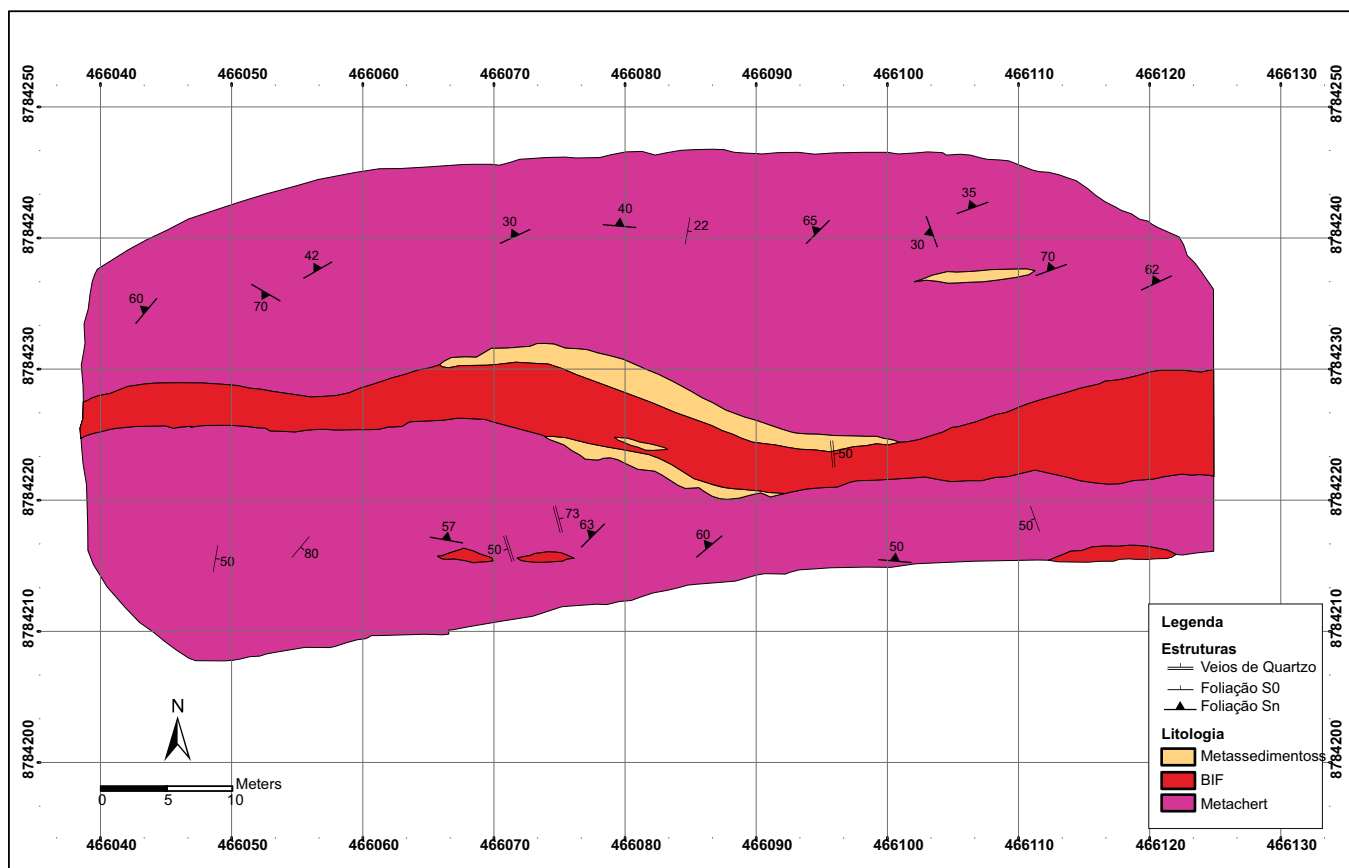
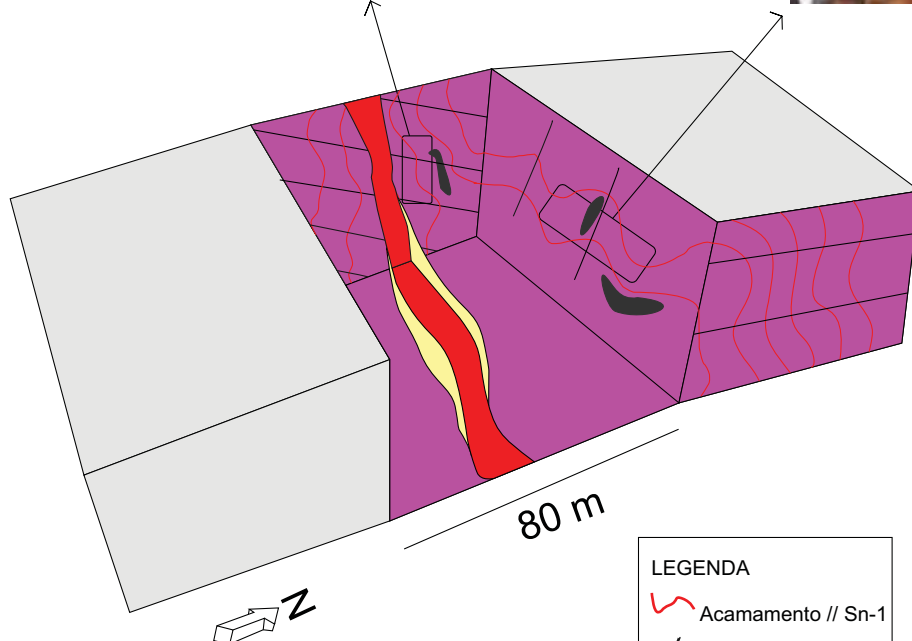


Diagrama Esquemático da Cava C1W



LEGENDA

- Acamamento // Sn-1
- Plano axial (Dn)
- Veios de quartzo



UNESP

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Trabalho de Conclusão de Curso

LEVANTAMENTO ESTRUTURAL DA PORÇÃO NORTE DO
GREENSTONE BELT DO RIO ITAPICURÚ E DOS ALVOS
ENCANTADO E C1W

Autora: Camila Massaro

Orientador Luiz Sérgio Amarante Simões

Mapa de Detalhe Alvo C1W

Escala:
1:10000

Data: Novembro de 2012

Anexo 9

ANEXO 10 – DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS

DESCRIÇÃO DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS DA PORÇÃO NORTE DO *GREENSTONE BELT* DO RIO ITAPICURU, DE ACORDO COM SEUS DOMÍNIOS.

Lâminas Pertencentes à Seção Geológica A-A'

DOMÍNIO MÁFICO

➤ **Amostra: CM-213 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração cinza a esverdeada e é composta de matriz fina com presença de porfiroclastos de anfibólio e piroxênio de coloração verde que e destacam da matriz fina. Os porfiroclastos estão orientados de acordo com a foliação preferencial.

➤ **Lâmina: CM-213**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica
- Granulação: Fina com pórfiros
- Composição Modal Estimada:

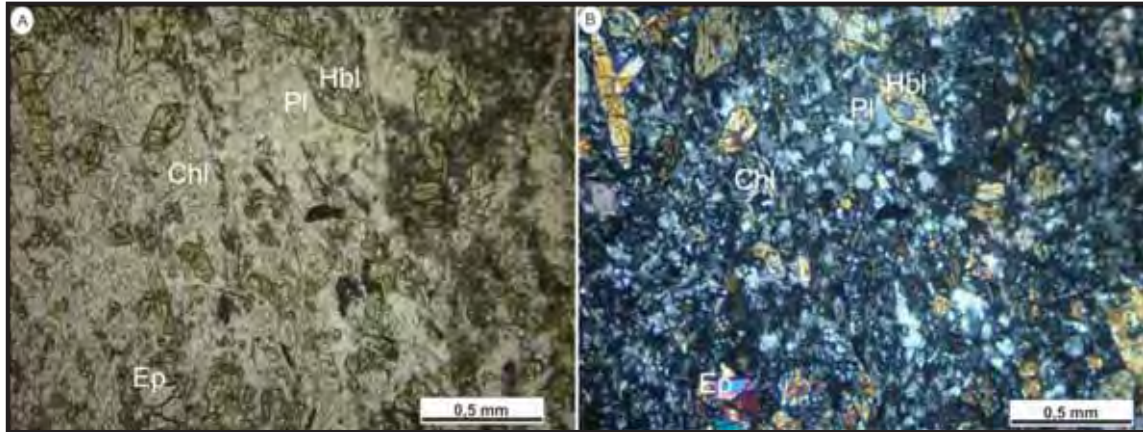
±32% Hornblenda	±12% Carbonato
±35% Plagioclásio	± 9% Minerais Opacos
±17% Clorita	±5% Epidoto
- Descrição da Lâmina:

A lâmina apresenta textura nematoblástica, pois apresenta minerais prismáticos orientados e estrutura maciça e é constituída essencialmente por anfibólio, plagioclásio e clorita, com matriz carbonática. A hornblenda apresenta coloração verde a amarelada e se encontra fraturada, os cristais são subédricos e apresentam pleocroísmo. O tamanho varia muito, não ultrapassando cristais de 1,0 mm. Os grãos de plagioclásio compõem a matriz da rocha, e apresentam tamanho menor que 0,1 mm, sendo que alguns grãos estão recristalizados e a maioria apresenta extinção ondulante.

A matriz da rocha é bastante carbonática, entretanto há também veios submilimétricos de composição essencialmente carbonática, sendo possível observar grãos de dolomita, pois esses grãos apresentam clivagem romboédrica. Ocorrem ainda cloritas, minerais tabulares esverdeados que possuem tamanho submilimétricos. Os minerais opacos estão distribuídos por toda a extensão da lâmina, são constituídos por

rutilo e principalmente sulfetos como pirita. Por fim, o epidoto se encontra sempre próximo a hornblenda, e apresenta tamanho aproximado de 0,2 mm.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-213 – Matriz fina com presença de pórfiros de hornblenda não orientados. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Ep: Epidoto, Hbl: Hornblenda e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-271A (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração verde escuro a cinza escuro. Nota-se que mineralogicamente ocorrem anfibólios em grande quantidade, sua estrutura é maciça, porém observa-se foliação.

➤ **Lâmina: CM-271A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica
- Granulação: Média a grossa
- Composição Modal Estimada:

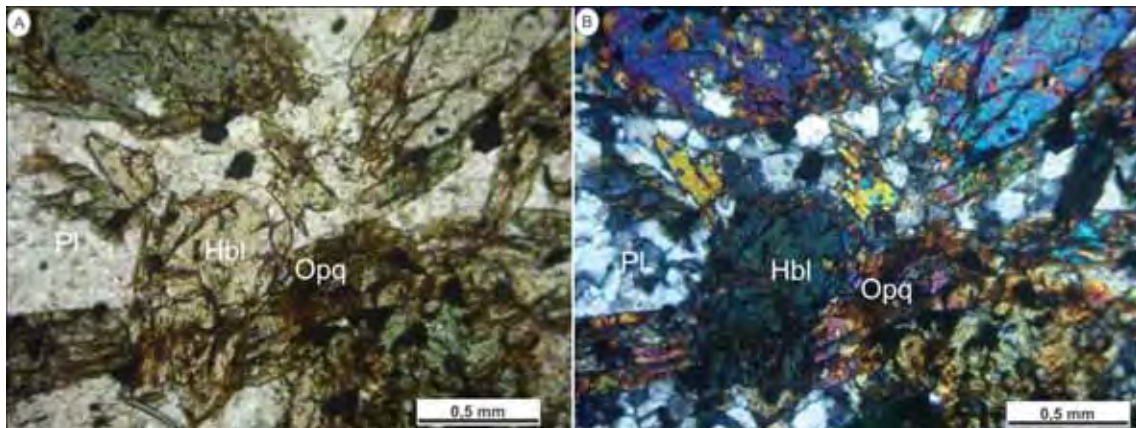
±40% Hornblenda	±13% Clorita
±28% Plagioclásio	±3% Carbonato
±16% Opacos	
- Descrição da Lâmina:

A rocha é composta principalmente por hornblenda, plagioclásio, minerais opacos, clorita. A hornblenda, mineral pleocróico verde apresenta relevo alto, hábito prismático e apresenta tamanho variável, sendo que há grãos maiores de 1 mm. Já os

cristais de plagioclásio não ultrapassam 0,3 mm, sendo que a maioria dos grãos apresenta extinção ondulante. Os minerais opacos presentes na lâmina não estão orientados e apresentam tamanho máximo de 0,3 mm. Os cristais de hornblenda que se encontram próximo dos minerais opacos se encontram mais alterados, apresentando uma coloração mais castanha. Os minerais opacos correspondem possivelmente aos sulfetos e óxidos.

A clorita, mineral fibroso de coloração verde se encontra principalmente sob os grãos de plagioclásio e hornblenda, são submilimétricas na maioria das vezes e também não se encontram orientadas. Já o carbonato se encontra na forma de agregados disseminados na lâmina, sendo pouco visíveis.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-271A – A textura da rocha é média, pois ocorrem grãos maiores que 1 mm de hornblenda que não estão orientados numa direção preferencial. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Hbl: Hornblenda, Opq: Minerais opacos e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-271B (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração verde escura, estrutura bandada, onde há finas camadas de quartzo intercaladas com anfibólio e outros minerais, os quais são muito finos. A matriz da rocha também é composta por carbonato e ainda observa-se a presença de sulfetação por pirita.

➤ **Lâmina: CM-271B**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica

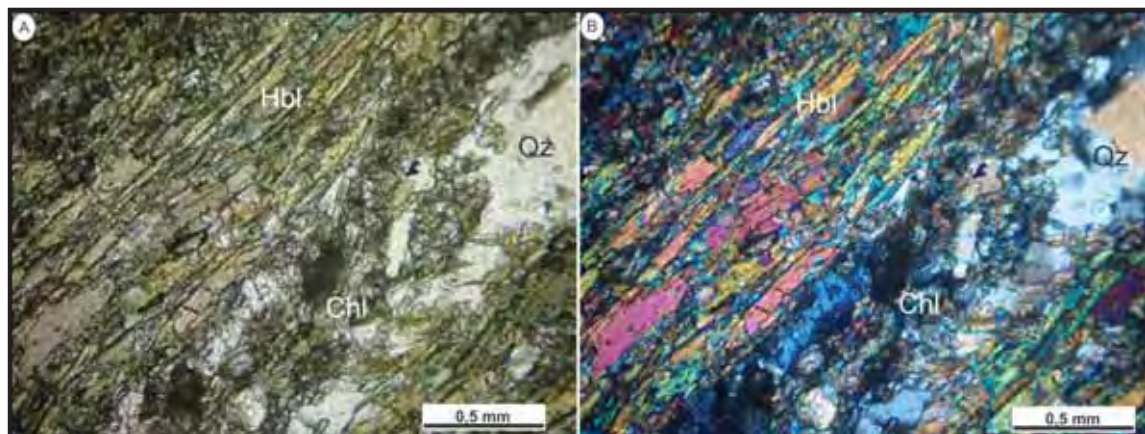
- Granulação: Média a grossa
- Composição Modal Estimada:

±55% Hornblenda	±10% Muscovita/sericita
±15% Plagioclásio	±5% Carbonato
±12% Clorita	±3% Opacos
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta estrutura bandada e textura nematoblástica. Sua mineralogia principal é composta por hornblenda, clorita, quartzo, e em menores quantidades ocorrem sericita, carbonato e minerais opacos. Os cristais de hornblenda são prismáticos, apresentam tamanho aproximadamente 1 mm, possuem relevo alto e birrefringência moderada e se encontram bem preservados. Há bandas incolores que são constituídas basicamente por cristais de plagioclásio que estão alongados e possuem tamanho variável, não ultrapassando 0,5 mm. A maioria desses grãos apresenta extinção ondulante e alguns grãos se encontram recristalizados.

A clorita, mineral fibroso, apresenta-se na forma ripeciforme são submilimétricas e se encontram principalmente sob os grãos de hornblenda e quartzo. Por sua vez, a muscovita está em contato com a hornblenda na forma de fina fibras submilimétricas. O carbonato se encontra na forma de agregados sob os minerais presentes na lâmina. Os minerais opacos se encontram disseminados e possivelmente trata-se de sulfetos e óxidos.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-271B – Hornblenda se encontra orientada na direção da foliação e sua matriz é média a grossa. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Hbl: Hornblenda e Qz: Quartzo.

DOMÍNIO FÉLSICO

➤ **Amostra: CM-274 (DAA)**

Descrição Macroscópica: Rocha de coloração cinza com matriz muito fina, entretanto ocorre carbonato tanto na matriz quanto numa camada de aproximadamente 0,5 cm com cristais de calcita com tamanho de 1 mm. Observa-se que a amostra apresenta foliação Sn bem marcada.

➤ **Lâmina: CM-274**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Porfiroblástica
- Granulação: Matriz fina com porfiroblastos
- Composição Modal Estimada:

±25% Plagioclásio (Andesina)	±10% Minerais Opacos
±15% Sericita	±10% Carbonato
±20% Material Carbonoso (Grafita)	± 5% Quartzo
±15% Clorita	Traços de Epidoto
- Descrição da Lâmina:

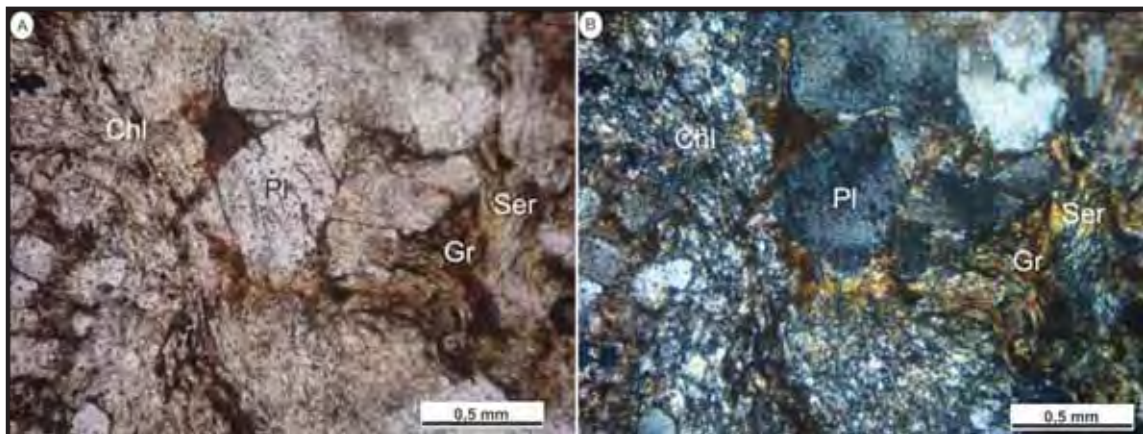
A rocha apresenta textura porfiroblástica por conter porfiroblastos de plagioclásio numa matriz muito fina composta essencialmente por plagioclásio, sericita, material carbonoso, clorita, minerais opacos e quartzo. Os porfiroblastos de plagioclásio apresentam tamanho máximo de 1,5 mm, possuem extinção ondulante na maioria dos grãos. Através do diagrama de Michel-Levy detectou-se que os porfiroblastos de plagioclásio correspondem a andesina. Muitos dos porfiroblastos apresentam geminação paralela e forma subedral, fazendo com que o contato com os demais minerais presentes na lâmina seja anguloso. A matriz na rocha também é composta por plagioclásios, porém apresentam tamanhos bem menores e em conjunto com outros minerais.

A sericita se encontra principalmente na matriz da lâmina, mas também pode ser observada sob os porfiroblastos de plagioclásio. Apresentam tamanho submilimétrico, menor que 0,1 mm, hábito fibroso, relevo baixo, incolor na presença dos polarizadores paralelos, porém se encontra impregnada de material carbonoso. O material carbonoso pode ser composto por grafita, e se encontra tanto na matriz quanto nos interstícios de agregados de porfiroblastos ou ainda nas fraturas presentes nos porfiroblastos. Este material se encontra muitas vezes crenulado, formando pequenas dobras correspondentes ao evento pós Dn. Por sua vez, a clorita, mineral verde claro de hábito

fibroso, não segue uma orientação específica na lâmina, seu tamanho não ultrapassa 0,1 mm. Os minerais opacos se encontram dispersos por toda a lâmina e são representados por sulfetos como pirita.

Ocorrem veios submilimétricos de quartzo com grãos de tamanho variados, porém não ultrapassam 0,1mm. Apresentam também extinção ondulante. Há traços de mineral incolor, com tamanho de aproximadamente 0,1 mm, relevo alto, e hábito prismático. Este mineral é o epidoto e corresponde a um mineral acessório da rocha. Por fim, a rocha possui carbonatos na forma de finos agregados, os quais estão dispersos na matriz.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-274 – Textura porfirobástica do metandesito. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Gr: Grafia e Ser: Sericita.

➤ **Amostra: CM-334D (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração cinza, porém porfiroblastos de quartzo de coloração fumê ocorrem em grande quantidade e esses cristais são na maioria das vezes angulosos. Observa-se ainda a presença de finas micas.

➤ **Lâmina: CM-334D**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Tufo de cristal
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Matriz fina com porfiroblastos
- Composição Modal Estimada:

±60% Quartzo

±10% Clorita

±10% Plagioclásio

±5% Sericita

±15% Biotita

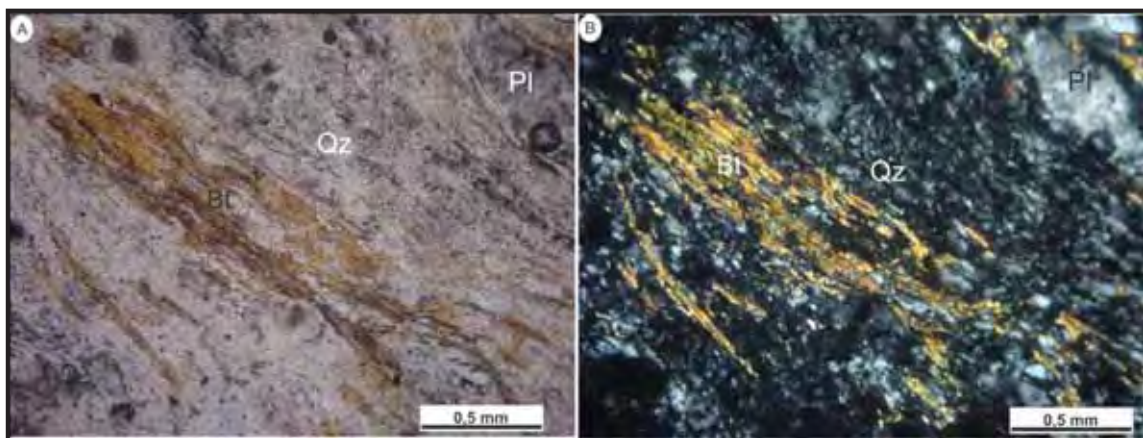
±5% Minerais Opacos

- Descrição da Lâmina:

A composição mineralógica principal da rocha é composta por quartzo, clorita, biotita, plagioclásio, sericita e minerais opacos. Os grãos de quartzo e de plagioclásio se destacam dos outros minerais, pois apresentam tamanho de aproximadamente 0,5 mm, e estão dispersos numa matriz muito fina. Esses grãos são angulosos, e ambos os minerais apresentam em alguns grãos extinção ondulante, no entanto, os grãos de plagioclásio apresentam geminação paralela sendo possível determinar sua composição pelo diagrama de Michel-Levy, e, portanto corresponde à Andesina. A matriz fina da rocha também é composta por quartzo e feldspato, além de biotitas de coloração castanhas, orientadas segundo a foliação principal Dn e estão presentes na forma de finos cristais fibrosos.

A clorita apresenta-se com tamanho submilimétrico e também marca a foliação principal. Por sua vez, a sericita pode ser observada sob os grãos de quartzo e mais comumente sob os grãos de plagioclásio. Por fim, os minerais opacos presentes na lâmina possivelmente correspondem a sulfetos que nem sempre seguem a orientação preferencial da rocha.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina 334-D – A textura da rocha é fina, porém já porfiroblastos de plagioclásio e quartzo. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzto.

DOMÍNIO SEDIMENTAR

- **Amostra: CM-183 (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta matriz fina, coloração acinzentada e é bastante micácea, sendo que a foliação Sn é marcada por esses minerais. A estrutura da rocha é xistosa.

➤ **Lâmina: CM-183**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Mica xisto
- Textura: Lepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

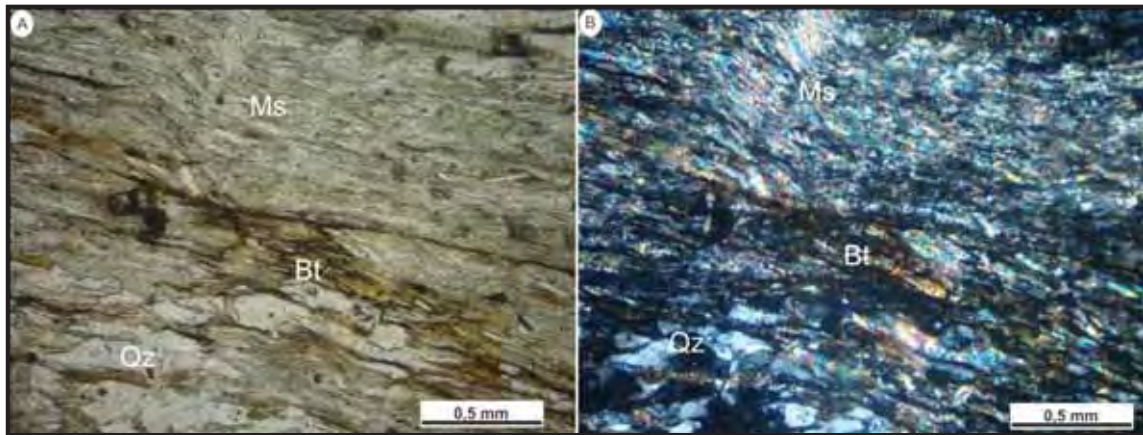
±30% Biotita	±15% Muscovita
±25% Quartzo	±10% Opacos
±20% Clorita	

- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta textura predominantemente lepdoblástica, apesar de haver grãos grande quantidade de quartzo. Sua estrutura é xistosa e sua composição principal é composta por minerais micáceos, quartzo e minerais opacos. A biotita possui coloração castanha a esverdeada, é pleocróica, seu hábito é tabular a fibroso e seu tamanho não ultrapassa 0,5 mm. A biotita, assim como muscovita e clorita marcam a foliação principal da rocha. O quartzo se encontra principalmente na forma de veios que na maioria das vezes se encontra paralelo à foliação principal, mas também ocorrem grãos disseminados na matriz. Os grãos de quartzo possuem extinção ondulante, são subédricos e seu tamanho é de aproximadamente 0,2 mm.

Por sua vez, a clorita apresenta-se em forma de ripas submilimétricas espalhadas por toda a lâmina, sendo muitas vezes observada sob os grãos de quartzo. Já a muscovita, mineral incolor que na presença dos polarizadores cruzados apresenta birrefringência alta possui tamanho menor submilimétrico e hábito fibroso. Observa-se ainda que apesar das micas marcarem o evento Dn, em algumas determinadas porções da lâmina notam-se pequenas dobras caracterizando em evento posterior.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-183 – A textura da rocha é fina e marcada pelos minerais micáceos, onde muitas vezes estão crenulados evidenciando uma foliação posterior. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-198 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra bastante alterada, com coloração cinza a amarelada, sua granulação é fina e sua matriz é carbonática. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça e sua composição mineralógica baseia-se na presença de quartzo e micas.

➤ **Lâmina: CM-198**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Mica xisto
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

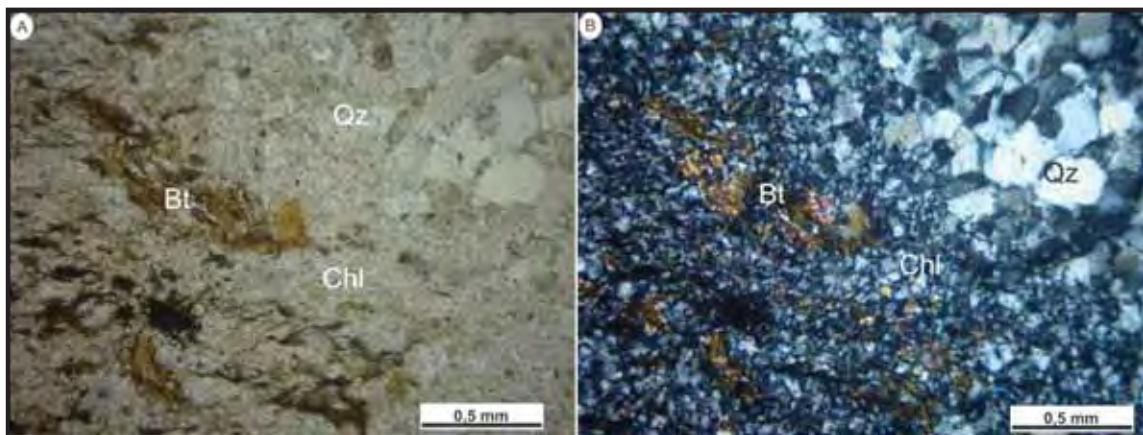
±50% Quartzo	±10% Opacos
±20% Clorita	±5% Hornblenda
±10% Biotita	Traços de Epidoto
- Descrição da Lâmina:

A lâmina é composta principalmente por quartzo, clorita, grafita, e em menor quantidade há sericita, hornblenda e minerais opacos. Os grãos de quartzo são submilimétricos, exceto quando há pequenos veios dispersos na lâmina em que os grãos podem apresentar até 0,4 mm. Os grãos de quartzo apresentam extinção ondulante, são angulosos e alguns grãos que estão localizados nos veios se encontram recristalizados. A clorita apresenta-se na lâmina de duas maneiras, na forma de ripas muito finas

submilimétricas, esverdeadas e também na forma de cristais maiores, ora tabular, ora fibroso, com tamanho máximo de 0,3 mm. Esse mineral, na forma de ripas marca a foliação principal da rocha, entretanto é possível observar que ocorre uma foliação obliqua à foliação principal nos cristais maiores de clorita, indicando que esses cristais são sin-tectônicos. Grande parte dos cristais maiores de clorita encontram-se alterados, muitos deles alteraram-se para hornblenda. A hornblenda, produto de alteração da clorita possui coloração verde a marrom, cristais subédricos e apresenta birrefringência moderada, seu tamanho é menor que 0,3 mm.

Outro mineral que compõe a lâmina é a grafita, mineral opaco de coloração marrom, e se encontra também na direção da foliação principal da rocha. Há outros minerais opacos presentes, como sulfetos, principalmente pirita, pois seu hábito cúbico pode ser observado. A biotita ocorre em finas fibras castanhas que muitas vezes estão se alterando para hornblenda, apresentam até 0,5 mm. O epidoto, mineral acessório, apresenta-se disseminado na lâmina, possui relevo alto e tamanho de aproximadamente 0,2 mm.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina 198 – Textura fina marcada pela presença de quartzo na matriz, e ocorrem veios de quartzo recristalizados com grãos maiores do que a matriz. **A)** Sob polarizadores paralelos **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Chl: Clorita e Qz: Quartzo.

ROCHAS INTRUSIVAS

➤ **Amostra: CM-99 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra alterada, é leucocrática e sua composição é típica de um granito, onde ocorrem cerca de 40% de quartzo, e minerais micáceos,

além de outros acessórios. A granulação da rocha é média, apresenta estrutura maciça e textura sal e pimenta.

➤ **Lâmina: CM-99**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Granitóide
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Grossa
- Composição Modal Estimada:

±40% Quartzo	±10% Clorita
±18% Plagioclásio	±2% Carbonato
±15% Biotita	Traços de opacos
±15% Muscovita/sericita	
- Descrição da Lâmina:

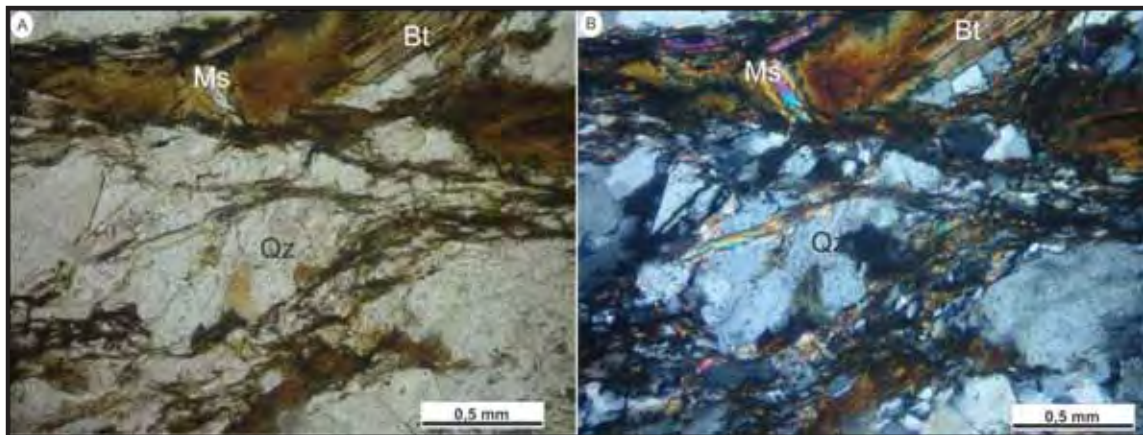
A rocha é composta mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, sericita, clorita, e em menor quantidade carbonato e minerais opacos. Os grãos de quartzo são a grande maioria subedrais, com tamanho médio de 0,8 mm, apresentam extinção ondulante e alguns deles estão res cristalizados. Há porfiroclastos de plagioclásio de aproximadamente 1 mm de tamanho, apresentam extinção ondulante. Observa-se que a sericita se encontra sob os porfiroclastos de plagioclásio e também na matriz quartzosa, muitas vezes não apresentam uma orientação preferencial.

A biotita possui coloração castanha, hábito fibroso e seu tamanho varia, não ultrapassando 0,8 mm. A biotita se encontra alterada, muitas vezes está passando para clorita. A muscovita, mineral fibroso incolor, possui birrefringência alta e se encontra associada à biotita. Tanto a biotita quanto a muscovita marcam a foliação preferencial da rocha caracterizando o evento Dn. Por sua vez, a clorita é observada na forma de ripas submilimétricas que na maioria das vezes se encontra sob os grãos de plagioclásio e quartzo e quando sob esses minerais, observa-se que essas ripas apresentam frequentemente mais de uma orientação.

Ocorre ainda pouca quantidade de carbonato na rocha, geralmente se encontram restritos na forma de agregados. E por fim, há traços de minerais opacos na lâmina, estes minerais são acessórios, pois ocorrem em pouca quantidade e possivelmente são representados por sulfetos e óxidos.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn

- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-99 – Textura granolep-doblástica onde a biotita e a muscovita marcam a foliação principal do granitoide. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-190 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração cinza escura, se encontra pouco alterada, sua granulação é média, pois é possível observar pequenos cristais de anfibólio inseridos numa matriz fina de plagioclásio. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-190**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Domínio Subvulcânico - Diorito

- Textura: Granoblástica

- Granulação: Média

- Composição Modal Estimada:

±42% Plagioclásio

±9% Minerais Opacos

±27% Clorita

±4% Titanita

±18% Hornblenda

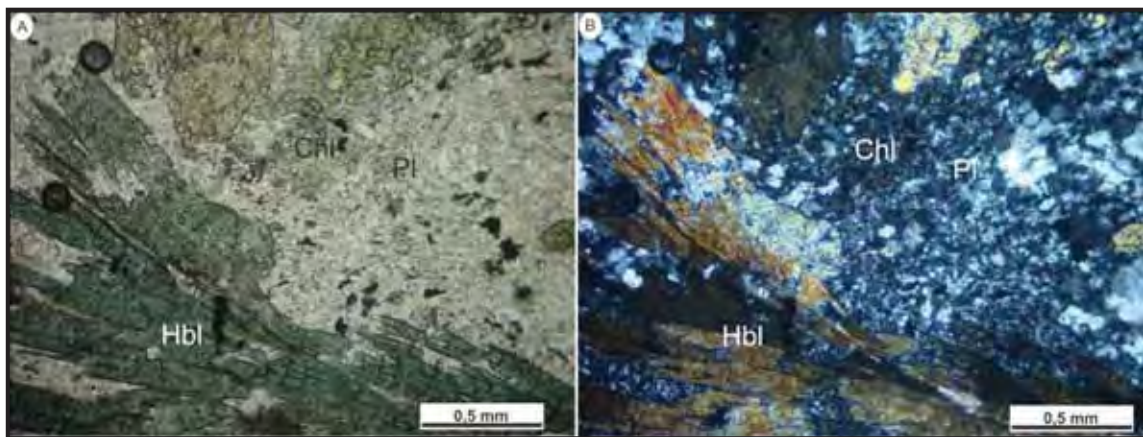
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta estrutura granulosa e é composta principalmente por plagioclásio, clorita, hornblenda, minerais opacos e augita. Os plagioclásios compõem a matriz da rocha, são cristais subedrais de relevo baixo, e seu tamanho varia. A clorita, mineral pleocróico verde submilimétrico apresenta-se na forma tabular e também são grãos subédricos, muitas vezes orientadas de acordo com a foliação principal da rocha. Já a hornblenda, mineral pleocróico verde e amarelo na presença de polarizadores

paralelos, apresenta tamanho variado, sendo que muitos grãos ultrapassam 1,5 mm. Seu hábito é tabular e possui birrefringência moderada e relevo alto, e se encontra em várias direções, evidenciando que se trata de um mineral pós-tectônico.

Os minerais opacos presentes na lâmina possuem coloração preta e correspondem a sulfetos e óxidos de ferro e manganês, sendo que podem apresentar tamanho de até 0,5 mm. A titanita, mineral submilimétrico de coloração castanho avermelhado, apresenta-se na forma de cristais eudrais a subedrais, submilimétricos que estão disseminados por toda a lâmina.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-190 – Diorito que apresenta textura granoblástica preferencialmente, com textura média. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Pl: Plagioclásio e Hbl: Hornblenda.

➤ **Amostra: CM-272 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha é leucocrática, apresenta textura sal e pimenta e estrutura maciça. Mineralogicamente observa-se a presença de quartzo que corresponde cerca de 40% da rocha, e há minerais micáceos.

➤ **Lâmina: CM-272**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Granitóide
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Grossa
- Composição Modal Estimada:

±45% Quartzo

±10% Biotita

±25% Plagioclásio (Oligoclásio)

±4% Sericita

±15% Clorita

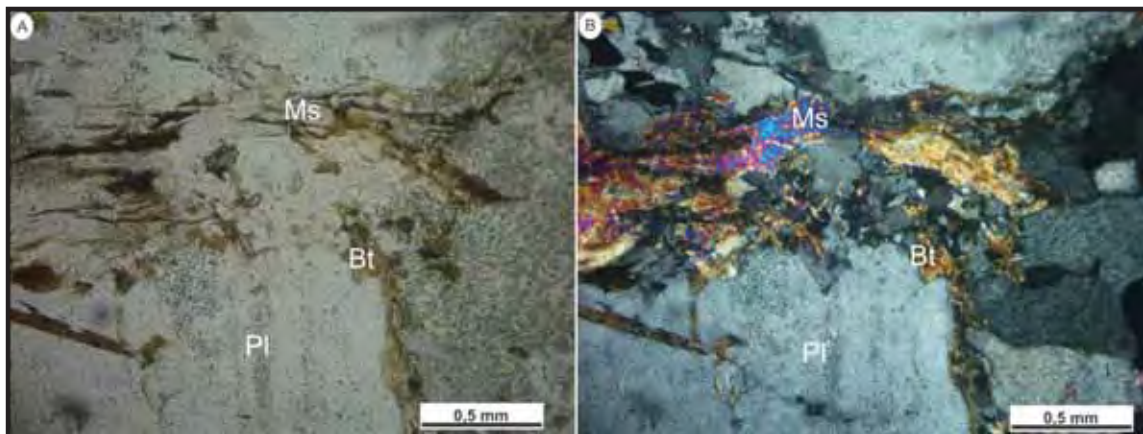
±1% Hornblenda

- Descrição da Lâmina:

A lâmina é composta principalmente por quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e clorita, porém apresenta também biotita e muscovita. Os grãos de quartzo possuem tamanho que ultrapassam 1 mm, porém varia muito, e apresentam extinção ondulante. Observa-se ainda que muitos grãos apresentam-se recrystalizados. Os grãos de plagioclásio, possivelmente oligoclásio, possuem clivagem e tamanho de aproximadamente 1 mm, apresentam extinção ondulante e geminação paralela, e sob esses grãos há sericita e clorita, muitas vezes orientadas.

A clorita, mineral esverdeado de hábito tabular e ripeforme apresentam-se na forma de cristais subedrais que quando se encontram sob os plagioclásios ou quartzos estão orientados, sendo que às vezes podem apresentar mais de uma orientação. Ocorrem ainda biotitas, minerais de coloração verde a marrom, bastante alterado, e seu tamanho não ultrapassa 1,5 mm. A alteração da biotita é bastante visível, pois nota-se que a biotita quando alterada fica menos fibrosa e mais escura. A sericita ocorre principalmente sob os grãos de quartzo e plagioclásio, são submilimétricas e incolores na presença dos polarizadores paralelos.

- Padrão de Recristalização: Pré Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-272 – Granitóide de Textura grossa e as micas que marcam a foliação principal estão contornando os cristais de plagioclásio. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita e Pl: Plagioclásio.

Lâminas Pertencentes à Seção Geológica B-B'

DOMÍNIO MÁFICO

➤ **Amostra: CM-348 (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração preta esverdeada e é composta de anfibólitos prismáticos de coloração esverdeada, sua granulação é fina a média, pois ocorrem essas duas granulações no mesmo afloramento. Os anfibólitos estão orientados de acordo com a foliação preferencial.

➤ **Lâmina: CM-348**

Descrição Microscópica:

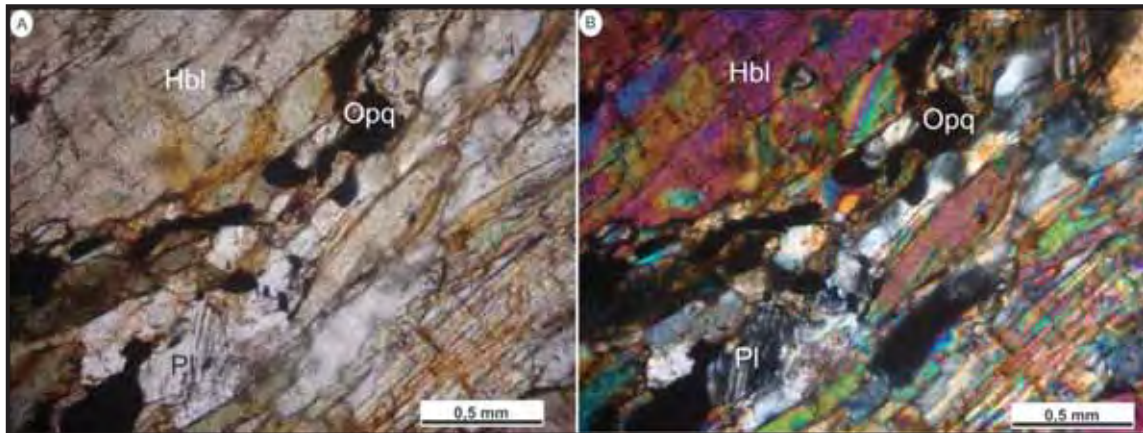
- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica
- Granulação: Média a grossa
- Composição Modal Estimada:

±45% Hornblenda	±8% Epidoto
±34% Plagioclásio	±5% Minerais Opacos
±8% Biotita	
- Descrição da Lâmina:

A rocha presente na lâmina é caracterizada por uma textura nematoblástica grossa, destacando-se a presença de cristais de hornblenda e plagioclásio. A hornblenda, mineral prismático de relevo alto que apresenta pleocroísmo, se encontra em grande quantidade na lâmina, seu tamanho varia, porém os maiores grãos apresentam aproximadamente 2 mm, este mineral marca a foliação principal da rocha. Já os cristais de plagioclásio estão em contato com a hornblenda, onde é possível observar que de certa maneira estão também orientados de acordo com a foliação principal, porém alguns grãos estão recristalizados não necessariamente na direção dessa foliação. Os plagioclásios apresentam forte extinção ondulante, mas poucos estão com geminação paralela, sendo possível ainda sim diagnosticar sua composição de acordo com o diagrama de Michael-Levy, trata-se de andesina.

Os cristais de biotita apresentam hábito fibroso, coloração acastanhada e muitos deles estão se transformando em hornblenda. O tamanho desses minerais varia, e geralmente é encontrado em contato com a hornblenda. O epidoto, mineral de relevo alto e birrefringência alta apresenta tamanho de cerca de 0,5 mm, estão distribuídos na lâmina. Por fim, sulfetos representam os minerais opacos que estão levemente orientados de acordo com a hornblenda.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-348 – A textura da rocha é média a grossa e tanto a hornblenda como os plagioclásio estão orientados de acordo com a foliação Dn. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Hbl: Hornblenda, Pl: Plagioclásio e Opq: Minerais Opacos.

DOMÍNIO FÉLSICO

➤ **Amostra: CM-249 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta granulação fina, coloração acinzentada e se encontra alterada. Nota-se a orientação da clorita, a qual marca a foliação principal da rocha. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-249**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Lepdogranoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±30% Clorita	±16% Muscovita
±23% Carbonato	± 13% Quartzo
±14% Minerais Opacos	±4% Epidoto
- Descrição da Lâmina:

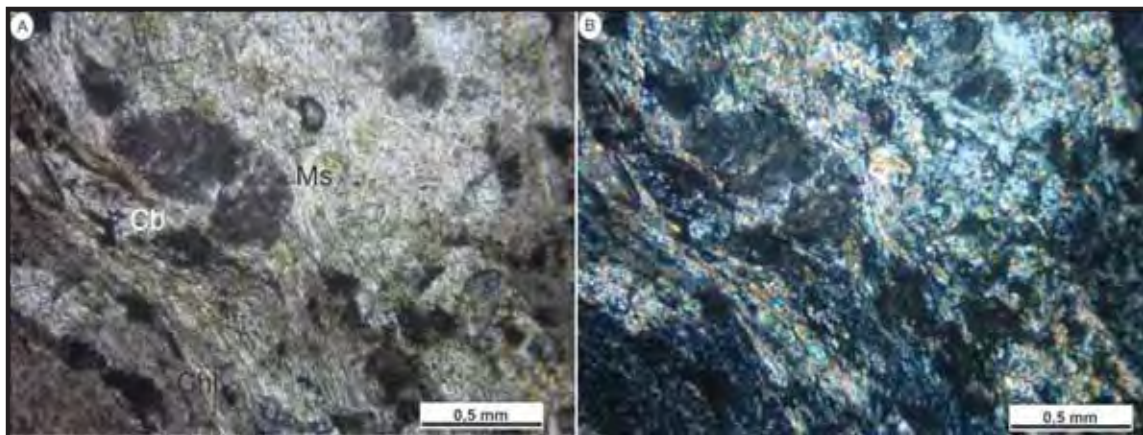
A rocha possui estrutura xistosa e é composta por clorita, quartzo, carbonato, sericita, minerais opacos e epidoto. Os cristais de clorita apresentam-se na forma fibrosa, muitas vezes em ripas tabulares e possuem tamanho submilimétrico. São

minerais pleocróicos verde a marrom e marcam a foliação principal da rocha. Já o carbonato possui coloração amarelada, relevo baixo e encontra-se na forma de agregados. Possuem cor cinza na presença dos polarizadores cruzados.

Há grande quantidade de minerais opacos na lâmina, possivelmente são representados por grafita e sulfetos. A grafita segue a mesma orientação da foliação principal, porém nota-se que em algumas porções ele se encontra crenulando a foliação principal. Os outros minerais opacos são representados por sulfetos.

Os cristais de quartzo se encontram na matriz da rocha, portando estão espalhados por toda a lâmina. Apresenta extinção ondulante, tamanho menor que 0,1 mm, e alguns grãos estão recristalizados. Já a muscovita é incolor quando observada com os polarizadores paralelos são submilimétricas e se encontram na matriz da rocha, muitas vezes na borda dos outros minerais. O epidoto, mineral acessório possui tamanho de aproximadamente de 0,1 mm, relevo alto e cristal anedral a subedral, e está associado à clorita.

- Padrão de Recristalização: Pré Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-249 – Minerais micáceos bordejam fragmentos de rocha. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Chl: Clorita e Ms: Muscovita.

➤ **Amostra: CM-262C (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra bastante alterada, apresenta coloração amarelada, sua matriz é muito fina, o que dificulta a distinção de sua composição mineralógica, porém a foliação Sn é bem marcada.

➤ **Lâmina: CM-262C**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Muito Fina
- Composição Modal Estimada:

±35% Plagioclásio

±10% Clorita

±20% Minerais Opacos

±10% Quartzo

±20% Carbonato

±5% Biotita

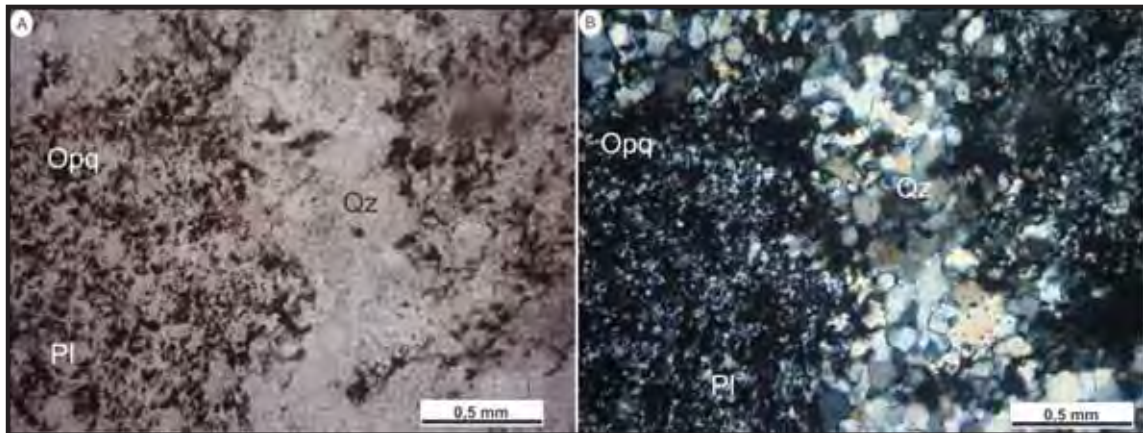
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta textura granoblástica e estrutura maciça, a lâmina se encontra com uma coloração avermelhada assim como a rocha, e constituída por plagioclásio, minerais opacos, clorita, carbonato e quartzo. Os plagioclásios são submilimétricos, finos, cristais subedrais, e apresentam extinção ondulante. A textura da rocha é caracterizada principalmente pelos grãos submilimétricos de plagioclásio. Ocorre grande quantidade de minerais opacos na lâmina, distribuídos por toda a lâmina, sendo que eles apresentam coloração castanha avermelhada caracterizando a coloração da rocha. Tais minerais opacos podem ser limonita e goethita, e ainda, pode haver sulfetos.

A clorita, mineral pleocróico apresenta-se de duas maneiras, como mineral na forma de ripas, de tamanho menor que 0,1 mm e também como mineral tabular, hexagonal, subédrico, apresentando tamanho de até 0,2 mm. A clorita, principalmente na forma tabular se encontra alterada, com coloração mais amarelada.

Há veios de composição carbonática, entretanto o carbonato não se encontra somente em veios, mas também na própria matriz. E ainda, ocorrem pequenos veios dispersos na lâmina de composição quartzosa. Os grãos de quartzo são angulosos, possuem extinção ondulante e alguns deles se encontram recristalizados. Por fim, há submilimétricos cristais de biotita que se encontram dispersos na lâmina.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-262C – Metandesito com veios de quartzo sob a matriz de plagioclásio. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Opq: Minerais opacos, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-263A (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração cinza clara, matriz muito fina, porém observa-se a presença de pequenos cristais esbranquiçados que se destacam da matriz, estes cristais são de carbonato. Ainda, há finos cristais de anfibólio de coloração escura que se encontra fortemente orientados.

➤ **Lâmina: CM-263A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Muito fina
- Composição Modal Estimada:

±28% Plagioclásio (Labradorita)	±12% Carbonato
±18% Hornblenda	±3% Minerais Opacos
±17% Biotita	±5% Sericita
±17% Clorita	Traços Titanita
- Descrição da Lâmina:

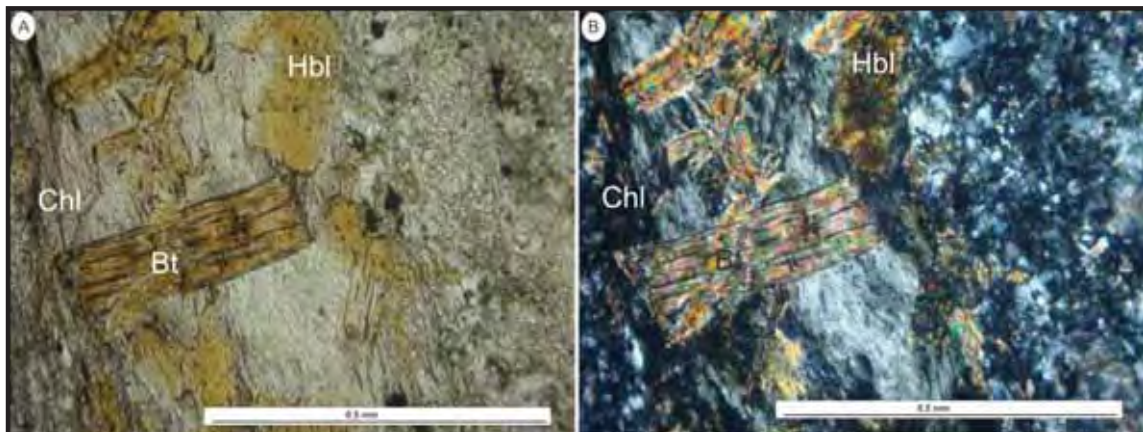
Rocha de granulação fina com matriz composta essencialmente por plagioclásios, clorita, micas, hornblenda e carbonato respectivamente. Os plagioclásios possuem composição sódico-cálcica, e foi classificada de acordo com o diagrama de Michel-Levy como labradorita. Os grãos de plagioclásio são bem pequenos, menores que 0,1 mm e apresentam extinção ondulante, não sendo observados cristais com geminação paralela.

A clorita possui coloração verde clara quando observada com os polarizadores paralelos, é fibrosa ou em forma de ripas tabulares e seu tamanho não ultrapassa 0,1mm. Já os cristais de biotita possuem coloração marrom e o tamanho é variável, não ultrapassando 0,5 mm. Nota-se que há domínios com biotita de tamanhos maiores e domínios com pouca biotita. Ocorre também um veio de quartzo com biotita nas bordas, este veio apresenta tamanho menor que 0,1 mm. A foliação da rocha é marcada pela orientação das biotitas. É possível observar que a biotita se encontra alterada, passando para hornblenda, porém estão se encontram em pequena quantidade.

A sericita ocorre principalmente sob os plagioclásios, são minerais muito pequenos, menores que 0,1 mm e ocorrem na forma de ripas incolores quando observadas com os polarizadores paralelos. São provenientes de alteração hidrotermal (sericitização).

Ocorrem ainda minerais opacos que representam aproximadamente 3% da lâmina, se encontram bastante dispersos, sendo que estão são grafita e sulfeto. Há traços de titanita que representa um mineral acessório, seu tamanho é submilimétrico, menor que 0,1 mm, coloração marrom e forma eudral.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-263A – Biotitas não orientadas se alterando para hornblenda. Matriz muito de fina de plagioclásio e clorita marcam uma textura granolepdoblástica. A) Sob polarizadores paralelos. B) Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Chl: Clorita e Hbl: Hornblenda.

DOMÍNIO SEDIMENTAR

- **Amostra: CM-174 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta-se alterada, com coloração cinza avermelhada, sua granulação é muito fina, porém observam-se veios de quartzo discordantes da foliação principal e um dos veios se encontra dobrado, mostrando a existência de um evento posterior a Dn. Trata-se de uma rocha com estrutura bandada.

➤ **Lâmina: CM-174**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metapelito carbonoso brechado
- Textura: Lepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

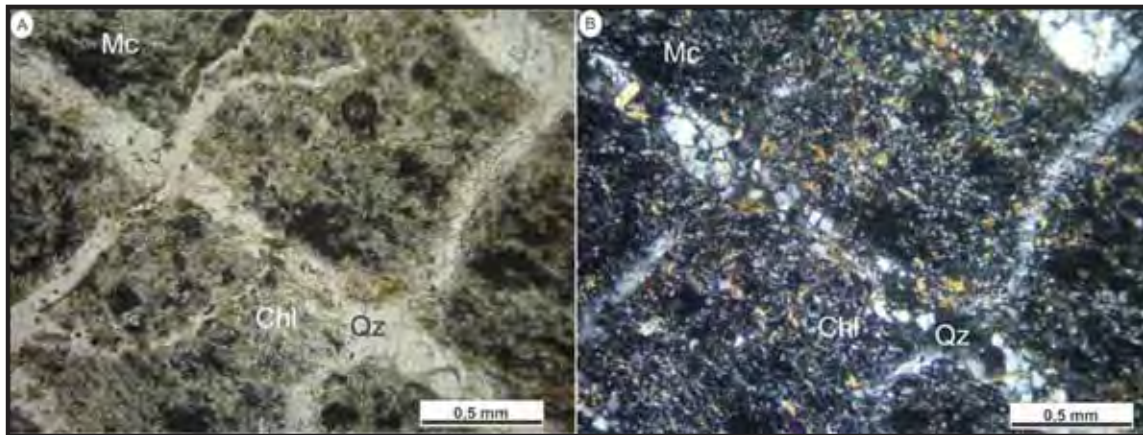
±32% Material Carbonoso	±14% Carbonato
±26% Clorita	±6% Sericita
± 17% Quartzo	±5% Outros Opacos
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta textura lepdoblástica, estrutura xistosa e é composta por material carbonoso (grafita), clorita, sericita, carbonato, quartzo, e minerais opacos. O material carbonoso se encontra distribuído por toda a lâmina, porém possui algumas porções com maior quantidade de material carbonoso. Esse material carbonoso possivelmente corresponde à grafita e marca a foliação principal da rocha, possui coloração preta e granulação fina. Outro mineral que marca a foliação principal da rocha é a clorita, que se apresenta principalmente na forma fibrosa em ripas, é pleocróica verde a marrom e seu tamanho é submilimétrico.

Por sua vez, os cristais de quartzo são arredondados a angulosos, com tamanho máximo de 0,1 mm, e apresentam extinção ondulante. Os carbonatos aparecem na forma de agregados muito finos e se encontram em contato com os veios de quartzo, possuem coloração acinzentada na presença dos polarizadores cruzados. A sericita, mineral incolor na presença dos polarizadores paralelos apresenta-se na matriz da rocha associada à clorita e ao material carbonoso.

Os minerais opacos presentes na lâmina, exceto a grafita, já mencionada, são representados também por sulfetos como pirita que apresenta hábito cúbico, e óxidos.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-174 – Metapelito brechado evidenciando veios de quartzo paralelos ou perpendiculares a foliação principal. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Mc: Material carbonoso e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-176 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração acinzentada com porções avermelhadas, sua estrutura é bandada, e a foliação Sn é bem marcada. Sua granulação é muito fina, possui matriz carbonática e grande quantidade de quartzo.

➤ **Lâmina: CM-176**

Descrição Microscópica:

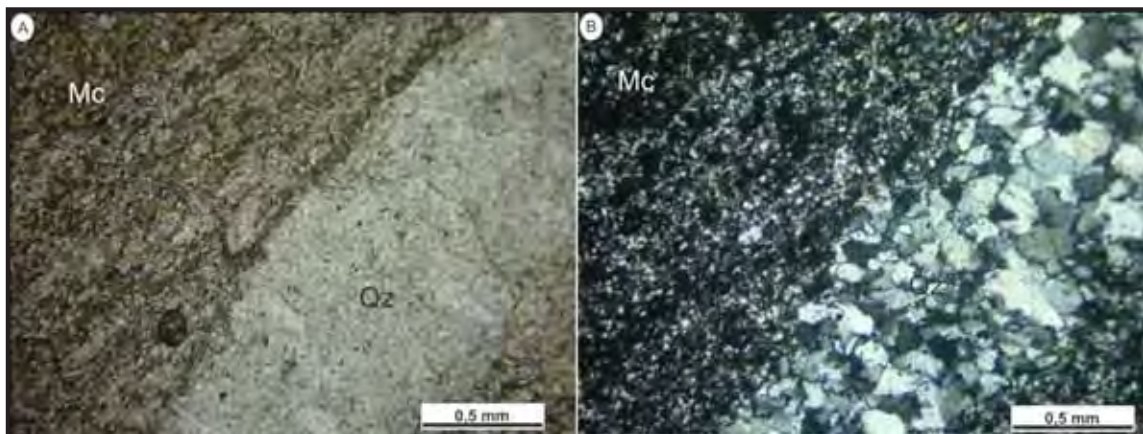
- Rocha: Metachert
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±65% Quartzo	±15% Material Carbonoso
±20% Carbonato	Traços Apatita
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta textura granoblástica e estrutura maciça e é constituída essencialmente por quartzo, material carbonoso e carbonato. Os cristais de quartzo formam agregados, são anedrais a subedrais e possuem tamanho máximo de 0,3 mm. Nota-se extinção ondulante na maioria dos grãos e quando se encontra nas porções onde há material carbonoso, os grãos de quartzo são menores, formando uma massa densa. O material carbonoso, possivelmente grafita, apresenta coloração marrom e se encontra intercalado com porções mais quartzosas. Esse material é que marca a orientação principal da foliação presente na rocha.

Há porções carbonáticas principalmente onde ocorre o material carbonoso, formando pequenos veios carbonáticos, onde é possível observar os grãos anedrais a subedrais de composição carbonática. Há traços de minerais acessórios como a apatita em que apresenta tamanho máximo aproximado de 0,1 mm. São grão subedrais e incolores na presença de polarizadores paralelos e são acinzentadas quando os polarizadores estão cruzados.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica félsica



Fotomicrografia da Lâmina CM-176 – Rocha de textura granoblástica, fina, com presença de veios de quartzo que estão dobrados. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Mc: Material carbonoso e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-232B (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração cinza, porém encontra-se amarelada devido à alteração. Sua granulação é muito fina, estrutura bandada com porções mais claras intercaladas com porções de minerais opacos.

➤ **Lâmina: CM-232B**

Descrição Microscópica:

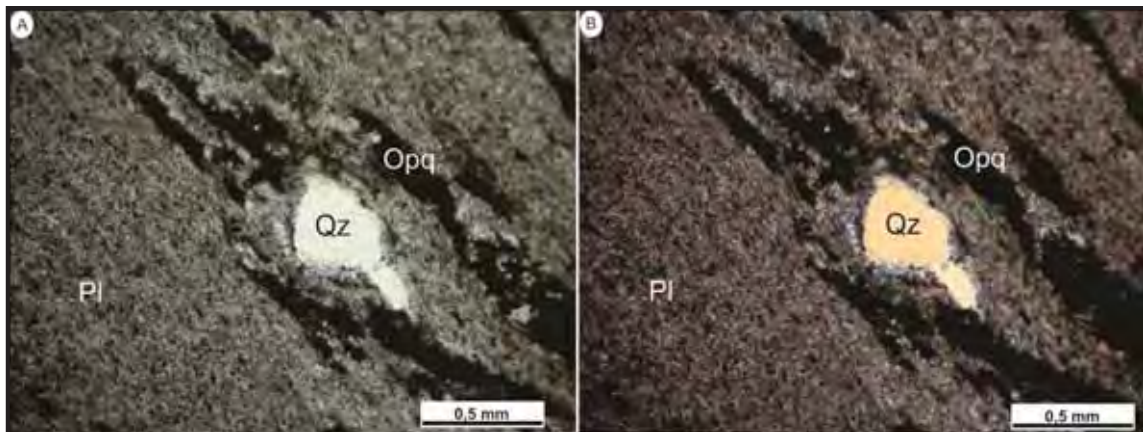
- Rocha: Grafita xisto
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Extremamente fina
- Composição Modal Estimada:

±25% Plagioclásio	±15% Grafita
±25% Quartzo	±10% Carbonato
±20% Clorita	±5% Outros Opacos

- Descrição da Lâmina:

Essa rocha apresenta granulação extremamente fina dificultando o diagnóstico mineralógico da rocha. No entanto é possível afirmar que a rocha apresenta textura granoblástica e sua estrutura é bandada, marcada pelos grãos de quartzo e plagioclásio (bandas claras) e grafita e clorita (bandas mais escuras). Ambas as bandas esta fortemente orientada segunda a foliação principal. Tanto o plagioclásio como o quartzo são submilimétricos, entretanto, numa porção mais quartzosa observou-se que ocorrem poucos grãos maiores, destacando-se da matriz muito fina. Tais grãos são angulosos e apresenta tamanho máximo de 0,2 mm. A clorita e a grafita também são minerais submilimétricos, mas esta última se encontra impregnada na lâmina. O carbonato encontra-se disseminado na lâmina, através de agregados muito finos. Por fim, os outros minerais opacos também estão orientados e possivelmente são representados por sulfetos.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina 232B – Rocha de matriz muito fina, porém são observados poucos cristais de quartzo que se destacam da matriz. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Opq: Minerais Opacos, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-237 (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra com alto grau de alteração, possui coloração cinza escuro a castanho e sua granulação é fina. A foliação principal Sn se encontra fortemente marcada pelos minerais micáceos e trata-se de uma rocha com estrutura xistosa.

➤ **Lâmina: CM-237**

Descrição Microscópica:

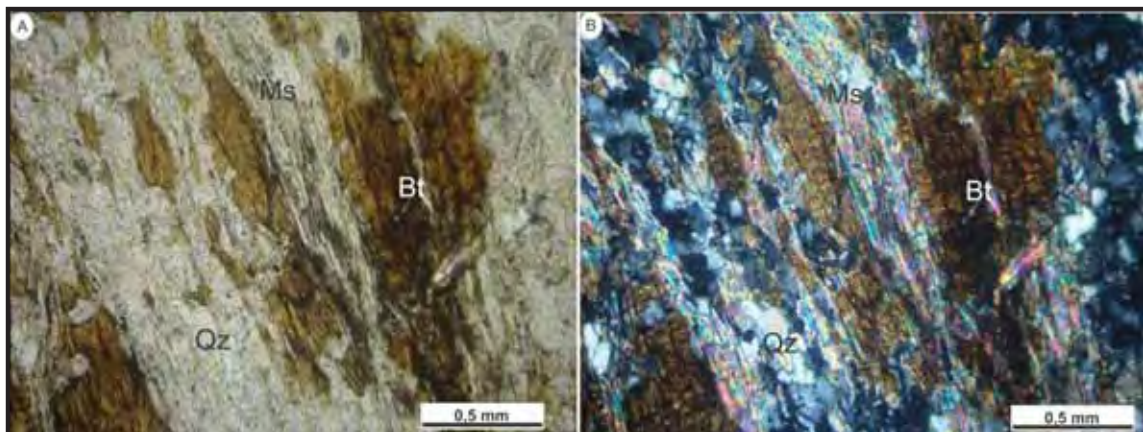
- Rocha: Mica Xisto
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±35% Quartzo	±9% Clorita
±30% Biotita	±1% Zircão
±25% Muscovita	Traços de opacos
- Descrição da Lâmina:

Ocorre grande quantidade de cristais de quartzo angulosos com tamanho aproximado de 0,2 mm. A maioria desses grãos apresenta extinção ondulante e alguns grãos de encontram alongados, formando pequenos veios, mas na maioria das vezes formam agregados. As micas presentes na rocha marcam a foliação e são representadas por biotita e muscovita. A biotita possui coloração marrom, é fibrosa e se encontra alterada, seu tamanho não ultrapassa 1,2 mm. Já os cristais de muscovita são incolores ou verde claros, tabulares e apresentam birrefringência alta. Encontram-se por toda a lâmina e geralmente estão em contato com a biotita, seu tamanho varia, porém não ultrapassa 0,4 mm.

A clorita possui coloração verde, forma tabular, e se apresenta com tamanho de no máximo 0,2 mm. Esse mineral apresenta-se na forma de cristais subédricos. Os cristais de zircão possuem hábito prismático, relevo alto e coloração castanha. Encontram-se próximos das biotitas e possuem tamanho de aproximadamente 0,25 mm. Ocorrem ainda traços de minerais opacos dispersos por toda a lâmina.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-237 – Textura fina compõe o mica xisto, onde a biotita e a muscovita são responsáveis por marcar a foliação principal. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-264 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta-se alterada, com coloração cinza clara, e se encontra com presença de dobramentos característicos do evento pós Dn. Observa-se ainda a ocorrência de um bandamento marcado por porções escuras, minerais opacos, intercalados com porções esbranquiçadas, quartzosas.

➤ **Lâmina: CM-264**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metachert
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Muito Fina
- Composição Modal Estimada:

±65% Quartzo

±10% Opacos

±12% Sericita

±3% Carbonato

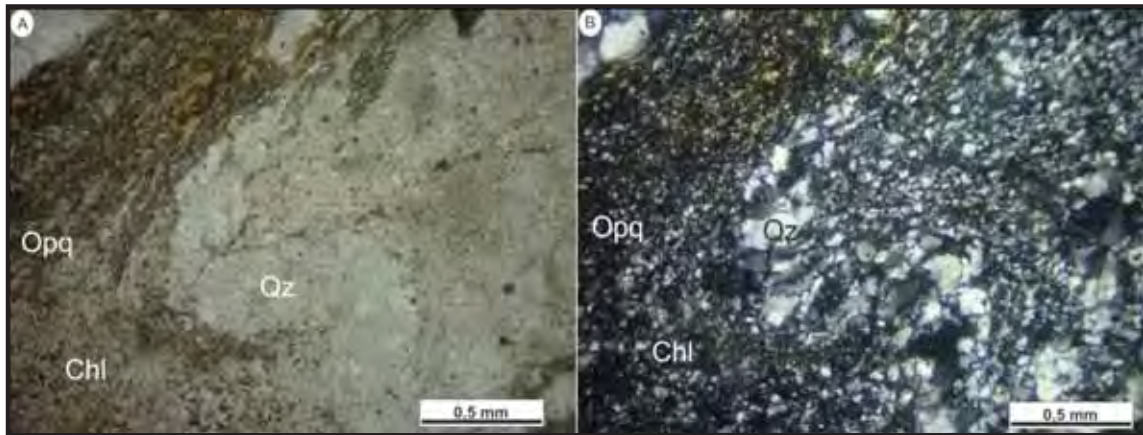
±10% Clorita

- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta estrutura milonítica, ou seja, apresenta clastos de quartzo recristalizados presentes numa matriz também quartzosa. O bandamento composicional encontra-se paralelo a foliação principal. Mineralogicamente a rocha é composta por quartzo, sericita, clorita, minerais opacos e carbonato. Os grãos de quartzo apresentam-se tanto na matriz, com tamanhos submilimétricos, como na forma de veios e clastos com tamanhos variados dos grãos. Observa-se que ocorre extinção ondulante na maioria dos grãos e que tais veios estão paralelos ao bandamento composicional da rocha, entretanto ocorrem dobramentos nesses veios marcados por minerais opacos como a grafita. A sericita se encontra sob os grãos de quartzo, são incolores na presença dos polarizadores paralelos e submilimétricas. A clorita possui hábito riiforme, coloração verde, tamanho submilimétrico, subedral a eudral.

Há minerais opacos carbonosos, grafita, que marca o dobramento da rocha. A grafita possui coloração castanha, é fibrosa e apresenta tamanho variado. Por fim, o carbonato é pouco visível na lâmina, pois se encontra muito disseminado, e está associado restritamente aos veios e clastos de quartzo.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica félsica



Fotomicrografia da Lâmina CM-264 – Matriz fina de quartzo e minerais opacos, porém ocorrem veios de quartzo com grãos maiores que estão fortemente dobrados. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Opq: Minerais Opacos e Qz: Quartzo.

Lâminas Pertencentes à Seção Geológica C-C'

DOMÍNIO MÁFICO

➤ Amostra: CM-251 (DAA)

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta-se com matriz muito fina sendo difícil distinguir sua composição mineralógica, mas possui coloração cinza escura, sua estrutura é maciça.

➤ Lâmina: CM-251

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica
- Granulação: Muito Fina
- Composição Modal Estimada:

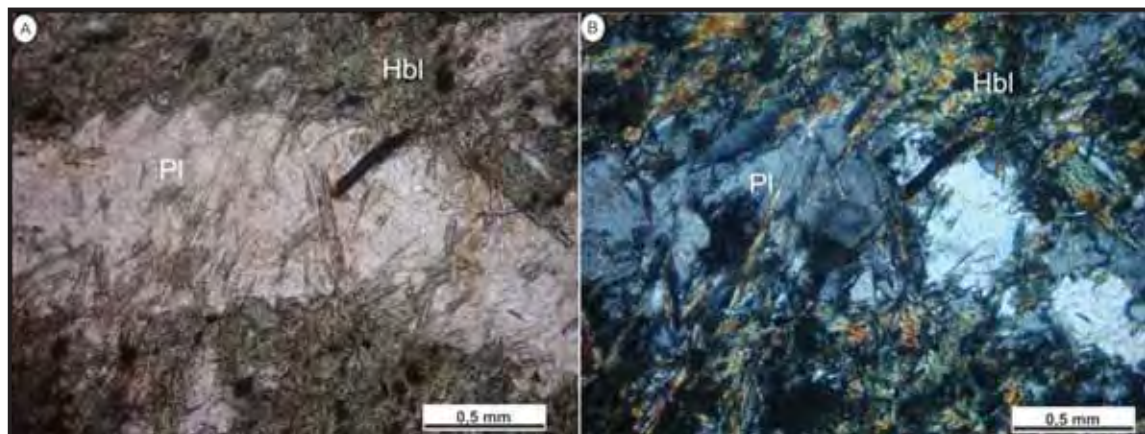
±32% Hornblenda	±10% Carbonato
±25% Plagioclásio	±10% Opacos
±22% Clorita	±1% Diopsídio
- Descrição da Lâmina:

A lâmina é composta principalmente por hornblenda, plagioclásio e clorita. A hornblenda, mineral pleocróico apresenta-se na forma prismática, com tamanho máximo 0,3 mm, possui coloração verde. Observa-se que a hornblenda quanto se encontra

próxima dos minerais opacos se encontra mais alterada, com coloração castanha. A clorita apresenta-se tanto na forma tabular quanto em forma de ripas, seu tamanho é menor que 0,2 mm e são esverdeadas, cristais subedrais e estão muitas vezes localizadas sob os grãos de plagioclásio. Os cristais de plagioclásio compõem a matriz da rocha e possui tamanho variável, pois alguns cristais podem apresentar mais que 0,5 mm. Ocorre extinção ondulante na maioria dos grãos de plagioclásio, e estes por sua vez não estão orientados.

Minerais opacos também estão presentes na lâmina, estes correspondem a sulfetos presentes nos metabasaltos descritos na literatura. Já os carbonatos que se encontram na matriz da rocha são acinzentados na presença dos polarizadores cruzados e estão disseminados na matriz da rocha. O diopsídio, mineral acessório, apresenta relevo alto, e birrefringência alta, e é pouco visível na lâmina, pois se encontra em pouca quantidade.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-251 – Há veios de plagioclásio dispersos numa matriz muito fina de anfibólio no qual não está orientado de acordo com a foliação da rocha. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Hbl: Hornblenda e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-342B (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração verde escuro a cinza escuro. Nota-se que mineralogicamente ocorrem anfibólios em grande quantidade, sua estrutura é maciça, porém observa-se foliação.

➤ **Lâmina: CM-342B**

Descrição Microscópica:

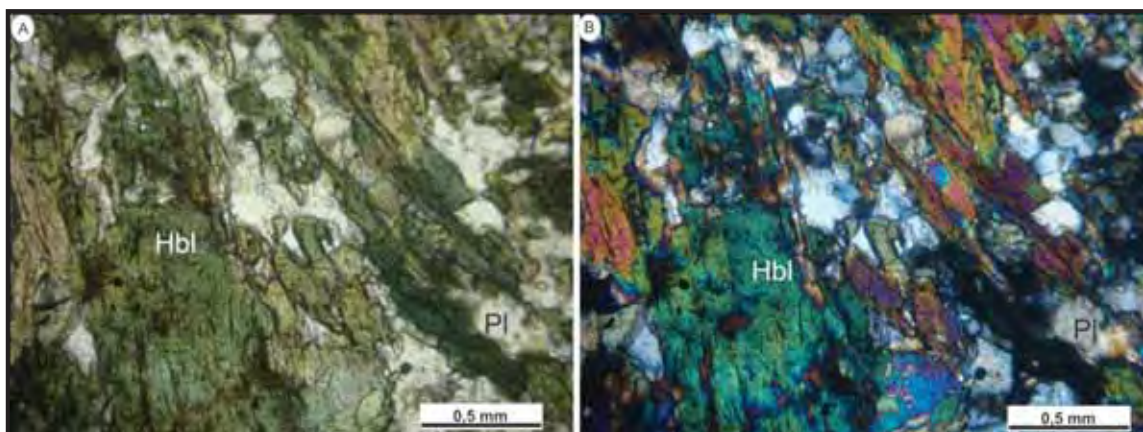
- Rocha: Metabasalto (Anfibolito)
- Textura: Nematoblástica
- Granulação: Média a grossa
- Composição Modal Estimada:

±45% Hornblenda	±5% Minerais Opacos
±35% Plagioclásio	±5% Biotita
±10% Clorita	
- Descrição da Lâmina:

A composição mineralógica da rocha é composta principalmente por hornblenda, plagioclásio, clorita, sericita e minerais opacos. A hornblenda, mineral pleocróico de coloração verde, hábito prismático apresenta tamanho bastante variado, mas no geral, a rocha apresenta textura grossa e os grãos ultrapassam 1 mm. Já os cristais de plagioclásio possuem tamanho máximo de 0,3 mm e estão bem deformados, muitas vezes apresentam-se recristalizados. Ocorrem ainda finas micas fibrosas submilimétricas em pequena quantidade, trata-se da biotita.

A clorita, mineral esverdeado tabular de relevo moderado apresenta tamanho submilimétrico e estão disseminadas na lâmina. Por fim, os minerais opacos presentes nesta lâmina se encontram disseminados, pouco expressivos e tratam-se possivelmente de sulfetos e óxidos.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Basalto



Fotomicrografia da Lâmina CM-342B – A rocha apresenta matriz média a grossa onde ocorrem porfiroblasto de hornblenda numa matriz de plagioclásio. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Hbl: Hornblenda e Pl: Plagioclásio.

DOMÍNIO FÉLSICO

➤ **Amostra: CM-2 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha é caracterizada pela granulação fina, coloração acinzentada e estrutura maciça. Trata-se de uma rocha com presença de carbonato na matriz, e por possuir matriz fina, sua composição mineralógica não é facilmente distinguível.

➤ **Lâmina: CM-2**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Lepdogranoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

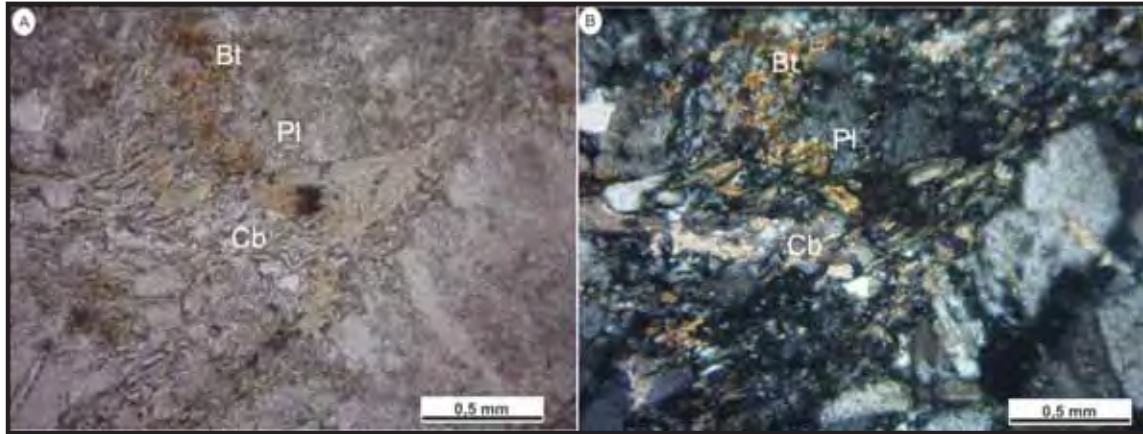
±35% Plagioclásio (Andesina)	±10% Biotita
±23% Clorita	±7% Sericita
±20% Carbonato	±5% Minerais Opacos
- Descrição da Lâmina:

A rocha é composta principalmente por plagioclásio, clorita, carbonato, sericita e em menores quantidades aparecem o quartzo, minerais opacos e biotita. Os cristais de plagioclásio são menores que 1 mm e de acordo com o diagrama de Michel-Levy trata-se da andesina. Ocorre extinção ondulante na maioria dos grãos de plagioclásio e também é possível observar geminação paralela. A sericita e o carbonato estão fortemente associados aos grãos de plagioclásio, pois se encontram sob esses grãos. A sericita, mineral ripeforme submilimétrico apresenta birrefringência alta e o carbonato, além de se encontrar na matriz e sob os grãos de plagioclásio, também pode ser observado na forma de agregados. A clorita, mineral de coloração esverdeada apresenta-se tanto na forma tabular quanto na forma de finas ripas, portanto seu tamanho varia muito, mas geralmente é submilimétrica. Os cristais de clorita apresentam-se espalhados por toda a lâmina, pois compõem a matriz da rocha, são na grande maioria euedrais.

Ocorrem ainda minerais opacos que se encontram disseminados na lâmina. Tais minerais possivelmente correspondem à titanita e aos sulfetos, por exemplo, pirita. Alguns sulfetos, os que estão sob cristais de clorita se encontram orientados. Ainda, observa-se a presença de pequenos cristais de biotita, estas por sua vez possuem

coloração marrom e estão associadas à clorita, observa-se que as poucas biotitas que restam estão se alterando para clorita, pois estão cloritizadas.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-2 – Metandesito com matriz carbonática e de plagioclásio. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Cb: Carbonato e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-253 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta matriz fina carbonática, coloração cinza e possui cristais esbranquiçados de plagioclásio que possuem tamanho médio de 1 mm. Ocorre ainda veio de quartzo orientado de acordo com a foliação Sn.

➤ **Lâmina: CM-253**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metadacito
- Textura: Lepdogranoblástica
- Granulação: Fina com presença de porfiroblasto
- Composição Modal Estimada:

±35% Plagioclásio	±15% Anfibólio
±25% Clorita	±5% Minerais Opacos
±20% Carbonato	
- Descrição da Lâmina:

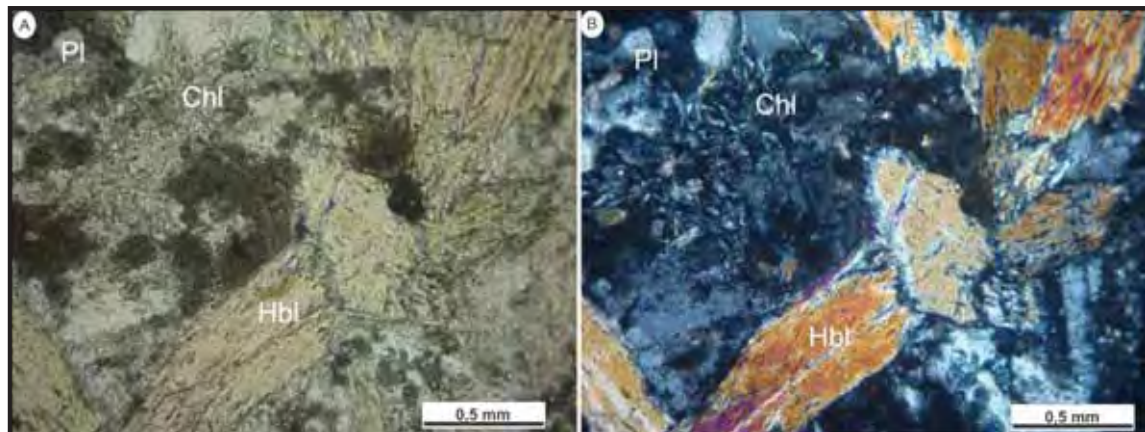
A lâmina apresenta textura lepdogranoblástica e é constituída principalmente por clorita, plagioclásio e carbonato. A clorita, mineral esverdeado, apresenta hábito tabular e possui tamanho variado, não ultrapassando 0,8 mm. Esse mineral se encontra muitas

vezes bastante alterado, com coloração marrom e não estão orientados. Os cristais de plagioclásio apresentam tamanho máximo de 0,8 mm, e muitas vezes ocorrem sob eles outros minerais como clorita e carbonato. Alguns grãos de plagioclásio possuem geminação paralela e também se encontram recrystalizados.

Nota-se a presença de um anfibólio incolor, de relevo alto e que possui birrefringência alta. Esse mineral possui tamanho máximo de 0,5 mm e é subedral.

A matriz da rocha é composta por carbonatos, minerais incolores que ficam acinzentados e amarelados na presença de polarizadores cruzados, são submilimétricos. Os minerais opacos também compõem a lâmina, são eles sulfetos como pirita e também ocorrem ilmenitas, e estão disseminados na lâmina.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-253 – Metadacito com presença de anfibólio e clorita numa matriz carbonática. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita Hbl: Hornblenda e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-258 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta estrutura maciça, coloração cinza clara e sua granulação é muito fina. Ocorre carbonatação na matriz da rocha, e a foliação Sn se encontra presente na amostra.

➤ **Lâmina: CM-258**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Fina

- Composição Modal Estimada:

±30% Plagioclásio	±10% Opacos
±23% Carbonato	±10% Quartzo
±15% Epidoto	±12% Clorita

- Descrição da Lâmina:

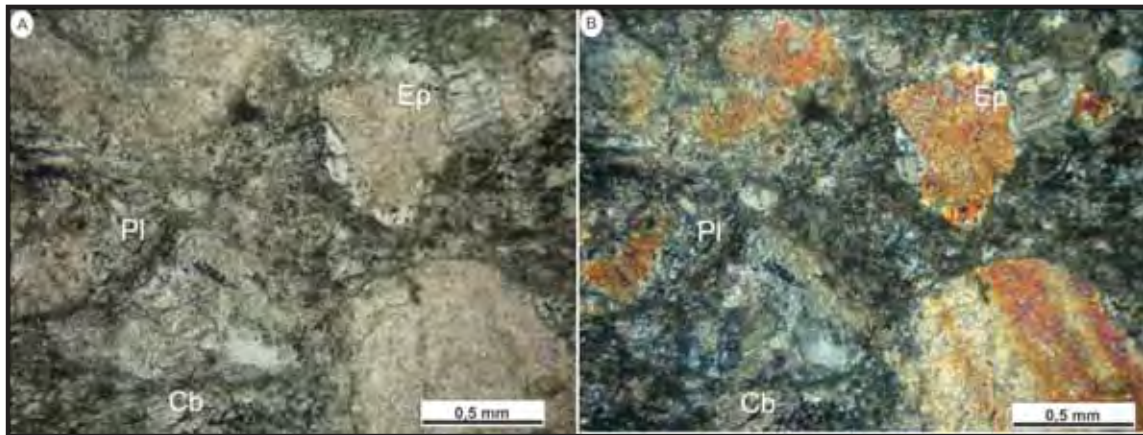
A rocha apresenta minerais sem orientação preferencial, evidenciando uma textura granoblástica caótica. Mineralogicamente é composta principalmente por carbonato, plagioclásio, quartzo, clorita e minerais opacos. O plagioclásio se encontra principalmente na forma de cristais maiores que se destacam na matriz carbonática e quartzosa. Os grãos de plagioclásio são subedrais e apresentam tamanho de até 1 mm. Já o carbonato se encontra na matriz e sob os grãos de plagioclásios na forma de agregados muito finos.

Há cristais de epidoto, muitas vezes alterado apresentando carbonato em sua borda. Esse mineral apresenta birrefringência alta e tamanho aproximado de 0,8 mm. O quartzo também compõe a matriz, são grãos angulosos e apresentam tamanho submilimétrico.

A clorita, mineral de coloração verde apresenta hábito tanto tabular quanto ripeforme, este último em maior quantidade. Encontra-se disseminada por toda a lâmina, seu tamanho também é submilimétrico quando está na forma de finas ripas, porém pode apresentar cristais anedrais com tamanho de até 0,3 mm, menos frequentes.

Os minerais opacos presentes na lâmina podem ser observados por toda sua extensão, pois ocorrem em grande quantidade. Tais minerais opacos são representados possivelmente por óxidos e sulfetos que muitas vezes estão orientados paralelos a foliação principal da rocha.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-258 – Rocha de textura caótica, com presença de cristais de epidoto imersos numa matriz carbonática. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Ep: Epidoto e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-260 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração cinza, estrutura maciça e sua granulação é muito fina, sendo difícil distinguir sua composição mineralogia, porém observa-se que há carbonato na matriz da rocha. A foliação Sn é marcada por minerais micáceos.

➤ **Lâmina: CM-260**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Lepdoblástica
- Granulação: média
- Composição Modal Estimada:

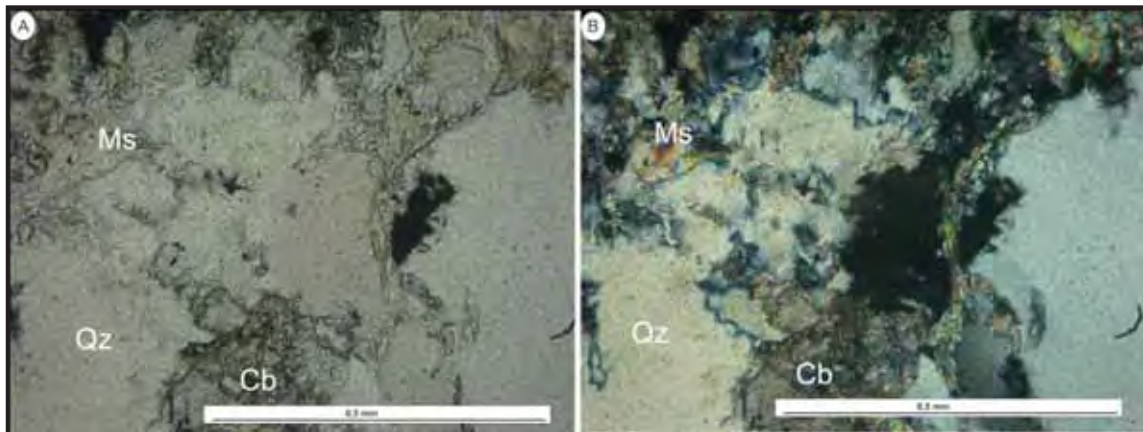
±28% Clorita	±15% Quartzo
±25% Carbonato	±12% Minerais Opacos
±19% Muscovita	±1% Epidoto
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta granulação média e é constituída principalmente por clorita, muscovita, carbonato, quartzo, minerais opacos e epidoto. A clorita, mineral pleocróico verde, se encontra de duas maneiras na lâmina, na forma de finas ripas submilimétricas e na forma tabular, sendo que não apresenta uma orientação muito definida. O carbonato pode ser observado compondo a matriz da rocha, formando agregados de cristais muito finos apresentando outros minerais presentes na lâmina sob esses agregados. O quartzo apresenta-se associado ao carbonato na forma de grãos subedrais,

enquanto que a muscovita, mineral fibroso, incolor na presença dos polarizadores paralelos, apresenta tamanho variado, não ultrapassando 0,2 mm.

Ocorrem ainda minerais opacos de coloração preta que corresponde a sulfetos e óxidos de manganês. Tais minerais se encontram dispersos por toda a extensão da lâmina e seus tamanhos não ultrapassam 0,4 mm. O epidoto, mineral acessório, apresenta coloração amarela clara e relevo alto.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-260 – Metandesito de matriz média com grande quantidade de carbonato na matriz quartzosa e micácea. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-261A (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração cinza clara, se encontra alterada, sua granulação é fina, no entanto nota-se a presença de porfiroblasto milimétricos e centimétricos de quartzo com carbonatação. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-261A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Piroclástica (Aglomerados vulcânicos)
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±30% Carbonato	±12% Cloria
±20% Quartzo	±6% Minerais Opacos

±15% Epidoto

±2% Plagioclásio

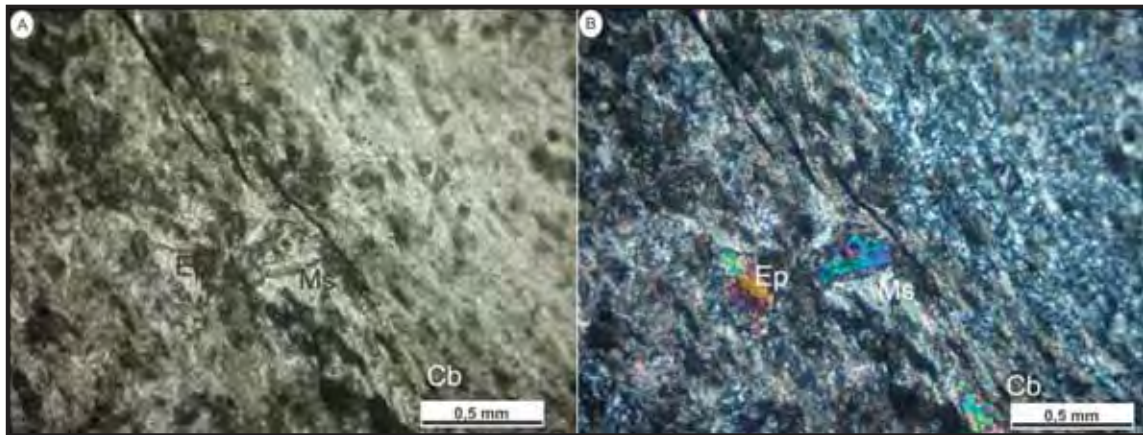
±15% Muscovita

- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta um grande clasto carbonático na lâmina e, portanto é composta principalmente por carbonato, epidoto, quartzo, clorita e secundariamente ocorrem plagioclásios e minerais opacos. Nota-se que a lâmina apresenta muitos fragmentos dos próprios minerais que a constituem e também possivelmente de rocha, que não foram considerados na porcentagem da composição modal estimada. O carbonato se encontra por toda a lâmina, ou seja, é o principal constituinte da matriz, mas também ocorre na forma de clastos muitas vezes arrebatados e dissolvidos. Já o epidoto ocorre de duas maneiras, uma na forma de pequenos fragmentos de tamanhos submilimétricos espalhados sob outros minerais e também na forma de cristais de aproximadamente 0,4 mm. O epidoto apresenta relevo alto, coloração amarela na presença de polarizadores paralelos e possui birrefringência moderada a alta.

Os grãos de quartzo são submilimétrico, na grande maioria das vezes, possui extinção ondulante e muitos deles apresentam-se recristalizados. A muscovita, mineral incolor fibroso se encontra principalmente associado à clorita, esta por sua vez, se encontra na forma tabular apresentando tamanho menor que 0,3 mm e também em finas ripas submilimétricas espalhadas sob a matriz carbonática e quartzosa. Os minerais opacos presentes correspondem possivelmente a óxidos e sulfetos, porém se encontram disseminados na lâmina. Observa-se que restam poucos plagioclásios dispersos e estes possuem tamanho máximo de 0,3 mm. Por fim, nota-se que há uma estrutura de fluxo marcada não somente pelos carbonatos dissolvidos, mas também pela existência dos fragmentos de rocha, que provavelmente trata-se de fragmentos de filito.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Lavas vulcânicas



Fotomicrografia da Lâmina CM-261A – Matriz do clasto presente na bomba vulcânica, onde a textura é fina. Há fragmentos de minerais que compõem a rocha e também fragmentos de rocha. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato e Ep: Epidoto.

➤ **Amostra: CM-261B (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra bastante alterada, sua coloração é acinzentada. Apresenta estrutura maciça e matriz fina, carbonática e ocorrem grãos de quartzo e plagioclásio. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-261B**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Piroclástica (Aglomerados vulcânicos)
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±28% Quartzo	±16% Clorita
±25% Carbonato	±10% Epidoto
±20% Plagioclásio	±1% Minerais Opacos
- Descrição da Lâmina:

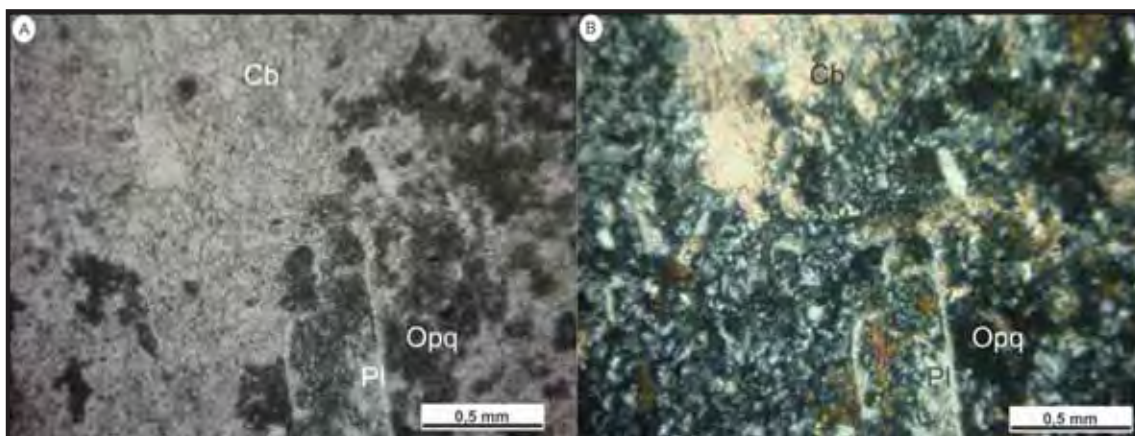
Essa lâmina apresenta a mesma constituição da lâmina CM-261A, porém esta lâmina refere-se à matriz da rocha. Mineralogicamente há quartzo, carbonato, plagioclásio, clorita, epidoto e minerais opacos. Essa lâmina também apresenta muitos fragmentos dos próprios minerais que a constituem e também possivelmente de rocha.

Os cristais de quartzo são menores que 0,2 mm, são incolores e apresentam extinção ondulante. O carbonato constitui a matriz da rocha e ocorre tanto na forma muito fina na matriz e também na forma de cristais maiores, muitas vezes parcialmente dissolvidos. Os cristais de plagioclásio exibem tamanho que não ultrapassam 1 mm,

porém a grande maioria apresenta tamanho médio de 0,5 mm. Segundo o diagrama de Michel-Levy o plagioclásio que constitui a lâmina corresponde a andesina, e por sua vez alguns grãos apresentam geminação paralela.

O epidoto ocorre na forma de pequenos fragmentos disseminados na matriz e também em cristais maiores, de no máximo 0,2 mm. O epidoto apresenta relevo alto e sua birrefringência é moderada a alta. A clorita se encontra na forma tabular e mais comumente apresenta-se na forma de ripas submilimétricas de coloração verde na presença dos polarizadores paralelos, possuem birrefringência baixa. Ocorrem também em menor quantidade, minerais opacos que se encontram disseminados na lâmina. Ressalta-se que a estrutura de fluxo observada na lâmina CM-261A é pouco evidente nesta lâmina apesar de observar fragmentos de rocha (possivelmente filito).

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Lavas vulcânicas



➤ **Amostra: CM-266 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta-se alterada, com cor amarelada a cinza. A granulação da rocha é fina, formando uma massa homogênea que dificulta a identificação mineralógica. A rocha possui carbonato na matriz e a foliação Sn é visível.

➤ **Lâmina: CM-266**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metandesito
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±30% Clorita

±16% Quartzo

±25% Minerais Opacos

±9% Sericita

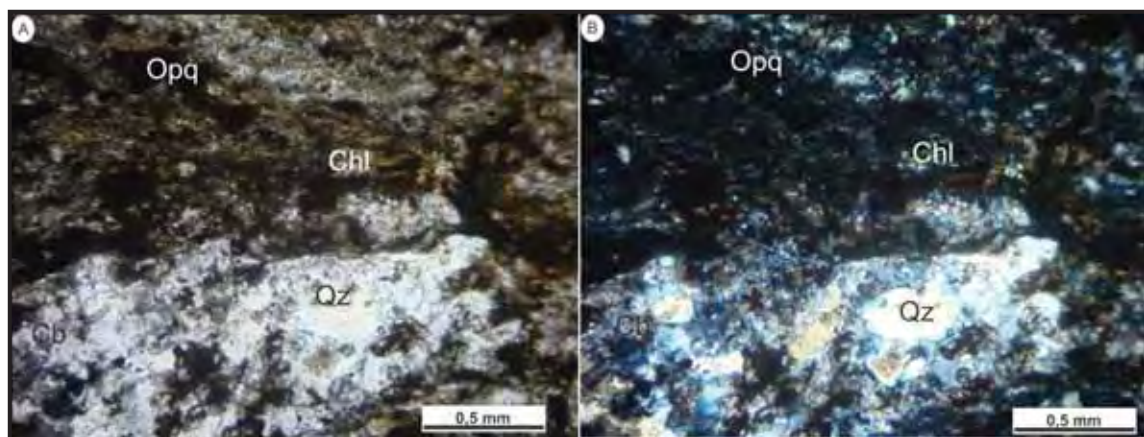
±20% Carbonato

- Descrição da Lâmina:

A rocha é constituída principalmente de clorita, minerais opacos, carbonato, quartzo e secundariamente ocorre sericita e plagioclásio. A clorita apresenta-se na forma de finas ripas de coloração verde, porém estão amareladas devido à alteração, possui birrefringência baixa, relevo moderado e é o mineral que mais compõe a lâmina. Por sua vez, ocorrem minerais opacos, como a grafita e outros minerais do grupo dos sulfetos. Esses minerais se encontram na forma disseminada, alguns se encontram alongados segundo uma orientação preferencial, a da foliação do evento Dn.

Já o carbonato apresenta-se na forma de agregado, isto é, ajuda a compor a matriz fina, porém muitas vezes ocorre na forma de pequenos veios. Os grãos de quartzo apresentam tamanho de no máximo 0,3 mm, estão alongados e são na maioria das vezes angulosos. Em alguns grãos foi possível observar extinção ondulante. Já a sericita ocorre em grãos submilimétricos espalhadas tanto na matriz quanto preferencialmente sob os grãos de quartzo. Por fim, os grãos de plagioclásio são observados em pequena quantidade espalhadas na matriz, possuem tamanho menor que 0,2 mm e são grãos euedrais.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-266 – Metandesito com textura fina e grande quantidade de minerais opacos, sua foliação é marcada pela clorita principalmente. A) Sob polarizadores paralelos. B) Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Opq: Minerais Opacos e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-267A (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração cinza, porém porfiroblasto de quartzo de coloração fumê ocorrem em grande quantidade e esses cristais são na maioria das vezes angulosos. Observa-se ainda a presença de finas micas.

➤ **Lâmina: CM-267A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Tufo de cristal
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Matriz fina com porfiroblastos
- Composição Modal Estimada:

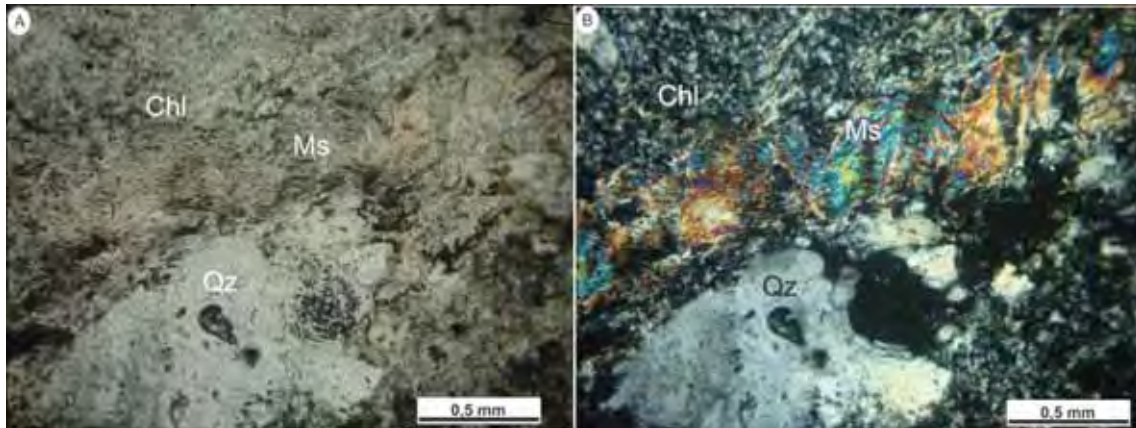
±67% Quartzo	±6% Carbonato
±12% Clorita	±5% Opacos
±10% Muscovita	Traços de Epidoto
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta como mineralogia principal porfiroblasto de quartzo e plagioclásio presentes numa matriz fina composta essencialmente por quartzo, clorita, sericita, plagioclásio, carbonato e minerais opacos. Os grãos de quartzo são angulosos, euedrais, e alguns grãos se encontram alongados. Os cristais desse mineral apresentam extinção ondulante, e não ultrapassam 1,0 mm. A clorita, mineral de coloração esverdeada apresenta-se na forma de finas ripas presentes na matriz da rocha, principalmente entre os grãos de quartzo, e associadas à muscovitas.

As muscovitas, minerais fibrosos que possuem birrefringência alta se encontram em algumas porções da lâmina. Nota-se que nas porções mais cloritizadas, com presença de muscovita há forte crenulação evidenciando um dobramento do evento pós Dn.

O carbonato pode ser observado na matriz da rocha e sob os porfiroblastos de plagioclásio, na forma de agregados. Ocorrem ainda, minerais opacos possivelmente correspondem a sulfetos. Por sua vez, o epidoto, mineral acessório, de relevo alto e coloração esverdeada se encontra sob porfiroblastos de plagioclásio.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-267A – Tufo de cristal contendo grande quantidade de porfiroblastos de quartzo, e também ocorrem ainda muscovita fortemente crenulada, evidenciando uma foliação posterior à principal. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-267C (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta coloração acinzentada, estrutura xistosa e a foliação principal Sn se encontra bem marcada. Observa-se que a rocha possui matriz fina e se encontra alterada.

➤ **Lâmina: CM-267C**

Descrição Microscópica:

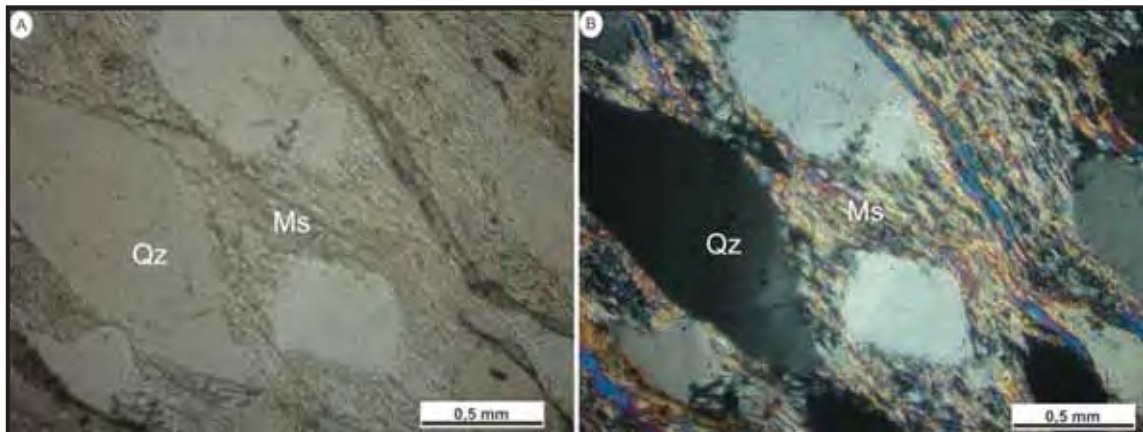
- Rocha: Tufo de cristal
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±31% Quartzo	±17% Carbonato
±22% Muscovita	±5% Plagioclásio
±20% Clorita	±5% Minerais Opacos
- Descrição da Lâmina

A rocha apresenta como mineralogia principal porfiroblastos de quartzo e plagioclásio, e sua matriz é composta por clorita, carbonato, muscovita e minerais opacos. Os porfiroblastos de quartzo apresentam tamanho máximo de 1 mm, e a grande maioria deles é anguloso, subédrico e se encontra alongado. A matriz é composta basicamente por pequenos grãos de quartzo e principalmente por carbonato, na forma de agregados muito finos. Já a clorita associa-se a muscovita, e possui coloração esverdeada e hábito na forma de ripas submilimétricas, e marca a foliação principal da

rocha, pertencente ao evento Dn. Por sua vez, a muscovita também marca a foliação principal, é incolor e bordejam os porfiroblastos de quartzo. Já o plagioclásio pode ser observado também como porfiroblastos de tamanhos variados, são angulosos e apresentam extinção ondulante. Os minerais opacos presentes na lâmina correspondem possivelmente a óxidos e se encontram muitas vezes orientados de acordo com a foliação principal.

- Padrão de Recristalização: Pré Sin Dn
- Protólito: Rochas vulcânicas



Fotomicrografia da Lâmina CM-267C – Grãos de quartzo são bordejados pela muscovita, que marca em conjunto com a clorita a foliação principal da rocha. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Ms: Muscovita e Qz: Quartzo.

DOMÍNIO SEDIMENTAR

➤ **Amostra: CM-18 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra com alto grau de alteração, sua coloração varia entre cinza e vermelha. Sua granulação é muito fina e sua estrutura é bandada. Ocorre veio de quartzo perpendicular à foliação principal, essa se encontra bem marcada.

➤ **Lâmina: CM-18**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Bif
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±30% Hematita

±15% Magnetita

±30% Quartzo

±5% Pirita

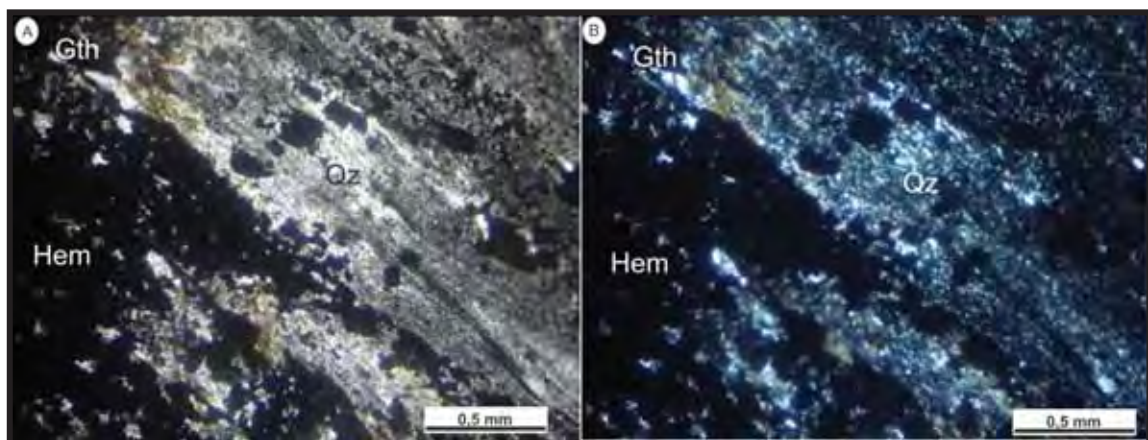
±20% Goethita

- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta estrutura bandada e é composta por grande quantidade de hematita, goethita, magnetita e quartzo, e em menor quantidade ocorre pirita. Bandas mais quartzosas estão orientadas, onde o quartzo apresenta tamanho submilimétrico na maior parte da lâmina e está impregnado pelos minerais opacos. A hematita encontra-se com hábito tabular preferencialmente, enquanto que a goethita apresenta hábito prismático e está limonitizada. Ambas apresentam tamanho aproximado de no máximo 0,2 mm.

Por sua vez, os grãos de quartzo são observados mais restritamente as bandas quartzosas, onde os grãos são submilimétricos e estão orientados segundo a foliação principal. Já a pirita se encontra de forma disseminada, em pequena quantidade e seu hábito cúbico pode ser observado diferenciando-a dos demais opacos.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica félsica



Fotomicrografia da Lâmina CM-18 – Bandas quartzosas e bandas ferruginosas. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Hem: Hematita, Gth: Goethita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM- 30 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha se encontra com alto grau de alteração, sua coloração varia entre cinza escuro e vermelho. A granulação é bastante fina, e sua estrutura é bandada. Observa-se veios milimétricos de quartzo, e, além disso, ocorrem dobramentos caracterizando evento posterior ao Dn.

➤ **Lâmina: CM-30**

Descrição Microscópica:

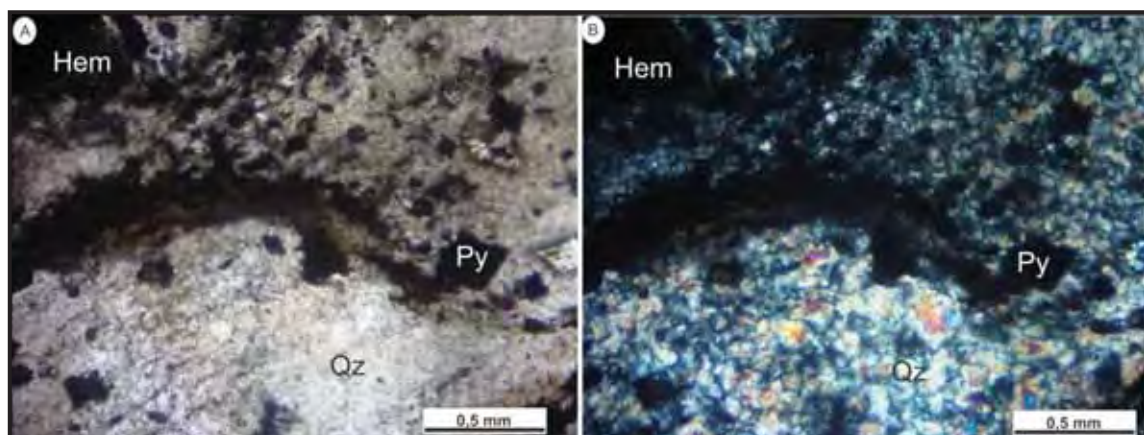
- Rocha: Bif
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Fina
- Composição Modal Estimada:

±45% Quartzo	±15% Magnetita
±30% Hematita	±5% Pirita
- Descrição da Lâmina:

A rocha também apresenta estrutura bandada, porém ocorrem bandas mais quartzosas do que bandas ferruginosas. A composição mineralógica é composta por quartzo, hematita, magnetita, e pirita. Assim, os cristais de quartzo apresentam tamanho máximo de 0,2 mm, extinção ondulante indicando que sofreu deformação e ainda ocorrem cristais recristalizados. A hematita é o principal mineral opaco que constitui essa rocha, e se encontra impregnada nos grãos de quartzo. A magnetita está associada à hematita, porém essa se encontra em menor quantidade.

A pirita também está associada aos outros minerais opacos, no entanto pode ser mais bem observada nas bandas quartzosas, apresentam hábito cúbico preferencialmente.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica félsica



➤ **Amostra: CM-257B (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração preta a acinzentada e se encontra alterada. Sua matriz é muito fina, no entanto é possível observar a presença de grafita.

Além disso, a rocha apresenta foliação Sn marcada paralelo aos bandamento composicional.

➤ **Lâmina: CM-257B (DAA)**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metapelito carbonoso
- Textura: Lepdoblástica
- Granulação: Muito Fina
- Composição Modal Estimada:

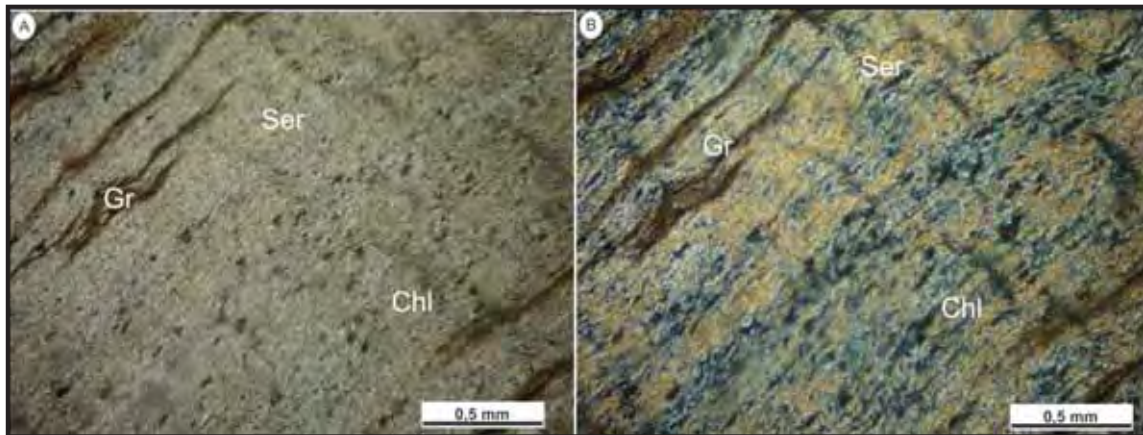
±30% Clorita	±10% Outros Opacos
±25% Grafita	±7% Carbonato
±25% Sericita	Traços Epidoto
±13% Quartzo	
- Descrição da Lâmina:

A lâmina apresenta textura lepdoblástica e estrutura bandada. A rocha é marcada pelo alinhamento de minerais opacos e clorita basicamente, esses minerais marca a foliação principal da rocha. Entretanto, nota-se uma forte crenulação marcada pela grafita e outros minerais opacos, possivelmente magnetita. A clorita, mineral esverdeado, apresenta-se na forma de finas ripas submilimétricas orientadas. Já a grafita, mineral de coloração preta a castanha, apresenta-se na forma de finas fibras, muitas vezes crenuladas evidenciando outra fase deformacional, pós Dn.

A sericita, mineral de relevo baixo e incolor na presença de polarizadores paralelos é observada compondo a matriz da rocha, porém ela se encontra também muito fina e apresenta coloração azulada na presença dos polarizadores cruzados. Os grãos de quartzo tanto compõem a matriz quanto podem também apresentar-se em grãos maiores, dispersos na rocha, porém de forma geral são menores que 0,1 mm.

O carbonato se encontra também na matriz da rocha e os outros minerais opacos podem ser representados pela magnetita e por sulfetos que se encontram disseminados na rocha. Há traços de epidoto, mineral acessório de tamanho menor que 0,1 mm, possui relevo alto e coloração amarelada.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-257B – Textura fina presente no metapelito carbonoso, e a grafita se encontra crenulada evidenciando a presença de uma segunda foliação. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Gr: Grafita e Ser: Sericita.

➤ **Amostra: CM-259 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha apresenta-se bastante alterada com coloração cinza e porções amareladas. A granulação é muito fina, e nota-se a presença de grafita e sericita. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-259**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Metapelito carbonoso

Textura: Lepidoblástica

- Granulação: Muito Fina

- Composição Modal Estimada:

±32% Clorita

±13% Quartzo

±27% Grafita

±8% Sericita

±15% Carbonato

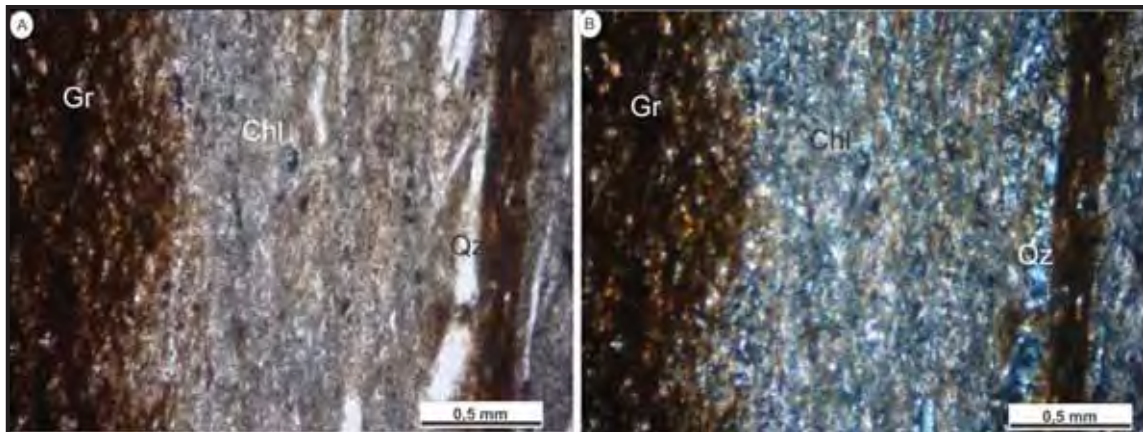
±5% Outros Opacos

- Descrição da Lâmina:

A lâmina é constituída principalmente por clorita, grafita, quartzo, carbonato, sericita e outros minerais opacos, como sulfetos. A clorita, mineral esverdeado fino, possui hábito tabular, tamanho submilimétrico e marca a foliação principal da rocha. A grafita, mineral fibroso de coloração castanha, apresenta-se tanto em porções mais carbonosas, como em porções menos carbonosas, ou seja, a rocha se encontra bandada com mais ou menos material carbonoso. Assim, a grafita também marca a foliação principal, porém como a foliação S_n se encontra pouco crenulada, a grafita representa a fase deformacional posterior a D_n .

Os cristais de quartzo compõem a matriz da rocha, são muito finos, de tamanho submilimétricos, mas também podem ser observados em poucos veios retilíneos que cortam a lâmina. Tais veios se encontram na mesma direção da foliação principal. O carbonato também constitui a matriz da rocha, assim como a sericita, mineral incolor na presença dos polarizadores paralelos. Ocorrem outros minerais opacos além da grafita, como sulfetos, possivelmente pirita.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-259 – Bardas mais quartzosas e bandas mais grafitosas estão presentes nesse metapelito carbonoso. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Chl: Clorita, Gr: Grafita e Qz: Quartzo.

➤ **Amostra: CM-340A (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração cinza, granulação fina média com presença de cristais de granada. Os minerais micáceos marcam a foliação principal da rocha.

➤ **Lâmina: CM-340A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Mica Xisto
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Fina a média
- Composição Modal Estimada:

±40% Plagioclásio	± 5% Clorita
±20% Biotita	±5% Cordierita
±10% Estaurolita	±5% Quartzo

±10% Granada

±5% Muscovita

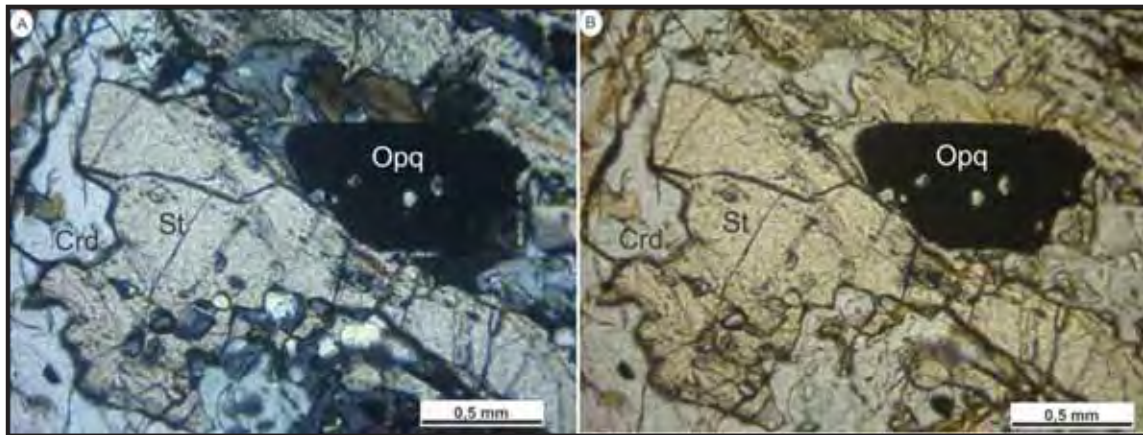
- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta como mineralogia principal plagioclásio, biotita, granada, estaurolita e em menor quantidade clorita e cordierita. Os cristais de plagioclásio são angulosos, algumas vezes apresentam-se deformados, possui extinção ondulante e geminação paralela. De acordo com o gráfico de Michael-Levy, diagnosticou que o plagioclásio pertence ao campo da Andesina. Os grãos apresentam tamanho aproximado de 0,5 mm e muitos deles estão recristalizados. Já a biotita, mineral fibroso de coloração castanha apresenta tamanho variado, é a responsável por marcar a foliação principal da rocha em conjunto com a muscovita, na qual esta se encontra em finas ripas associadas a biotita.

Há cristais de estaurolita, mineral de relevo alto, com figura de interferência biaxial positiva, e coloração amarela clara. Esse mineral apresenta variação de tamanho, são geralmente subédricos. As granadas, mineral de relevo alto também são subedrais, apresentam tamanho de até 1 mm e estão dispersos por toda a lâmina. Observou-se que há uma foliação pré-Dn existente nos cristais de granadas, pois quando estes cristais estão rotacionadas a foliação dentro delas também se encontra rotacionada. A clorita, mineral de hábito tabular está disseminada na lâmina e apresenta tamanho submilimétrico.

Por sua vez, a cordierita pode ser observada nas bordas dos cristais de estaurolita, são minerais com relevo pouco maior que o quartzo, apresenta figura de interferência biaxial negativa e estão substituindo a estaurolita. Já os grãos de quartzo estão em conjunto com os cristais de plagioclásio, porém se encontram em menor quantidade. São grãos subedrais, angulosos, e possuem extinção ondulante, podendo apresentar grãos de até 0,2 mm.

- Padrão de Recristalização: Pré Sin Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-340A – Cristal de estaurolita está sendo substituída pela cordierita, visto que esta se encontra sempre nas bordas da estaurolita. As bordas estão bastante irregulares já evidenciando uma substituição. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Crd: Cordierita, Opq: Minerais Opacos e St: Estaurolita.

➤ **Amostra: CM-344A (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração preta a acinzentada e se encontra alterada. Sua matriz é muito fina, no entanto é possível observar a presença de grafita. Além disso, a rocha apresenta foliação Sn marcada paralelo aos bandamento composicional.

➤ **Lâmina: CM-344A**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Mica xisto
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Muito Fina
- Composição Modal Estimada:

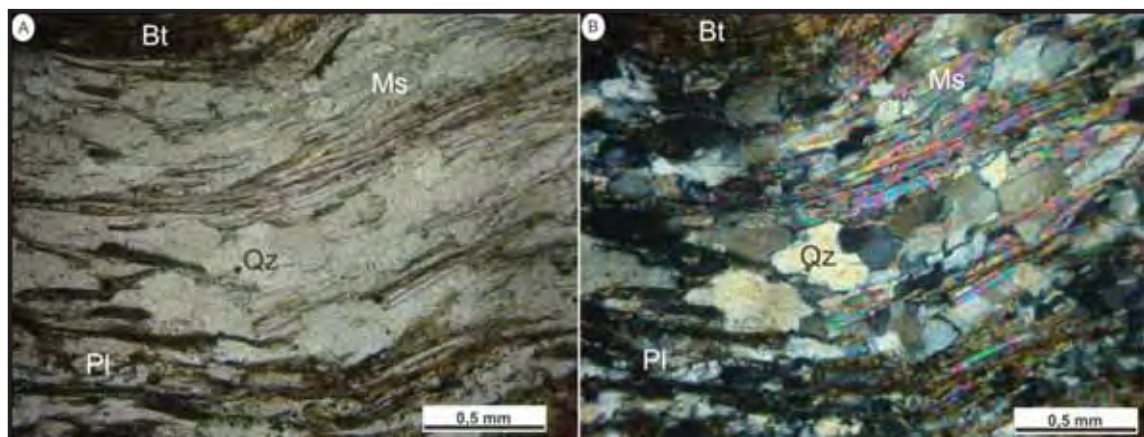
±38% Plagioclásio	±13% Muscovita
±25% Biotita	±5% Outros Opacos
±15% Quartzo	±5% Grafita
- Descrição da Lâmina:

A lâmina apresenta textura lepdoblástica e estrutura bandada, e se encontra fortemente foliada. Mineralogicamente é composta por plagioclásio, biotita, quartzo, minerais opacos (grafita, sulfetos e óxidos). Os cristais de plagioclásio apresentam tamanho variado, não ultrapassando 0,2 mm, alguns grãos estão recristalizados. Ocorre extinção ondulante nos grãos de plagioclásio, mas não foi possível diagnosticar sua composição de acordo com o diagrama de Michael-Levy. A biotita, mineral fibroso de

coloração castanha marca a foliação da rocha em conjunto com a muscovita, porém ocorrem cristais que não seguem a orientação preferencial. Esse mineral possui tamanho variado, chegando a possuir mais de 0,5 mm de tamanho. A muscovita se encontra próximo às biotitas, muitas vezes em contato, e estão presentes na forma de finas fibras.

Os grãos de quartzo também apresentam extinção ondulante, no entanto estão restritos a porções mais quartzosas imersas na matriz de plagioclásio. Esse mineral apresenta tamanho aproximado de 0,3 mm e estão recrystalizados. Por fim, os minerais opacos são compostos por grafita e provavelmente sulfetos, sendo que o primeiro pode ser responsável pela pequena crenulação existente na rocha.

- Padrão de Recristalização: Sin Tardi Dn
- Protólito: Rochas pelíticas



Fotomicrografia da Lâmina CM-344A – Textura fina do mica xisto, onde os cristais de muscovita e biotita marcam a foliação principal da rocha, no entanto é possível observar que ocorre recrystalização do quartzo evidenciando uma foliação posterior à principal. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Bt: Biotita, Ms: Muscovita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo.

ROCHAS INTRUSIVAS

➤ **Amostra: CM-255 (DAA)**

Descrição Macroscópica: A rocha possui coloração cinza escura, se encontra pouco alterada, sua granulação é média, pois é possível observar pequenos cristais de anfibólio inseridos numa matriz fina de plagioclásio. Trata-se de uma rocha com estrutura maciça.

➤ **Lâmina: CM-255**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Domínio Subvulcânico - Diorito
- Textura: Granolepdoblástica
- Granulação: Média a grossa

- Composição Modal Estimada:

±32% Clorita

±10% Quartzo

±30% Plagioclásio

±8% Minerais Opacos

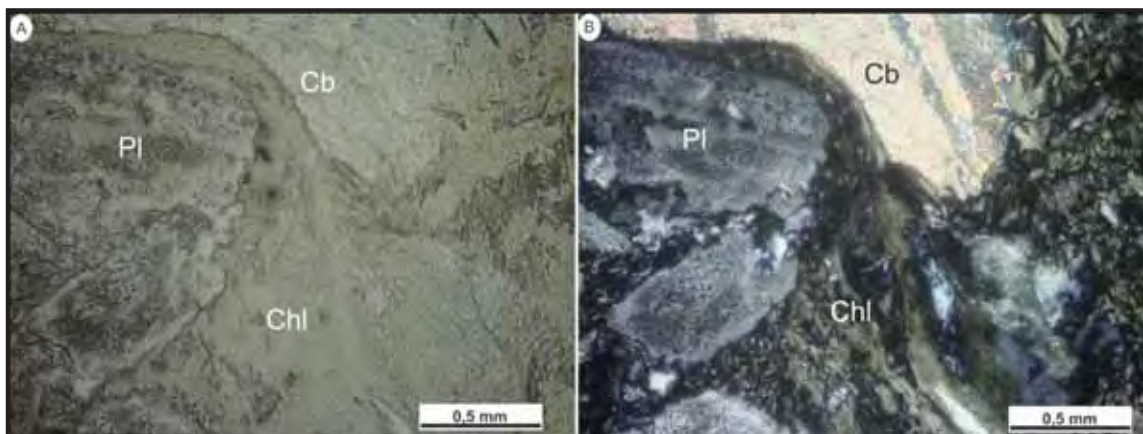
±20% Carbonato

- Descrição da Lâmina:

A rocha apresenta estrutura granulosa a maciça e é composta mineralogicamente por clorita, plagioclásio, carbonato, quartzo e minerais opacos. Ocorrem ainda muitos fragmentos dos próprios minerais presentes. A clorita é o mineral responsável por marcar a foliação principal da rocha, apresenta coloração verde pálida e hábito tanto ripeforme quanto tabular, e geralmente são submilimétricas, assim ocorrem cloritização na rocha. Os cristais de plagioclásio não estão orientados de acordo com a foliação principal, e ocorrem associados ao carbonato. Através do diagrama de Michael-Levy foi diagnosticada a composição do plagioclásio, tratando-se da andesina. Extinção ondulante e geminação paralela são reconhecidas nesse mineral.

O carbonato encontra-se de forma muito fina disseminado na matriz e a maioria das vezes está na borda do plagioclásio. Os cristais de quartzo são pouco observados, porém estão restritos a porções quartzosas e alguns grãos estão recristalizados. Por fim, os minerais opacos presentes nessa lâmina não seguem uma orientação preferencial, e possivelmente trata-se de sulfetos.

- Padrão de Recristalização: Pré Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-255 – A rocha apresenta textura média, carbonática, sua foliação é marcada pela clorita, na qual esta se encontra bordejando os cristais e plagioclásio. **A)** Sob polarizadores paralelos. **B)** Sob polarizadores cruzados. Cb: Carbonato, Chl: Clorita e Pl: Plagioclásio.

➤ **Amostra: CM-337 (DBA)**

Descrição Macroscópica: A rocha é leucocrática, apresenta textura sal e pimenta e estrutura maciça. Mineralogicamente observa-se a presença de quartzo que corresponde cerca de 40% da rocha, e há minerais micáceos.

➤ **Lâmina: CM-337**

Descrição Microscópica:

- Rocha: Granitóide
- Textura: Granoblástica
- Granulação: Média
- Composição Modal Estimada:

±40% Quartzo

±12% Biotita

±30% Feldspato

±3% Minerais Opacos

±15% Muscovita

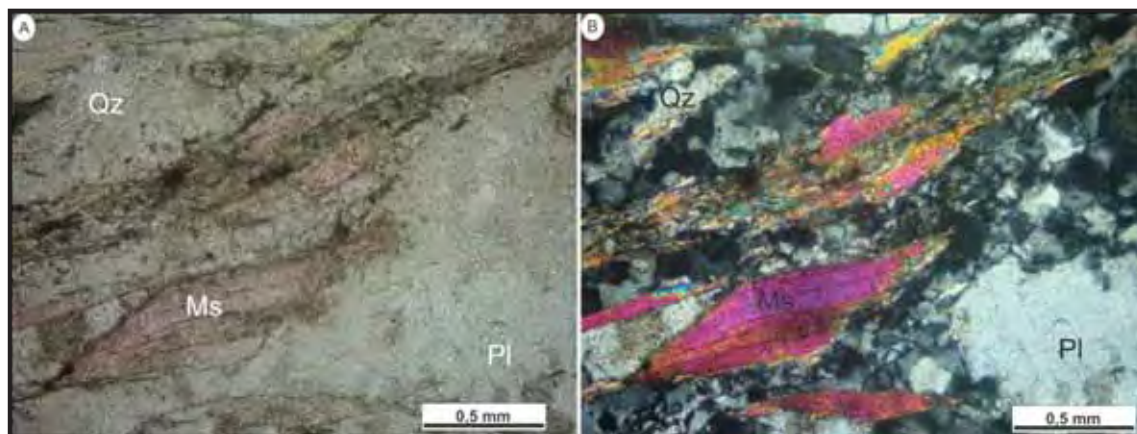
- Descrição da Lâmina:

A lâmina apresenta bandamento composicional paralelo à foliação principal, na qual é marcada principalmente pela muscovita. A textura predominante é granoblástica, no entanto ocorrem finas bandas de muscovita. Mineralogicamente a rocha é composta por quartzo, feldspato, muscovita, biotita e minerais opacos.

Os grãos de quartzo apresentam tamanho máximo de 0,5 mm, estão recristalizados e compõem juntamente com o feldspato a matriz da rocha. Os grãos de feldspato são maiores, destacam-se quando comparados com os grãos de quartzo, apresentando aproximadamente 1 mm, muitas vezes possuem geminação cruzada.

As micas presentes nessa lâmina são principalmente a muscovita e em menor quantidade a biotita. As muscovitas apresentam tamanho de até 0,8 mm, e estão presentes formando finas bandas ao redor dos grãos de quartzo e plagioclásio, contornando-os. Foi observada a presença de mica-fish que evidencia o movimento tectônico da rocha, indicando movimento sinistral. As biotitas, minerais de coloração castanha clara estão presentes em finas fibras de tamanho menor que 0,2 mm e geralmente em conjunto com a biotita. Por fim, os minerais opacos presentes são representados por sulfetos e estão disseminados na lâmina.

- Padrão de Recristalização: Sin Dn
- Protólito: Rocha vulcânica



Fotomicrografia da Lâmina CM-337 – Granitóide de textura média com presença de mica-fish, indicador cinemático de movimento. **A)** Sob polarizadores paralelos e **B)** Sob polarizadores cruzados. Ms: Muscovita, Pl: Plagioclásio e Qz: Quartzo.