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

MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE VILA ESTRELA, DISTRITO DE CUMARU DO NORTE, SUDESTE DO PARÁ

FELIPE SANTANA BÜTTNER

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA "TRABALHO FINAL DE CURSO" (IGL 108/ATL)

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2012

MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE VILA ESTRELA, DISTRITO DE CUMARU DO NORTE, SUDESTE DO PARÁ.

FELIPE SANTANA BÜTTNER

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ, COMO REQUISITO NECESSÁRIO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM GEOLOGIA.

ORIENTADOR: PROF. DR. ATLAS VASCONCELOS CORRÊA NETO

APROVADO POR:

Prof. Dr. Atlas Vasconcelos Corrêa Neto, UFRJ

Prof. Dr. Ciro Alexandre Ávila, UFRJ

Geólogo, *MSc* Felipe Mattos Tavares, CPRM

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2012

BÜTTNER, Felipe Santana

Mapeamento Geólogico da Região de Vila Estrela, Distrito de Cumaru do Norte, sudeste do Pará.

XIII, 61 p. 29,2 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, B. Sc., Curso de Graduação em Geologia, 2012).

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Atlas Vasconcelos Corrêa Neto

Agradecimentos

Agradeço aqui às pessoas que, direta ou indiretamente, tornaram possível a conclusão deste trabalho. Primeiramente, ao meu orientador prof. Atlas V. Corrêa Neto, pela oportunidade, dedicação e ensinamentos (espero que ainda possamos ter muitas conversas geológicas) e ao prof. Rüdolph A. J. Trouw pela orientação neste e em trabalhos anteriores.

Também sou grato à mineradora IAMGOLD-Brasil, a qual desde o início deu todo o apoio e condições necessárias para que o trabalho pudesse ser feito da melhor maneira; ao geólogo e gerente da IAMGOLD no Brasil, Milton Prado e à equipe do Projeto Vila Estrela: os geólogos Luedson Manduca e Fernando Vasquez e os técnicos e prospectores Vilmonde, Domício, Zezinho e Zé Patrício.

Da mesma forma, agradeço aos geólogos do DEGEO/CPRM-RJ, Felipe Tavares e Jane Nobre, pelo ano de amizade e aprendizados. Agradeço também aos funcionários e professores do Departamento de Geologia da UFRJ e aos membros da Xisto-Empresa Júnior de Geologia, com quem muito aprendi. Um agradecimento especial à todos os amigos do Diretório Acadêmico Joel Gomes Valença e à toda comunidade geológica da Geologia-UFRJ, muito obrigado pelos momentos inesquecíveis e pelas risadas sinceras e eternas.

Mas agradeço, principalmente, às pessoas que ajudaram a formar o caráter e a criar a raiz forte do homem que hoje sou. À minha família e aos meus amigos sinceros, agradeço pela paciência e carinho em todos esses anos. Não sei se um dia já pude dizer o quanto é eterno meu amor por vocês mãe, pai, avó, avô, Marco, Isadora e irmãos.

Felipe Santana Büttner
Rio de Janeiro, 06/02/2012

RESUMO

BÜTTNER, Felipe Santana. **Mapeamento Geológico da Região De Vila Estrela, Distrito de Cumaru do Norte, Sudeste do Pará.** Rio de Janeiro, 2012. XIV, 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A área estudada abrange a região de Vila Estrela, no município de Cumaru do Norte, extremo sudeste do estado do Pará, próximo à fronteira tríplice entre os estados do Pará, Mato Grosso e Tocantins. O contexto geológico e geotectônico da região representa a evolução de metassedimentos Paleoproterozoicos sobre embasamento granito-gnáissico Arqueano, localizados no Domínio Santana do Araguaia, Província Transamazonas. Foi realizado mapeamento geológico na escala 1:25.000 e o resultado foi o reconhecimento de diversos litotipos, agrupados em duas unidades informais. São elas: Unidade 1-Embasamento (composto por granitóides e ortognaisses) e Unidade 2-Metassedimentos (metacalcáreo branco, metapelito ardoseano, metacalcáreo, metassiltito, metacalcáreo preto, filito carbonoso, meta-arenitos e subvulcânicas máficas). Os metassedimentos podem ser correlacionáveis com a Fm. Fazenda Santa Fé, embora sua parte superior também seja similar à Fm. Gorotire. Os elementos estruturais observados foram agrupados em duas fases de deformação: Dn e Dn+1. A fase Dn, responsável pela geração da foliação principal Sn, paralela ao plano axial de dobras fechadas isoclinais com vergência para Sul, encontra-se (sub)paralela ao acamamento sedimentar primário dos metassedimentos. A fase Dn+1 gerou dobras abertas com vergência para Nordeste e eixo caindo para NNW. O metamorfismo regional da área (M1) pode ser caracterizado como de baixo grau, fácies sub-xisto verde, o qual foi sobreposto por um evento posterior (M2) relacionado à possível intrusão, a qual gerou metamorfismo de contato na fácies albita-epidoto-hornfels e infiltração de fluidos tardi-magmáticos hidrotermais, além de um evento de caráter retrógrado tardi-M2. A partir de então, conclui-se que os eventos hidrotermais que afetaram as rochas de Vila Estrela situam-se próximo ao contato entre as unidades 1 e 2; e que a idade máxima obtida para a deposição dos metassedimentos (<1.9Ga) não condiz com as idades tradicionalmente atribuídas para a deformação e metamorfismo no Domínio Santana do Araguaia (Província Transamazonas). Essa idade máxima também questiona a correlação entre os metassedimentos de Vila Estrela com os da Fm. Fazenda Santa Fé, tida como Arqueana. Já a Fm. Gorotire, cuja idade de deposição é similar aos metassedimentos aqui descritos, têm estratigrafia similar apenas ao topo dos metassedimentos de Vila Estrela.

ABSTRACT

BÜTTNER, Felipe Santana. **Geological Mapping of Vila Estrela Region, District of Cumaru do Norte, Southeast of Pará.** Rio de Janeiro, 2012. XIV, 61 p. Graduation work (BS Geology) - Department of Geology, Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro.

The study area covers the region of Vila Estrela in a district of Cumaru do Norte, southeast corner of the Pará state, near the triple border between the states of Pará, Mato Grosso and Tocantins, in northern Brazil. The geological and tectonic context of the region represents the evolution of Paleoproterozoic metasedimentary rocks on a Archean granitic-gneissic basement, located in Santana do Araguaia Domain, Transamazonas Province. A geological mapping at 1:25.000 scale allowed the recognition of diverse rock types, grouped into two informal units. They are: Unit 1-Basement (composed of granitoids and orthogneisses) and Unit 2-Metasediments (white metalimestone, ardosian metapelite, metasiltite, black metalimestone, carbonaceous phyllite, meta-sandstones and mafic subvolcanics). The structural elements observed were grouped into two phases of deformation: Dn and Dn +1. The phase Dn, responsible for generating the main foliation Sn, parallel to the axial plane of isoclinal closed folds with vergence to the South, is (sub) parallel to the primary sedimentary layering of the metasedimentary rocks. The phase Dn +1 generated open folds with vergence to the Northeast and axis down to NNW. The regional metamorphism of the area (M1) can be characterized as low-grade sub-greenschist facies, overlapped by a later event (M2) that can be related to an intrusion which caused contact metamorphism in albite-epidote-hornfels facies, followed by a retrograde character event late-M2. The hydrothermal events that affected the rocks of Vila Estrela were concentrated near the contact between units 1 and 2, and the ages obtained for the metasediments (<1.9Ga) are not consistent with the deformation and metamorphism ages traditionally assumed for the Santana do Araguaia Domain. Despite lithological similarities with the Archean Fm. Fazenda Santa Fé, Vila Estrela metassediments are Paleoproterozoic. Their upper part are similar to Gorotire Fm., taken as being Paleoproterozoic.

SUMÁRIO

Agradecimentos …. iv
Resumo …. v
Abstract …. vi
Índice de figuras …. ix
Índice de tabelas …. xiii

1 – INTRODUÇÃO 1
1.1 – Objetivos e finalidade 1
1.2 – Metodologia 1
1.2.1 – Etapa pré-campo 2
1.2.2 – Etapa de campo..... 2
1.2.3 – Etapa de escritório e laboratório …. 3
1.2.4 – Nomenclatura …. 3
1.3 – Área de estudos …. 5
1.3.1 – Localização e acessos …. 5
1.3.2 – Aspectos fisiográficos e geomorfológicos …. 7
1.3.3 – História local …. 8

2 – GEOLOGIA REGIONAL …. 9
2.1 – Ciclos orogenéticos do Arqueano e Paleoproterozoico..... 9
2.1.1 – Colagem do Riaciano (Ciclo Transamazônico) …. 9
2.2 – Cráton Amazônico..... 10
2.3 – Província Transamazônica e Domínio Santana do Araguaia..... 10

RESULTADOS

3 – UNIDADES MAPEADAS …. 15
3.1 – Unidade 1 – Embasamento..... 18
3.1.1 – Granitóide fino a médio..... 18
3.1.2 – Granitóide grosso a porfirítico..... 21
3.2 – Unidade 2 – Rochas metassedimentares..... 22
3.2.1 – Metassedimentares da base..... 22
3.2.1.1 – Metacalcáreo branco..... 22
3.2.1.2 – Metapelito (ardósia)..... 23
3.2.1.3 – Metassiltito 26
3.2.1.4 – Metacalcáreo preto..... 26
3.2.2 – Metassedimentares medianas..... 30
3.2.2.1 – Filito carbonoso 30
3.2.3 – Metassedimentares de topo 30
3.2.3.1 – Subvulcânicas máficas 31
3.2.3.2 – Meta-arenito Serra dos Dezoito 33
3.3 – Descrição do furo FVE08..... 37

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL 39
4.1 – Domínio Sul – Embasamento 39
4.2 – Domínio Norte – Rochas metassedimentares 39
4.3 – Fases de deformação 40
4.3.1 – Fase D_n 40

4.3.2 – Fase D_{n+1} 42

5 – METAMORFISMO 44
5.1 – Evento M1 45
5.2 – Evento M2 46
5.2.1 – Alteração hidrotermal …..... 49
5.2.1.1 – Granitóide hidrotermalizado 49
5.2.1.2 – Metacalcáreo preto hidrotermalizado …..... 51
5.2.1.3 – Zona de silicificação 53

6 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES 55

ANEXOS:

ANEXO I – Mapa
ANEXO II – Descrições de lâminas
ANEXO III – Mapa de pontos

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Plotagem de pontos sobre imagem de radar do satélite Alos Palsar. Cortesia IAMGOLD-Brasil 3

Figura 1.2 - Localização da área de mapeamento, próxima à fronteira entre os estados do Pará (destacado em tom vermelho pálido), Tocantins e Mato Grosso. Modificado de http://histgeo.ac-aix-marseille.fr/carto e Google Maps..... 6

Figura 1.3 – Área de mapeamento com destaque para a Serra dos Dezoito e para o Rio Dezoito. Imagem com perspectiva artificial e exagero vertical de terreno (3x), obtidas por satélite Ikonos (Geo Eye) no dia 18/05/2004. Fonte: Google Earth …..... 7

Figura 1.4 - Face sul da Serra dos Dezoito, foto tirada pelo autor no dia 17/09/2011, olhando para NW …..... 8

Figura 2.1 – Províncias tectônicas do norte do Brasil, com destaque para a Província Transamazonas. Fonte: Geologia e Recuros Minerais do Estado do Pará – Programa Geologia do Brasil (PGB) (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) …..... 12

Figura 2.2 – Mapa de domínios tectônicos do estado do Pará, com destaque para o Domínio Santana do Araguaia (DSA) à sudeste. Fonte: Geologia e Recuros Minerais do Estado do Pará – Programa Geologia do Brasil (PGB) (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) …..... 13

Figura 2.3 - Associações tectônicas e recursos minerais do Domínio Santana do Araguaia, com destaque para a localização da área de estudos deste trabalho (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) …..... 14

Figura 3.1 – Mapa geológico e seção da área estudada (também no anexo I) …..... 16

Figura 3.2 – Aspecto de granitóide fino a médio leucocrático em amostra de mão. Ponto Fe95; coordenadas UTM: 488954,901 E / 8948095,177 N …..... 18

Figura 3.3 – Fotomicrografias das lâminas delgadas da amostra FVE08-84,45; nicóis cruzados …..... 20

Figura 3.4 – Aspecto em campo de granitóide grosso a porfirítico, com fenocristais de k-feldspato de até 6cm. Ponto Fe92; coordenadas UTM: 489365,559 E / 8950017,375 N .. 21

Figura 3.5 – Bloco de metacalcáreo branco cortado por veios de quartzo e sílica amorfa dobrados. Ponto Fe164; coordenadas UTM: 484965,953 E / 8951806,924 N …..... 23

Figura 3.6 – Afloramento de metapelito com camada centimétrica de metassiltito. Ponto Fe120; coordenadas UTM: 488504,958 E / 8951520,555 N …..... 24

Figura 3.7 – Fotomicrografias da amostra FVE17-53,50m …..... 25

Figura 3.8 – Afloramento de metassiltito fraturado. Linhas brancas tracejadas indicam a orientação principal dos planos de fratura e linhas preenchidas indicam o S_0. Ponto Fe88; coordenadas UTM: 489312,258 E / 8951114,672 N …..... 26

Figura 3.9 – Bloco da unidade mostrando detalhe da concreção e laminações. Ponto Ponto Fe112; coordenadas UTM: 479339,145 E / 8953006,596 N …..... 27

Figura 3.10 – Blocos com zona de storckwork silicoso em metacalcáreo mostrando muitas vênulas e veios de quartzo + sílica amorfa. Ponto Fe102; coordenadas UTM: 481950,269 E / 8952907,161 N …..... 28

Figura 3.11 – Blocos contendo provável estromatólito. Ponto Fe106; coordenadas UTM: 479628,376 E / 8952956,682 N …..... 28

Figura 3.12 – Fotomicrografias da amostra FVE08-27,55; nicóis cruzados; Furo FVE17; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N …..... 29

Figura 3.13 – Afloramento de filito carbonoso intemperizado. Ponto Fe62; coordenadas UTM: 487865,383 E / 8954979,688 N …..... 30

Figura 3.14 – Amostra de mão de rocha vulcânica máfica/intermediária, afanítica, apresentando fenocristais de k-feldspato, aspecto andesítico. Ponto Fe68; coordenadas UTM: 488906,134 E / 8954840,99 N …..... 31

Figura 3.15 – Afloramento de rocha vulcânica máfica intercalada concordantemente ao pacote dos metassedimentos de topo. Ponto Fe31; coordenadas UTM: 484141,789 E / 8956575,932 N …..... 32

Figura 3.16 – Afloramento de diques de rocha vulcânica máfica (discordantes à foliação principal). Ponto Fe26; coordenadas UTM: 481606,512 E / 8957191,13 N …..... 32

Figura 3.17 – Blocos encontrados na porção basal do meta-arenito da Serra dos Dezoito, quartzo-meta-arenito fino a grosso, mal selecionado. Ponto Fe17; coordenadas UTM: 483098,414 E / 8956359,878 N …..... 33

Figura 3.18 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte e camadas quartzíticas gradacionais, com presença de granodescrescência ascendente. Observar as concentrações de minerais pesados nos planos de acamadamento. Ponto Fe45; coordenadas UTM: 484685,56 E / 8956672,031 N …..... 34

Figura 3.19 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito mostrando a presença de hematita detrítica em planos de estratificação. Ponto Fe46; coordenadas UTM: 484812,834 E / 8956792,952 N …..... 34

Figura 3.20 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito mostrando detalhe das concentrações de minerais pesados em *bottomsets* e *foresets* de estratificações cruzadas. Ponto Fe46; coordenadas UTM: 484812,834 E / 8956792,952 N …..... 35

Figura 3.21 – Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático. Ponto Fe51; coordenadas UTM; 484963,879 E / 8956952,673 N …..... 35

Figura 3.22 - Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático. Observar imbricamento dos seixos no sentido da paleocorrente. Ponto Fe51; coordenadas UTM; 484963,879 E / 8956952,673 N …..... 36

Figura 3.23 - Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático, apresentando seixos estirados. Ponto Fe50; coordenadas UTM: 484591,308 E / 8957107,349 N …..... 36

Figura 3.24 – Localização do furo FVE08, com orientação 200/60º. Coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N …..... 37

Figura 3.25 – Seção transversal do furo FVE08. Fonte dos dados topográficos e desvios do furo: IAMGOLD-Brasil …..... 38

Figura 4.1 – Estereograma de pontos dos pólos das foliações Sn e de suas densidades de ocorrência sobrepostos. Projeção polar, hemisfério sul, rede estereográfica de igual ângulo para 53 medidas. Os tons mais escuros indicam maior densidade de pontos (densidade máxima = 71,7%, atitude média = 12/45º) …..... 41

Figura 4.2 – Afloramento da unidade 2 mostrando o plano de foliação principal (Sn) presente no filito carbonoso (linhas tracejadas). Ponto Fe16; coordenadas UTM: 483066,169 E / 8956181,075 N …..... 41

Figura 4.3 – Afloramento de dobra assimétrica aberta no metapelito (unidade 2) com indicação do seu plano axial (linhas tracejadas) mergulhando aproximadamente para WSW. Ponto Fe116; coordenadas UTM: 488467,832 E / 8951378,341 N …..... 42

Figura 4.4 - Estereogramas das atitudes dos pólos de planos axiais (esquerda) e eixos (direita) das dobras Dn+1 . Projeção planar, hemisfério sul. Rede estereográfica de igual ângulo para 4 medidas …..... 43

Figura 4.5 – Afloramento de metapelito (unidade 2) com *kink band* subparalelo ao plano axial das dobras Dn+1. Ponto Fe120; coordenadas UTM: 488504,958 E / 8951520,555 N …..... 43

Figura 5.1 – Gráfico de cristalização dos minerais metamórficos nos eventos M1 e M2 .. 44

Figura 5.2 – Fotomicrografia da lâmina FVE17-53,50m. Metapelito com matriz composta basicamente por clorita + mica branca + sericita e veio de quartzo + opacos com bordas sericitizadas. Furo FVE17, localizado 2km à oeste da área de mapeamento. Coordenadas UTM: 477764,005 E / 8954873,027 N …..... 45

Figura 5.3 - Gráfico de linhas de reação mineral para rochas metapelíticas sobreposto ao gráfico de fácies metamórfica. Destaque para a região em vermelho indicando o grau de metamorfismo do evento M1 – fácies sub-xisto verde …..... 46

Figura 5.4 - Gráfico de associação mineral para rochas pelíticas sobreposto ao gráfico de fácies metamórficas. Em vermelho, o campo de estabilidade das rochas durante M2 ... 47

Figura 5.5 – Fotomicrografia da lâmina FVE17-53,50m. Pseudomorfo de cordierita composto por clorita+sericita+quartzo cortado por veio de clorita, meio à matriz composta por clorita + mica branca. Furo localizado 2 km à oeste da área de mapeamento. Coordenadas UTM: 477764,005 E / 8954873,027 N …..... 48

Figura 5.6 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-84,45m. Crital de biotita sendo substituído por muscovita, com inclusão de epidoto. Furo FVE08; coordenadas UTM: Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N …..... 48

Figura 5.7 – Bloco de granitóide hidrotermalizado. Apresenta mineral verde (iilita?) + veios de sílica amorfa branca + alterações hematíticas em vermelho. Ponto Fe104; coordenadas UTM: 482167,793 E / 8952585,836 N …..... 50

Figura 5.8 – Afloramento de Jarosita indicando área com precipitação de sulfetos. Ponto Fe107; coordenadas UTM: 483156,516 E / 8951872,787 N …..... 50

Figura 5.9 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-84,45m. Granitóide alterado, com muitas vênulas sericíticas e presença de cristais de calcita. Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N …..... 51

Figura 5.10 - Enxame de veios de sílica amorfa meio ao metacalcáreo preto mostrando evidências de silicificação. Ponto Fe102; coordenadas UTM: 481950,269 E / 8952907,161 N … 52

Figura 5.11 – Brecha hidrotermal apresentando litoclastos silicificados e manganês na matriz negra. Ponto Fe150; coordenadas UTM: 489179,798 E / 8951197,769 N …..... 52

Figura 5.12 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-30,40m. Aspecto de rocha silicificada, notar cristais de calcita no canto inferior esquerdo. Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N …..... 53

Figura 5.13 – Afloramento de zona silicificada com grande veio de quartzo. Ponto Fe148; coordenadas UTM: 486530,258 E / 8951924,543 N …..... 54

Figura 5.14 – Rocha silicificada localizada na base da Serra dos Dezoito, próximo ao contato entre subvulcânica máfica e meta-arenito da serra. Ponto Fe27; coordenadas UTM: 483564,648 E / 8956433,949 N …..... 54

Figura 6.1 – Diagrama esquemático mostrando os eventos deformacionais e metamórficos ocorridos em relação ao tempo …..... 58

Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Síntese dos dados geocronológicos do Domínio Santana do Araguaia. (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) …..... 13

Tabela 3.1: Estratigrafia da área mapeada..... 17

Tabela 3.2: Modal da amostra FVE08-84,45m …..... 19

Tabela 3.3: Modal da amostra FVE17 – 53,50m …..... 24

Tabela 3.4: Modal da amostra FVE08-27,55m …..... 29

Tabela 3.5: Resumo das composições das amostras do furo FVE08 …..... 38

1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte dos requisitos finais para a conclusão do curso de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e aborda a geologia da área de Vila Estrela, Pará, sob orientação do Prof. Dr. Atlas Corrêa Neto e patrocínio da mineradora IAMGOLD-Brasil Prospecção Mineral Ltda.

Na região de Vila Estrela, distrito do município de Cumaru do Norte, extremo sudeste do estado do Pará, à oeste da cidade de Santana do Araguaia, afloram rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico em contato com um embasamento granito-gnáissico. Encontram-se nas proximidades deste contato zonas alteradas por hidrotermalismo. Esta região é descrita na literatura como pertencente à província estrutural Transamazônica, domínio Santana do Araguaia, na parte sudeste do cráton Amazonas (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

1.1 - OBJETIVOS E FINALIDADE

Este trabalho tem por objetivo contribuir ao conhecimento das rochas metassedimentares encontradas na região de Vila Estrela individualizando unidades informais e revisar seu enquadramento litoestratigráfico do estado do Pará. Pretende também fornecer dados que possibilitem uma melhor descrição das estruturas tectônicas e metamorfismo da região, criando um embasamento para futuros estudos.

1.2 - METODOLOGIA

A pesquisa ocorreu entre junho de 2011 e janeiro de 2012, envolvendo atividade de campo, descrição de lâminas petrográficas e testemunhos de sondagem, confecção de mapa geológico, seções transversais e estereogramas, além de pesquisa bibliográfica.

Foi realizada uma campanha de campo de 25 dias para reconhecimento da área e coleta de dados utilizando-se a infra-estrutura da empresa, bem como posteriores análises nos laboratórios do Departamento de Geologia da UFRJ e do Departamento de Geologia da CPRM (RJ).

Para o cumprimento dos objetivos, adotou-se a seguinte sistemática de pesquisa:

1.2.1 - Etapa pré-campo

Revisão bibliográfica de trabalhos publicados sobre as proximidades da área, bem como consultas a mapas geológicos regionais (Vasquez & Rosa-Costa, 2008). Também foi realizada descrição de lâminas polidas feitas a partir de amostras de testemunhos de sondagem realizados na área de estudos pela empresa IAMGOLD-Brasil durante trabalhos de pesquisa mineral.

1.2.2 – Etapa de campo

Entre os dias 05/09/2011 e 30/09/2011 foi realizada campanha de campo na região de Vila Estrela, sudeste do Pará. Contando com o suporte e a infra-estrutura das instalações e da equipe de exploração da IAMGOLD-Brasil, o trabalho abrange uma área de aproximadamente 96km², na escala 1:25.000. Na primeira semana foram passadas as regras de segurança da empresa e sua metodologia de trabalho, tal como o trabalho de galpão (descrição de testemunhos), o trabalho de escritório (gestão de banco de dados) e o trabalho de sondagem (conhecendo as técnicas de sondagem, descrição e amostragem de testemunhos).

A partir da segunda semana iniciou-se o trabalho de mapeamento geológico, com descrição de afloramentos e plotagem dos pontos através de GPS modelo Garmim 66csx. Inicialmente o trajeto foi concentrado ao longo da face sul da Serra dos Dezoito e posteriormente nas mediações à N do vilarejo de Vila Estrela (figura 1.1). Foram plotados 181 pontos e coletadas diversas amostras.

Os afloramentos foram descritos baseados na sua mineralogia, litologia, textura, estrutura, geometria e localização. Coletaram-se medidas *dip/dip* quando possível e amostras para análise petrográfica. Também foram feitas descrições de testemunhos de sondagem realizados pela equipe IAMGOLD-Brasil.

Definiram-se as unidades aproveitando e atualizando as nomenclaturas já utilizadas pela empresa.

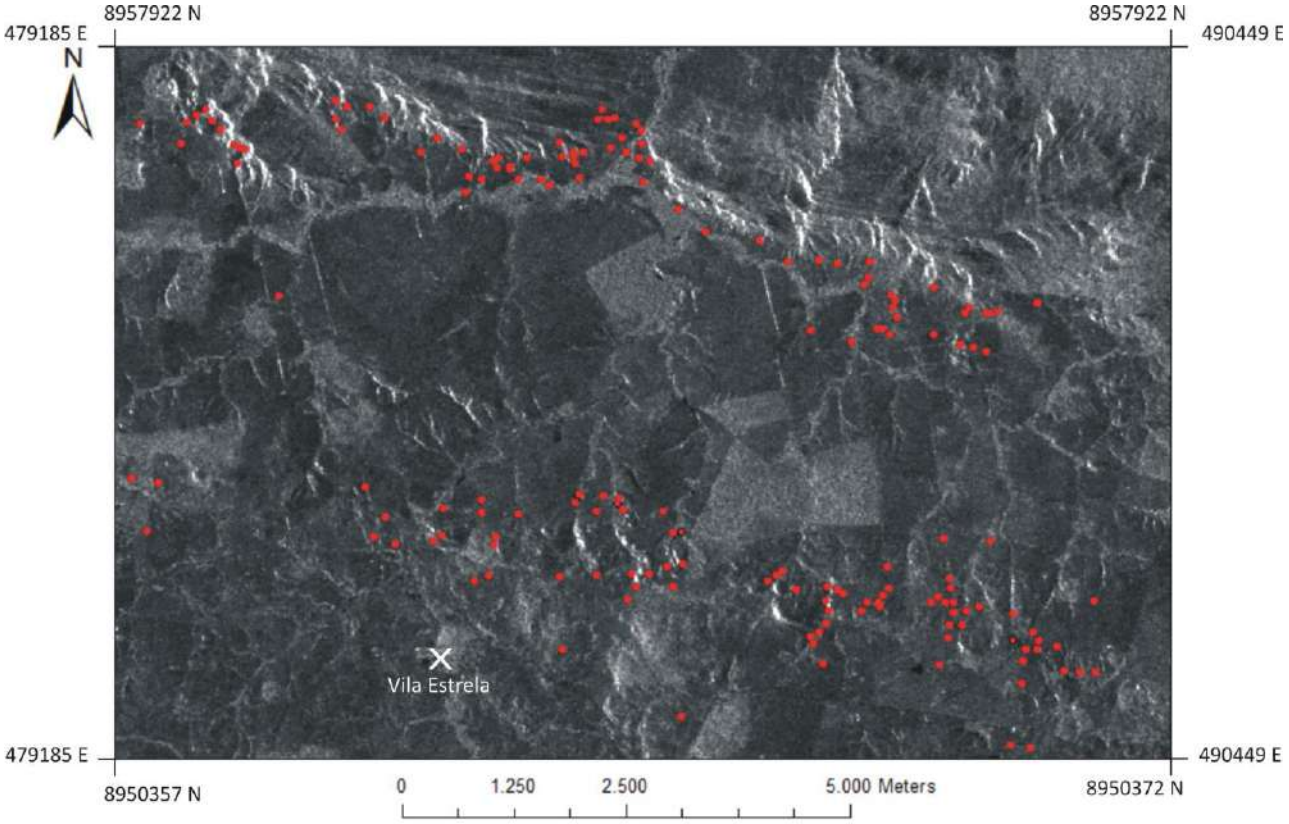


Figura 1.1 - Plotagem de pontos sobre imagem de radar do satélite Alos Palsar, 2009. Cortesia IAMGOLD-Brasil.

1.2.3 – Etapa de escritório e laboratório

Amostras de rocha foram coletadas a partir de testemunhos de sondagem para produção de lâminas delgadas, realizando-se análise petrográfica e microestrutural, ajudando a caracterizar os litotipos e as estruturas das rochas. Com o apoio dos equipamentos do Departamento de Geologia da UFRJ obtiveram-se fotomicrografias a fim de contribuir para a caracterização dos litotipos e das fases deformacionais às quais as rochas foram submetidas.

O mapa geológico produzido em campo foi posteriormente digitalizado com o auxílio dos programas ArcGIS 9.3 e CorelDraw12 e, a partir deste, elaboradas seções geológicas. Os dados de geologia estrutural foram plotados em redes estereográficas de igual área através do software GEOrient 9.5.0.

1.2.4 – Nomenclatura

Utilizou-se neste trabalho a nomenclatura proposta por Deer *et al.* (1966). Para as rochas e processos de metamorfismo, Yardley (1994). A nomenclatura estrutural e microtectônica foi baseada em Davis (2006) e Passchier & Trouw (2005).

Nas descrições petrográficas de campo e laboratório foi utilizada a norma proposta por Mackenzie *et al*., (1982) para tamanho dos grãos:

- Fina: <1mm
- Média: 1-5mm
- Grossa: 5-30mm
- Muitogrossa: >30mm

O índice de cor (I.C.) utilizado segue os limites adotados por Nockolds *et al*., (1978):

- Hololeucocrática (0-5% de minerais máficos)
- Leucocrática (5-30% de minerais máficos)
- Mesocrática (30-60% de minerais máficos)
- Melanocrática (60-90% de minerais máficos)
- Hipermelânico (90-100% de minerais máficos)

As abreviações de minerais utilizadas são as propostos por Kretz (1983) com algumas adaptações.

Act – actinolita
Aln – allanita
An – anortita
Ap – apatita
Bt – biotita
Cal – calcita
Cbn – carbonatos
Chl – clorita
Ep – epidoto
Agm – argilominerais
Kfs – alcalifeldspato potássico
Ms – muscovita
Ser – Sericita
Plag – plagioclásio
Qtz – quartzo
Rt – rutilo
Ttn – titanita
Zrn – zircão
Op – opacos (óxidos e sulfetos diversos)

1.3 - ÁREA DE ESTUDOS

1.3.1 - Localização e acessos

A região de Vila Estrela, distrito do município de Cumaru do Norte, situa-se 40km à oeste de Vila Mandi e à 80km de Santana do Araguaia, no extremo sudeste do estado do Pará (figura 1.2). O município de Santana do Araguaia (a cidade de maior porte mais próxima da área de estudos) faz fronteira à leste com o estado de Tocantins e à sul com Mato Grosso (próximo à cidade de Vila Rica) (figura 1.2).

A área de mapeamento fica entre os meridianos 51º05' – 51º11'30" W e os paralelos 9º30' – 9º25'34" S, com área aproximada de 96km². O bloco estudado está incluído na folha topográfica SC-22-V-D, Rio Capivara (IBGE, 1982).

A estrada BR-158 é o principal meio de acesso à região. Vindo do estado do Tocantins através da estrada TO-080, atravessa-se o Rio Araguaia (que divide os dois estados) e pega-se a estrada PA-411 até chegar à BR-158, a qual leva até o distrito de Vila Mandi, aproximadamente 30 km à leste de Vila Estrela.

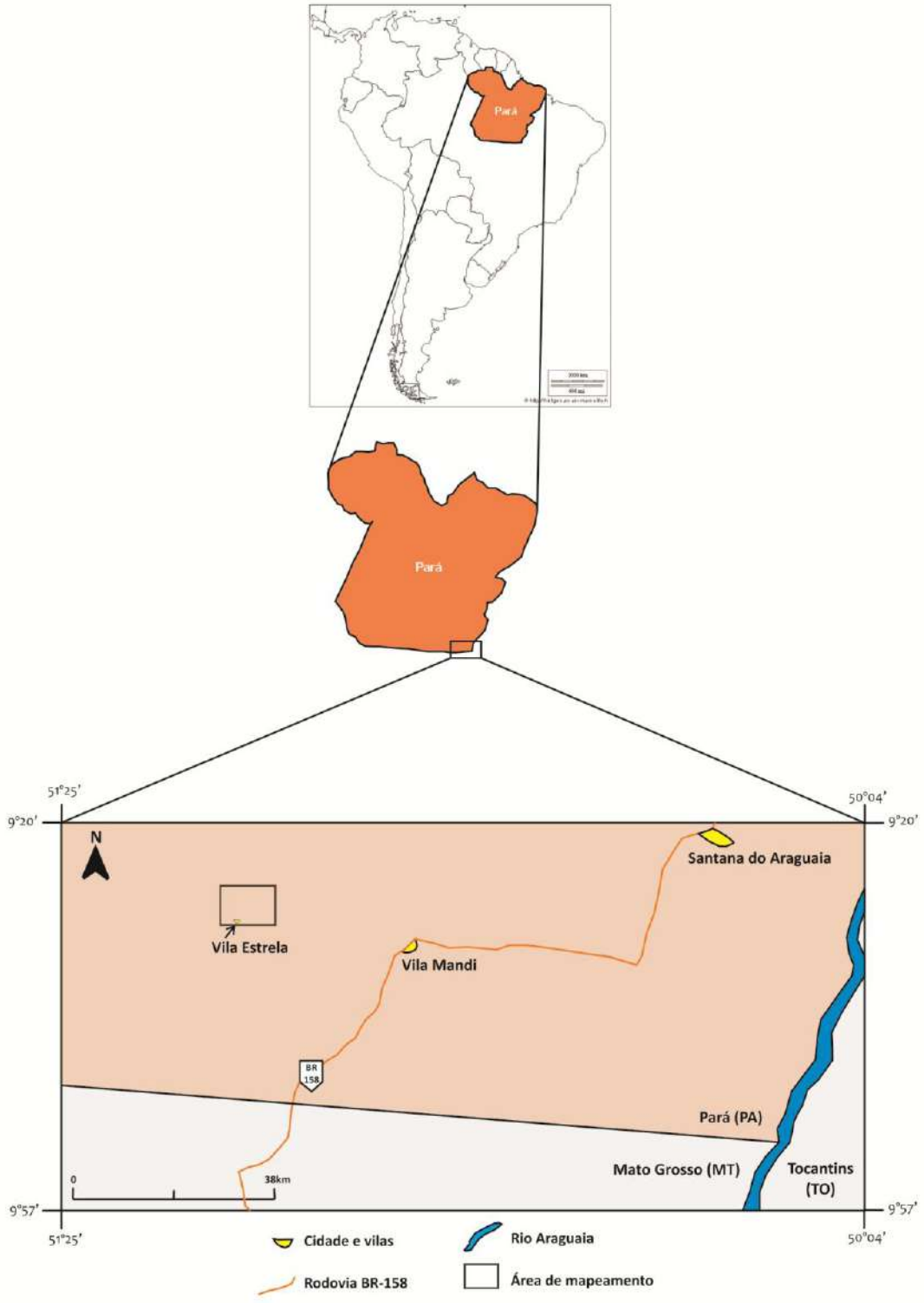


Figura 1.2 – Localização da área de mapeamento, próxima à fronteira entre os estados do Pará (destacado em rosa), Tocantins e Mato Grosso. Modificado de http://histgeo.ac-aix-marseille.fr/carto e Google Maps.

1.3.2 – Aspectos fisiográficos e geomorfológicos

O estado do Pará, localizado na região Norte do país e banhado a nordeste pelo Oceano Atlântico, limita-se ao sul com Mato Grosso, a oeste com o Amazonas, ao norte com o Amapá, a leste com o Maranhão e Tocantins e a noroeste com Roraima, Guiana e Suriname.

O relevo é baixo e plano; 58% do território se encontra abaixo dos 200 metros. As altitudes superiores a 500 metros estão nas serras de Carajás, Caximbo e Acari (Francisco, 2003). Outro aspecto físico do Pará de grande importância é o clima; cortado ao norte pela linha do Equador, o estado apresenta clima equatorial quente e úmido. A floresta Amazônica é o bioma predominante, mas também há áreas de cerrado. A rede hidrográfica é composta por rios que integram a bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia (Francisco, 2003).

A região de Vila Estrela apresenta relevo composto por mar de morros suaves assimétricos meio à grandes áreas desmatadas. Ao norte da área encontra-se a Serra dos Dezoito (figura 1.3 e 1.4), relevo mais acentuado da região e com maiores resquícios de floresta amazônica. Entre os principais rios da região está o Rio Dezoito (figura 1.3).

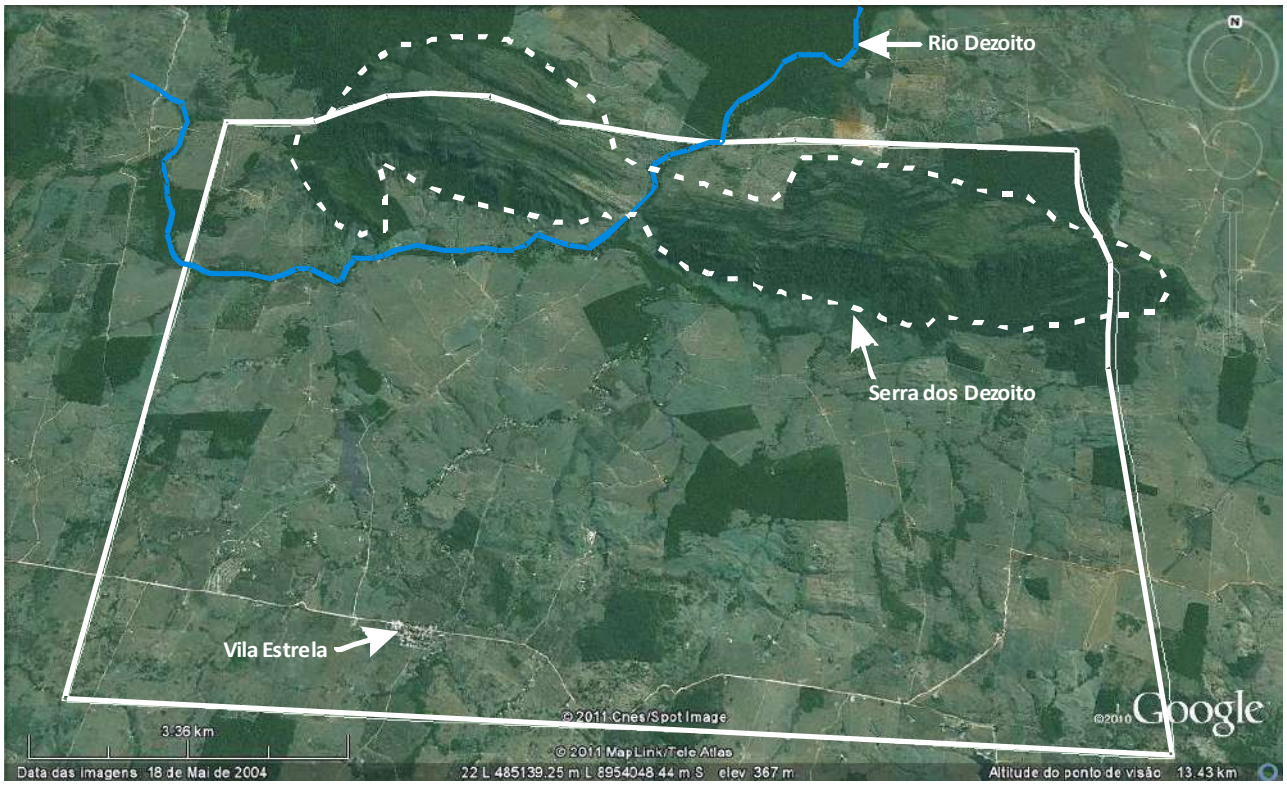


Figura 1.3 – Área de mapeamento com destaque para a Serra dos Dezoito e para o Rio Dezoito. Imagem com perspectiva artificial e exagero vertical de terreno (3x), obtidas por satélite Ikonos (Geo Eye), luz visível, RGB, no dia 18/05/2004. Fonte: Google Earth.

Figura 1.4 - Face sul da Serra dos Dezoito, foto tirada pelo autor no dia 17/09/2011, olhando para NW.

1.3.3 – História local

As localidades de Vila Estrela, Vila Mandi e proximidades concentram grande percentual de rebanhos de gado bovino do estado do Pará e têm sua economia basicamente voltada para a agropecuária.

Famosa por abrigar em seu subsolo inúmeras mineralizações e depósitos de ouro (como mostra a histórica corrida do ouro em Serra Pelada, Carajás, década de 80), a atividade garimpeira no estado do Pará chegou a atrair milhares de pessoas.

A garimpagem é uma atividade extrativa mineral que usa de técnicas rudimentares. A maioria dos garimpos que existem no local buscam, especialmente, ouro. Porém o garimpo não gera somente riqueza, na verdade, ocasiona também uma série de problemas para a região. Isso em virtude da baixa qualidade de vida dos trabalhadores do garimpo, que vivem em pequenos povoados sem qualquer tipo de infra-estrutura (água tratada, esgoto, saúde, escolas, policiamento, entre outros), dentre outros problemas como conflitos violentos devido à invasão de terras e ao impacto ambiental com o deterioramento de áreas naturais sem planejamento prévio.

Porém nos últimos anos, com o estabelecimento de empresas mineradoras na região, o panorama está tendendo a mudar e a atividade de extração mineral gradualmente passando a ser feita de forma legal e sustentável, acarretando o desenvolvimento da economia e da infra-estrutura dos distritos locais.

2 – GEOLOGIA REGIONAL

Foi feita pesquisa bibliográfica e viu-se que há carência de dados geológicos publicados sobre a área.

A região de Vila Estrela está geologicamente inserida na Província Transamazonas, Domínio Santana do Araguaia, que apresenta idades entre 2408 ± 7 a 2663 ± 23 Ma e retrabalhamento transamazônico (~2.4Ga a 2.0Ga); posiciona-se no sudeste do Cráton Amazonas em contato, a leste, com o Cinturão Araguaia (relacionado ao evento Brasiliano Neoproterozoico), a oeste com o Domínio Iriri-Xingu (da Província Amazonas Central, Neoarqueano/Paleoproterozoico), a norte com o Domínio Rio Maria (da Província Carajás, Neoarqueano) (figura 2.1), e a sul admite-se que ultrapasse a fronteira com o estado do Mato Grosso, estendendo-se pela região nordeste daquele estado (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

2.1 - Ciclos Orogenéticos do Arqueano e Paleoproterozoico

Os núcleos do Arqueano expostos em nosso continente apresentam atualmente expressões geográfico-geológicas modestas, sendo a maior parte remanescente de tectonismo Neoarqueano, de idade aproximadamente 2.7Ga (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003). Esses núcleos apresentam-se dispersos e foram aglutinados em colagens Paleoproterozoicas (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003).

Reconhece-se as seguintes orogenias ao longo do Paleoproterozoico (junto a outros episódios tectonomagmáticos e sedimentares importantes de acresção vertical), em diferentes segmentos do embasamento da Plataforma Sul-Americana (Brito Neves & Schobbenhaus, 2003):

a) Evento Neosideriano (ca. 2.35Ga)
b) Colagem do Riaciano (*ca*. 2,2–2,1 Ga)
c) Colagem e fusão do Orosiriano (*ca*. 2,0–1,88 Ga)
d) Colagem e fusão do Estateriano e Tafrogênese do Estateriano (*ca*. 1,8–1,55 Ga)

2.1.1 - Colagem do Riaciano (Ciclo Transamazônico)

O evento Transamazônico tem seu nome derivado da designação original de Hurley *et al*. (1967) *apud* Schobbenhaus & Brito Neves (2003) e é utilizado para caracterizar um mesmo conjunto de eventos tectono-magmáticos do final do Paleoproterozoico, incidentes na porção

oriental da Amazônia e com extensões para o Nordeste do Brasil (Schobbenhaus *et al*., 1984 *apud* Schobbenhaus & Brito Neves, 2003).

No pré-cambriano ocorreu intenso retrabalhamento dessas massas/núcleos cratônicos (do Mesoarqueano e Neo-arqueano, principalmente). Registros desses eventos orogênicos são muito comuns nos crátons sinbrasilianos, "maciços" e embasamento de faixas móveis neoproterozóicas, tendo na parte norte-oriental da Amazônia a sua expressão mais contínua.

A geocronologia mais detalhada do Ciclo Transamazônico foi obtida na Guiana Francesa, onde sua evolução é apresentada em termos de um crescimento crustal de multi-estágios com reciclagem arqueana e acreção paleproterozóica juvenil e retrabalhamento. A evolução iniciou com a formação de uma crosta oceânica juvenil em 2,26 -2,20 Ga. Entre 2,18 e 2,13 Ga ocorreu período de dominante magmatismo tipo TTG sincrônico com a geração de greenstone belts. Entre 2,11 e 2,08 Ga ocorreu magmatismo granítico e localmente intrusões gabróicas em resposta ao fechamento de bacias de arcos vulcânicos, contemporâneo com um processo de migmatização. Entre 2,08 e 2,06 Ga é definido um episódio tectônico (Delor *et al.*, 2003).

2.2 - Cráton Amazônico

No Brasil o Cráton Amazônico (aproximadamente 4.400.000 km^2) é limitado a leste, sul e sudeste por rochas geradas durante o Ciclo Orogênico Brasiliano (930–540 Ma; Pimentel e Fuck, 1992). É em relação às rochas geradas durante esse ciclo orogênico que o conceito de cráton é aplicado, representando a área estabilizada em tempos pré-brasilianos (< 850 Ma?). As rochas mais jovens conhecidas no cráton (basaltos e granitos pós-Sunsás) têm idades entre 980–950 Ma.

No Cráton Amazônico, a região constituída dominantemente pelas rochas geradas pelo Ciclo Orogênico Transamazônico constitui a Província Transamazônica (Santos *et al*. 2000), a qual é composta predominantemente por terrenos do tipo granitóide-*greenstone (*Santos*,* 2003).

2.3 - Província Transamazônica e Domínio Santana do Araguaia

Nas propostas de compartimentação tectônica do Cráton Amazônico, o Domínio Santana do Araguaia já foi considerado uma continuidade do terreno granitóide-g*reenstone* Mesoarqueano que define o Domínio Rio Maria, sendo, portanto, interpretado como pertencente à Província Carajás, segundo a proposta de Santos (2003), ou à Província Amazônia Central, de Tassinari e Macambira (2004) *apud* Vasquez & Rosa-Costa (2008). No entanto, idades K-Ar e Rb-Sr entre 2,70 e 2,0 Ga (Tabela 1; Tassinari e Basei 1980, Cunha *et al.* 1981), obtidas no nordeste do Mato Grosso, já indicavam o retrabalhamento de crosta arqueana neste segmento durante o Ciclo Transamazônico, o que não é observado no Domínio Rio Maria, segmento preservado de orogenias pós-Arqueanas (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

Vasquez & Rosa-Costa (2008) ratificam o retrabalhamento Transamazônico das rochas arqueanas e vislumbraram um quadro geológico diferente: gnaisses, migmatitos e granitóides da região de Santana do Araguaia constituem as unidades litoestratigráficas Ortognaisse Rio Campo Alegre e Complexo Santana do Araguaia, os quais eram anteriormente mapeados como Complexo Xingu (Silva *et al.* 1974, Cunha *et al.* 1981, Faraco *et al.* 2004A; *apud* Vasquez & Rosa-Costa, 2008), estando junto às sequências metavulcanosedimentares Mururé e Fazenda Santa Fé e compondo assim a associação granitóide-*greenstone* Arqueana do Domínio Santana do Araguaia (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) (figura 2.2).

No mapa tectônico apresentado por Vasquez & Rosa-Costa (2008) o Ortognaisse Rio Campo Alegre e o Complexo Santana do Araguaia são englobados na unidade litotectônica *Associação Granito-gnáissico-migmatítica Arqueana/Paleoproterozóica (APPgn)* (figura 2.3). No primeiro, em um ortognaisse datado pelo método Pb-Pb em zircão, foram obtidas idades entre 2408 ± 7 a 2663 ± 23 Ma (Tabela 1), sendo a idade mais antiga interpretada como idade mínima de cristalização do protólito magmático. O Complexo Santana do Araguaia ainda não foi datado, mas no Mato Grosso, em região que poderia representar o seu prolongamento para sul, foi obtida uma isócrona Rb-Sr de referência onde foi calculada uma idade de 2696 ± 79 Ma (Tabela 2.7), que indica idade neoarqueana. Na mesma região foram obtidas idades K-Ar (minerais) e Rb-Sr (isócrona de referência) paleoproterozóicas, entre 2,17 e 2,0 Ga (Tabela 1), que refletem retrabalhamento durante o Ciclo Transamazônico. As seqüências metavulcano-sedimentares Mururé e Fazenda Santa Fé são englobadas na unidade litotectônica *Greenstone Belts Arqueano/Paleoproterozóicos (APPgb)*. Idades Pb-Pb em zircões detríticos obtidas na Seqüência Mururé variam entre 2833 ± 7 e 2975 ± 14 (Tabela 1), e indicam idade máxima de sedimentação em torno de 2,83 Ga. Portanto, os dados geocronológicos disponíveis na associação arqueana granitóide-*greenstone* do Domínio Santana do Araguaia, entre 2,83 e 2,66 Ga, demonstram que esta é mais jovem que sua correlata no Domínio Rio Maria, cujas idades variam entre 3,0 e 2,86 Ga (Tabela 1) o que reforça a compartimentação destes dois segmentos.

Os metassedimentos presentes na área de estudo, ao norte de Vila Estrela, estão indicados no mapa geológico do estado do Pará (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) como parte do *greenstone belt* da Sequência Fazenda Santa Fé. Porém no mapa geológico do Brasil esses metassedimentos são tidos como correlatos à Formação Gorotire, de idade 1.8Ga (Silva *et al.*, 1974). A Fm. Gorotire, segundo Vasquez & Rosa-Costa (2008), é englobada na unidade *Bacias Cratônicas Plataformais Paleoproterozóicas (PP12bcp) e Bacias Intracratônicas/Antepaís Paleoproterozóicas (PP23bia) (figura 2.3),* respectivamente, cujas descrições constam no Domínio Rio Maria, uma vez que ocorrem de forma mais expressiva naquele segmento.

O Domínio Santana do Araguaia apresenta um *trend* estrutural marcadamente NW-SE (discordante do que se vê em Vila Estrela, que apresenta *trends* E-W), fortemente contrastante com a estruturação E-W do Domínio Rio Maria, o que também subsidiou sua individualização. A

foliação dúctil, observada no Ortognaisse Rio Campo Alegre, está orientada segundo N20º-40ºW, com mergulhos de 30º-40º para SW. Na porção nordeste deste domínio, destaca-se uma zona de cavalgamento que delineia a borda leste de uma faixa da Seqüência Mururé, orientado segundo NW-SE, com inflexão para NNE-SSW (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

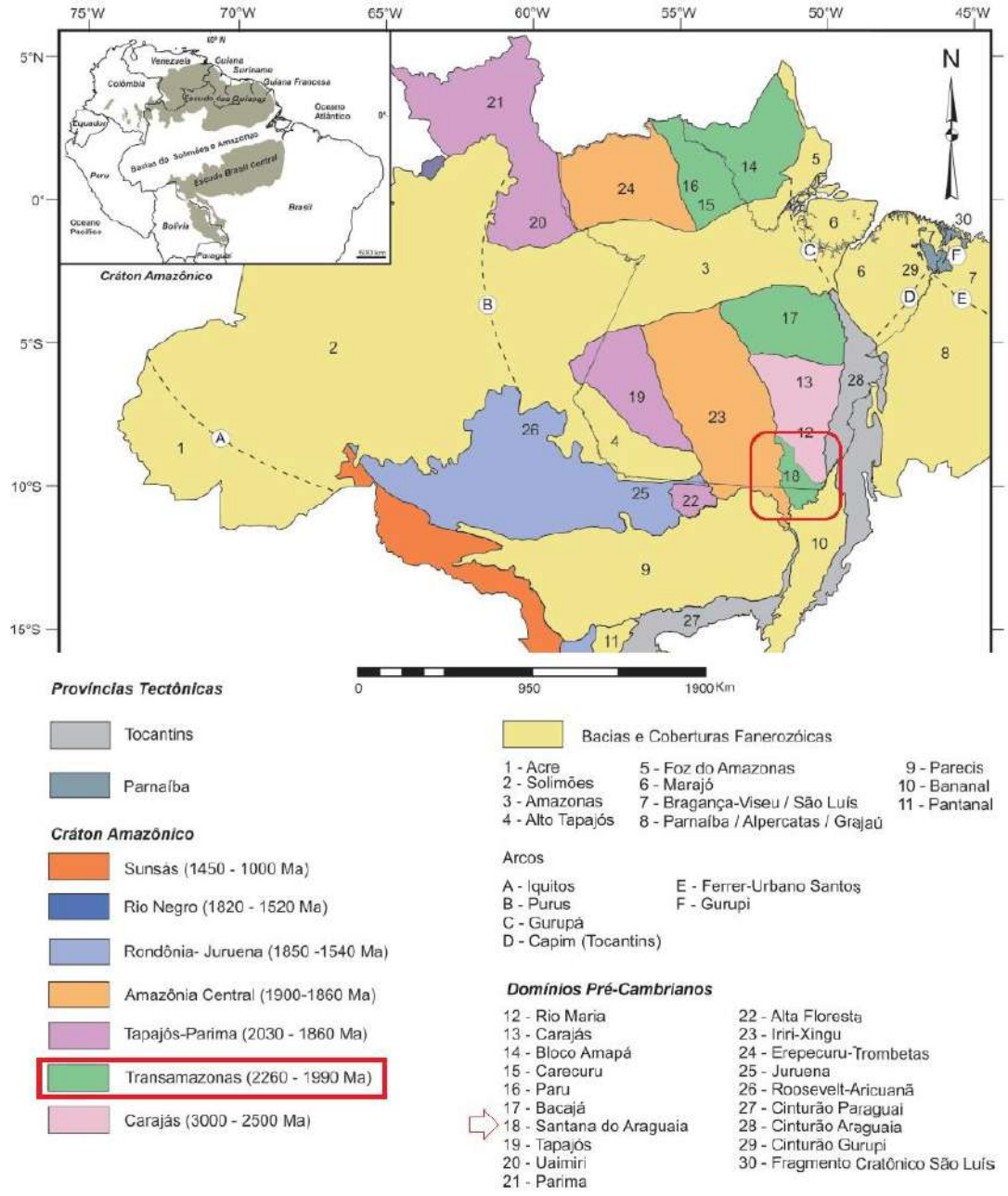


Figura 2.1 – Províncias tectônicas do norte do Brasil, com destaque para a Província Transamazonas (Santos, 2003 *apud* Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

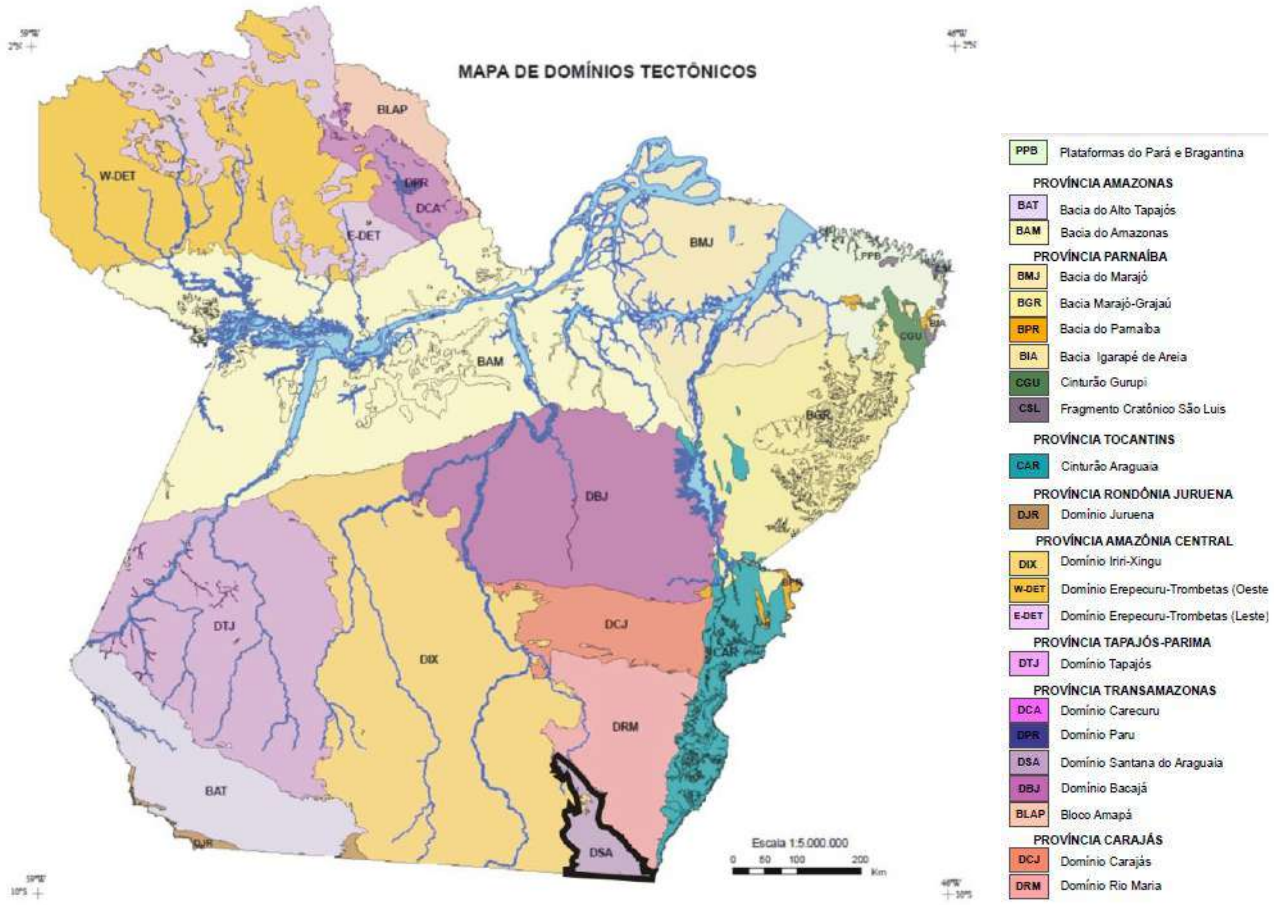


Figura 2.2 – Mapa de domínios tectônicos do estado do Pará, com destaque para o Domínio Santana do Araguaia (DSA) à sudeste (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

Associação	Unidade Litoestratigráfica	Idade de Formação/ Fontes Detríticas (Ma)	Método	Idade de metamorfismo (Ma)	Método	TDM (Ga)	εNd (t)
Magmatismo Félsico Intracontinental	Suíte Intrusiva Rio Dourado	1889 ± 11 [5]	U-Pb T zr			2,69 e 2,62 [6]	- 7,3 e -7,7 ♦
Magmatismo Orogênico Pré-Colisional (Ciclo Transamazônico)	Tonalito Rio Dezoito	2187 ± 28 [2]	Pb-Pb zr				
Complexos Metamórficos	Complexo Santana do Araguaia			2070 ± 63 [4]	K-Ar mu		
				2174 ± 33 [4]	K-Ar bt		
				2082 ± 51 [4]	K-Ar anf		
		2696 ± 79 [3]	Rb-Sr rt.	2000 [3]	Rb-Sr rt		
	Ortognaisse Rio Campo Alegre	2408± 7 a 2663 ± 23 [2]	Pb-Pb zr				
Greenstone Belts	Seqüência Mururé	2833 ± 7 a 2975 ± 14 [1]	Pb-Pb zrd				

Abreviaturas: T. ID-TIMS; zr. zircão; zrd. zircão detrítico; rt. rocha total; bt. biotita, anf. anfibólio; mu. muscovita; εNd(t). calculado para idade de cristalização; ♦ - recalculado para novo (t).

Referências: 1 – Monteiro et al. (2004); 2 – Neste trabalho; 3 – Cunha et al. (1981); 4 – Tassinari e Basei (1980); 5 – Barros et al. 2005; 6 – Sato e Tassinari (1997).

Tabela 2.1 – Síntese dos dados geocronológicos do Domínio Santana do Araguaia. (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

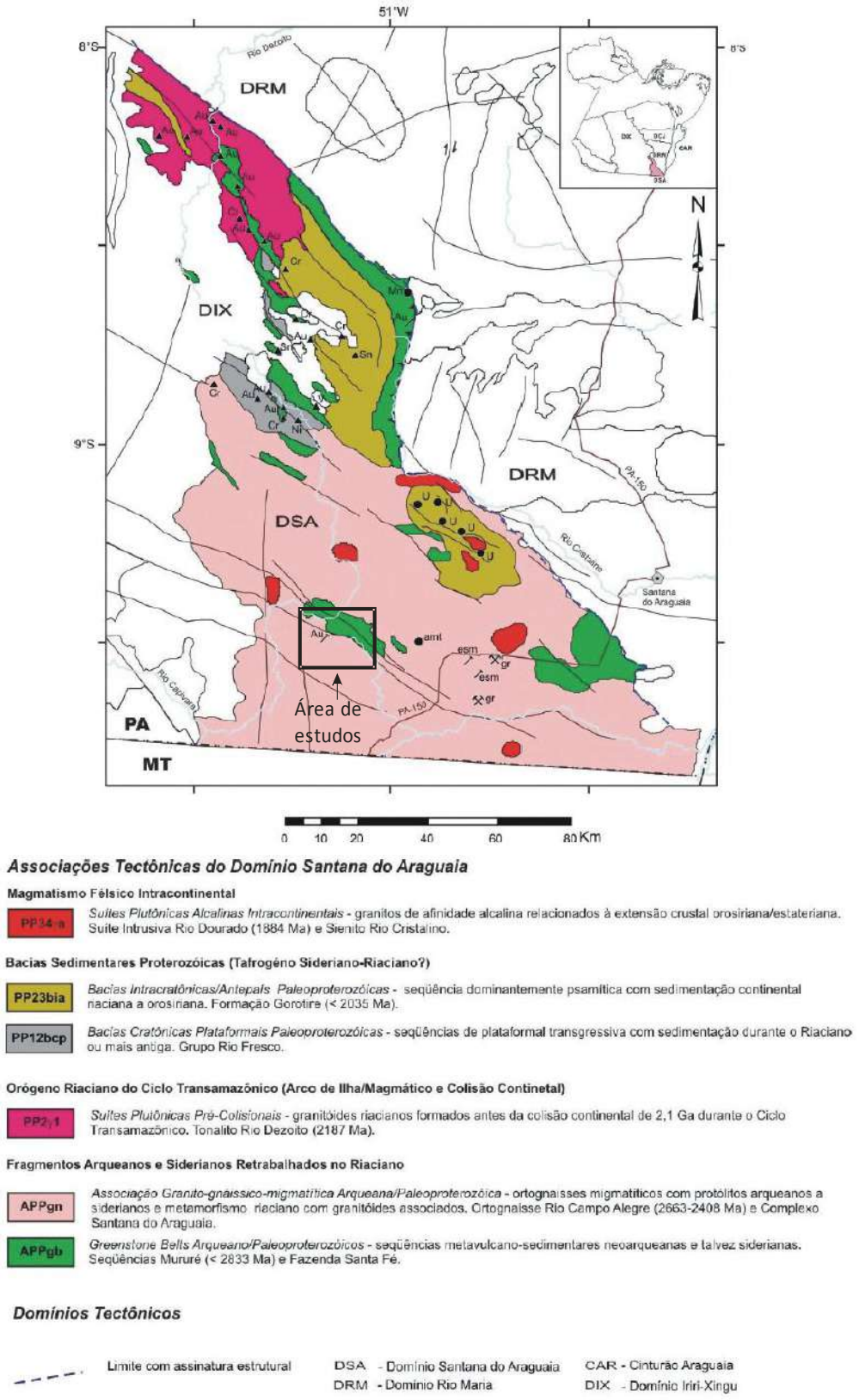


Figura 2.3 - Associações tectônicas e recursos minerais do Domínio Santana do Araguaia, com destaque para a localização da área de estudos deste trabalho (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

3 – UNIDADES MAPEADAS

Os litotipos encontrados foram agrupados em duas unidades geológicas informais e a distribuição espacial destas pode ser observada no mapa geológico confeccionado neste trabalho (figura 3.1, também no anexo I).

Na porção sul do mapa encontra-se a Unidade 1 – Embasamento, composto por terreno granito-gnáissico em contato ao norte com a Unidade 2 – Rochas metassedimentares, incluindo os metapelitos e metacalcáreos que se encontram próximos ao contato, um espesso pacote de filito cinza que se prolonga até a parte superior do mapa, onde se encontra a Serra dos Dezoito, composta por uma sequência meta-arenítica gradacional (tabela 3.1, figura 3.1).

Devido à escassez de tempo, as amostras coletadas em superfície não puderam ser laminadas e por isso a descrição petrográfica foi limitada a amostras coletadas a partir dos testemunhos obtidos em campanhas de sondagem. No final deste capítulo e no anexo II estão as descrições das lâminas delgadas dos furos FVE08, inserido na área de estudos (capítulo 3.3 e figura 3.1, também no anexo I) e FVE17, localizado 2km à oeste da área.

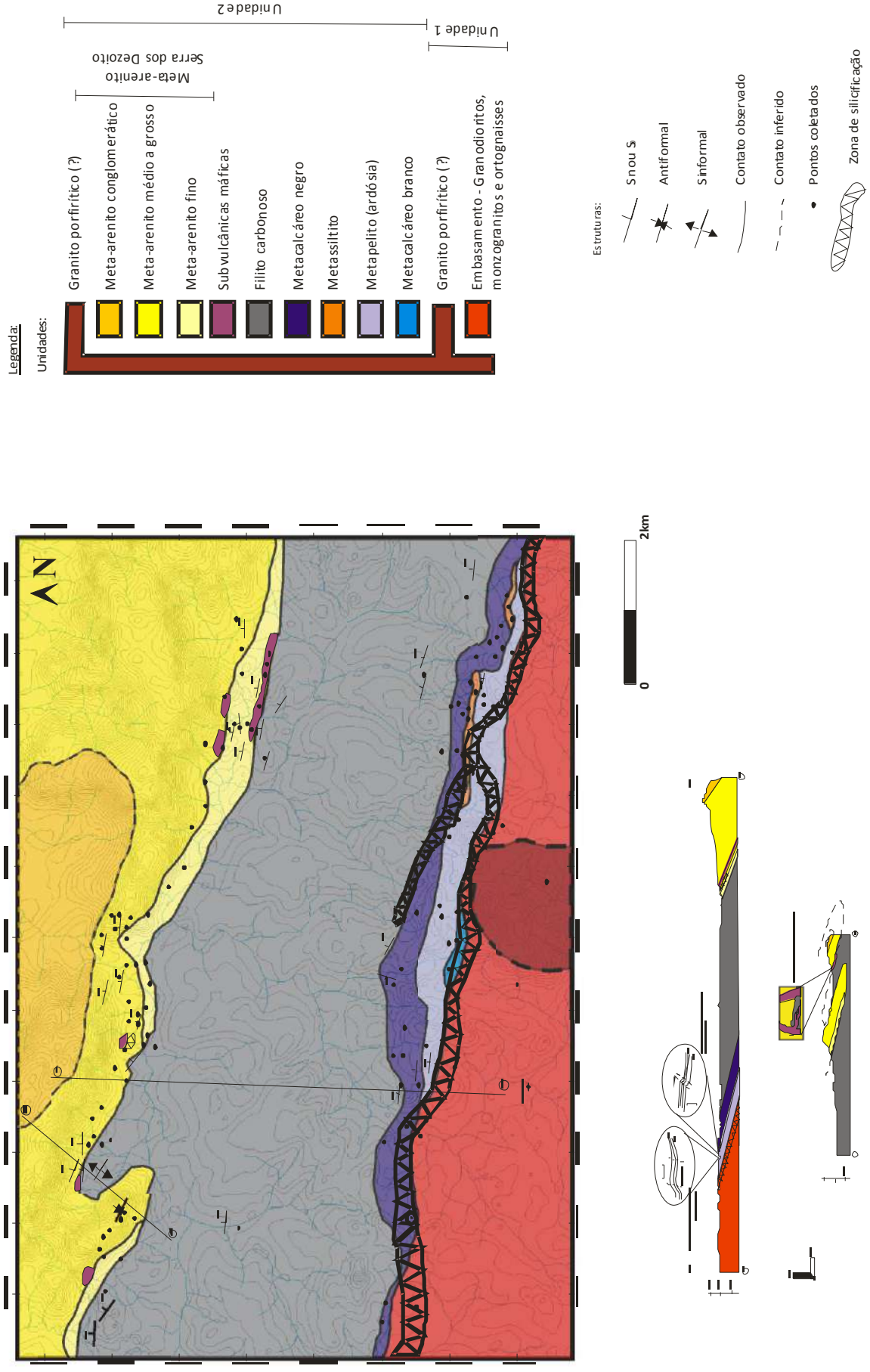


Figura 3.1 – Mapa geológico e seção da área estudada (também no anexo I).

Unidades	Subunidades	Litologia	Descrição
2 - Metassedimentos		Máficas	Intercaladas próximo ao contato entre filito carbonoso e meta-arenitos da serra estão rochas máficas (LC~70%) vulcânicas a subvulcânicas, cor escura esverdeada, composição máfica intermediária, afanítica com fenocristais de plagioclásio localmente (andesito?).
	Metassedimentos do topo	Meta-arenitos da serra	Sequência meta-arenítica gradacional. Na base meta-arenito branco, fino; no topo, meta-arenito conglomerático. Em toda a sequência nota-se a presença de estratificações cruzadas contendo bandamentos ferruginosos.
	Metassedimentos medianos	Filito carbonoso	Rocha cinza escura a roxa quando mais intemperizada, de textura xistosa, clivagem ardosiana bem definida, ocupa a maior parte da porção mediana do mapa.
	Metassedimentos da base	Metacalcário negro (silicificado)	Rocha preta a cinza escura, maciça, silicificada (entrada de sílica envolvendo descarbonatação). Possui estrutura estromatolítica, brechas hidrotermais manganesíferas, zonas de *stockwork* silicificadas e concreções maciças.
		Metassilito	Rocha de cor branca ocre, síltosa, com alguns grãos de areia fina. Apresenta fraturas e dobras.
		Metapelito ardosiano	Cinza a lilás, clivagem ardosiana muito fina. Possui texturas primárias preservadas: laminações cruzadas acanaladas e plano paralelas. Localmente apresenta intercalações milimétricas a centimétricas de lentes quartzíticas, além de minerais oxidados estirados paralelamente à Sn-1.
		Metacalcáreo branco	Rocha branca, carbonática, apresenta veios de quartzo - sílica amorfa.
1 - Embasamento		Granitóide grosso a porfirítico	Granitóide inequigranular porfirítico, leucocrático, composto por quartzo + fenocristais de plagioclásio (ou k-feldspato?) – matriz máfica. Encontra-se por vezes associados à pegmatitos.
		Granitóide fino a médio	Granitóide mesocrático, equigranular, médio, composto basicamente por plagioclásio+quartzo+biotita.

Tabela 3.1 – Estratigrafia da área mapeada.

3.1 – UNIDADE 1 – Embasamento

Encontradas em grandes aglomerados de blocos e matacões *in situ*, as rochas do embasamento da sequência de Vila Estrela podem ser associadas ao complexo granito-gnáissico Santana do Araguaia (Vasquez & Rosa-Costa, 2008) e apresentam considerável variação faciológica.

Este terreno foi mapeado de maneira sistemática no presente trabalho, onde as rochas granito-gnáissicas foram concentradas em uma única unidade – embasamento - e subagrupadas de maneira textural da seguinte forma:

3.1.1 – Granitóide fino a médio

Granitóide leucocrático, equigranular a inequigranular, fino a médio, composto basicamente por plagioclásio (sericitizado) + quartzo + biotita + k-feldspato + muscovita + minerais opacos (figura 3.2). Encontra-se em aglomerados de blocos *in situ,* sem a presença de afloramentos.

Figura 3.2 – Aspecto de granitóide fino a médio leucocrático em amostra de mão. Ponto Fe95; coordenadas UTM: 488954,901 E / 8948095,177 N.

PETROGRAFIA

Este granitóide pode ser correlacionado com as lâminas de testemunho obtido na profundidade 84,45m do furo FVE08 (vide capítulo 3.3 e descrição de lâminas no anexo II). Trata-se de uma rocha holocristalina, de granulação fina a média (<1mm até 5mm), leucocrática (I.C.=5%), de composição granodiorítica (tabela 3.2)

Amostra FVE08-84,45m	
Mineralogia	**Modal**
Plagioclásio (+sericita)	44%
Quartzo	38%
K-feldspato	7%
Biotita	5%
Muscovita	4%
Opacos	2%
Traços – Epidoto, Zircão **Alteração** – Sericita, Calcita, Clorita (raro)	

Tabela 3.2 – Modal da amostra FVE08-84,45m

A rocha encontra-se alterada, apresentando aglomerados de sericita + calcita + minerais opacos (figura 3.3), além de minerais de alteração, como sericita, calcita e raramente clorita. Sericita aparece substituindo grande parte dos cristais de plagioclásio, mas também nas bordas e em vênulas cortando cristais de k-feldspato.

Figura 3.3 – Fotomicrografias das lâminas delgadas da amostra FVE08-84,45; nicóis cruzados.

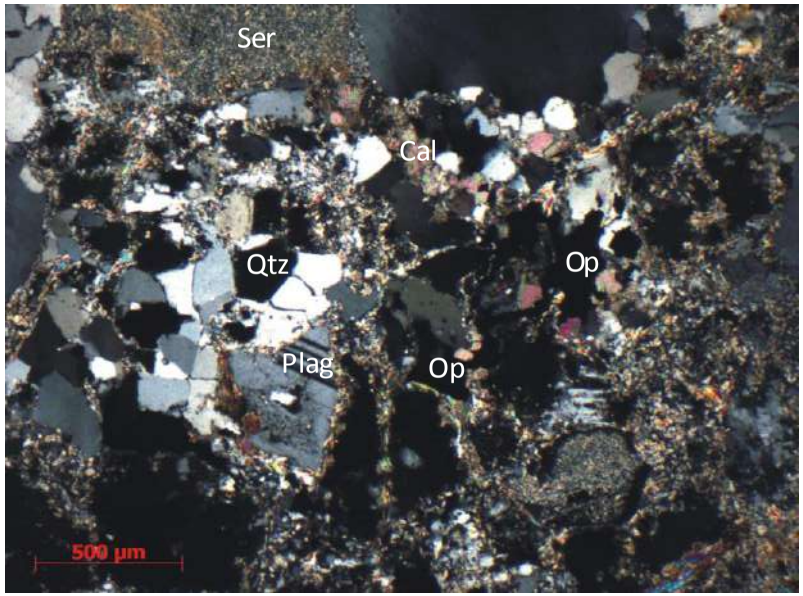


Foto 1 - Agregados de quartzo+plagioclásio+calcita+sericita+opacos, nicóis cruzados

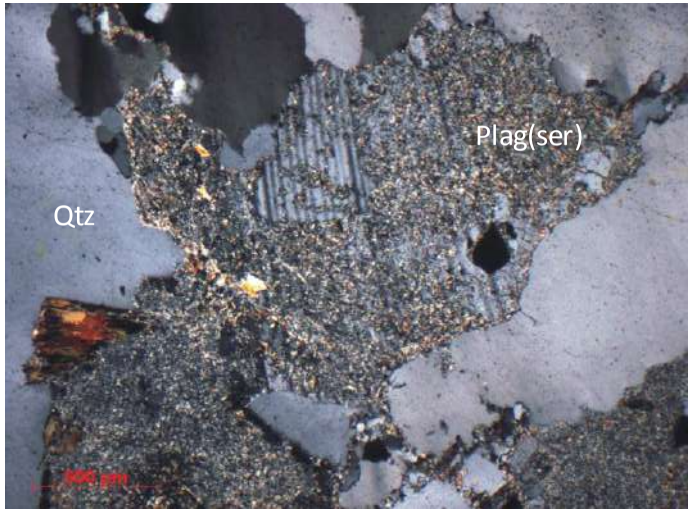


Foto 2 - Plagioclásio sericitizado. Nicóis cruzados

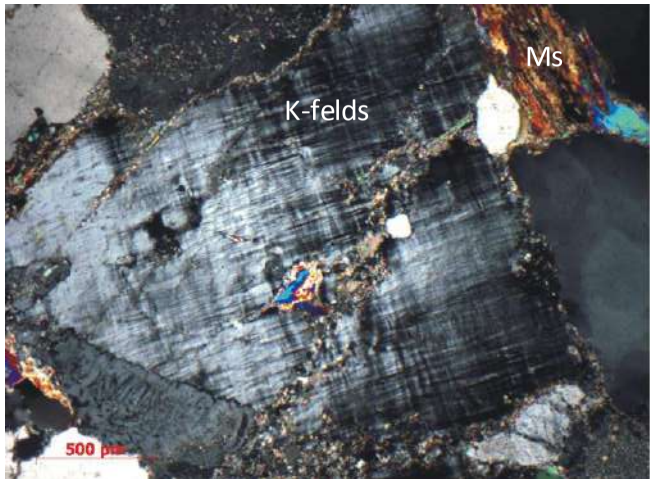


Foto 3 - K-feldspato cortado por vênulas e bordeados por sericita+calcita; nicóis cruzados

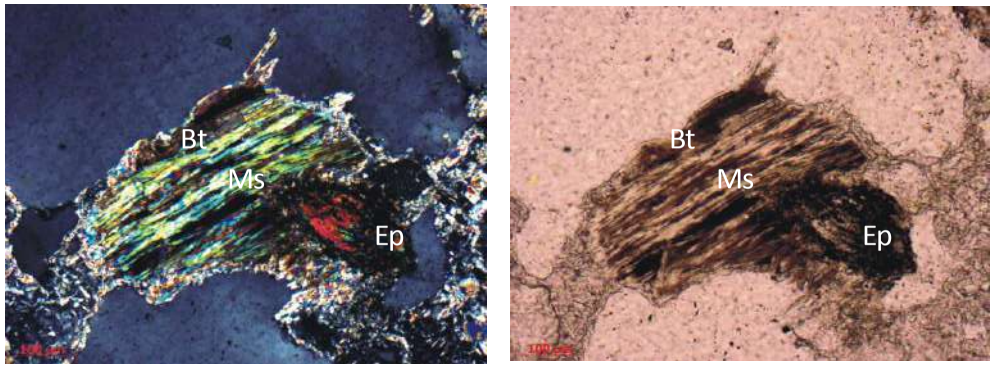


Foto 3 - Cristal de biotita parcialmente substituído para muscovita, com epidoto metamórfico sobreposto. Bordeado por vênulas de sericita.
Nicóis cruzados à esquerda e descruzados à direita.

3.1.2 – Granitóide grosso a porfirítico

Encontrado no campo em aglomerados de blocos *in situ* na região do embasamento a sul da área, este granitóide apresenta-se com textura inequigranular grossa a porfirítica, leucocrático, composto basicamente por quartzo+fenocristais de k-feldspato+plagioclásio, com matriz máfica composta basicamente por biotita (figura 3.4). Encontra-se por vezes associados à pegmatitos.

Concentrado na porção central do embasamento, sugere-se a hipótese de que este corpo não faça parte do embasamento e sim pertença a uma intrusão magmática posterior, devido às rochas alteradas ao seu redor, à morfologia do terreno (relevo mais acentuado no seu local de ocorrência) e seu aspecto em imagens de aerogeofísica (radiometria, onde observa-se forte contraste de cores com as rochas ao seu redor) (informação fornecida pela equipe do projeto Vila Estrela, IAMGOLD-Brasil).

Figura 3.4 – Aspecto em campo de granitóide grosso a porfirítico, com fenocristais de k-feldspato de até 6cm. Ponto Fe92; coordenadas UTM: 489365,559 E / 8950017,375 N.

3.2 – UNIDADE 2 – ROCHAS METASSEDIMENTARES

Sobreposta ao embasamento encontra-se uma sequência sedimentar metamorfizada em baixo grau (clorita como mineral metamórfico, ver capítulo 5 – Metamorfismo), caracterizada da base para o topo pela presença de metapelitos e metacarbonatos, um espesso pacote de filitos e uma sequência gradacional quartzo-meta-arenitítica, que compõe a Serra dos Dezoito à norte do mapa.

A seguir são descritas as litologias encontradas, na ordem estratigráfica, divididas em subunidades:

3.2.1 – METASSEDIMENTARES DA BASE

Trata-se dos metassedimentos encontrados na parte sul do mapa, diretamente sobrepostos ao embasamento granito-gnáissico. São eles:

3.2.1.1 - Metacalcáreo branco

Ocorre de forma lenticular em contato com o embasamento, em blocos *in situ*. Trata-se de uma rocha metacarbonática esbranquiçada apresentando evidências de silicificação devido à presença de veios de sílica amorfa e quartzo dobrados cortando a rocha (figura 3.5).

Figura 3.5 – Bloco de metacalcáreo branco cortado por veios de quartzo e sílica amorfa

dobrados. Ponto Fe164; coordenadas UTM: 484965,953 E / 8951806,924 N.

3.2.1.2 – Metapelito (ardósia)

Rocha argilosa, cinza a roxa (dependendo do grau de intemperismo), apresenta clivagem ardoseana e texturas primárias preservadas como laminações cruzadas acanaladas e plano-paralelas. Localmente apresenta minerais metamórficos oxidados crescendo fora da orientação principal, paralelos à lineação de crenulação da rocha, além de intercalações centimétricas de camadas siltosas, por vezes dobradas suavemente (figura 3.6)

Figura 3.6 – Afloramento de metapelito com camada centimétrica de metassiltito, mostrando o plano S_0 dobrado suavemente pela fase D_{n+1} (capítulo 4-Geologia Estrutural). Ponto Fe120; coordenadas UTM: 488504,958 E / 8951520,555 N.

PETROGRAFIA

Nesta unidade foi feita a correlação de suas rochas com as amostras obtidas na profundidade 53,50m do furo FVE17 (vide tabela de furos e lâminas em anexo). Trata-se de uma rocha argilosa, de textura lepidoblástica, clivagem ardoseana e granulometria variando entre 0,001mm a 0,4mm, apresentando superfície de acamamento (sub)paralela ao plano de foliação principal (figura 3.7). É composta basicamente por cristais de clorita + mica branca(sericita+muscovita) + k-feldspato + quartzo + argilomineral + epidoto + calcita, além de apresentar pseudomorfos de cordierita preenchidos por clorita + sericita + quartzo (tabela 3.2 e figura 3.7).

Amostra FVE17-53,50m	
Mineralogia	**Modal**
Clorita	38%
Mica branca (sericita + muscovita)	36%
Quartzo	16%
K-feldspato	4%
Argilomineral	3%
Pseudomorfos de cordierita(?)	3%
Traços – Epidoto, calcita **Alteração** – Sericita, Clorita	

Tabela 3.3 – Modal da amostra FVE17 – 53,50m.

Figura 3.7 – Fotomicrografias da amostra FVE17-53,50m.

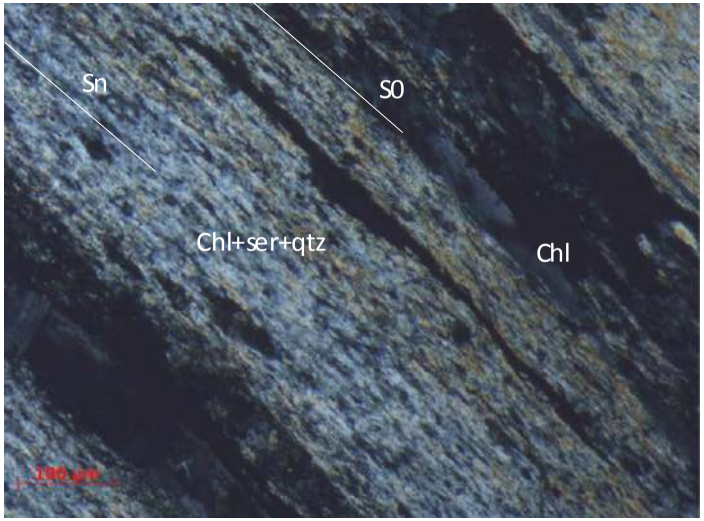


Foto 1 - Cristais de mica branca+clorita+quartzo estirados preenchendo a foliação principal, (sub)paralelos ao bandamento composicional (S0); nicóis cruzados.

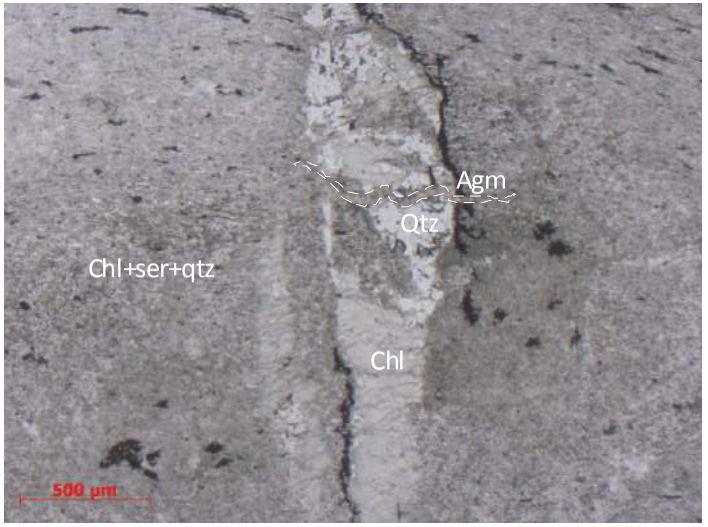


Foto 2 - Veio de clorita+quartzo+opacos+argilomineral ortogonal a clivagem principal da rocha; nicóis descruzados.

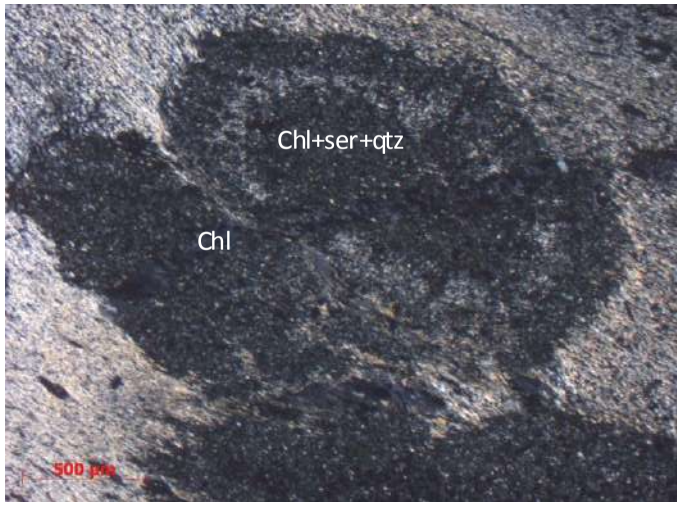


Foto 3 - Pseudomorfos de cordierita compostos por clorita+sericita, truncados e deslocados por veio de clorita; nicóis cruzados.

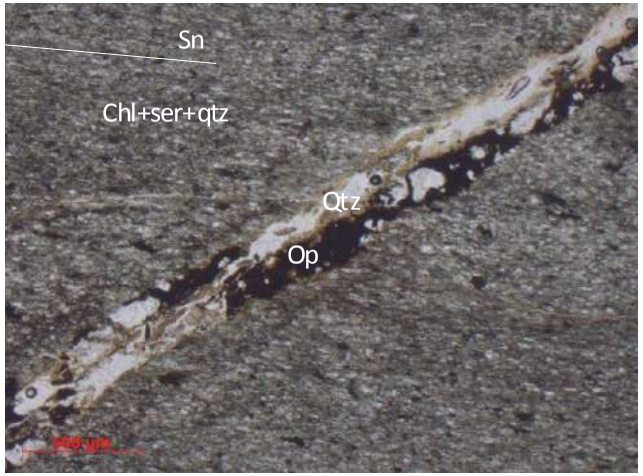


Foto 4 - Veio de quartzo+opacos bordejados por alteração sericítica, oblíquo à clivagem da amostra; nicóis descruzados.

3.2.1.3 - Metassiltito

Rocha muito fina, variando de silte a areia muito fina, apresenta cor branca/ocre, aparecendo localmente em uma camada fina e lenticular (figura 3.8 e figura 3.1, também no anexo I). Sugere-se que seja uma fácies menos argilosa do metapelito, próximo ao contato com o calcáreo negro e a zona de silicificação. Apresenta dobras e fraturas em seus afloramentos (ver capítulo 4 – Geologia Estrutural).

Figura 3.8 – Afloramento de metassiltito fraturado. Linhas brancas tracejadas indicam a orientação principal dos planos de fratura e linhas preenchidas indicam o S_0. Ponto Fe88; coordenadas UTM: 489312,258 E / 8951114,672 N.

3.2.1.4- Metacalcáreo negro (silexito)

Presente em uma longa camada na parte centro-sul do mapa, esta rocha negra maciça pode apresentar diferentes aspectos texturais e estruturais, tanto de origem sedimentar, quanto de origem hidrotermal.

Sua cor varia de negra a cinza, encontra-se silicificada (envolvendo descarbonatação) e apresenta concreções negras maciças localmente (figura 3.9).

De protólito carbonático, sugere-se que esta rocha tenha passado por processo de descarbonatação, provavelmente associado a processos de silicificação e entrada de fluidos manganesíferos no sistema, tratando-se portanto de um silexito. Estes processos são evidenciados,

respectivamente, pelas zonas de *stockwork* silicificadas (figura 3.10) e pela presença de brechas hidrotermais contendo óxidos de manganês + litoclastos (vide capítulo 5-Metamorfismo).

Encontra-se também nesta subunidade estrutura estromatolítica convexa apresentando feições de crescimento, provavelmente de origem microbial (figura 3.11).

Figura 3.9 – Bloco da unidade mostrando detalhe da concreção deslocando os planos S0 (bem marcados pelas laminações). Ponto Ponto Fe112; coordenadas UTM: 479339,145 E / 8953006,596 N.

Figura 3.10 – Blocos com zona de storckwork silicoso em metacalcáreo mostrando muitas

vênulas e veios de quartzo + sílica amorfa. Ponto Fe102; coordenadas UTM: 481950,269 E / 8952907,161 N.

Figura 3.11 – Blocos contendo provável estromatólito. Ponto Fe106; coordenadas UTM: 479628,376 E / 8952956,682 N.

PETROGRAFIA

Nesta unidade, as rochas foram correlacionadas com a lâmina delgada encontrada na profundidade 27,55m do furo FVE08 (vide capítulo 3.3 e descrição de lâminas no anexo II). Trata-se de um metacalcáreo com granulometria fina (0,1 a 0,5mm), cortado por veios carbonáticos mais grossos (0,5 a 3mm) (figura 3.16), composto basicamente por cristais de calcita e vênulas de alteração com actinolita+sericita+clorita+argilomineral (figura 3.12, tabela 3.3)

FVE08-27,55m	
Mineralogia	**Modal**
Calcita	83%
Actinolita	10%
Sericita	4%
Clorita	3%
Traços – Argilomineral **Alteração** – Calcita, actinolita, sericita, clorita	

Tabela 3.4 – Modal da amostra FVE08-27,55m

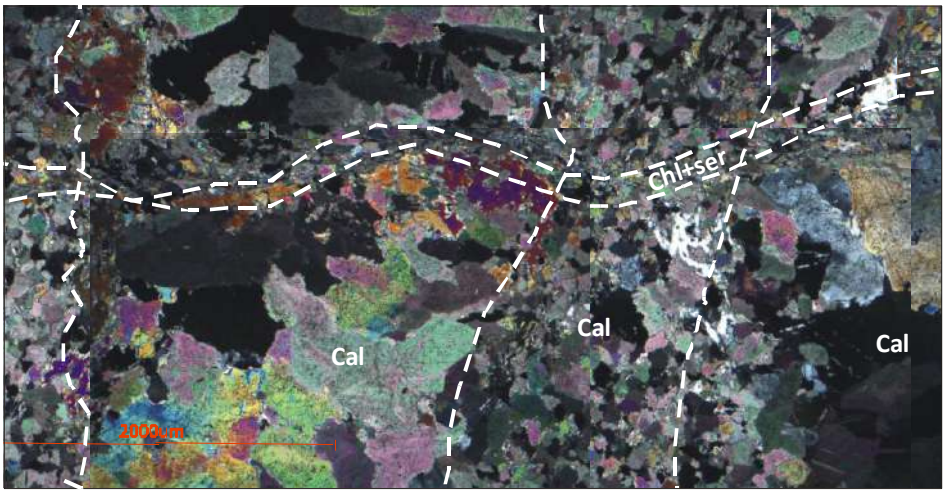


Foto 1 - Fotomosaico em nicóis cruzados mostrando a variação faciológica entre os cristais de calc ita, onde veios grossos encontram-se intercalados a uma matriz mais fina. Notar veio horizontal fino contendo clorita+sericita.

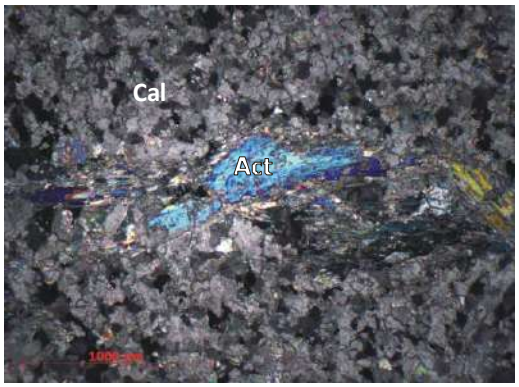


Foto 2 - Cristais fibrosos de actinolita meio à matriz carbonática.

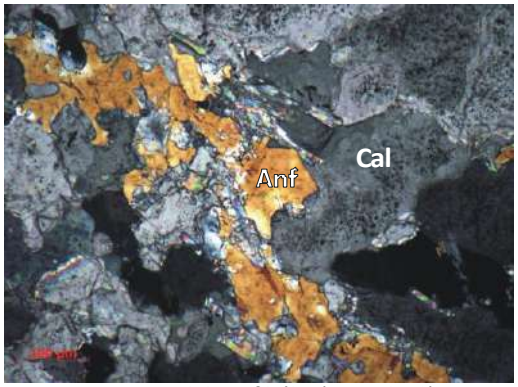


Foto 3 - Cristal de anfibólio (actinolita?).

Figura 3.12 – Fotomicrografias da amostra FVE08-27,55; nicóis cruzados; Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N.

3.2.2 – METASSEDIMENTARES MEDIANAS

3.2.2.1 – Filito carbonoso

O mapeamento na porção mediana da área de mapeamento, correspondente à seção intermediária da estratigrafia da região, foi pouco detalhado devido à escassez de afloramentos. Mapeado através de características tais como cor do solo e morfologia do terreno, trata-se de uma rocha cinza escura e de textura "sedosa" quando mais preservada e roxa quando intemperizada (figura 3.13) que se estende do contato com o metacalcáreo negro ao sul até as proximidades do contato com o meta-arenito da serra ao norte (aproximadamente 5 km de extensão).

Figura 3.13 – Afloramento de filito carbonoso intemperizado mostrando plano de acamamento sedimentar primário (S_0). Ponto Fe62; coordenadas UTM: 487865,383 E / 8954979,688 N.

3.2.3 – METASSEDIMENTARES DE TOPO

Ocupando o topo da estratigrafia da unidade 2, aflorante na Serra dos Dezoito, trata-se de uma sucessão meta-arenítica gradacional com estratificações cruzadas acanaladas, que apresenta intercalação de rochas máficas, com aspecto de subvulcânicas intermediárias (andesito?), próximo ao contato basal com o filito carbonoso.

3.2.3.1 – Rochas subvulcânicas máficas

Intercaladas à sequência metassedimentar da serra, ao longo do contato entre a base do meta-arenito e o filito carbonoso e às camadas mais superiores da serra estão presentes rochas vulcânicas máficas/intermediárias, com índice de cor >70%.

Descritas em amostras de campo, apresentam cor escura esverdeada, máfica/intermediária, afanítica a microfanerítica, com fenocristais de k-feldspato localmente. É composta por plagioclásio + k-felds + quartzo + matriz máfica + clorita e aflora em *trend* paralelo ao *strike* regional (~110-290ºNE) (figura 3.14). Associados a essas, à leste da face sul da serra, encontram-se blocos silicificados, quartzíticos, com amígdalas carbonáticas.

Em outros locais apresentam cor cinza, textura afanítica, ocorrendo concordante e/ou discordantemente ao acamamento principal dos meta-arenitos (figura 3.15 e 3.16);

Figura 3.14 – Amostra de mão de rocha vulcânica, afanítica, apresentando fenocristais de k-feldspato, aspecto andesítico. Ponto Fe68; coordenadas UTM: 488906,134 E / 8954840,99 N.

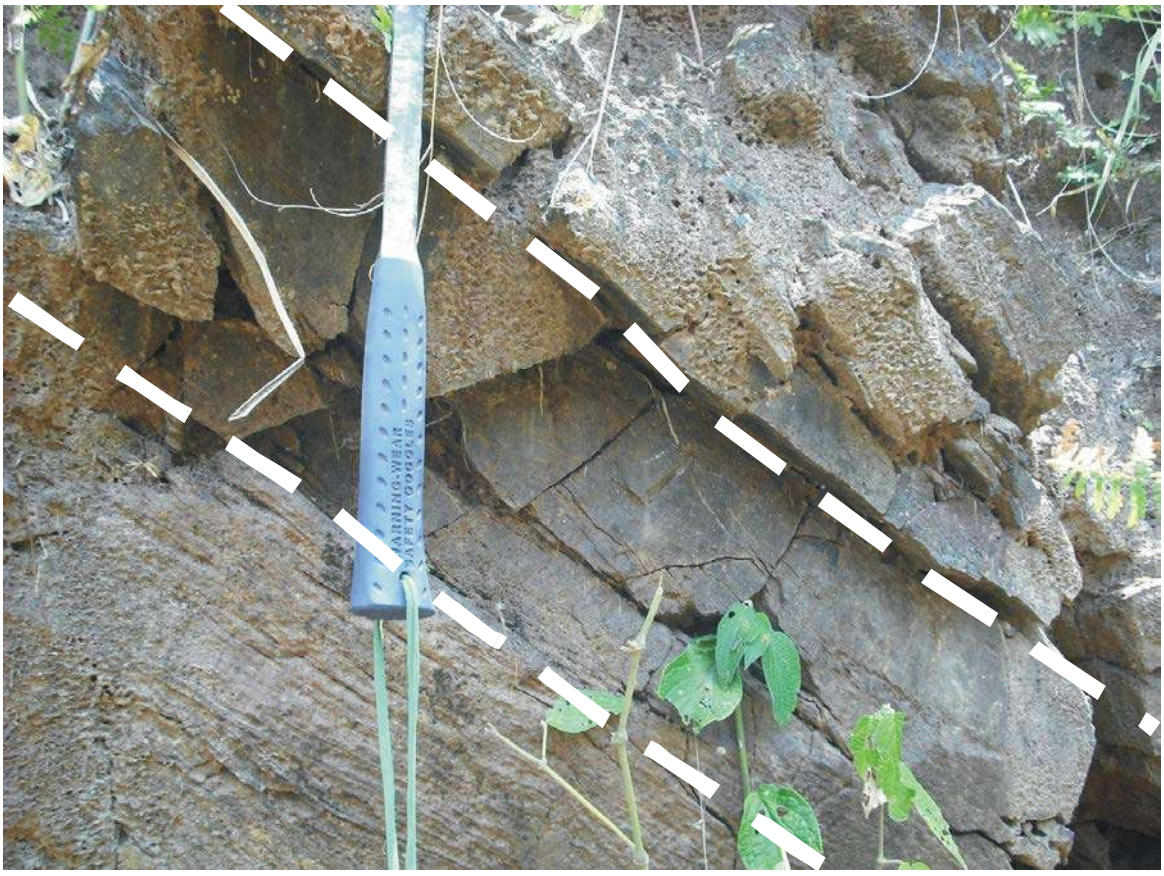


Figura 3.15 – Afloramento de rocha vulcânica máfica intercalada concordantemente (soleira) ao pacote dos metassedimentos de topo. Ponto Fe31; coordenadas UTM: 484141,789 E / 8956575,932 N.

Figura 3.16 – Afloramento de dique de rocha vulcânica máfica discordantes à foliação principal. Ponto Fe26; coordenadas UTM: 481606,512 E / 8957191,13 N.

3.2.3.2 – Meta-arenito Serra dos Dezoito

Inicia-se com uma camada lenticular fina de quartzo-meta-arenito branco, fino a grosso, mal selecionado, por vezes apresentando seixos intercalados (figura 3.17). Feldspato e biotita aparecem na matriz como minerais acessórios.

Para o topo da unidade constata-se o aumento de granulometria e de estruturas sedimentares primárias preservadas, como estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte entre camadas quartzíticas de granulação média seixosa, mal selecionadas, apresentando granodecrescência ascendente (figura 3.18). É marcante nesta unidade a presença de minerais pesados (óxidos de Fe detríticos) concentrados nos planos que compõem as estratificações cruzadas acanaladas (figura 3.19 e 3.20)

Nas camadas superiores da sequência, o meta-arenito apresenta granulometria grossa a conglomerática, sendo mal selecionado, com grânulos e seixos de quarzto de até 5cm imbricados segundo orientação da paleocorrente, arredondados a subangulosos, tectonicamente estirados ou não (figura 3.21, 3.22 e 3.23).

Figura 3.17 – Detalhe de blocos encontrados na porção basal do meta-arenito da Serra dos Dezoito, quartzo-meta-arenito fino a grosso, mal selecionado, mostrando planos S0. Ponto Fe17; coordenadas UTM: 483098,414 E / 8956359,878 N.

Figura 3.18 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito com estratificações cruzadas tangenciais à base de pequeno porte e camadas quartzíticas gradacionais, com presença de granodescrescência ascendente. Observar as concentrações de minerais pesados nos planos de acamadamento. Ponto Fe45; coordenadas UTM: 484685,56 E / 8956672,031 N.

Figura 3.19 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito mostrando a presença de hematita detrítica em planos de estratificação. Ponto Fe46; coordenadas UTM: 484812,834 E / 8956792,952 N.

Figura 3.20 – Afloramento do meta-arenito da Serra dos Dezoito mostrando detalhe das concentrações de minerais pesados em *bottomsets* e *foresets* de estratificações cruzadas. Ponto Fe46; coordenadas UTM: 484812,834 E / 8956792,952 N.

Figura 3.21 – Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático com ocorrência marcante de minerais pesados. Ponto Fe51; coordenadas UTM; 484963,879 E / 8956952,673 N.

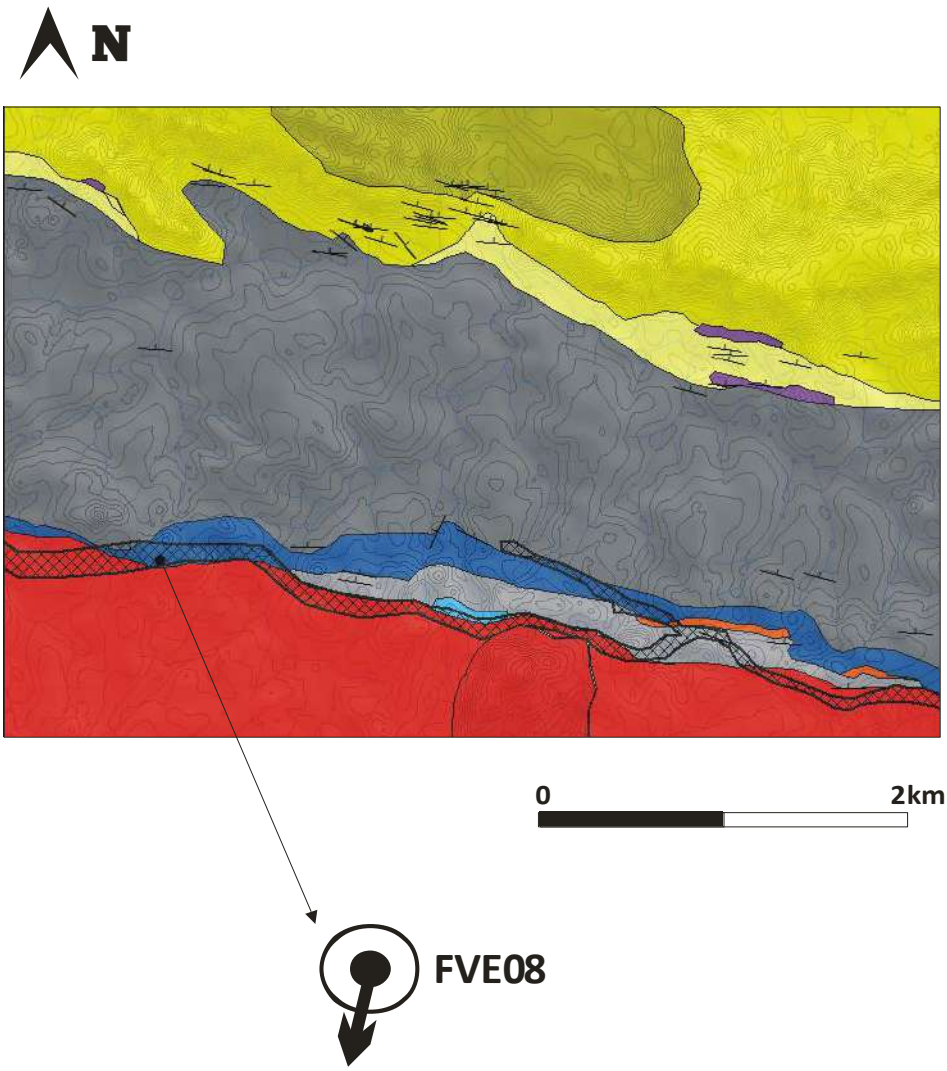
Figura 3.22 - Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático. Observar imbricamento dos seixos no sentido da paleocorrente e ocorrência marcante de minerais pesados. Ponto Fe51; coordenadas UTM; 484963,879 E / 8956952,673 N.

Figura 3.23 - Afloramento do meta-arenito do topo da Serra dos Dezoito, meta-arenito conglomerático, apresentando seixos estirados e ocorrência marcante de minerais pesados. Ponto Fe50; coordenadas UTM: 484591,308 E / 8957107,349 N.

3.3 – DESCRIÇÃO DO FURO FVE08

Para complementar a parte petrográfica do presente trabalho foi feita a descrição de doze lâminas delgadas referentes aos testemunhos de sondagem obtidos entre os dias 03/08/2010 e 11/08/2010 pela equipe IAMGOLD-Brasil através do furo FVE08, inserido a sul da área de estudos e de orientação 200/60º (figura 3.24, tabela 3.4 e anexo II).

Da base para o topo, vemos ortognaisses e granitóides entre as profundidades 127,70m e 47,45m mostrando grau de alteração gradualmente mais intenso, com sericita substituindo cristais de plagioclásio e clorita substituindo biotita. A partir da lâmina 34,15m atesta-se a presença de maiores alterações, com presença marcante de minerais carbonáticos, sericita, actinolita, clorita e argilominerais. Em aproximadamente 28m abaixo do furo a lâmina assume uma identidade mais carbonática como um todo, tratando-se de um metacalcacáreo silicificado (correlacionado no item



3.2.1.4 com o metacalcáreo negro) (figura 3.25).

Figura 3.24 – Localização do furo FVE08, com orientação 200/60º. A legenda é idêntica à figura 3.1. Coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N.

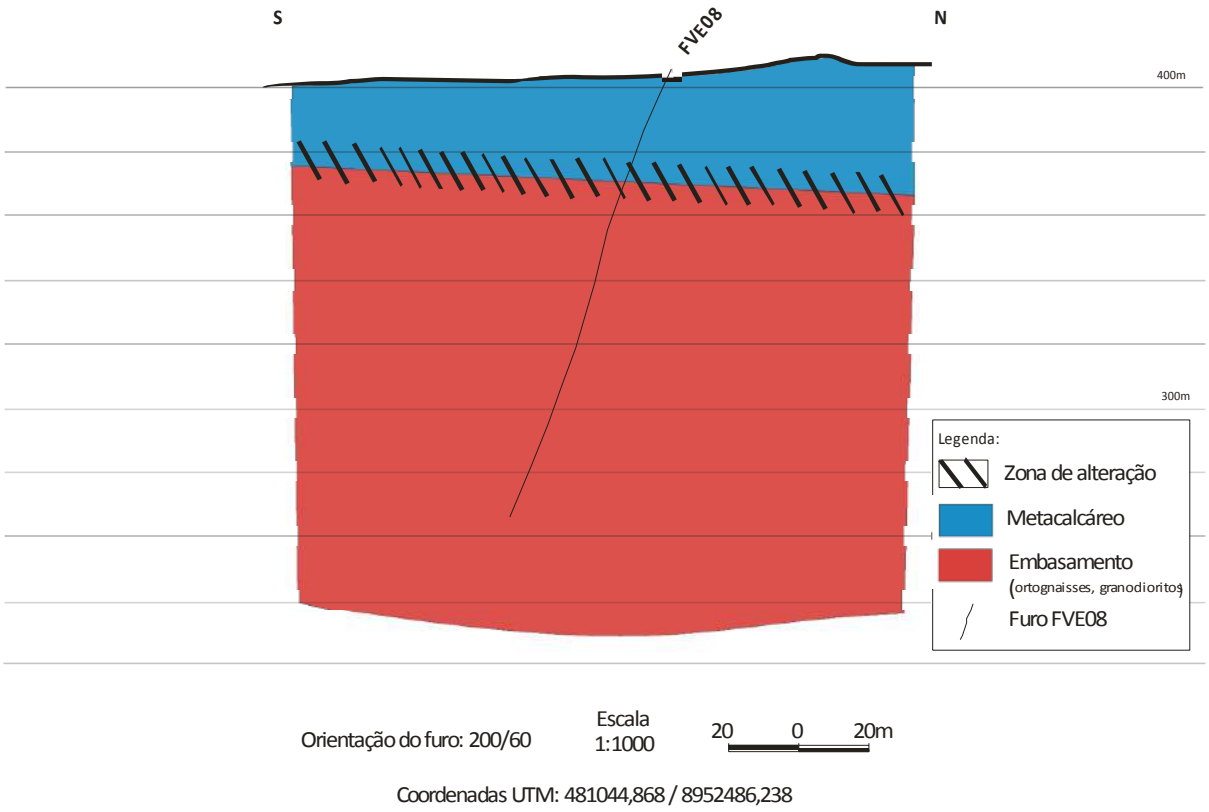


Figura 3.25 – Seção transversal do furo FVE08. Fonte dos dados topográficos e desvios do furo: IAMGOLD-Brasil.

Código do furo	Código da amostra	Profundidade	SEÇÃO DELGADA	
			MINERAIS	NOME DA ROCHA
FVE08	FVE08_27,55	27,55m	Cal + act + ser – chl – agm	Metacalcáreo
FVE08	FVE08_27,95	27,95m	Qtz + act + ser + cal + anf + chl + op – ep	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_28,60	28,60m	Cal + act + chl + ser + agm	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_29,70	29,70m	Qtz + act + cal + chl + agm – ser	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_30,40	30,40m	Qtz + act + cal + chl + agm – ser	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_32,20	32,20m	Qtz + ser + bt (ms) + chl + cal + op – zrc	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_33,45	33,45m	Act + cal + ser + chl + qtz + k-felds + op – zrc – ep	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_33,95	33,95m	Ser + act + cal + chl + k-felds + op	Metacalcáreo hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_34,15	34,15m	Qtz + Ser (plag) + cal + k-felds + ms + chl – agm – opacos	Metagranodiorito hidrotermalizado?
FVE08	FVE08_47,45	47,45m	Qtz + plag (ser) + k-felds + bt (chl) + ms + cal - ep – zrc – tit – agm	Metagranodiorito sericitizado
FVE08	FVE08_84,45	84,45m	Qtz + plag(ser) + k-felds + bt + ms + opacos - ep - zrc	Metagranodiorito sericitizado
FVE08	FVE08_127,70	127,70m	Plag + qtz + bt+ k-felds + ms + cal + opacos - ep - zrc	Ortognaisse sericitizado

Tabela 3.5 – Resumo das composições das amostras do furo FVE08.

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste capítulo serão expostas as informações sobre as estruturas encontradas nas rochas da área de mapeamento, divididas em Domínio Sul e Domínio Norte, além das respectivas interpretações de seus eventos deformacionais, onde usou-se a seguinte nomenclatura:

D_n = Primeira fase de deformação
D_{n+1} = Segunda fase de deformação
S_0 = Superfície de acamamento sedimentar primária
S_n = Superfície de foliação principal

4.1 – DOMÍNIO SUL - EMBASAMENTO

O contato entre o embasamento e as rochas metassedimentares, de *trend* NW – SE, é bem marcado na geomorfologia do terreno (figura 3.1, também no anexo I). A maioria dos afloramentos das rochas granitóides e gnáissicas que compõem o embasamento são representados por *boulders* e blocos que geralmente não estão *in situ*.

4.2 – DOMÍNIO NORTE – ROCHAS METASSEDIMENTARES

As rochas metassedimentares de Vila Estrela possuem *strike* regional (sub)paralelo ao contato com o embasamento (~305-125º) e apresentam superfícies primárias S_0 bem preservadas, mergulhando suavemente para NNE. Também apresentam uma superfície de foliação principal (S_n) regional que apresenta atitudes médias semelhantes à S_0, entre 2/20º e 20/60º.

Foram encontradas zonas de fraturas nas camadas metapelítica e meta-arenítica da unidade 2, com mergulhos subverticais ora para SE, ora para S.

4.3 – FASES DE DEFORMAÇÃO

Foram definidas duas fases deformacionais afetando as unidades de mapeamento. A escassez de afloramentos e dados estruturais dificultou a elaboração de um modelo evolutivo detalhado para os processos de deformação ocorridos na área.

Uma primeira fase deformacional dúctil compressiva (D_n) gerou os planos de foliação Sn, que podem ser foliações de plano axial de dobras fechadas, o qual apresenta atitudes médias paralelas à superfície de acamamento sedimentar primária S_0, bem marcada principalmente nos metassedimentos pelíticos e meta-areníticos. A segunda fase (D_{n+1}), de caráter compressiva, dúctil-rúptil, foi responsável pela geração de dobras abertas e pequenas falhas.

4.3.1 – Fase D_n

A primeira fase, reconhecida nos metassedimentos da área, é de caráter compressivo dúctil e gerou uma superfície de foliação S_n (sub)paralela à superfície de acamamento sedimentar primária S_0. Trata-se da foliação principal que abrange toda a área, porém com distribuição heterogênea; dependendo do litotipo em que se desenvolveu pode ser bem marcante ou incipiente. Segundo Corrêa Neto (informação verbal), essa superfície corresponde ao plano axial de dobras fechadas com vergência para Sul. Apresenta mergulhos variando para N e NE e atitude média 12/45º (figura 4.1), definida pela orientação planar das micas encontradas principalmente nos metapelitos, sendo normalmente subparalela ao acamamento sedimentar relicto (figura 4.2).

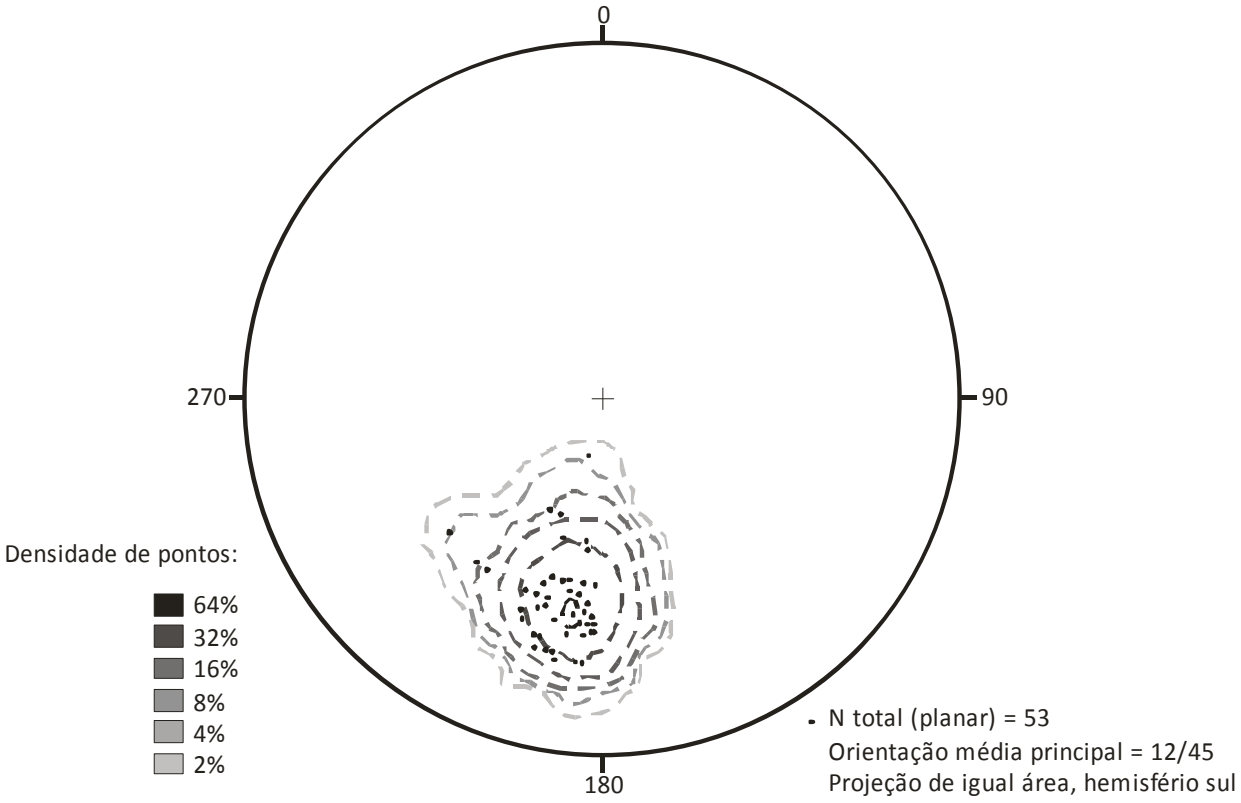


Figura 4.1 – Estereograma de pontos dos pólos das foliações Sn e de suas densidades de ocorrência sobrepostos. Projeção polar, hemisfério sul, rede estereográfica de igual área para 53 medidas. Os tons mais escuros indicam maior densidade de pontos (densidade máxima = 71,7%, atitude média = 12/45º).

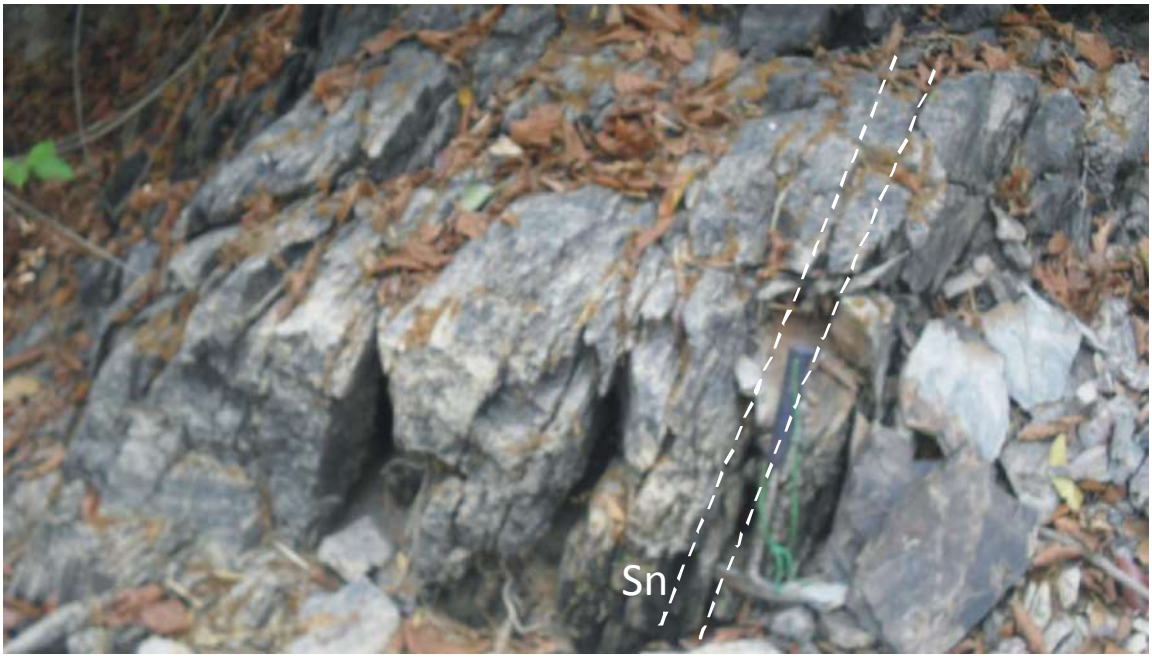


Figura 4.2 – Afloramento da unidade 2 mostrando o plano de foliação principal (S_n) presente no filito carbonoso (linhas tracejadas). Ponto Fe16; coordenadas UTM: 483066,169 E / 8956181,075 N.

4.3.2 – Fase D_{n+1}

A segunda fase, também de caráter compressivo dúctil-rúptil, gerou dobras abertas com eixo caindo geralmente para NNW e NNE (~355/25º) e plano axial mergulhando geralmente para SW (~240/70º) (figura 4.3 e 4.4), sendo melhor desenvolvidas nos litotipos definidos como metapelito e filito carbonoso, devido à sua menor competência à deformação. Associa-se também à essa fase a geração de falhas de caráter dúctil como *kink bands* (figura 4.5) que apresentam atitudes semelhantes ao plano axial das dobras D_{n+1} (~220/70º).

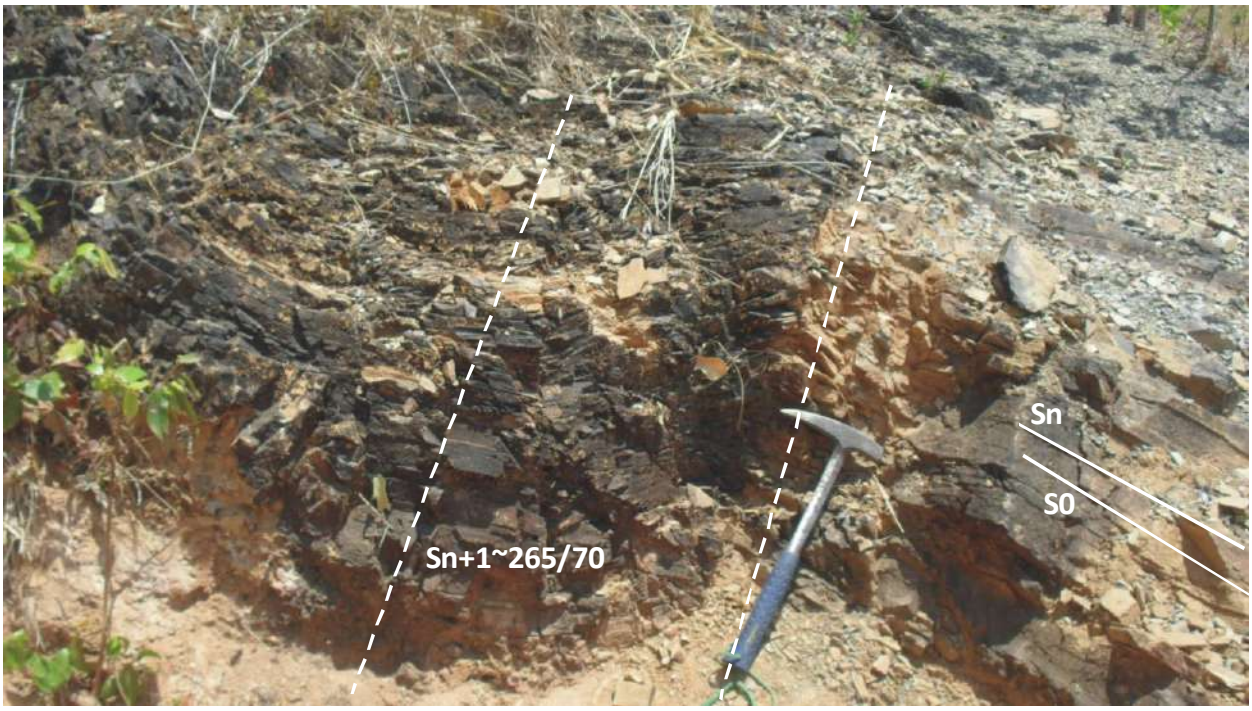


Figura 4.3 – Afloramento de dobra assimétrica aberta no metapelito (unidade 2) com indicação do seu plano axial (linhas tracejadas) mergulhando aproximadamente para WSW. Ponto Fe116; coordenadas UTM: 488467,832 E / 8951378,341 N.

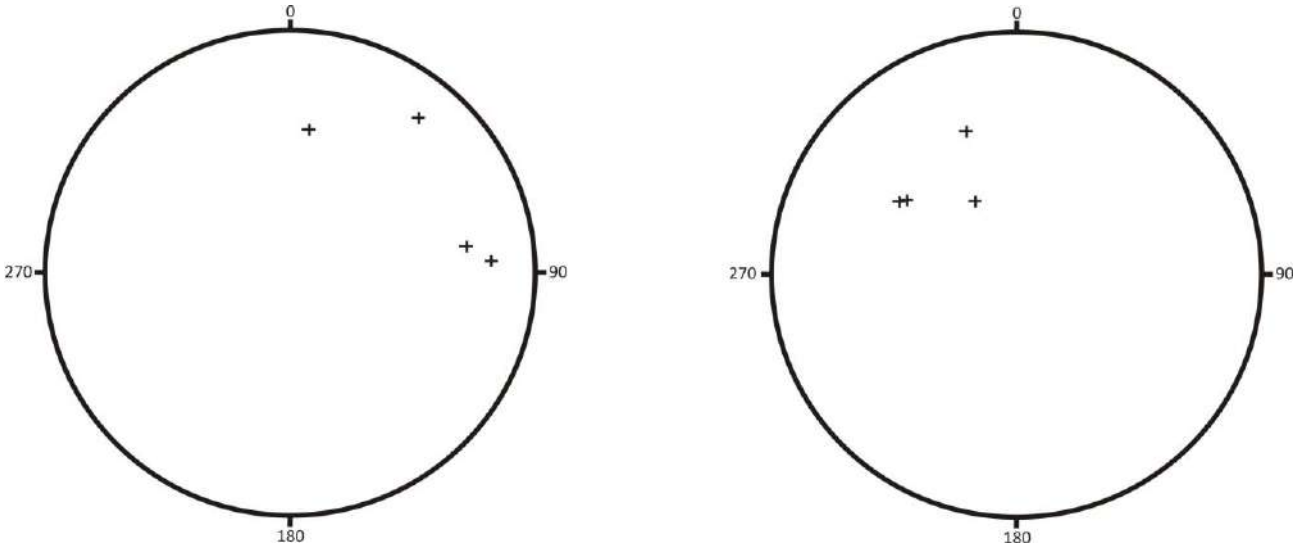


Figura 4.4 - Estereogramas das atitudes dos pólos de planos axiais (esquerda) e eixos (direita) das dobras Dn+1 . Projeção planar, hemisfério sul. Rede estereográfica de igual área para 4 medidas.

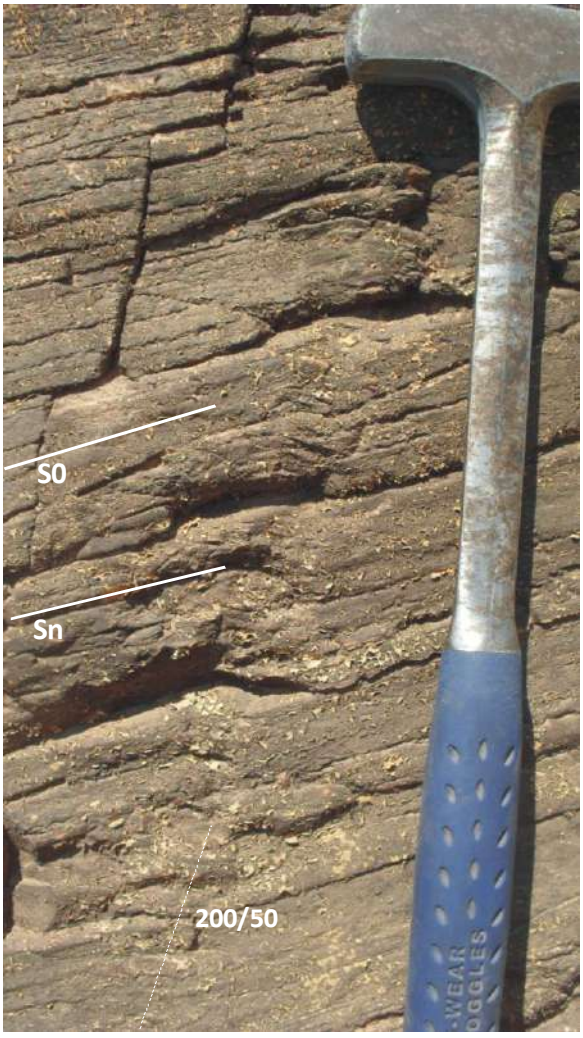


Figura 4.5 – Afloramento de metapelito (unidade 2) com *kink band* subparalelo ao plano axial das dobras D_{n+1}. Ponto Fe120; coordenadas UTM: 488504,958 E / 8951520,555 N.

5 – METAMORFISMO

O metamorfismo da área foi caracterizado através das associações de minerais metamórficos observados em lâminas delgadas. Foram reconhecidos dois eventos metamórficos superpostos, M1 e M2, o primeiro de caráter regional e o segundo interpretado como fruto de metamorfismo de contato seguido de evento hidrotermal e retrometamorfismo associado (figura 5.1).

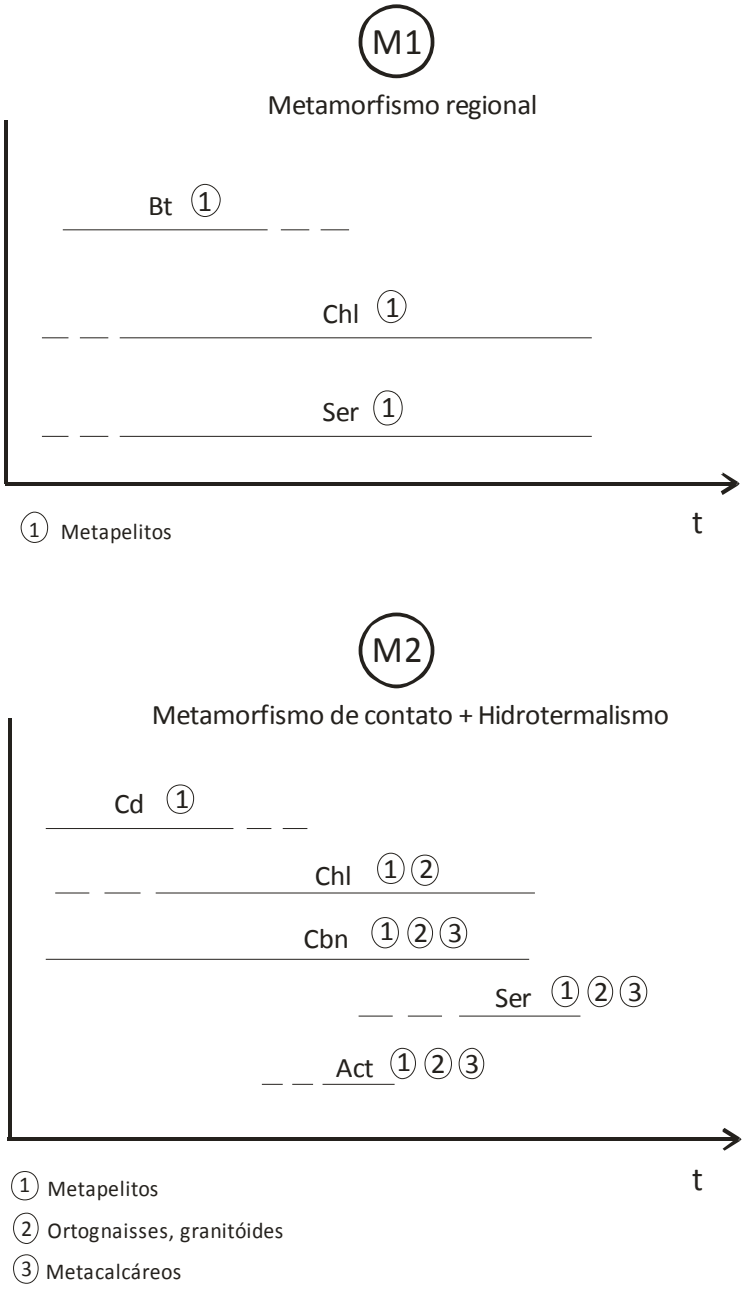


Figura 5.1 – Diagrama de cristalização dos minerais metamórficos nos eventos M1 e M2.

5.1 - EVENTO M1

Os efeitos do evento M1 são identificados nas rochas metassedimentares da unidade 2 em rochas metapelíticas (ardósias), filíticas com matéria carbonosa e meta-areníticas com baixo grau de recristalização, sendo caracterizado pelo crescimento de minerais metamórficos (clorita, sericita, biotita) paralelos à foliação Sn (sintectônicos).

As rochas metapelíticas encontradas assemelham-se às rochas ardoseanas epizonais entre a zona da clorita e a zona da biotita de Barrow (Yardley, 1989): rochas pelíticas ardoseanas, frequentemente com matéria carbonosa, tipicamente contendo clorita e muscovita (figura 5.2), com proporções variáveis de quartzo, albita e acessórios; ou metagrauvacas com k-feldspato detrítico, nas quais a biotita pode se formar pela reação k-feldspato+clorita (Yardley, 1989).

Plotando a assembléia metamórfica no gráfico de linhas de reação para rochas pelíticas, sobreposto ao gráfico de fácies metamórficas, as rochas se encontram no campo da fácies sub-xisto verde (figura 5.3), indicando pressões da ordem de 2 a 4 kbar e temperaturas de aproximadamente 300º.

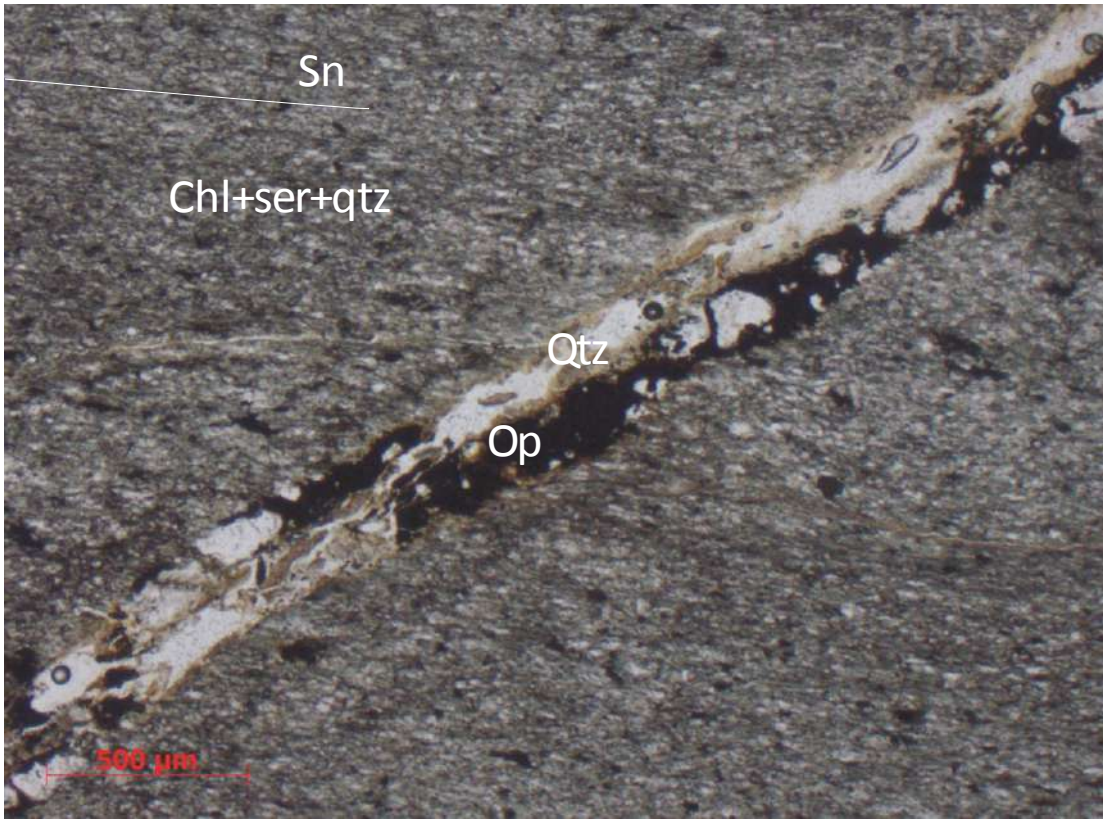


Figura 5.2 – Fotomicrografia da lâmina FVE17-53,50m. Metapelito com matriz composta por clorita+sericita+quartzo preenchendo a foliação Sn, truncada por veio de quartzo+opacos com bordas sericitizadas. Furo FVE17, localizado 2km à oeste da área de mapeamento. Coordenadas UTM: 477764,005 E / 8954873,027 N.

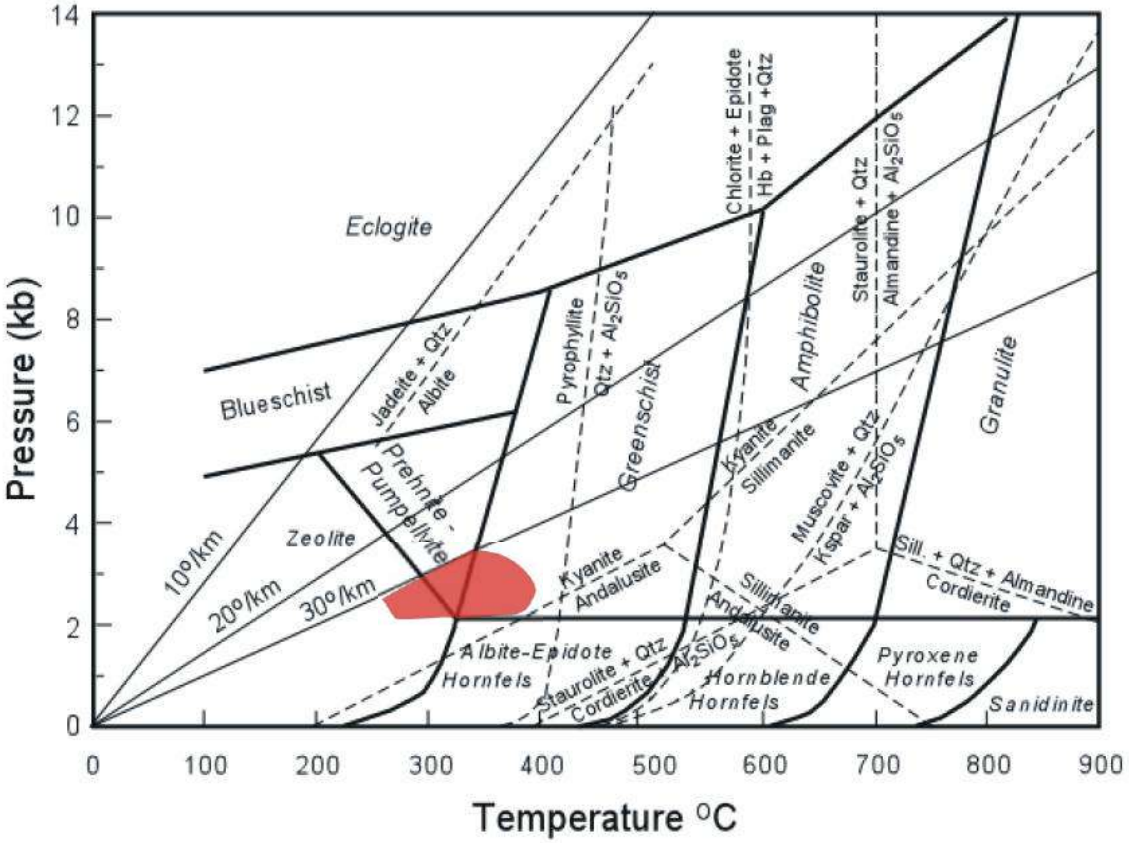


Figura 5.3 - Gráfico de linhas de reação mineral para rochas metapelíticas sobreposto ao gráfico de fácies metamórfica. Destaque para a região em vermelho indicando o grau de metamorfismo do evento M1 – fácies sub-xisto verde.

5.2 – EVENTO M2

Este evento está registrado nas rochas metapelíticas, metacarbonáticas e granitóides próximas ao contato entre as unidades 1 e 2, caracterizado através das alterações vistas em campo e das paragêneses metamórficas observadas em lâminas delgadas.

Plotando os dados petrográficos no gráfico de linhas de reação para rochas metapelíticas e sobrepondo-o ao gráfico de fácies metamórficas, vemos que as rochas se encontram no campo da fácies albita-epidoto-hornfels (figura 5.4), indicando pressões da ordem de <2 kbar e temperaturas <400º, com picos atingindo aproximadamente 480º.

A presença de pseudomorfos de cordierita compostos por clorita + sericita + quartzo (figura 5.5), além da alteração hidrotermal nas rochas próximos ao contato entre as unidades 1 e 2, sugere a possibilidade desse evento ser caracterizado como metamorfismo de contato, onde a intrusão de corpos ígneos não identificados acarretou um processo contínuo caracterizado por transferência de calor por condução e infiltração de fluidos tardi-magmáticos (item 5.2.1).

No final do evento M2 ocorre ainda metamorfismo de caráter retrógrado, provavelmente associado à presença de fluidos tardios, mais frios. Em lâmina delgada pode-se observar a presença de minerais de mais alto grau (biotita) sendo substituídos por minerais de mais baixo grau (muscovita), evidenciando o retrometamorfismo afetando as rochas da região (figura 5.6)

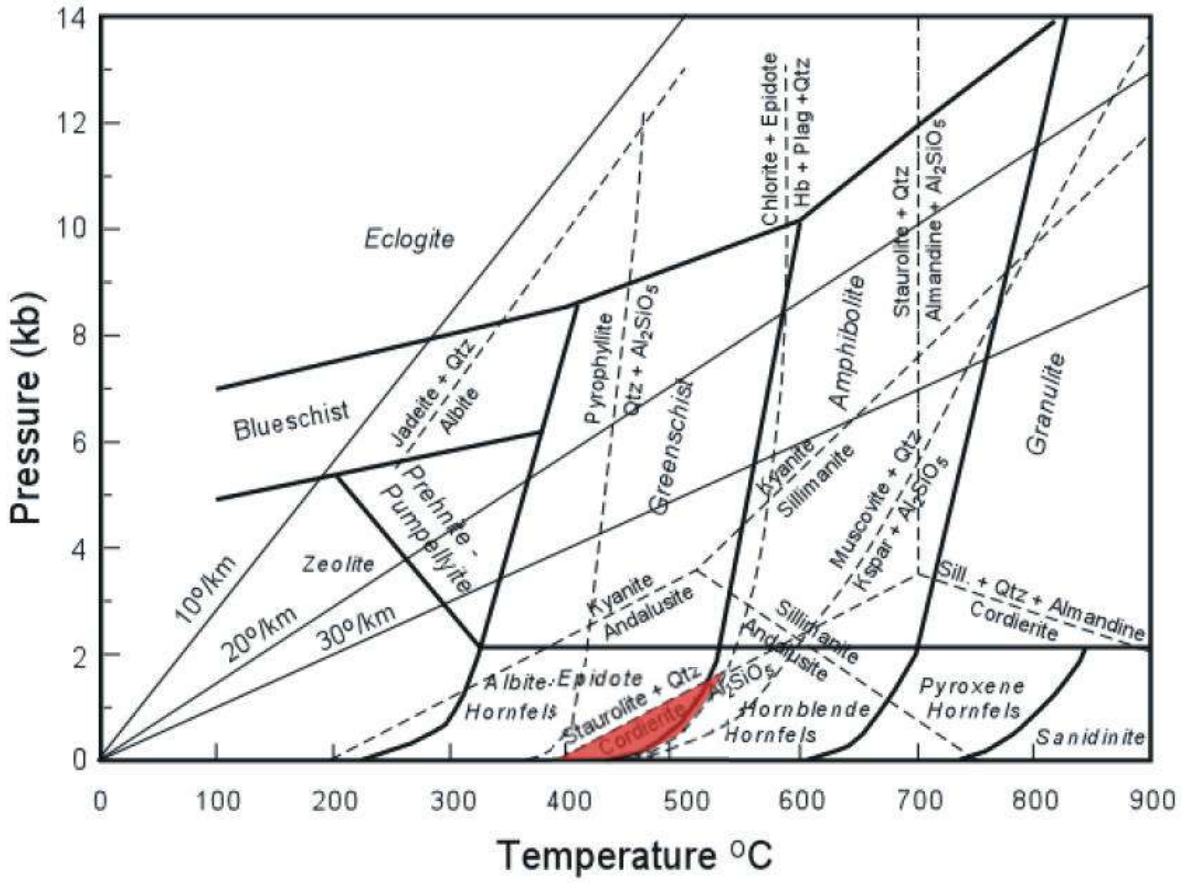


Figura 5.4 - Gráfico de associação mineral para rochas pelíticas sobreposto ao gráfico de fácies metamórficas. Em vermelho, o campo de estabilidade das rochas durante M2.

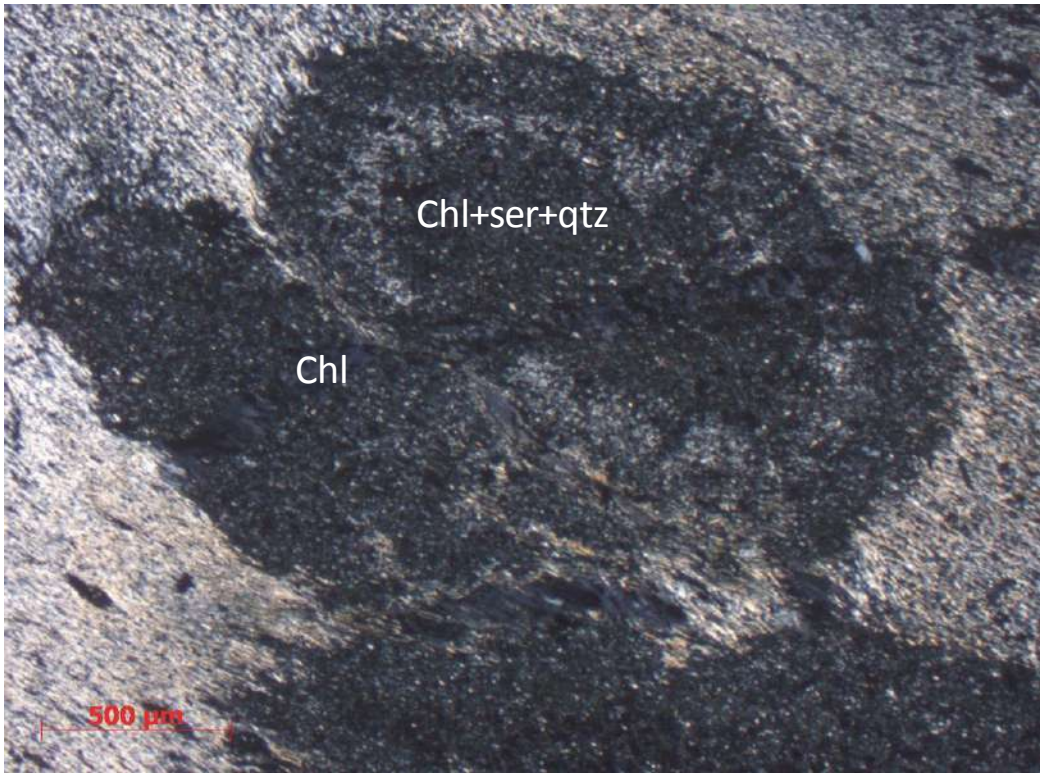


Figura 5.5 – Fotomicrografia da lâmina FVE17-53,50m. Pseudomorfo de cordierita composto por clorita+sericita+quartzo cortado por veio de clorita, meio à matriz composta por clorita + mica branca. Furo localizado 2 km à oeste da área de mapeamento. Coordenadas UTM: 477764,005 E / 8954873,027 N.

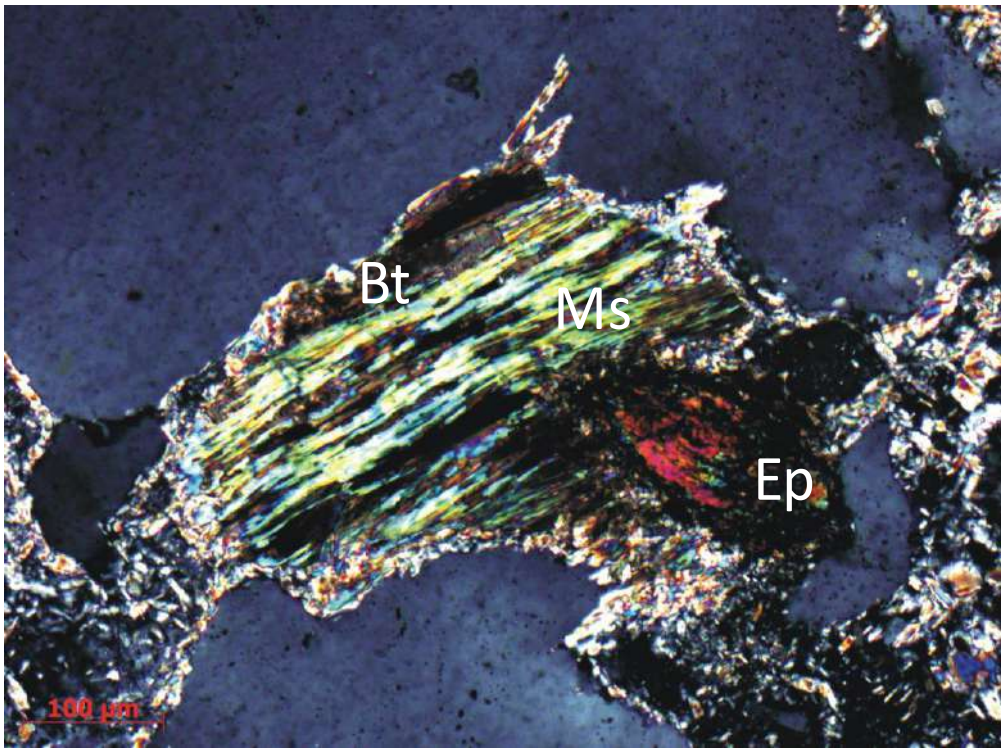


Figura 5.6 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-84,45m. Crital de biotita sendo substituído por muscovita, com inclusão de epidoto. Furo FVE08; coordenadas UTM: Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N.

Sugere-se então que existam pelo menos dois tipos distintos de rochas ígneas na área: embasamento intrudido e corpo intrusivo, onde este segundo metamorfizou as rochas encaixantes sob condições de baixa pressão e gerou os fluidos tardi-magmáticos hidrotermais (tardi-M2). Não foi possível identificar qual corpo ígneo corresponderia a essa intrusão, mas sugerem-se duas hipóteses: **a)** granitóide intrusivo porfirítico associado à pegmatitos, localizado na parte centro-sul do mapa (figura 3.1), próximo ao contato entre embasamento/metassedimentos ou **b)** as máficas subvulcânicas encontradas em blocos próximo ao contato com o embasamento e em afloramentos próximos à serra (figura 3.1 – mapa, também no anexo I).

5.2.1 – ALTERAÇÃO HIDROTERMAL

Em alguns locais próximos e ao longo do contato entre embasamento e rochas metassedimentares encontram-se evidências de alteração hidrotermal afetando as rochas das duas unidades, como descrito nos próximos subcapítulos e na descrição das lâminas do furo FVE08, no anexo II.

Na região de Vila Estrela há garimpos localizados sobre veios hidrotermais, identificados através das características texturais e mineralógicas das rochas encontradas. Na região, a prática acontece há muitos anos, desde garimpos informais antigos até recentes.

5.2.1.1 – Granitóide hidrotermalizado

No embasamento, próximo ao contato, estão presentes granitóides pegmatíticos apresentando evidências de alteração hidrotermal. Encontram-se em blocos e *boulders* com aspecto externo rugoso característico de rochas alteradas hidrotermalmente e posteriormente intemperizados. São esverdeados, provavelmente devido à presença de argilominerais como ilita, e contém carbonato em sua matriz, além da presença de muitos veios silicificados e alterações hematíticas (figura 5.7 e figura 5.9).

Próximo ao contato entre granitóide e metacalcáreo preto (figura 3.1 – mapa, também no anexo I), encontra-se afloramento de jarosita, de cor amarela e textura pulvurulenta. Trata-se de um mineral intempérico característico de áreas com concentração de sulfetos (Corrêa Neto, 2011, informação verbal)(figura 5.8).

Figura 5.7 – Bloco de granitóide hidrotermalizado. Apresenta mineral verde (iilita?) + veios de calcedônea branca + alterações hematíticas. Ponto Fe104; coordenadas UTM: 482167,793 E / 8952585,836 N.

Figura 5.8 – Jarosita formada a partir de precipitação de sulfetos. Ponto Fe107; coordenadas UTM: 483156,516 E / 8951872,787 N.

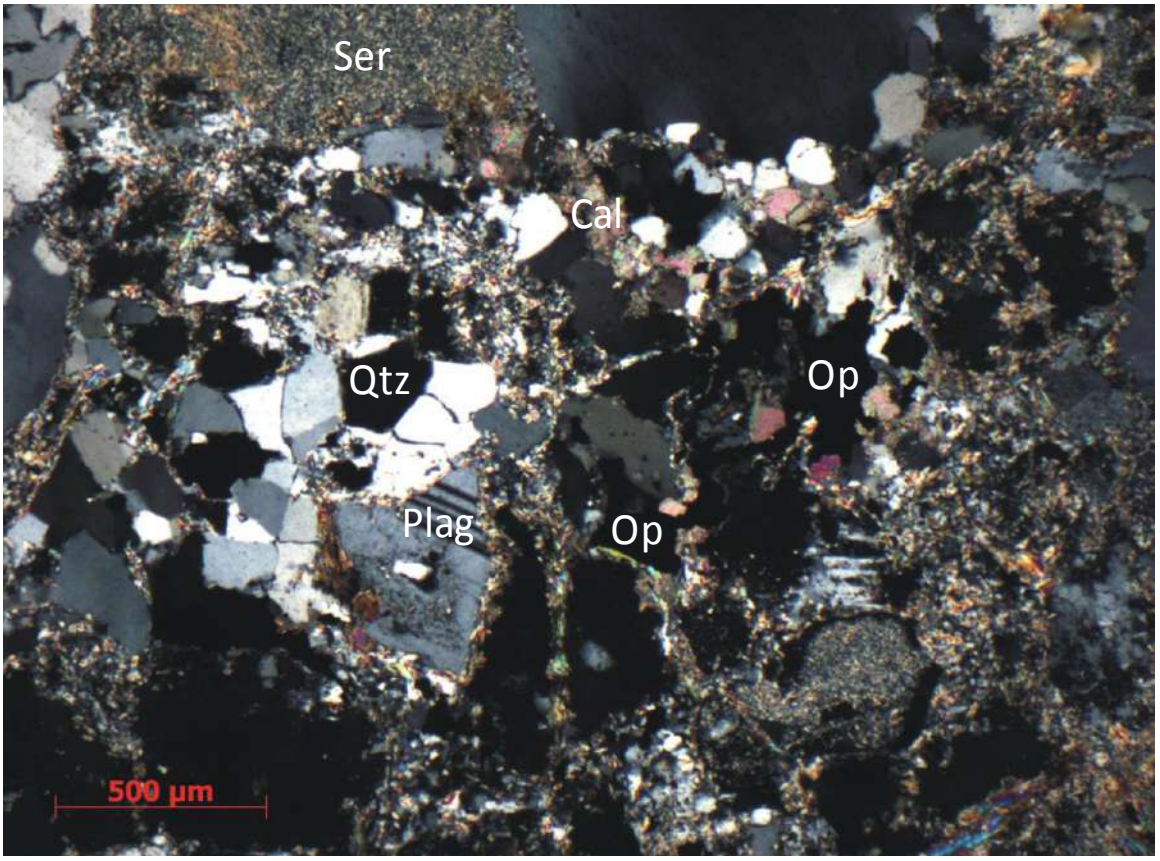


Figura 5.9 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-84,45m. Granitóide alterado, com muitas vênulas sericíticas e presença de cristais de calcita. Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N.

5.2.1.2 – Metacalcáreo negro hidrotermalizado

A rocha apresenta-se silicificada em muitas partes e sem presença de carbonato em sua matriz, devido ao hidrotermalismo e consequente descarbonatação. Possui enxames de veios de sílica amorfa branca cortando a rocha (figura 5.10 e 5.12).

A presença de brechas hidrotermais com óxidos de manganês (figura 5.11) nesta unidade sugere a percolação de fluidos manganesíferos também associados ao evento de hidrotermalismo.

Figura 5.10 - Enxame de veios de sílica amorfa no meio do metacalcáreo preto mostrando evidências de silicificação. Ponto Fe102; coordenadas UTM: 481950,269 E / 8952907,161 N.

Figura 5.11 – Brecha hidrotermal apresentando litoclastos silicificados e manganês na matriz negra. Ponto Fe150; coordenadas UTM: 489179,798 E / 8951197,769 N.

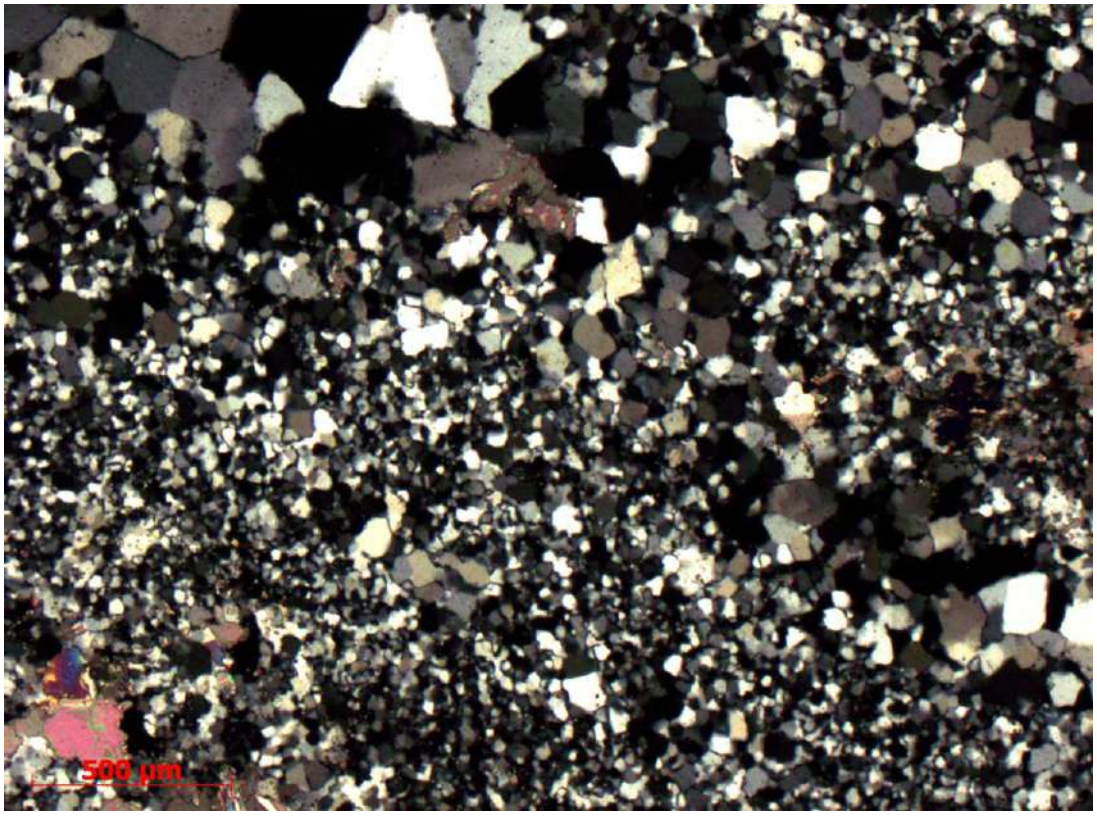


Figura 5.12 – Fotomicrografia da lâmina FVE08-30,40m. Aspecto de rocha silicificada, notar cristais de calcita no canto inferior esquerdo. Furo FVE08; coordenadas UTM: 481044,868 E / 8952486,238 N.

5.2.1.3 – Zona de silicificação

Próximo ao contato entre as unidades 1 e 2 encontrou-se uma zona silicificada estendendo-se geralmente ao longo do *trend* regional (NW-SE), mas por vezes de maneira discordante às camadas. Aflora próximo ao metacalcáreo negro e aos granitóides do embasamento, por vezes associados à grandes veios de quartzo com *vugs,* o que indica cristalização à pequenas profundidades (figura 5.13).

Esta zona de silicificação também é encontrada próximo ao contato entre filito carbonoso e meta-arenito da serra (figura 3.1 – mapa), apresentando-se em morrotes de blocos *in situ*, próximos à afloramento de rocha máfica subvulcânica, o que sustenta a hipótese **b)** do capítulo 5.2 – Evento M2. Apresenta composição basicamente silicificada maciça, com alguns sulfetos disseminados em sua matriz (figura 5.14).

Figura 5.13 – Afloramento de zona silicificada com grande veio de quartzo. Ponto Fe148; coordenadas UTM: 486530,258 E / 8951924,543 N.

Figura 5.14 – Rocha silicificada localizada na base da Serra dos Dezoito, próximo ao contato entre subvulcânica máfica e meta-arenito da serra. Ponto Fe27; coordenadas UTM: 483564,648 E / 8956433,949 N.

6 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As rochas da área mapeada podem ser divididas em Unidade 1 – Embasamento e Unidade 2 – Rochas metassedimentares, onde a última é subdividida em Metassedimentares da base, Metassedimentares medianas e Metassedimentares de topo.

A Unidade 1 é composta pelo embasamento, onde ortognaisses porfiríticos, granitóides e pegmatitos apresentam variação faciológica complexa, ainda não bem compreendida, e relações de corte entre si. Pode ser correlacionada ao terreno granito-gnáissico Ortognaisse Rio Campo Alegre e Complexo Santana do Araguaia pertencente ao Domínio Santana do Araguaia (Vasquez & Rosa-Costa, 2008). No primeiro, em um ortognaisse datado pelo método Pb-Pb em zircão, foram obtidas idades entre 2408 ± 7 a 2663 ± 23 Ma, sendo a idade interpretada como idade mínima de cristalização do protólito magmático. O Complexo Santana do Araguaia ainda não foi datado, mas no Mato Grosso, em região que poderia representar o seu prolongamento para sul, foi obtida uma isócrona Rb-Sr de referência onde foi calculada uma idade de ~2.6Ga (Tabela 2.7), que indica idade Neoarqueana (Vasquez & Rosa-Costa, 2008). As idades para o embasamento obtidas pela equipe IAMGOLD-Brasil encontram-se na faixa de ~2.7Ga (Santos, 2009), além de apresentarem idades mais antigas em zircões herdados e também retrabalhamento em eventos relacionados ao Transamazônico.

A Unidade 2 é definida pelas rochas metassedimentares encontradas na área, onde os litotipos foram agrupados da base para o topo de acordo com sua relação espacial. As rochas metassedimentares da base são os que estão em contato com a Unidade 1, iniciando-se na estratigrafia com lentes de metacalcáreo branco, silicificado, situadas entre o embasamento e uma camada de metapelito ardoseano com lentes de metassiltito arenoso. Sobreposto a esses encontra-se uma longa camada de metacalcáreo preto, frequentemente silicificado e descarbonatado, contendo estruturas sedimentares primárias preservadas como laminações e possíveis estromatólitos.

As rochas metassedimenatres medianas, ocupando grande parte da porção mediana do mapa, são compostos por uma espessa camada de filito carbonoso de cor cinza que se estende do contato com as rochas metassedimenatres da base até as proximidades da Serra dos Dezoito, onde localizam-se as rochas metassedimentares de topo, representados por um pacote meta-arenítico de granocrescência ascendente apresentando rochas máficas subvulcânicas intercaladas a ele. Estas rohas metassedimentares são descritas por Vasquez & Rosa-Costa (2008) como pertencentes à sequência *greenstone* Fazenda Santa Fé, composta por rochas metamáficas e metassedimentares exibindo comumente uma foliação orientada segundo N40º-60ºW, com mergulhos em torno de 30ºSW, localmente apresentando crenulações, dobras abertas e apertadas, enquanto os quartzitos apresentam acamadamento orientado geralmente segundo N40º-50ºE e com mergulhos de 20° a 30º

para NW e SE. Não se dispõe dados geocronológicos para a Seqüência Fazenda Santa Fé. Sua idade mínima é indicada pela idade de 2,67 Ga do Ortognaisse Rio Campo Alegre, aparentemente intrusivo nesta seqüência. Por sua vez, a idade máxima é sugerida pela provável contemporaneidade com a Seqüência Mururé, localizada mais a norte, que conta com idades de zircão detrítico maiores que 2,83 Ga (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

Porém não foram encontradas evidências para tal caracterização, fato reforçado pelas datações em zircão detrítico apontando idades máximas de deposição de 1,9 Ga (Santos, 2009) para os metassedimentos, o que torna a unidade correlacionável com os arenitos da Formação Gorotire, exibindo idades de 1,8 Ga (Bizzi *et al.*, 2003). Barbosa *et al.* (1966) descreveram na seção-tipo da Formação Gorotire uma seqüência de arenitos arcoseanos alterados (caulínicos), de granulação grossa a média, e quartzo arenitos (ortoquartzíticos) de granulação média, com intercalações de arenitos finos, lentes de concentrados de ilmenita e níveis de seixos (de 2,5 a 7,5 cm) de quartzo, quartzito e jaspelitos. Porém essa descrição só é correlacionável aos meta-arenitos encontrados na Serra dos Dezoito. Estes autores estenderam as ocorrências da Formação Gorotire para oeste, e sugeriram que a mesma estaria dobrada, com eixos caindo para NW e SE (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

Portanto, temos duas possíveis correlações para os metassedimentos de Vila Estrela: Sequência Fazenda Santa Fé ou Formação Gorotire, onde a primeira apresenta aspectos litológicos texturais e composicionais semelhantes, porém com idades discordantes. Já a segunda apresenta aspectos litológicos discordantes, porém exibem idades correlacionáveis.

O metamorfismo regional da área M1 é de baixo grau, caracterizado na fácies sub-xisto verde pelos minerais metamórficos clorita + biotita + sericita, seguido de um metamorfismo M2 posterior, caracterizado pelos minerais cordierita ou andaluzita encontrados no metapelito e definido como metamorfismo de contato na fácies epidoto-biotita-hornfels. A área de estudos apresenta locais com evidências de alteração hidrotermal próximo ao contato entre as unidades 1 e 2, porém também nas proximidades dos metassedimentos de topo.

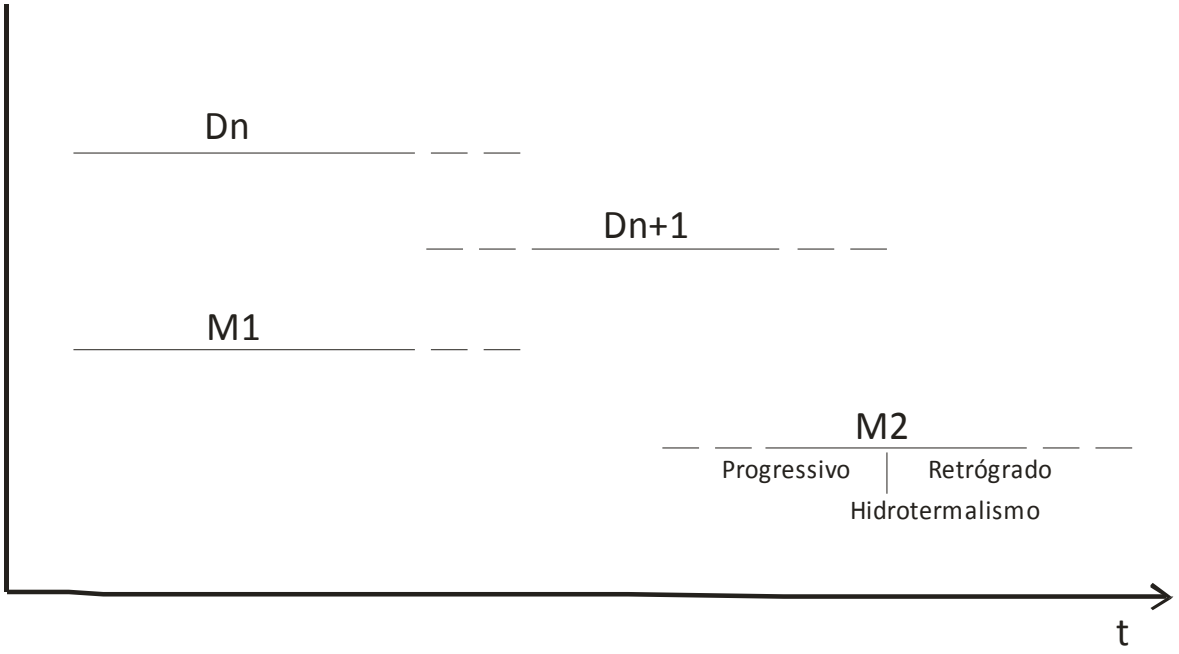
Sugere-se que esta alteração hidrotermal identificada nas rochas de Vila Estrela tenha ocorrido devido à intrusão de rocha ígnea geradora do metamorfismo de contato M2 a partir da infiltração de fluidos tardi-magmáticos alterando as rochas encaixantes. Por falta de dados geocronológicos e de campo não se pode afirmar se esta rocha ígnea trata-se do granitóide porfirítico localizado na porção central do embasamento (figura 3.1). Não foram encontradas evidências claras de campo apontando que esse granito seja intrusivo, como xenólitos e diques, assim como as máficas subvulcânicas encontradas nos metassedimentos de topo e em blocos próximo ao embasamento. As idades de cristalização e metamorfismo encontradas nas rochas gnáissicas e granitóides da porção sul do mapa (2.7Ga$\pm$12Ma e ~2Ga, Santos, 2009) mostram que elas são anteriores a idade máxima de deposição para os metassedimentos (~1.9Ma em zircão detrítico, Santos, 2009), indicando a

possível presença de uma outra rocha intrusiva não identificada responsável pelo M2.

Os elementos estruturais foram agrupados em duas fases deformacionais: D1 e D2. A fase D1 é reconhecida no domínio sul da área (metassedimentos) e é representada pela foliação principal da área (S1), que ocorre paralelamente ao acamamento sedimentar primário das rochas (S0) e mergulha com ângulos entre 10 e 50º para N – NE. A fase D2, de caráter dúctil, é responsável pela geração de dobras suaves com planos axiais mergulhando para SW e eixos para NW.

Foi elaborado um diagrama esquemático para demonstrar a associação entre os eventos deformacionais e metamórficos interpretados (figura 6.1).

A idade inferida para a deposição dos (meta)sedimentos (<1,9 Ga, Santos, 2009) indica que suas idades de deformação e metamorfismo não estão de acordo com o descrito para o Domínio Santana do Araguaia (Província Transamazonas), já que o tectonismo Transamazônico tem idades ao redor de de 2,1 Ga, conforme definido por Brito Neves & Schobbenhaus (2003) e Vasquez & Rosa-Costa (2008). Provavelmente ocorreu um evento mais recente afetando os metassedimentos de Vila Estrela, pós-Transamazônico, talvez relacionado aos eventos da Província Tapajós-Parima (tabela 6.1), a qual representa nova crosta adicionada ao núcleo do cráton Amazonas durante parte do Paleoproterozóico (2,10 a 1,87 Ga; Santos *et al*. 2000), apresentando *trends* semelhantes aos encontrados na região de Vila Estrela (aproximadamente ESE-WNW).



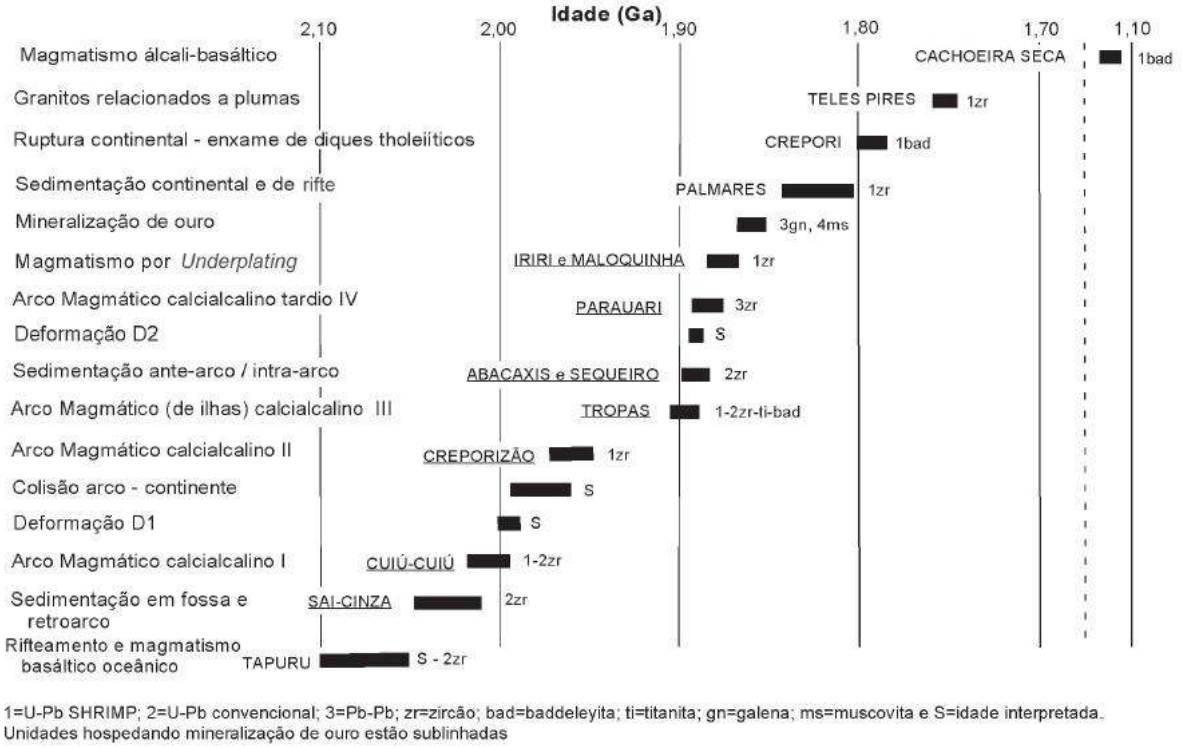
Dn = Primeira fase de deformação (geração de dobras fechadas com plano axial relacionado ao Sn principal da área, mergulhando para NNE)

Dn+1 = Segunda fase de deformação (geração de dobras abertas com plano axial mergulhando para WSW e eixos caindo para NNW)

M1 = Metamorfismo regional

M2 = Metamorfismo de contato + hidrotermalismo

Figura 6.1 – Diagrama esquemático mostrando os eventos deformacionais e metamórficos ocorridos em relação ao tempo.



1=U-Pb SHRIMP; 2=U-Pb convencional; 3=Pb-Pb; zr=zircão; bad=baddeleyita; ti=titanita; gn=galena; ms=muscovita e S=idade interpretada.
Unidades hospedando mineralização de ouro estão sublinhadas

Tabela 6.1 – Quadro evolutivo para o Domínio Tapajós, com base em dados geocronológicos (Santos *et al.,* 2001).

Referências Bibliográficas

Barbosa, O.; Andrade Ramos; J .R. De, Gomes, F.A.; Hembold, R. 1966. *Geologia estratigráfica, estrutural e econômica do Projeto Araguaia*. Mon. 19, Div. Geol. Min., Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro.

Cunha, B.C.C. *et al.*1981. *Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins; geologia, geomorfologia, solos e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro. Projeto RADAMBRASIL, 1981.

Davis, G.H. & Reynolds, S. 2006. *Structural Geology of Rocks and Regions*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, 800 p.

Deer, W. A.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1966. *Minerais e Constituintes das Rochas – Uma Introdução*; Tradução de CONDE, L.E.N. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

Delor, C. *et al*. 2003. *Transamazonian crustal growth and reworking as revealed by the 1:500,000-scale geological map of French Guyana (2nd edition).* Geologie de la France, No 2-3-4, 2003- Geology of France and Surrounding Areas, No 2-3-4, 2003., p. 5-57, BRGM/SGF/SBG.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1982. *Carta Topográfica Vetorial 1:250.000 RIO CAPIVARA SC-22-V-D.* Diretoria de Geociências - DGC / Coordenação de Cartografia – CCAR.

Francisco, 2003; *Aspectos Gerais sobre o Pará*. Instituto Evandro Chagas. *In*: Infogeo-Informações Georreferenciadas. Disponível em: http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/InfoGeo/para/parainf.htm. Acesso em 12/12/2011.

Kretz, R. 1983. *Symbols for rock-forming minerals*. Amer. Mineral., 68, 277- 279.

Mackenzie, W.S.; Donaldson, C.H & Guilford, C. 1982. *Atlas of igneous rocks and their textures.* Longman, Londres. 148p.

Monteiro, P. C.; Rolando, A.P .; Macambira, M.J.B. 2004. *Proveniência de Zircão de Quartzitos da Formação Gorotire e Grupo Rio Fresco, Serra do Inajá, Sul da Província Mineral de Carajás*. *In*: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Araxá-MG, 2004. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Geologia, 2004.

Nockolds S. R., Knox R. W. O. B, Chinner G. A. 1978. *Petrology for students.* Cambridge University Press, Cambridge, 435p.

Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. 2005. *Microtectonics (2nd Edition)*, Springer, 366p.

Pimentel, M.M. , Fuck, R.A. 1992. *Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil.* Geology, Boulder, CO. v. 20, p. 375-379.

Santos, J.O.S. 2003. Geotectônica dos Escudos das Guianas e Brasil-Central. *In:* BIZZI, L. A., SCHOBBENHAUS, C., VIDOTTI , R.M. E GONÇALVES, J. H. (eds.) 2003. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. p. 5-25.

Sato, K. & Tassinari, C.C.G. 1997. *Principais eventos de acreção continental no Cráton Amazônico baseados em idade-modelo Sm-Nd, calculada em evoluções de estágio único e estágio duplo*. *I*n: COSTA, M.L.C. & ANGÉLICA, R.S. (coords.) Contribuição à Geologiada Amazônia. Belém, SBG-NO, p. 91-142.

Schobbenhaus, C.; Brito Neves, B. B., 2003. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. *In:* BIZZI, L. A., SCHOBBENHAUS, C., VIDOTTI , R.M. E GONÇALVES, J. H. (EDS.) 2003. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. p. 5-25.

Santos, O. S., 2009. *Report on SHRIMP U-PB geochronology of six samples from eastern Amazon Craton, Pará State, Brazil.* Relatório interno IAMGOLD. 13p.

Silva, G.G. *et al*. 1974. *Folha SB.22-Araguaia e parte da Folha SC.22 - Tocantins, Geologia, geomorfologia, solos e uso potencial da terra.* Rio de Janeiro. PROJETO RADAM.

Streckeisen, A. L., 1967. *Classification and nomenclature of igneous rocks. Final report of an inquiry.* Neues Jahrbuch fur Mineralogie, Abhandlungen, 107, 144-240.

Tassinari, C.C.G.; Basei, M.A.S. 1980. Primeiros resultados arqueanos em migmatito: da região da Serra do Tapirapé-MT. *In*: *Congresso Brasileiro De Geologia, 31*, Camboriú- SC. Anais do Camboriú, SBG, 1980, v.5, p. 2.744-2.751.

Vasquez, M. L.; Rosa-Costa, L. T. 2008. *Geologia e Recuros Minerais do Estado do Pará – Programa Geologia do Brasil (PGB)*. Pará, CPRM, 2008. 328p.

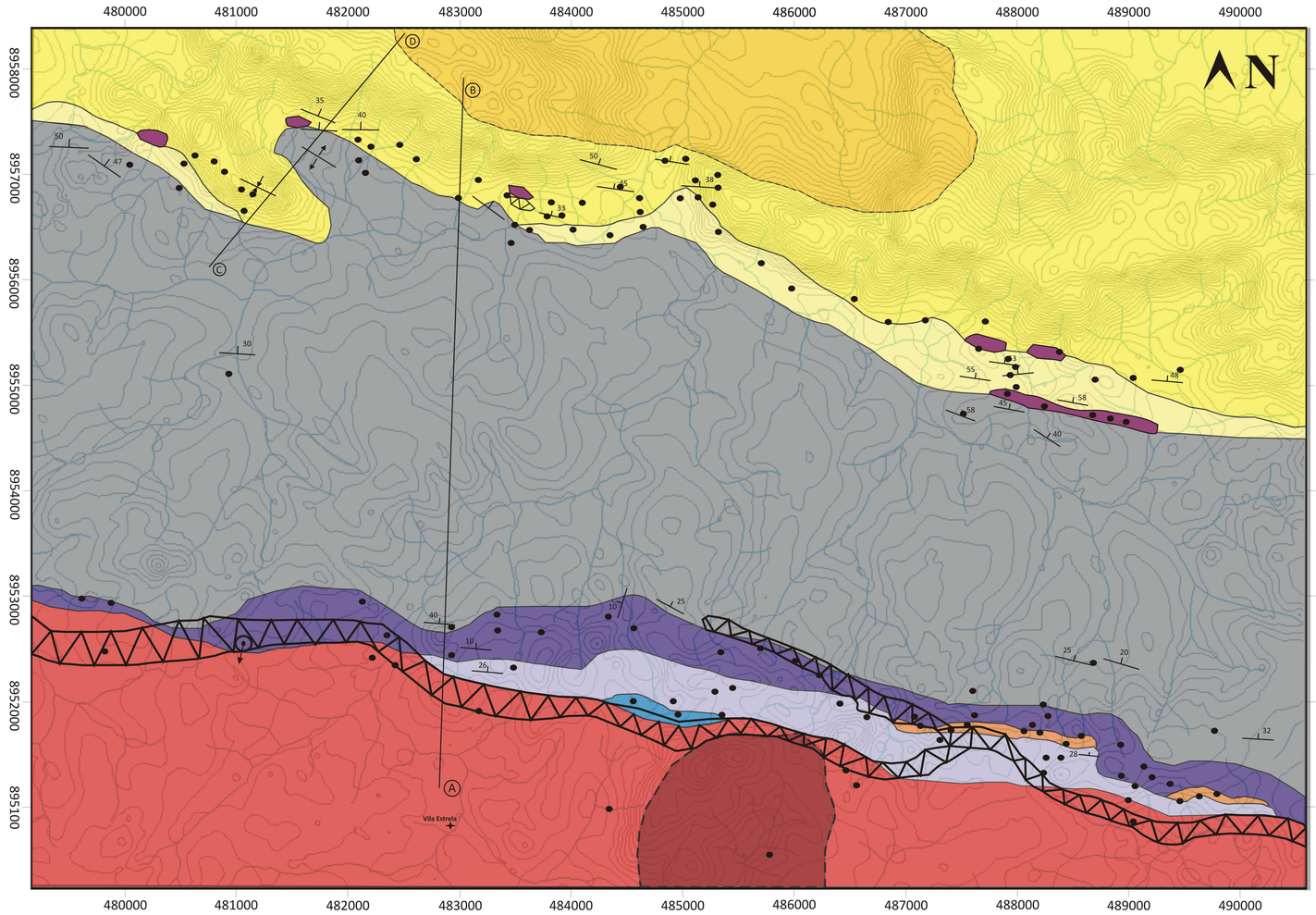
Yardley, B.W.D. 1994. *Introdução à Petrologia Metamórfica*; Traduzido por FUCK, R.A.. Brasília, Editora Universidade de Brasília. 340 p.

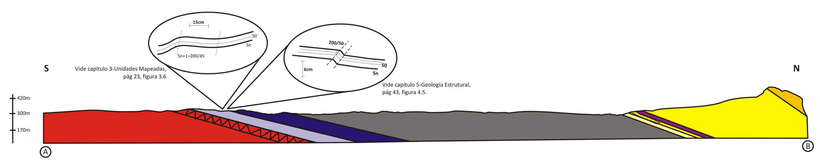
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia
Autor: Felipe Santana Büttner
Orientador: Atlas V. Corrêa Neto
Data: Fevereiro de 2012

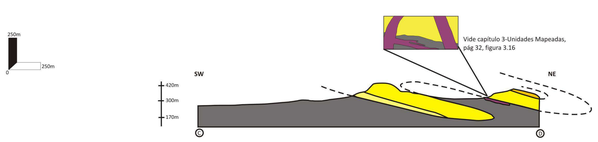
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DE VILA ESTRELA, DISTRITO DE CUMARU DO NORTE, SUDESTE DO PARÁ.

Nota explicativa:

A área estudada abrange a região de Vila Estrela, no município de Cumaru do Norte, extremo sudeste do estado do Pará, próximo à fronteira tríplice entre os estados do Pará, Mato Grosso e Tocantins. O contexto geológico e geotectônico da região representa a evolução de metassedimentos Paleoproterozoicos sobre embasamento granito-gnáissico Arqueano, localizados no Domínio Santana do Araguaia, Província Transamazonas. Foi realizado mapeamento geológico
na escala 1:25.000 e o resultado foi o reconhecimento de diversos litotipos, agrupados em duas unidades informais. São elas: Unidade 1-Embasamento (composto por granitóides e ortognaisses) e Unidade 2-Metassedimentos (metacalcáreo branco, metapelito ardoseano, metacalcáreo, metassiltito, metacalcáreo preto, filito carbonoso, meta-arenitos e subvulcânicas máficas). Os metassedimentos podem ser correlacionáveis com a Fm. Fazenda Santa Fé, embora sua parte
superior também seja similar à Fm. Gorotire. Os elementos estruturais observados foram agrupados em duas fases de deformação: Dn e Dn+1. A fase Dn, responsável pela geração da foliação principal Sn, paralela ao plano axial de dobras fechadas isoclinais com vergência para Sul, encontra-se (sub)paralela ao acamamento sedimentar primário dos metassedimentos. A fase Dn+1 gerou dobras abertas com vergência para Nordeste e eixo caindo para NNW. O metamorfismo regional da área (M1) pode ser caracterizado como de baixo grau, fácies sub-xisto verde, o qual foi sobreposto por um evento posterior (M2) relacionado à possível intrusão, a qual gerou metamorfismo de contato na fácies albita-epidoto-hornfels e infiltração de fluidos tardi-magmáticos hidrotermais, além de um evento de caráter retrógrado tardi-M2. A partir de então, conclui-se que os eventos hidrotermais que afetaram as rochas de Vila Estrela situam-se próximo ao contato entre as unidades 1 e 2; e que a
idade máxima obtida para a deposição dos metassedimentos (<1.9Ga) não condiz com as idades tradicionalmente atribuídas para a deformação e metamorfismo no Domínio Santana do Araguaia (Província Transamazonas). Essa idade máxima também questiona a correlação entre os metassedimentos de Vila Estrela com os da Fm. Fazenda Santa Fé, tida como Arqueana. Já a Fm. Gorotire, cuja idade de deposição é similar aos metassedimentos aqui descritos, têm estratigrafia similar apenas ao topo dos metassedimentos de Vila Estrela.







0 2km

Legenda:

Unidades:

- Granito porfirítico (?)
- Meta-arenito conglomerático
- Meta-arenito médio a grosso
- Meta-arenito fino
- Subvulcânicas máficas
- Filito carbonoso
- Metacalcáreo negro
- Metassiltito
- Metapelito (ardósia)
- Metacalcáreo branco
- Granito porfirítico (?)
- Embasamento - Granodioritos, monzogranitos e ortognaisses

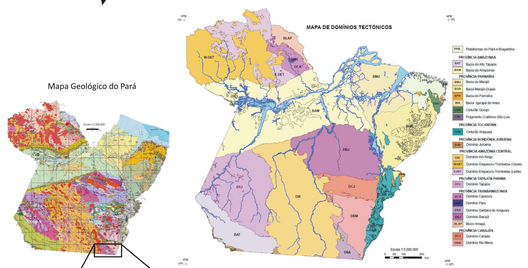
Meta-arenito Serra dos Dezoito

Unidade 2

Unidade 1

Estruturas:

- Sn ou S_0
- Antiformal
- Sinformal
- Contato observado
- Contato inferido
- Pontos coletados
- Zona de silicificação
- Furo FVE08



Fonte: Vasquez, M. L.; Rosa-Costa, L. T. 2008. Geologia e Recuros Minerais do Estado do Pará – Programa Geologia do Brasil (PGB). Pará, CPRM, 2008. 328p.

Zoom do mapa geológico do Pará com quadrícula destacando a área deste trabalhoç
DIX=Domínio Iriri Xingu; DSA=Domínio Santana do Araguaia; DRM=Domínio Rio Maria.

Domínio Santana do Araguaia

Magmatismo Pós-tectônico Intracontinental

- PP2γ3 / PP3γ3: **Suíte Intrusiva Rio Dourado:** monzogranitos e sienogranitos, inequi- e equigranulares, por vezes rapakivi. 1880 ± 11(147b)
- PP3γ3: **Sienito Rio Cristalino:** sienitos, microdioritos, microquartzo dioritos, micromonzodioritos, porfiríticos e granofíricos, pós-tectônicos dioritos e diques andesíticos.

Coberturas Sedimentares

- PP23gn: **Formação Gorotire:** arenitos líticos conglomeráticos, arcoseanos, cauliníticos, micáceos, e grauvacas. Ambiente continental fluvial. < 2039 Ma (Pb-Pb)
- PP13m: **Formação Rio Naja** (G. Rio Fresco): folhelhos e argilitos carbonosos, siltitos, arenitos, grauvacas carbonosas. Sistema marinho costeiro, com pântanos, mangues e lagunas. Ocorrência de carvão antracítico e betuminoso.

Magmatismo Orogênico Pré-Colisional (Ciclo Transamazônico)

- PP2γ2ds: **Tonalito Rio Dezoito:** tonalitos, granodioritos e monzogranitos, com biotita e hornblenda, isotrópicos e bandados, além de subordinados granitoides com relictos de proxenio. 2187 a 28 Ma (Pb-Pb)

Complexos Metamórficos

- AARSga: **Complexo Santana do Araguaia:** monzogranitos, granodioritos e tonalitos, isotrópicos ou foliados, gnaisses e migmatitos.
- Aάcg: **Ortognaisse Rio Campo Alegre:** gnaisses granodioríticos, tonalíticos e monzograníticos, migmatitos e granitoides monzograníticos a granodioríticos, foliados ou isotrópicos. 2663 a 2408 Ma (Pb-Pb)

Greenstones Belts

- Aάmu: **Seqüência Mururé:** quartzitos, metarenitos, metarcoseos, metagrauvacas, metassiltitos, biotita xistos, filitos e ardósias. Metamorfismo em fácies xisto verde. < 2833 Ma (Pb-Pb)
- Aάff: **Seqüência Fazenda Santa Fé:** rochas metamáficas, quartzitos puros e impuros, xistos, FFBs, metacalcários dolomíticos, metafulcro dacíticos e ardósias carbonosas. Metamorfismo em fácies xisto verde.

ANEXO II

DESCRIÇÕES DAS LÂMINAS DELGADAS OBTIDAS A PARTIR DOS TESTEMUNHOS DE SONDAGEM DOS FUROS FVE08 E FVE17 (capítulo 3.3, tabela 3.3).

Código do furo	Código da amostra	Profundidade	SEÇÃO DELGADA	
			MINERAIS	NOME DA ROCHA
FVE08	FVE08_27,55	27,55m	Cal + act + ser – chl – agm	Metacalcáreo (mármore)
FVE08	FVE08_27,95	27,95m	Qtz + act + ser + cal + anf + chl + op – ep	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_28,60	28,60m	Cal + act + chl + ser + agm	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_29,70	29,70m	Qtz + act + cal + chl + agm – ser	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_30,40	30,40m	Qtz + act + cal + chl + agm – ser	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_32,20	32,20m	Qtz + ser + bt (ms) + chl + cal + op – zrc	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_33,45	33,45m	Act + cal + ser + chl + qtz + k-felds + op – zrc – ep	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_33,95	33,95m	Ser + act + cal + chl + k-felds + op	Hidrotermalito
FVE08	FVE08_34,15	34,15m	Qtz + Ser (plag) + cal + k-felds + ms + chl – agm – opacos	Metagranodiorito hidrotermalizado
FVE08	FVE08_47,45	47,45m	Qtz + plag (ser) + k-felds + bt (chl) + ms + cal - ep – zrc – tit – agm	Metagranodiorito
FVE08	FVE08_84,45	84,45m	Qtz + plag(ser) + k-felds + bt + ms + opacos - ep - zrc	Metagranodiorito
FVE08	FVE08_127,70	127,70m	Plag + qtz + bt+ k-felds + ms + cal + opacos - ep - zrc	Ortognaisse sericitizado
FVE17	FVE17-53,50	53,50m	Qtz+chl+ms+k-felds+agm+cd	Quartzo-clorita-sericita-filito

Tabela 3.3 – Resumo das composições das amostras dos furos FVE08 e FVE17.

Amostra FVE08-127,70m	
Minerais	**Modal**
Plagioclásio (+sericita)	37%
Quartzo	34%
Biotita (clorita)	13%
K-feldspato	6%
Muscovita	5%
Calcita	2%
Opacos	2%
Traços: Epidoto, zircão **Alteração**: Sericita, clorita, calcita	

Nome da rocha: Ortognaisse
Protólito: Granodiorito

Descrição microscópica

Rocha holocristalina, deformada, granulação média (grãos variam de submilimétricos na matriz a 3mm nos fenocristais).

Os cristais de **quartzo** encontram-se deformados e recristalizados. Apresenta extinção ondulante, bordas lobadas e formação de sub-grãos.

Plagioclásio ocorre em maior quantidade, com grãos bem preservados ou parcialmente sericitizados (foto 1); Cristais de k**-feldspato** apresentam textura pertítica (foto 2).
Sericita ocorre em vênulas intergranulares e intragranulares, apresentando-se como produto de alteração, cortando e bordejando os cristais.

Grãos de **biotita** e **muscovita** ocorrem deformados ao redor dos fenocristais, associados à opacos e sericita (foto 3). Geralmente os cristais de biotita mostram-se substituídos para clorita (retrometamorfismo tardi-M2, vide capítulo 5-Metamorfismo)(foto 4);

Cristais de **calcita** ocorrem inclusos em alguns grãos de plagioclásio e também em veios cortando a amostra (foto 5).

Grãos de **epidoto** (com bordas de allanita) e **zircão** aparecem como minerais traços.

Os minerais opacos encontram-se associados aos cristais de plagioclásio sericitizado, com grãos de até 0,5mm, e aos cristais de biotita de forma disseminada.

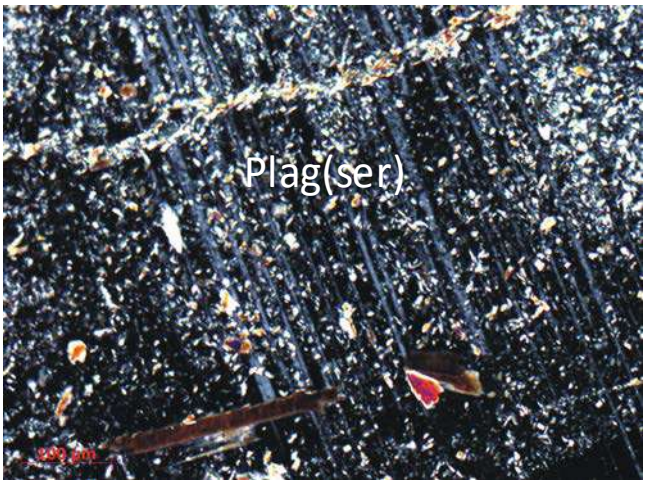


Foto 1 - Cristal de plagioclásio sericitizado; nicóis cruzados.

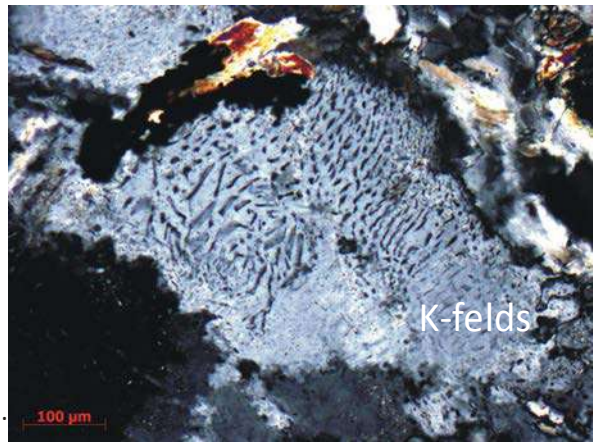
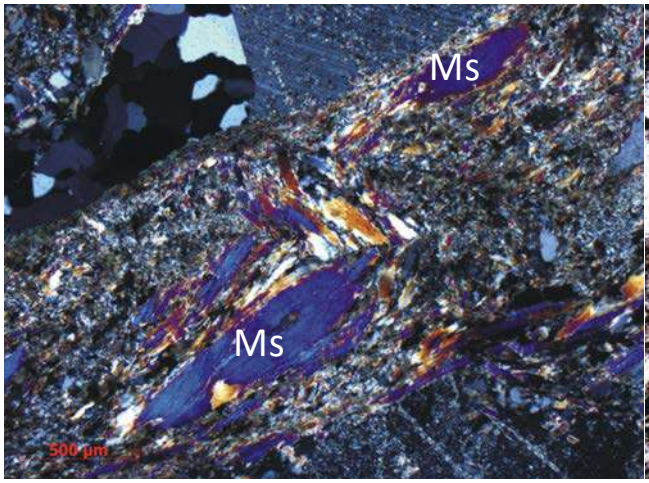


Foto 2 - Textura pertítica em cristal de k-feldspato; nicóis cruzados.



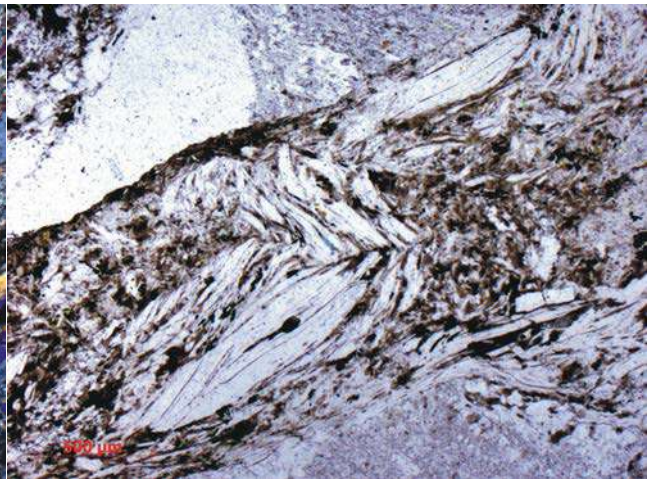


Foto 3 - Cristais de muscovita+biotita+opacos deformados entre os grãos de quartzo e plagioclásio sericitizado; nicóis cruzados.

Foto 4 - Cristal de biotita subtituído para clorita e muscovita. Nicóis descruzados.

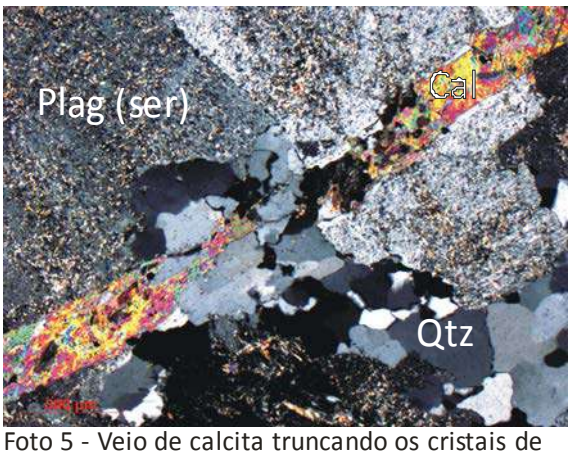
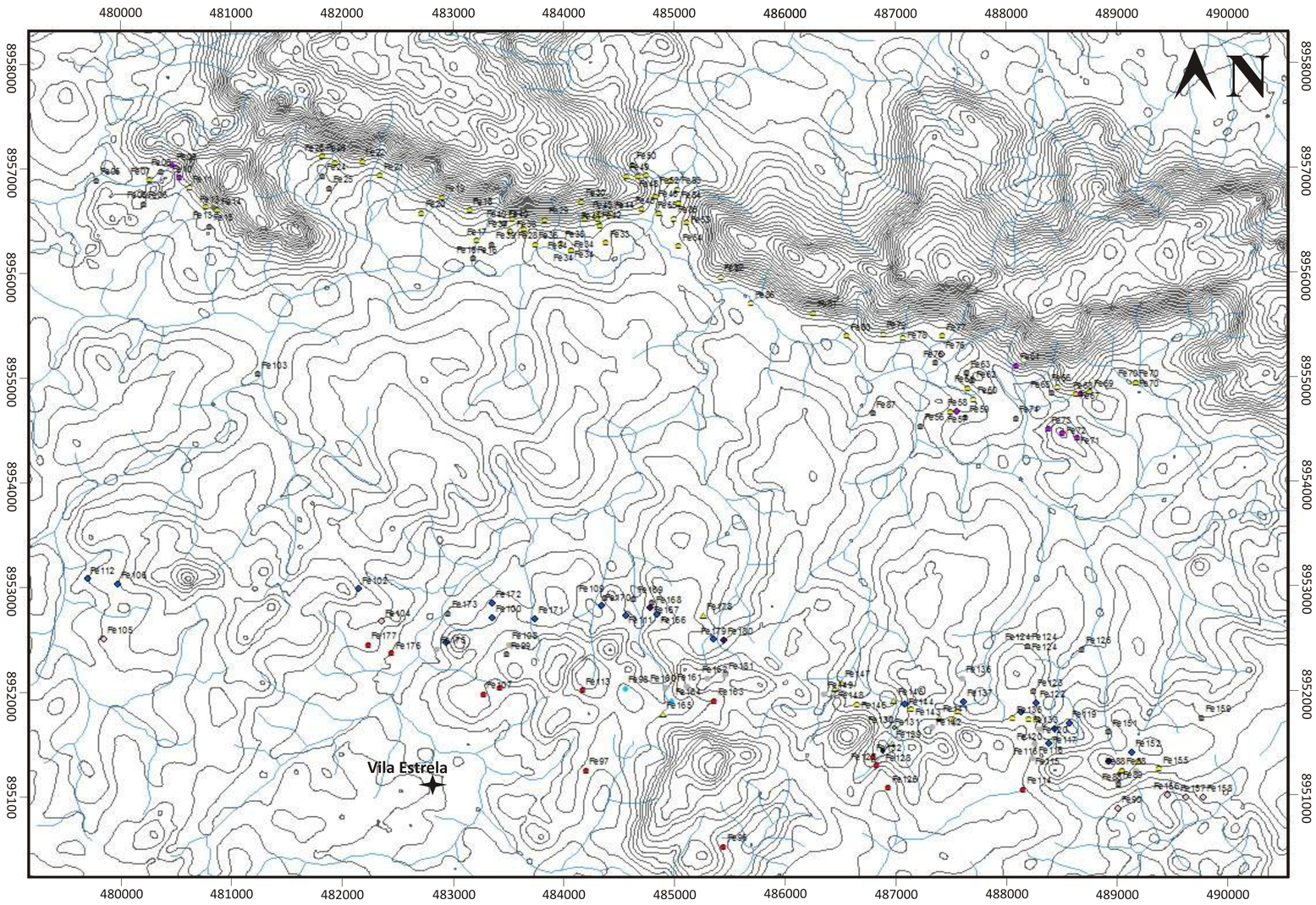


Foto 5 - Veio de calcita truncando os cristais de quartzo e plagioclásio. Nicóis cruzados.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia
Autor: Felipe Santana Büttner
Orientador: Atlas V. Corrêa Neto
Data: Fevereiro de 2012

MAPA DE PONTOS DA REGIÃO DE VILA ESTRELA, DISTRITO DE CUMARU DO NORTE, SUDESTE DO PARÁ.

(ANEXO III)



Legenda:

Unidades:

- Granito porfirítico (?)
- Meta-arenito conglomerático
- Meta-arenito médio a grosso
- Meta-arenito fino
- Máficas
- Filito carbonoso
- Metacalcáreo negro
- Metassiltito
- Metapelito ardoseano
- Metacalcáreo branco
- Granito porfirítico (?)
- Embasamento - Granodioritos, monzogranitos e ortognaisses

Meta-arenito Serra dos Dezoito

Unidade 2

Unidade 1

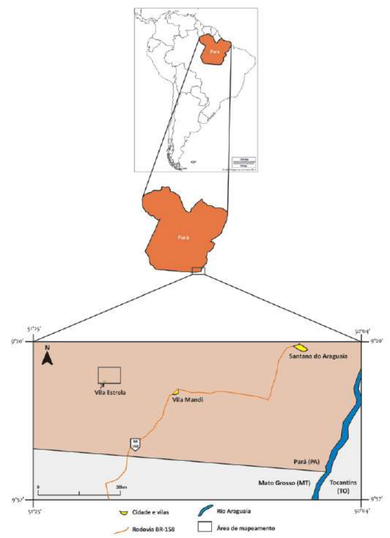


Figura 1.2 (capítulo 1.3) – Localização da área de mapeamento, próxima à fronteira entre os estados do Pará (destacado em rosa), Tocantins e Mato Grosso. Modificado de http://histgeo.ac-aixmarseille.fr/carto e Google Maps.

Amostra FVE08-84,45m	
Mineralogia	**Modal**
Plagioclásio (+sericita)	44%
Quartzo	38%
K-feldspato	7%
Biotita	5%
Muscovita	4%
Opacos	2%
Traços – Epidoto, zircão **Alteração** – Sericita, calcita, clorita (raro)	

Nome da rocha: Metagranodiorito
Protólito: Granodiorito

Descrição microscópica

Rocha holocristalina de composição granodiorítica, granulação média, encontra-se bastante alterada.

Sericita ocorre como principal produto de alteração, substituindo os cristais de plagioclásio ou em aglomerados de sericita+calcita+quartzo+opacos (foto 1).

Plagioclásio encontra-se muito ou completamente sericitizado, ocupando grande parte da lâmina. Em menor quantidade, também aparecem grãos de k-feldspato bordeados e cortados por vênulas de sericita + calcita (foto 2).

Os cristais de **quartzo** encontram-se parcialmente recristalizados (baixa temperatura), com extinção ondulante, bordas lobadas e com formação de sub-grãos;
Texturas simplectíticas encontradas. Lamelas de quartzo exsolvidas em grãos de plagioclásio (mirmequita). Também encontram-se lamelas de plagioclásio em k-feldspato (pertita).

Grãos de **biotita** apresentam-se em grande parte alterados para **muscovita** e com inclusões de **epidoto** (foto 3).

Opacos ocupam aproximadamente 1 a 2% da lâmina.

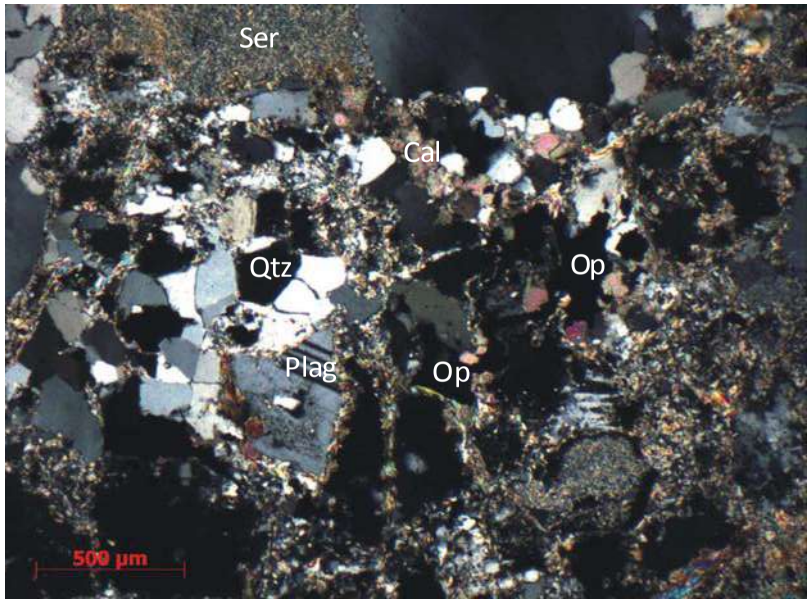


Foto 1 - Agregados de quartzo+plagioclásio+calcita+sericita+opacos, nicóis cruzados

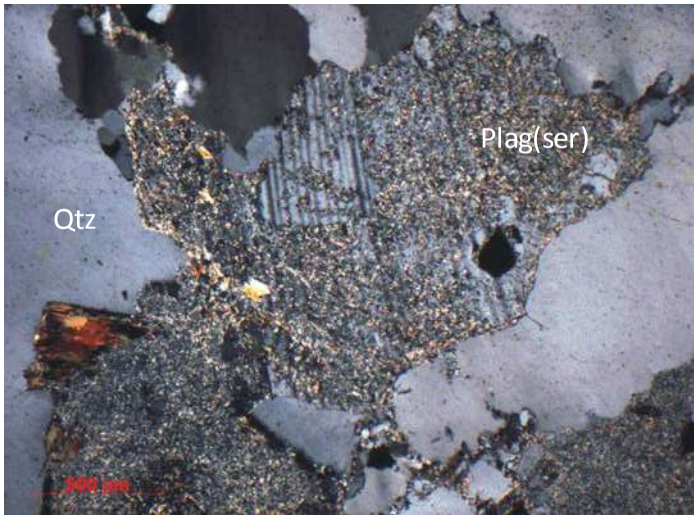


Foto 2 - Plagioclásio sericitizado. Nicóis cruzados

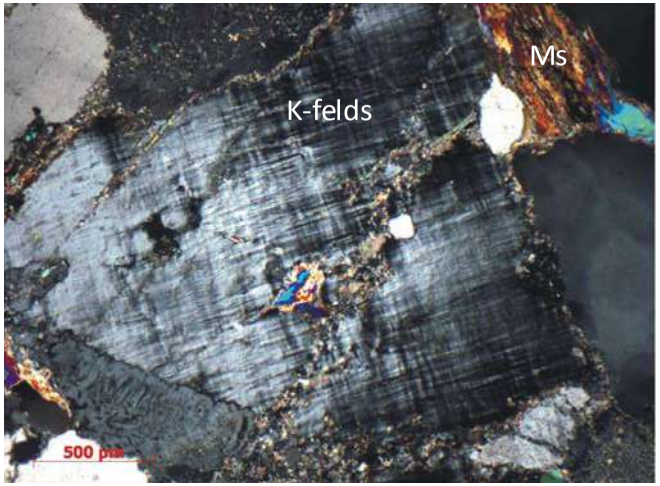


Foto 3 - K-feldspato cortado por vênulas e bordeados por sericita+calcita; nicóis cruzados

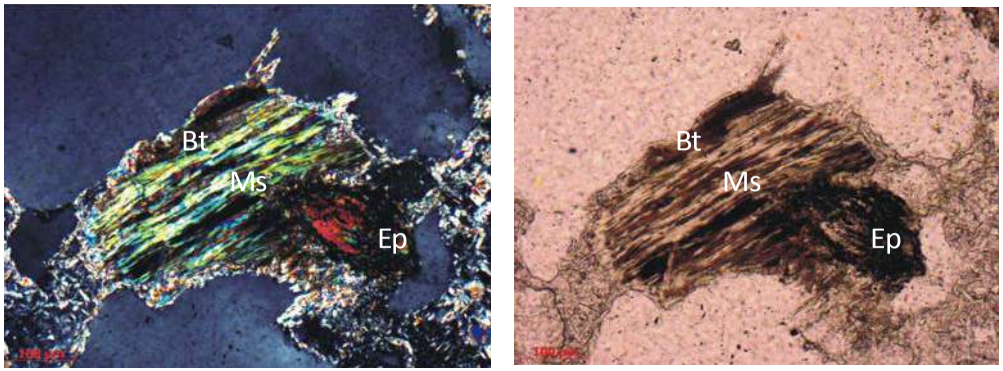


Foto 3 - Cristal de biotita parcialmente substituído para muscovita e com inclusão de epidoto, bordeado por sericita. Nicóis cruzados à esquerda e descruzados à direita.

Amostra FVE08-47,45m	
Mineralogia	**Modal**
Quartzo	38%
Plagioclásio + sericita	32%
K-feldspato	9%
Biotita	7%
Muscovita	5%
Clorita	4%
Calcita	3%
Traços – Opacos, epidoto, titanita, zircão, argilomineral **Alteração** – Sericita, clorita, calcita	
Nome da rocha: Metagranodiorito **Protólito:** Granodiorito	

Descrição microscópica

Rocha holocristalina de composição granodiorítica, granulação média, inequigranular.

Grãos de **plagioclásio** encontram-se totalmente ou parcialmente sericitizados, ocupando grande parte da lâmina. Em menor quantidade, também aparecem grãos de k-feldspato bordeados e cortados por vênulas de sericita + calcita (foto 1).

Cristais de **biotita** apresentam-se parcialmente substituídos para **muscovita** e/ou **clorita** (retrometamorfismo, evento tardi-M2, vide capítulo 5-Metamorfismo).

Os grãos de **quartzo** encontram-se pouco recristalizados (baixa temperatura), apresentando extinção ondulante, bordas lobadas e com formação de sub-grãos;

Calcita apresenta aspecto intergranular, de cor rosa/verde, normalmente dispersos na matriz ou associados a grãos maiores (foto 2)

Cristais de zircão ocorrem como traço, inclusos em muscovita e biotita (foto 3).

Opacos são raros na lâmina, assim como grãos submilimétricos de epidoto e titanita.

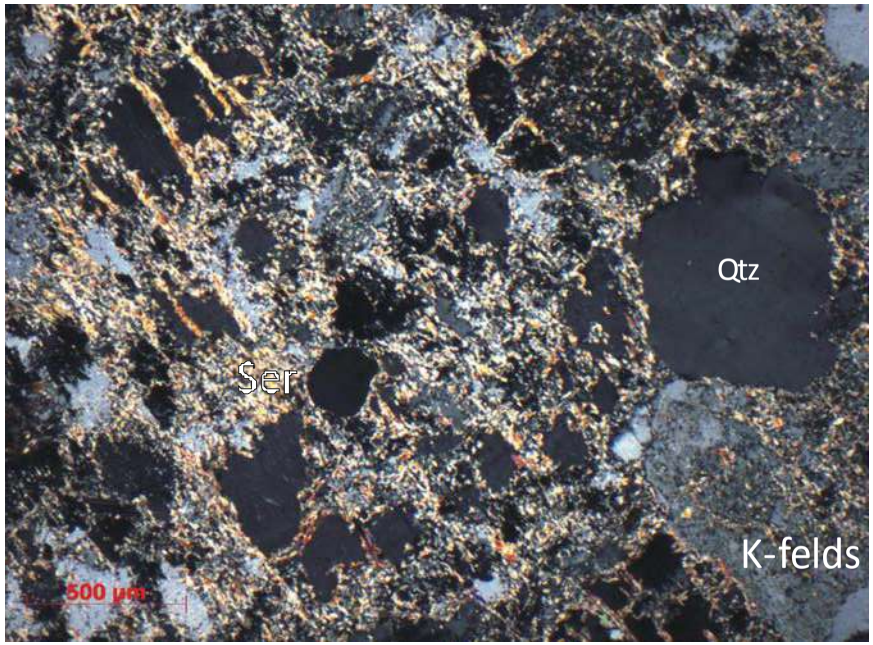


Foto 1 - Cristais de quartzo e k-feldspato sericitizados; nicóis cruzados.

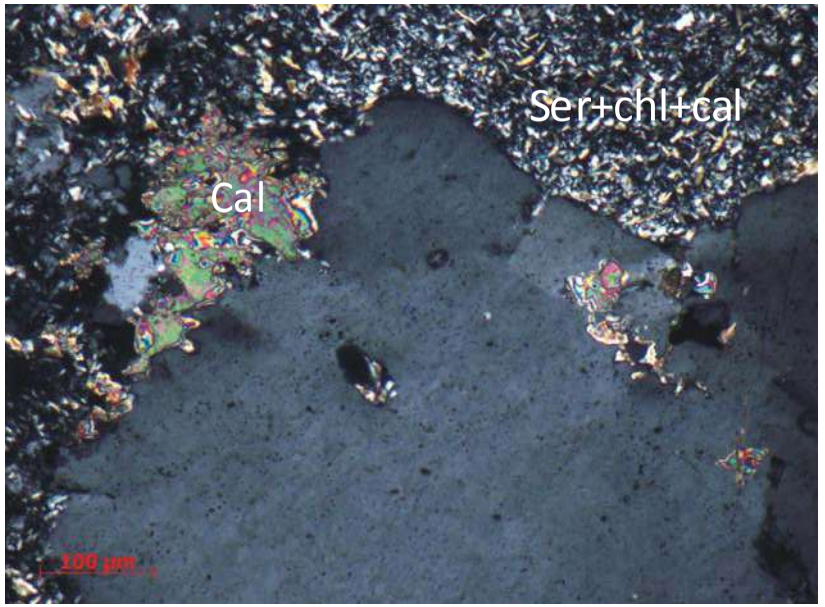


Foto 2 - Calcita nas bordas e inclusa em cristal de quartzo; nicóis cruzados.

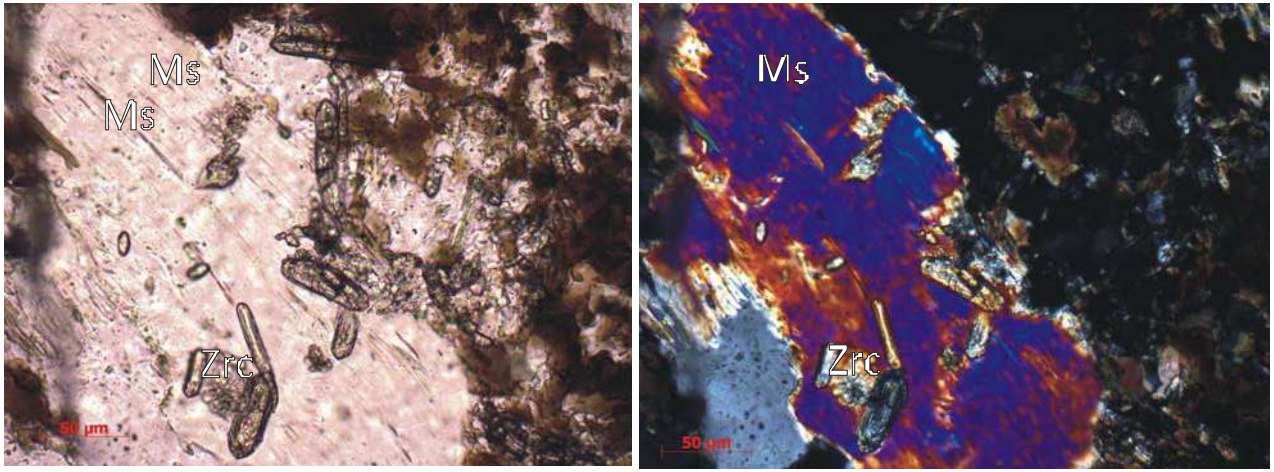


Foto 3 - Cristais de zircão submilimétricos inclusos em muscovita; nicóis descruzados (à esquerda) e descruzados (à direta).

Amostra FVE08-34,15m	
Mineralogia	**Modal**
Quartzo	30%
Sericita (plag+bt?)	30%
alcita	18%
K-feldspato	10%
Muscovita	6%
Escapolita?	3%
Clorita	3%
Traços – Argilomineral, opacos **Alteração** – Sericita, clorita, calcita, escapolita?	

Nome da rocha: Metagranodiorito hidrotermalizado
Protólito: Granodiorito

Descrição microscópica

Rocha fortemente alterada, de granulação média a grossa, é composta predominantemente por quartzo+k-feldspáto+muscovita-+opacos, além de minerais de alteração como clorita+sericita+argilomineral.

A rocha encontra-se bastante alterada, composta basicamente por sericita+calcita+argilominerais e um veio carbonático com cristais de calcita e secundariamente anfibólio, escapolita(?) e clorita.

Sericita apresenta pleocroísmo amarelado em alguns locais, fruto da alteração de minerais ferruginosos; e incolor em outros, tratando-se da alteração de cristais de feldspato (foto 1).

Os cristais de **quartzo** encontram-se de duas formas: recristalizados em baixo grau, com presença de subgrãos e novos grãos (metamorfismo regional M1, vide capítulo 5), e em aglomerados policristalinos provavelmente gerado por fluidos tardi-M2 (foto 2).

Cristais de **calcita** ocupam grande parte da lâmina. Apresentam-se em grãos grossos, de cor de interferência rosa/verde, dispersos junto aos cristais de quartzo policristalinos (foto 3) ou contidos em veio carbonático grosso, o qual apresenta grãos de clorita cinza agregados (foto 4) e possível escapolita.

Opacos encontram-se disseminados na matriz, em grãos finos, associados à alteração sericítica.

Amostra FVE08-33,95m	
Mineralogia	**Modal**
Sericita	50%
Actinolita	20%
Calcita	18%
Clorita	6%
K-feldspato	4%
Opacos	2%
Alteração – Sericita, actinolita, clorita	

Nome da rocha: Hidrotermalito
Protólito: Granitóide(?)

Descrição microscópica

Rocha fortemente alterada, apresenta aglomerados de minerais de alteração (calcita+actinolita+argilominerais+clorita) meio a uma matriz sericítica amarelada com opacos e argilominerais (foto 1). Difícil definição do protólito devido ao grau de alteração.

Sua matriz é amarelada e composta basicamente por sericita+calcita+clorita+-opacos+-argilominerais, ocorrendo ao redor dos aglomerados descritos acima (foto 1).

Calcita encontra-se em cristais submilimétricos incorporados à matriz e em aglomerados mais grossos, geralmente associados à actinolita (foto 2).

Actinolita aparece em formato fibroso, cor de interferência alta. Por vezes encontra-se em formato mais tabular, com cor de interferência mais baixa (foto 3 e 4).

K-feldspato relictos ocorrem na forma de grãos subarredondados e encontram-se dispersos à matriz sericítica (foto 1).

Clorita também está presente na rocha, de forma associada à matriz e/ou aos aglomerados de alteração.

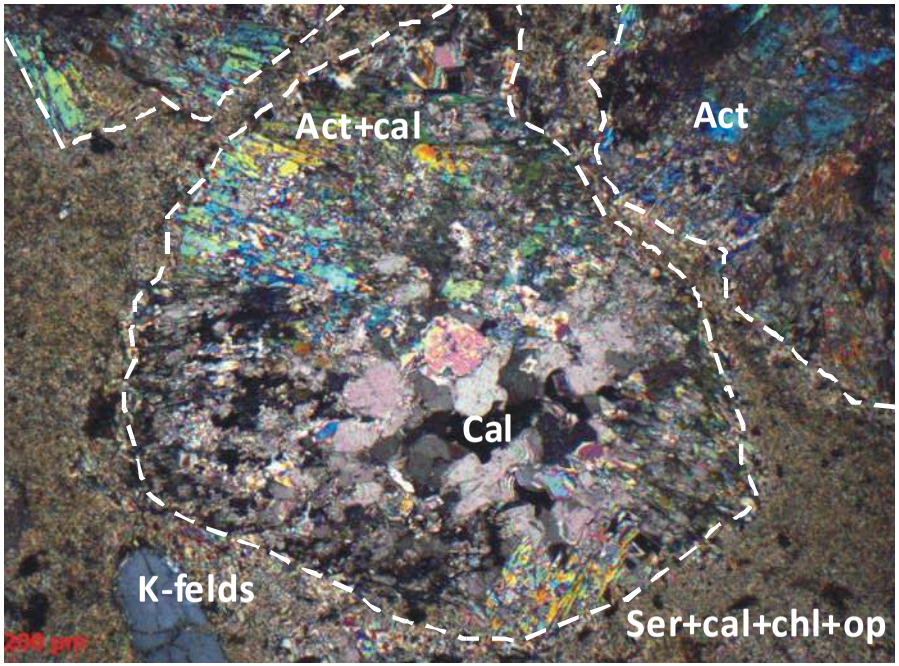


Foto 1 - Aglomerados de calcita+actinolita meio à matriz sericítica com calcita, clorita e opacos como acessórios. Nicóis cruzados.

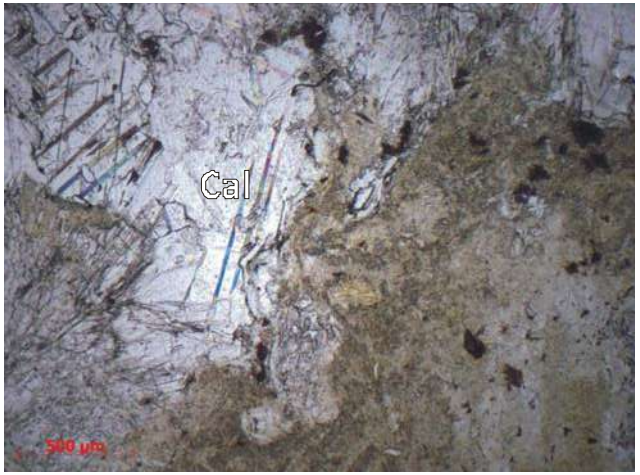


Foto 2 - Calcita apresentando cor em suas clivagens em contato com sericita amarelada. Nicóis descruzados.

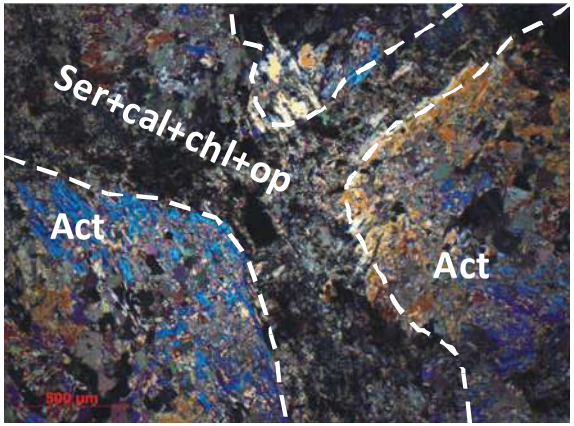


Foto 3 - Cristais de actinolita envolvidos por veio de sericita+calcita+clorita+opacos, nicóis cruzados..

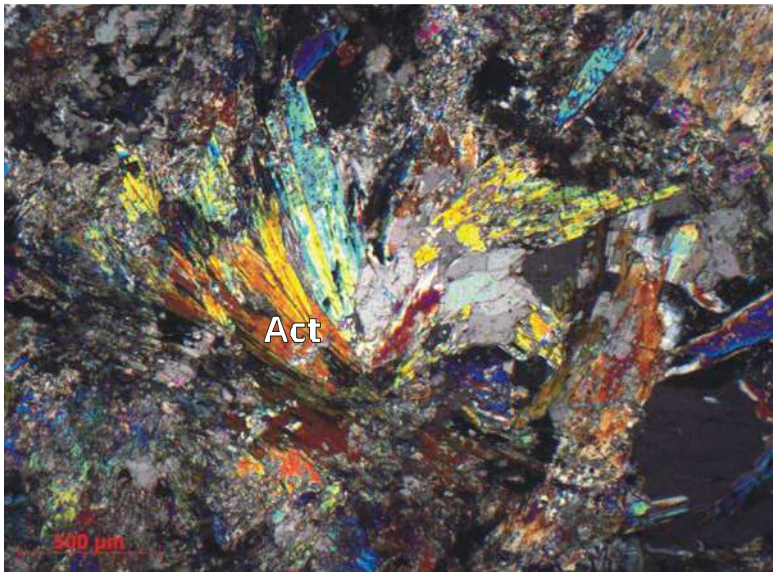


Foto 4 - Cristais de actinolita mostrando diversidade de cores de interferência em nicóis cruzados..

Amostra FVE08-33,45m	
Mineralogia	**Modal**
Actinolita	34%
Calcita	34%
Sericita	15%
Clorita	10%
Quartzo	3%
K-feldspato	3%
Opacos	1%
Traços – Zircão, epidoto **Alteração** – Calcita, actinolita, sericita, clorita	
Nome da rocha: Hidrotermalito **Protólito**: Granitóide(?)	

Descrição microscópica

Rocha de granulação fina a média, bastante alterada, composta basicamente por actinolita+calcita+clorita+quartzo+sericita+-k-feldspato. Difícil definição do protólito devido ao grau de alteração.

Calcita ocorre na forma de cristais submilimétricos disseminados na matriz sericítica ou formando aglomerados grossos, de cor ocre/beje, cor de interferência baixa, geralmente associados à actinolita (foto 1)

Actinolita apresenta hábito fibroso e por vezes tabular (cor de interferência mais alta nas seções de hábito fibroso e amarelo pálido/cinza nas seções mais tabulares), geralmente associado à calcita (foto 2).

Clorita cinza, em grãos finos, fibrosos, estão disseminados na matriz ou formando aglomerados associados à quartzo+sericita+actinolita+opacos (foto 3).

Outros cristais de anfibólio exibindo nítida clivagem 60-120º encontram-se bastante alterados, formando "manchas" escuras na rocha (foto 4).

Minerais **opacos** encontram-se associados à matriz clorita+sericita, disseminados.

Zircão e **epidoto** alterados aparecem como minerais traços principalmente meio aos cristais de clorita+sericita (foto 3)

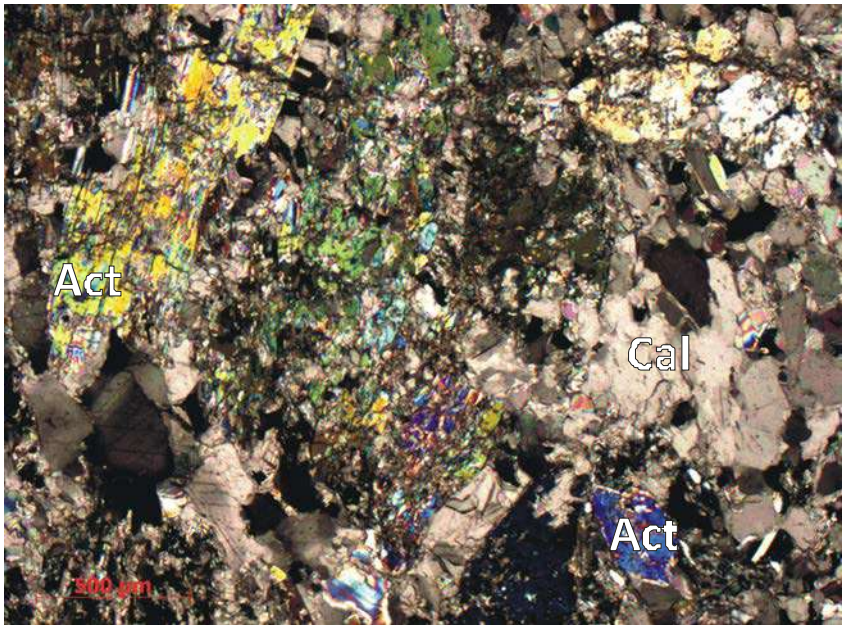


Foto 1 - Calcita+actinolita em nicóis cruzados.

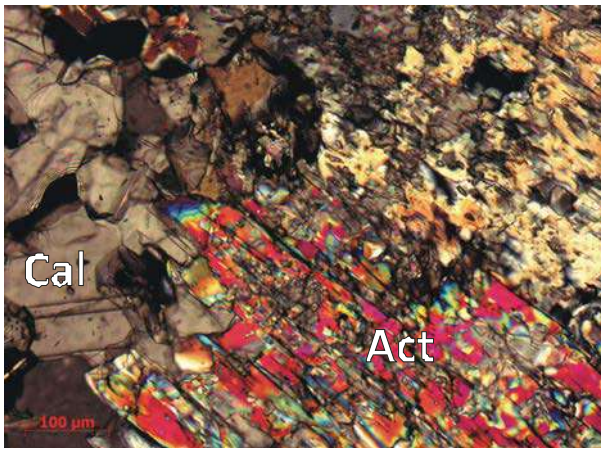


Foto 2 - Calcita+actinolita em nicóis cruzados.

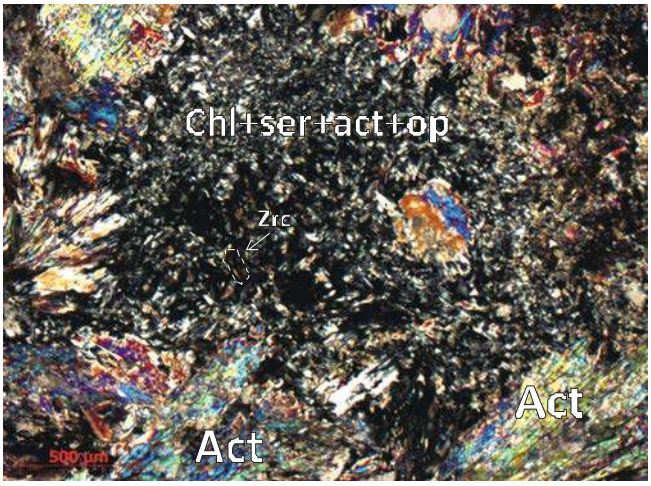


Foto 3 - Cristais de clorita em aglomerados rodeados por cristais de alcita+actinolita+sericita, em nicóis cruzados.

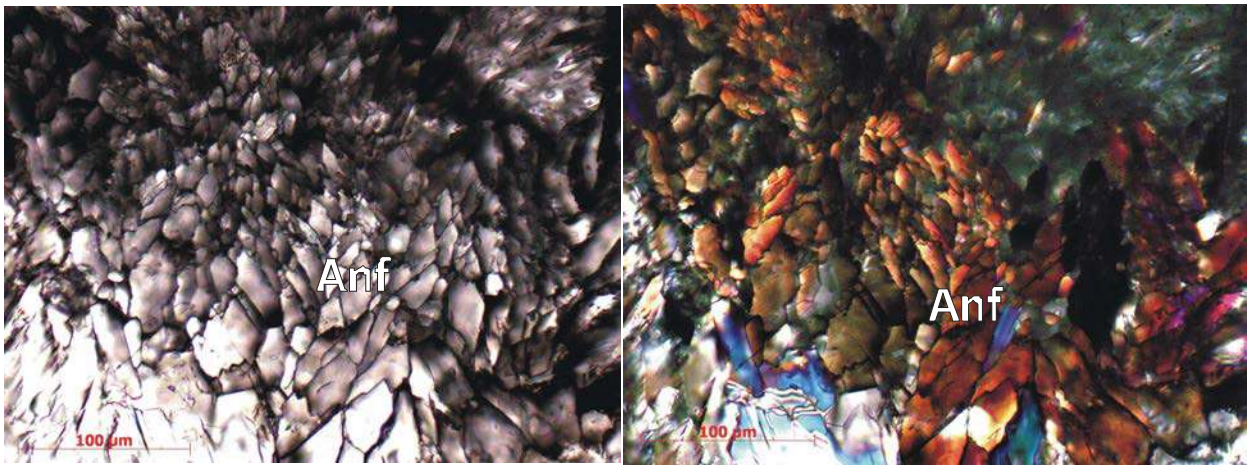


Foto 4 - Cristais de anfibólio exibindo marcante clivagem 60-120º, nicóis cruzados.

Amostra FVE08-32,20m	
Mineralogia	**Modal**
Quartzo	35%
Sericita	25%
Biotita (muscovita)	8%
Clorita	8%
Calcita	4%
Opacos	4%
Traços – Zircão **Alteração** – Sericita, clorita, carbonato	
Nome da rocha: Hidrotermalito **Protólito**: ?	

Descrição microscópica

Rocha alterada, de granulação média a grossa, apresenta grãos de quartzo pouco recristalizados com extinção ondulante, muscovita e biotita (por vezes substituída para muscovita), meio a uma matriz composta por sericita+clorita+muscovita+quartzo+calcita (foto 1)

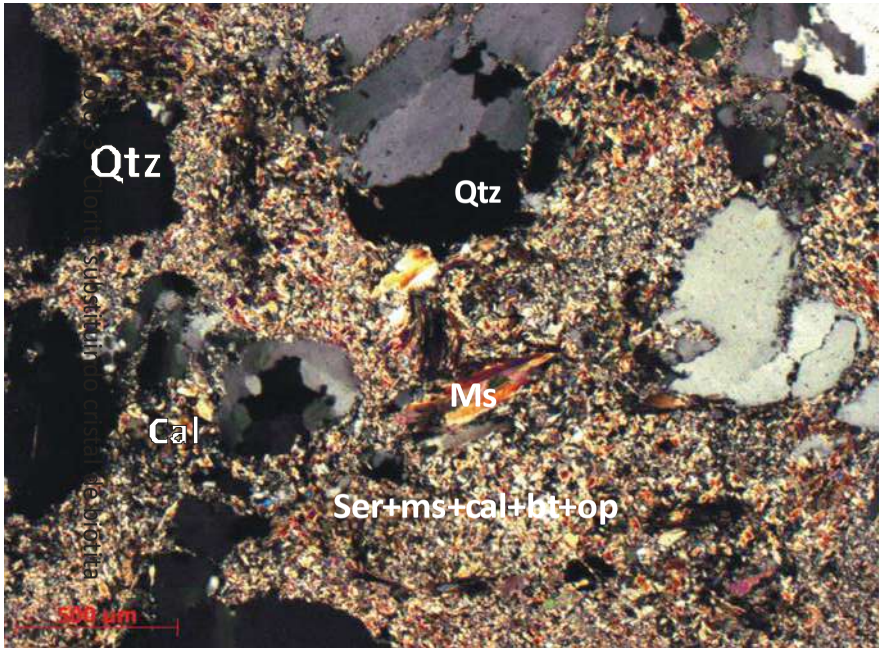
Quartzo ocupa grande parte da lâmina, apresentando baixo grau de recristalização nos cristais maiores. Quartzo também ocorre na forma de veios, em aglomerados policristalinos.

Sericita também ocorre em grande parte da lâmina, compondo a matriz e também na forma de vênulas intragranulares. Por vezes amarelada, por vezes incolor (foto 1)

Muscovita aparece na forma de grãos maiores, tabulares e como material de retrometamorfismo de cristais de **biotita**, a qual encontra-se totalmente ou quase totalmente substituída. É comum os cristais de biotita (muscovita) estarem associados à grãos de calcita+opacos (foto 2).

Os minerais opacos encontram-se disseminados na matriz ou associados aos grãos de biotita, além de também estarem presentes em vênulas intersticiais. Muitos encontram-se alterados (titanita?).

Encontra-se **zircão** incluso em grão de quartzo. K-feldspato também aparece como mineral traço (relicto do mineral restante pós-alteração).



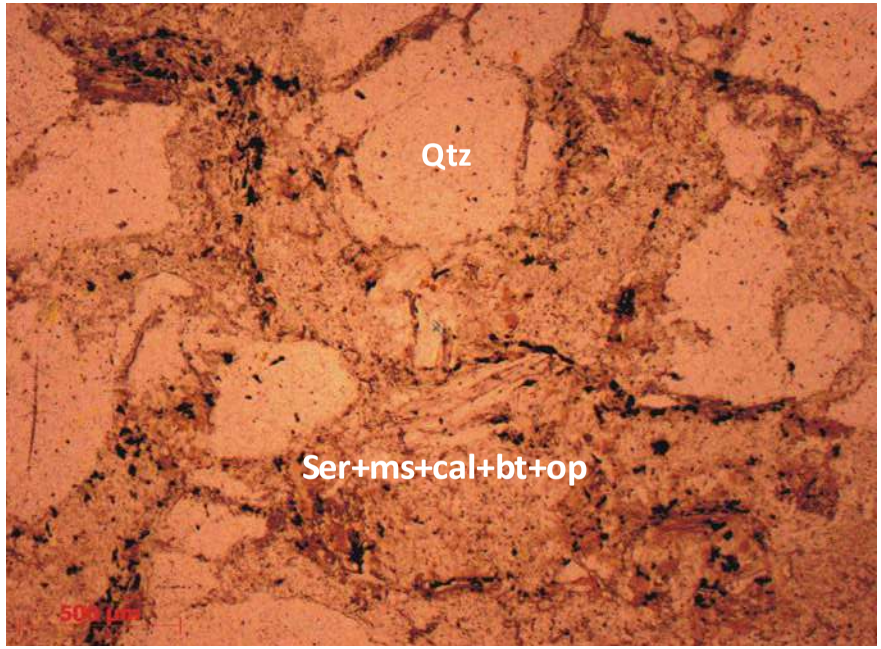


Foto 1 - Grãos de quartzo pouco recristalizados meio a uma matriz composta por sericita+muscovita+calcita+biotita+opacos. Fotomicrografia em nicóis cruzados (esquerda) e descruzados (direita).

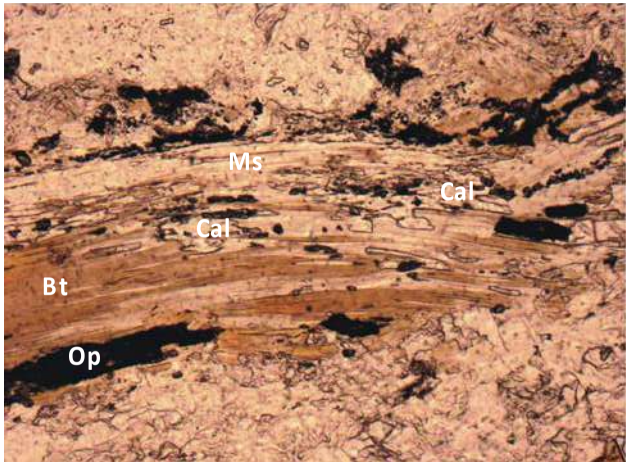


Foto 2 - Biotita substituída parcialmente para muscovita, apresentando cristais de calcita e minerais opacos. Nicóis descruzados.

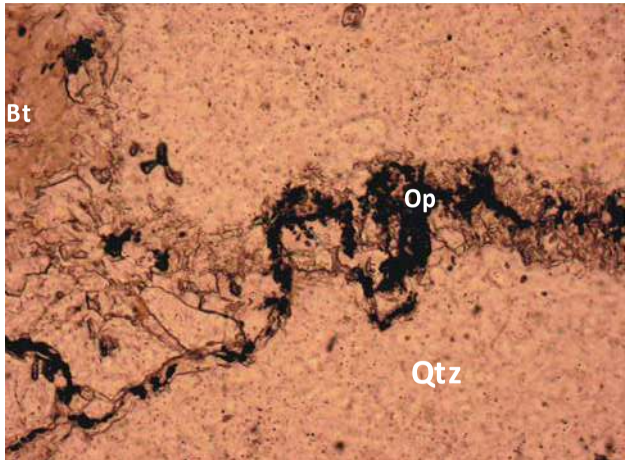


Foto 3 - Minerais opacos em vênulas intersticiais.

Amostra FVE08-30,40m	
Mineralogia	**Modal**
Quartzo	40%
Actinolita	24%
Calcita	16%
Sericita	8%
Clorita	4%
Anfibólio (alterado)	6%
Opacos	2%
Alteração – Calcita, actinolita, sericita, clorita	

Nome da rocha: Hidrotermalito
Protólito: ?

Descrição microscópica

Rocha muito alterada, de textura fina, inequigranular, composta basicamente por agregados de quartzo policristalino e minerais de alteração (actinolita+calcita+clorita+argilomineral).

Quartzo ocupa grande parte da lâmina e encontra-se em agregados policristalinos em veios, com alta variação granulométrica e alguns grãos de calcita associados. Intercalados aos veios de quartzo ocorrem veios compostos por actinolita fibrosa + calcita + clorita + sericita + argilominerais + opacos (foto 1).

Actinolita ocasionalmente apresenta calcita associada e cor de interferência mais acinzentada, possível cloritização (foto 2).

Calcita encontra-se disseminada na matriz quartzosa em cristais rosas, cor de interferência alta, ou em agregados de cor ocre/beje, com minerais fibrosos associados às suas bordas. Normalmente associada à cristais de **clorita** fibrosos (foto 3).

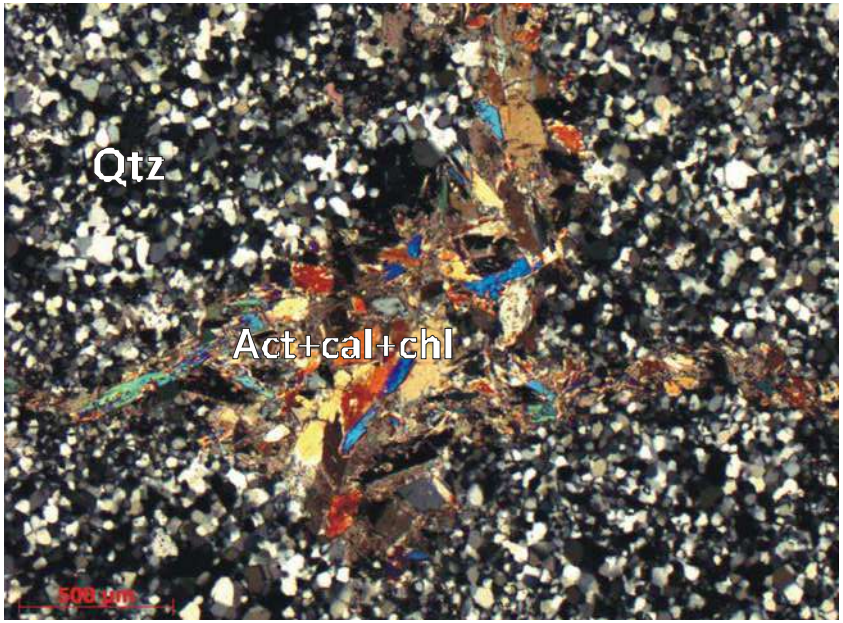


Foto 1 - Veios de actinolita+calcita+clorita+sericita+argilominerais+opacos intercalados a veios de quartzo policristalino.

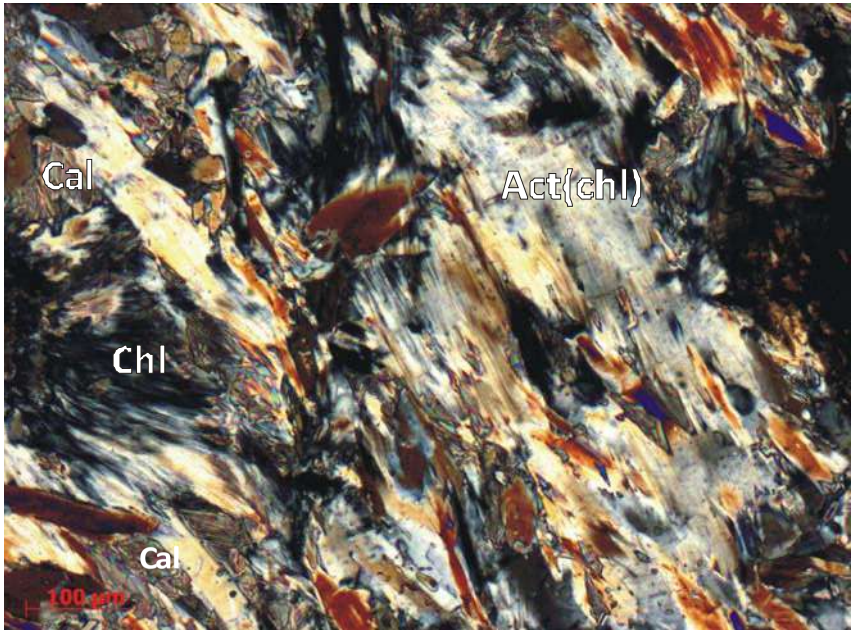


Foto 2 - Cristais de actinolita substituídos parcialmente por clorita.

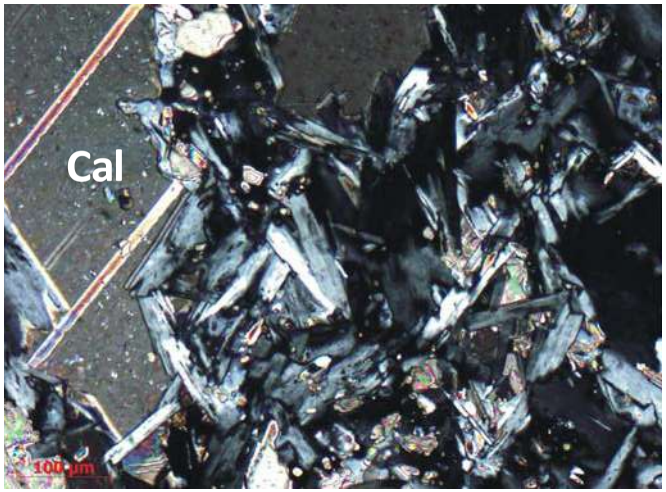


Foto 3 - Cristais de clorita finos e tabulares/fibrosos e calcita.

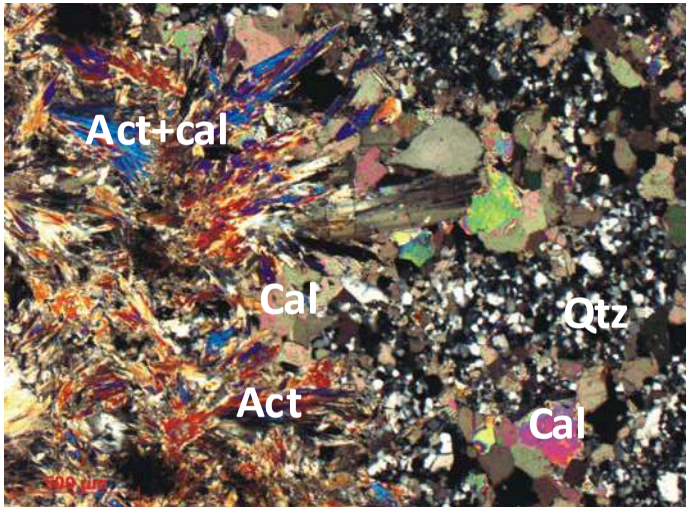


Foto 4 - Contato entre agregado de actinolita+calcita e de quartzo+calcita.

Amostra FVE08-29,70m	
Transparentes	**Modal**
Quartzo	40%
Actinolita	30%
Calcita	11%
Sericita	9%
Anfibólio (alterado)	5%
Clorita	4%
Traços – Opacos **Alteração** – Actinolita, calcita, clorita, sericita	
Nome da rocha: Hidrotermalito **Protólito**: ?	

Descrição microscópica

Rocha muito alterada, semelhante à amostra anterior (fve08-30,40), de textura fina, inequigranular, composta basicamente por veios de minerais de alteração intercalados a agregados de quartzo policristalino com calcita associada (foto 1).

Quartzo ocorre também em grãos maiores, recristalizados, porém os aglomerados policristalinos ocupam maior parte da lâmina, com grãos de calcita+sericita+opacos associados secundariamente (foto 1).

Actinolita fibrosa+calcita+clorita+sericita+argilominerais+opacos ocorrem em veios e vênulas intercalados aos cristais de quartzo (foto 1)

Clorita encontra-se em grãos fibrosos finos, mas também encontram-se substituindo alguns cristais de actinolita (foto 2). Também ocorre normalmente associado à calcita.

Muitos grãos **opacos** finos estão dispersos nos agregados de quartzo.

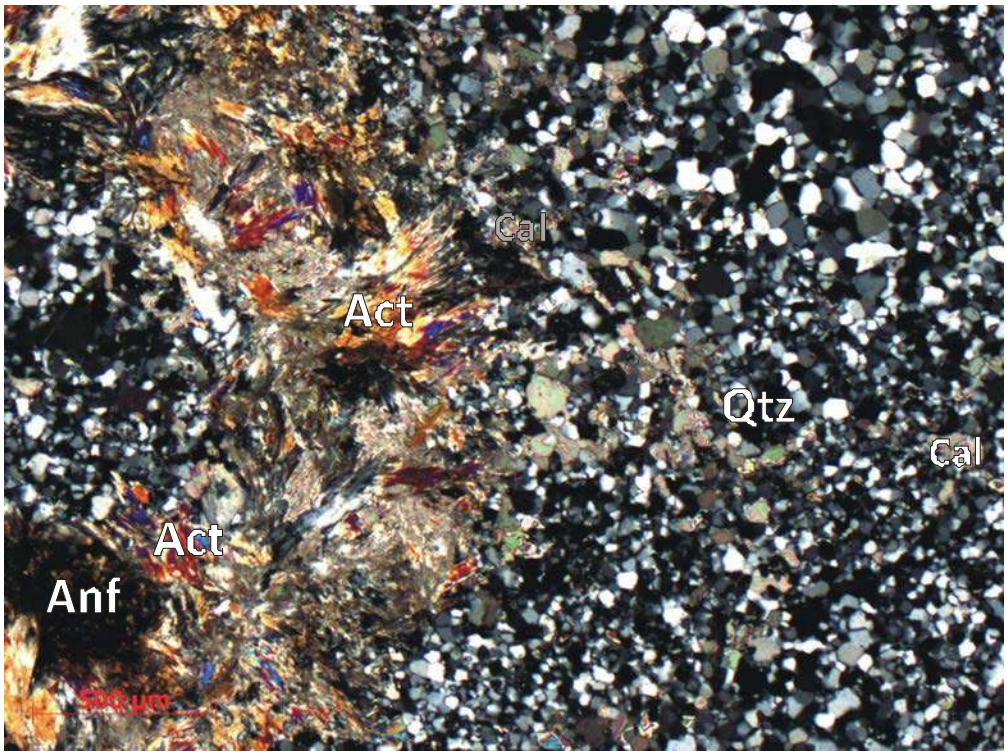


Foto 1 - Veios de alteração compostos por actinolita+calcita+sericita+manchas de anfibólio alterado meio à matriz quartzosa com calcita associada, em nicóis cruzados.

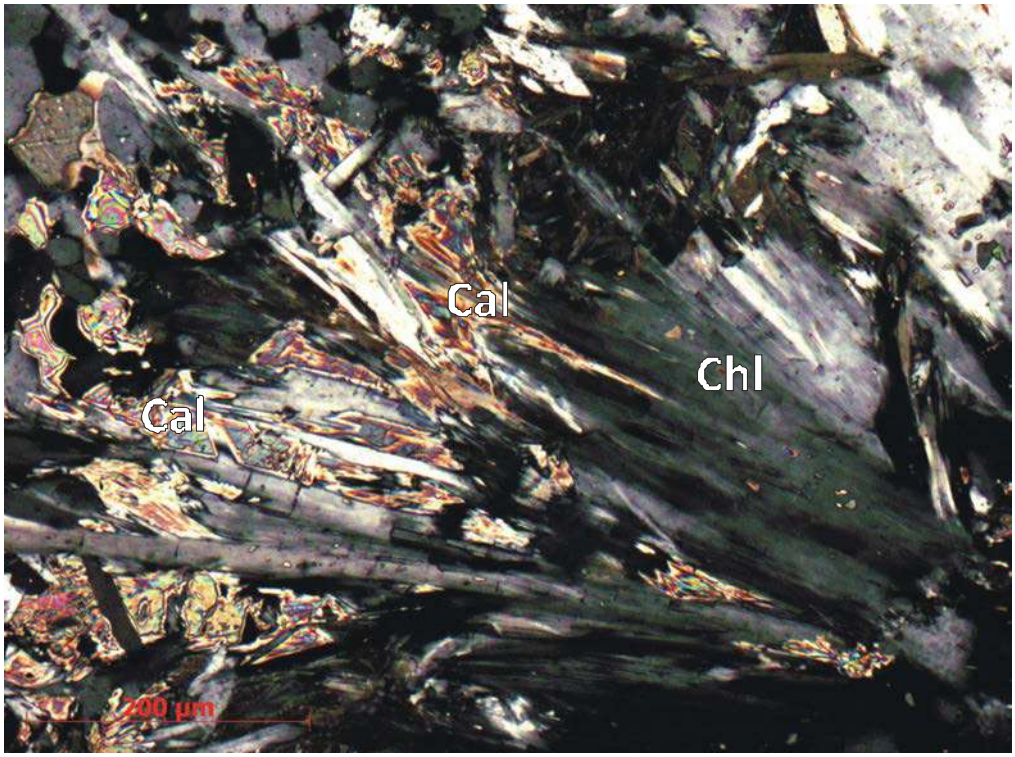


Foto 2 - Cristais de clorita cinza fibrosos associados à calcita intergranular , em nicóis cruzados.

Amostra FVE08-28,60m	
Mineralogia	**Modal**
Calcita	50%
Actinolita	18%
Sericita	17%
Anfibólio (agm)	10%
Clorita	5%
Traços – Opacos **Alteração** – Carbonato, actinolita, sericita	

Nome da rocha: Mármore hidrotermalizado
Protólito: Calcáreo?

Descrição microscópica

Rocha muito alterada, fina a média, composta basicamente por veios compostos por sericita+calcita+actinolita, intercalados a uma matriz carbonática que ocupa maior parte da lâmina (foto 1)

Calcita preenche maior parte da lâmina. Cor de interferência ocre/rosa, apresenta clivagens bem definidas. Em menor parte, encontra-se também em agregados com cristais sericita+actinolita-clorita, mas também formando a matriz carbonática da rocha, contendo grãos de diversos tamanhos (foto 1 e 2).

Cristais de **actinolita** fibrosos e tabulares ocorrem nas bordas dos agregados de alteração finos descritos acima (foto 1), provavelmente apresentando-se como metamorfismo dos minerais carbonáticos já pre-existentes na rocha devido à inflitração de fluidos (substituição calcita-actinolita). Por vezes mostram cor de interferência baixa, possívelmente cloritizadas.
Um tipo de anfibólio ocorre na forma de grãos bastante alterados, aparecendo como manchas negras subarredondadas na lâmina.

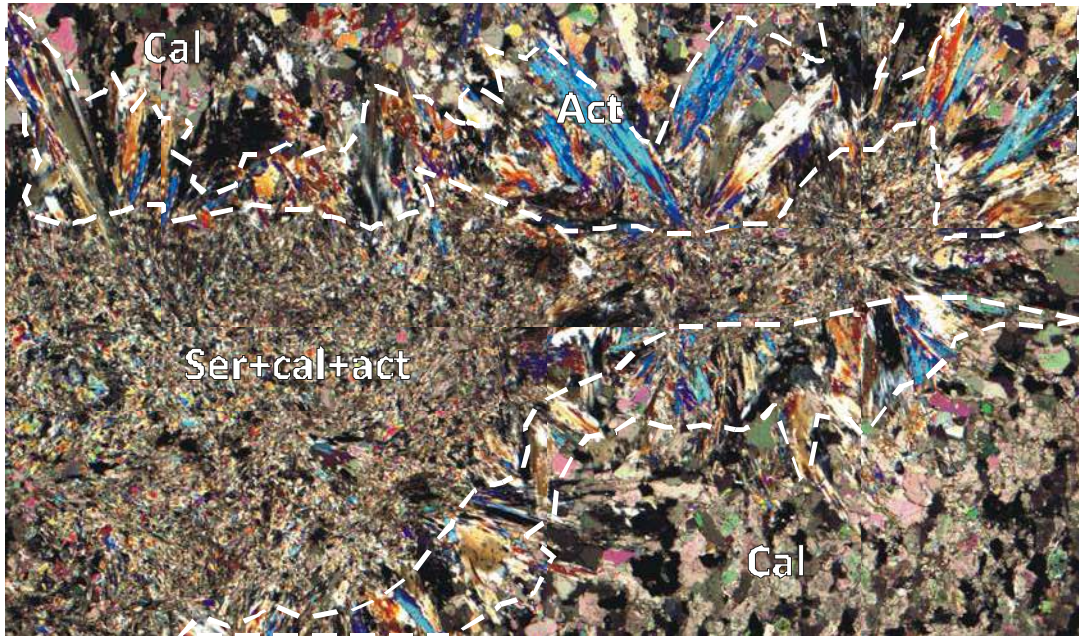


Foto 1 - Veio de alteração composto por sericita+calcita+actinolita com bordas de actinolita, meio a uma matriz carbonática. Nicóis cruzados.

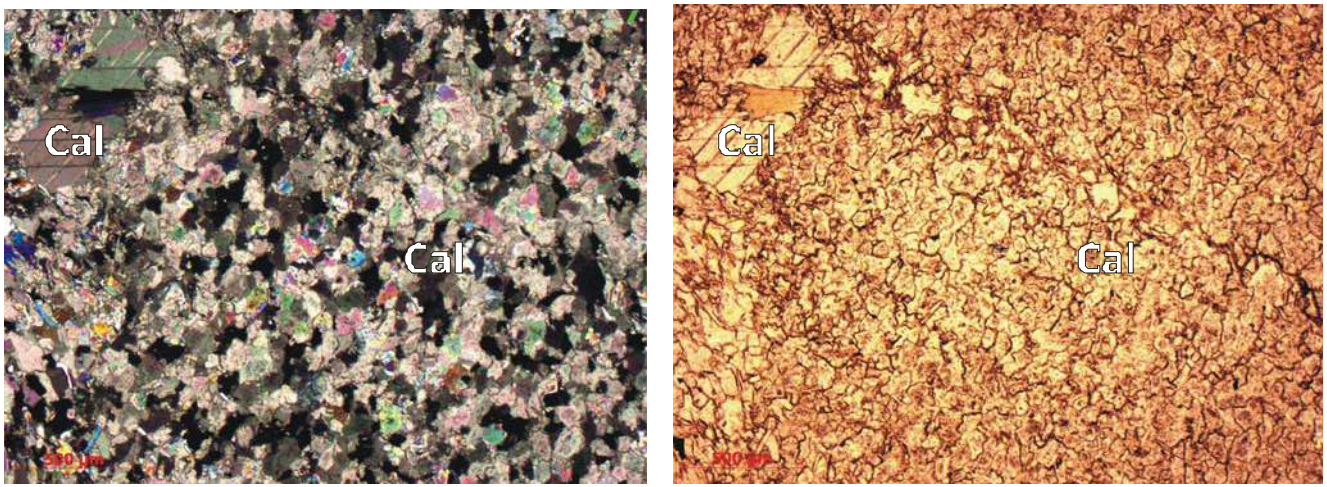


Foto 2 - Cristais de calcita (por vezes substituídos por actinolita) ocupando a matriz da rocha. Nicóis cruzados à esquerda e descruzados à direita.

Amostra FVE08-27,95m	
Mineralogia	**Modal**
Quartzo	35%
Actinolita	20%
Sericita	15%
Calcita	15%
Anfibólio (agm)	6%
Clorita	5%
Opacos	4%
Traços – Epidoto **Alteração** – Sericita, actinolita, calcita, clorita	

Nome da rocha: Hidrotermalito
Protólito: ?

Descrição microscópica

Rocha fina a média, fortemente alterada, apresenta cristais de quartzo agregados e minerais carbonáticos meio à vênulas amarelas de sericita+actinolita+opacos, além de anfibólio+clorita.

Quartzo ocorre na forma de agregados policristalinos. Ora muito fino, associado à sericita + vênulas de opacos, ora em agregados medianos; mas também em cristais mais grossos, com extinção ondulante.

Os veios de alteração com actinolita+sericita+clorita+opacos estão intercalados aos agregados de quartzo. Sericita amarelada ocorre geralmente associada à vênulas onde clorita e opacos estão contidos (foto 1), mas também ocorre de forma incolor.

Calcita ocupa boa parte da lâmina, ora de cor ocre/beje em cristais médios enfileirados em veios, ora em grãos de birrefrigência alta (rosa/verde/azul/amarelo)

Cristais fibrosos de clorita estão presentes, provavelmente como produto de alteração dos cristais de actinolita (foto 2).

Epidoto ocorre como mineral traço, normalmente próximos à cristais de calcita (foto 3).

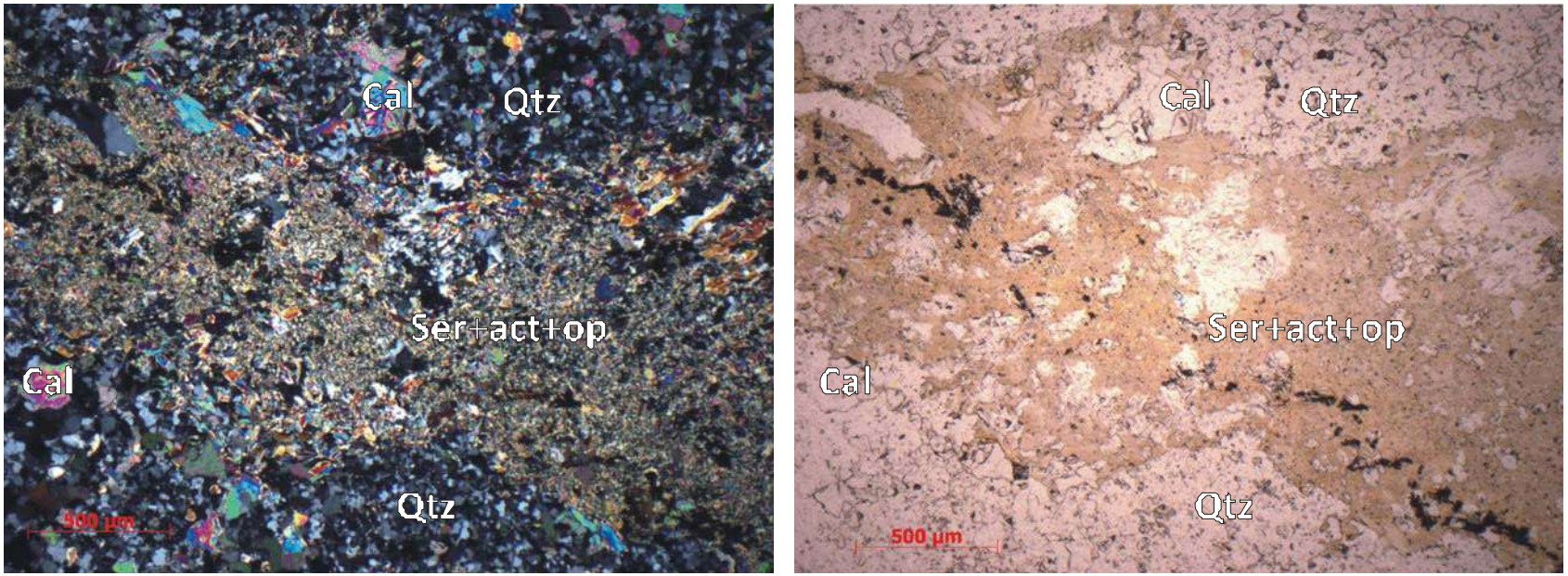


Foto 1 - Agregados de alteração com sericita amarela+actinolita+opacos entre cristais de quartzo+calcita. Nicóis cruzados à esquerda e descruzados á direita.

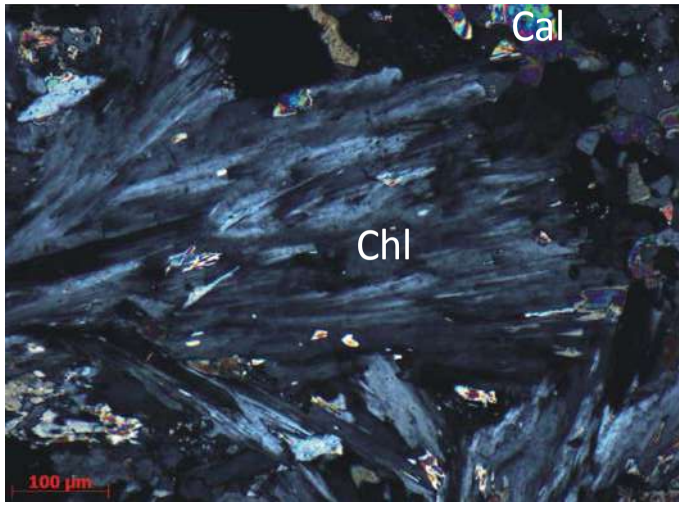


Foto 2 - Cristais fibrosos de clorita.

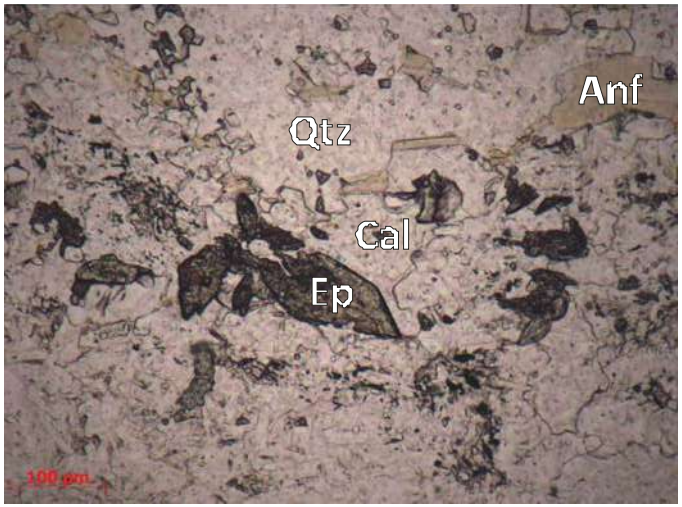


Foto 3 - Cristais de epidoto, normalmente junto à cristais de calcita.

Amostra FVE08-27,55m	
Mineralogia	**Modal**
Calcita	83%
Actinolita	10%
Sericita	4%
Clorita	3%
Alteração – Calcita, actinolita, sericita, clorita	

Nome da rocha: Mármore
Protólito: Calcáreo

Descrição microscópica

A rocha é composta por cristais de calcita de diferentes tamanhos apresentando relação de temporalidade entre eles, ou seja, veios carbonáticos cortam uma matriz também carbonática porém mais fina, além de apresentar actinolita+sericita-clorita presentes preenchendo veios mais finos (foto 1).

Calcita representa grande parte da lâmina, onde variam desde 0,1mm até 0,4mm na matriz, de cor ocre/beje, mostrando duas direções de clivagem perfeitas. Actinolita+sericita estão presentes de forma disseminada, associada à essa matriz calcítica (foto 2).
Cortando a lâmina encontra-se veio de aproximadamente 1cm de espessura formado por cristais de calcita grossos variando de 0,5mm até 3mm. Apresentam cor ocre, porém alguns coloridos (rosa/verde) (foto 1).

Anfibólio está presente na rocha em vênulas fibrosas, de birrefrigência alta (actinolita), mas também granular, com cor de interferência amarelada (foto 2 e 3).

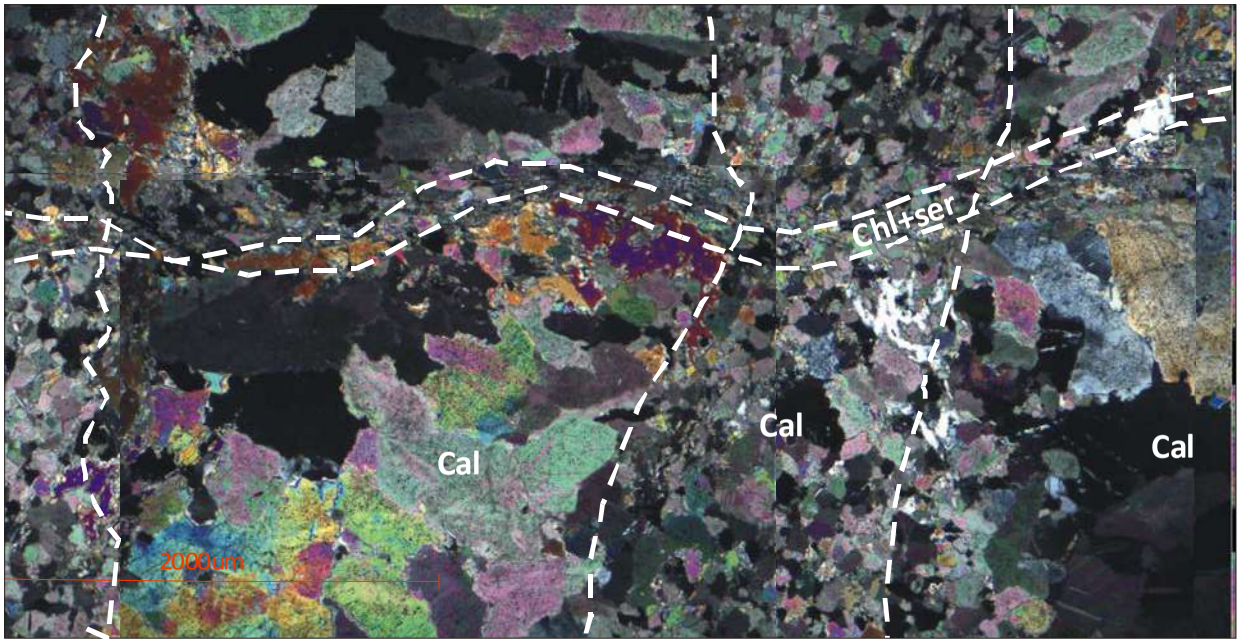


Foto 1 - Fotomosaico em nicóis cruzados mostrando a variação faciológica entre os cristais de calcita, onde veios grossos encontram-se intercalados a uma matriz mais fina. Notar veio horizontal fino contendo clorita+sericita.

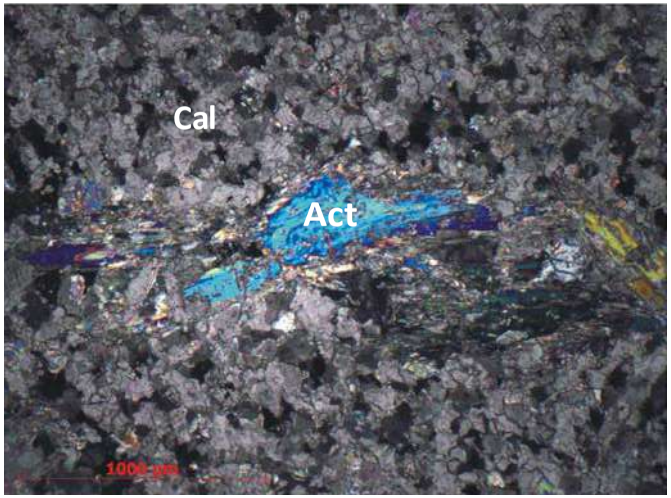


Foto 2 - Cristais fibrosos de actinolita meio à matriz carbonática.

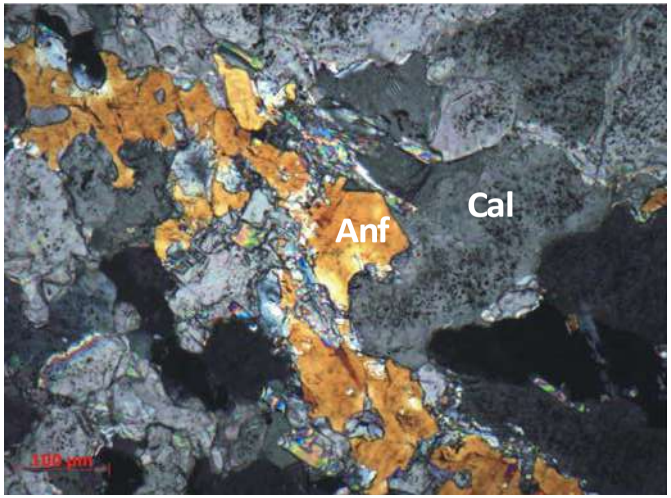


Foto 3 - Cristal de anfibólio (actinolita?).