

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

LUANA NERY MENDES

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO EM UMA ÁREA A NOROESTE DE GRAVATÁ EM
ESCALA DE 1:50.000**

RECIFE

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

MENDES, LUANA NERY.

MAPEAMENTO GEOLÓGICO EM UMA ÁREA A NOROESTE DE
GRAVATÁ EM ESCALA DE 1:50.000 / LUANA NERY MENDES. - Recife,
2022.

103 : il., tab.

Orientador(a): ANDRES BUSTAMANTE

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Geologia - Bacharelado,
2022.

Inclui referências, apêndices.

1. MAPEAMENTO GEOLÓGICO. 2. COMPLEXO SURUBIM-
CAROALINA. 3. COMPLEXO SALGADINHO. 4. COMPLEXO
VERTENTES. 5. ORTOGNAISSE ALTINHO. I. BUSTAMANTE, ANDRES
. (Orientação). II. Título.

550 CDD (22.ed.)

LUANA NERY MENDES

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO EM UMA ÁREA A NOROESTE DE GRAVATÁ EM
ESCALA DE 1:50.000**

Relatório apresentado ao curso de Geologia, da
Universidade Federal de Pernambuco, como requisito
para obtenção do título de bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Andres Bustamante Londoño.

Recife

2022

AGRADECIMENTOS

Por estar finalizando esse curso agradeço a minha família e também a professores que tive antes de entrar na universidade como: Ana Kárite, Ângela Martha, Carlos Jorge, Jeanne, Marcelo, Marcos Miguel, Mardônio, Renildo e Geruso.

Devo agradecimentos especiais aos colegas Matheus, Jones e Stephanie.

Agradeço a outros colegas da minha entrada: Syllas, Marcus e Acauã. E também a outros contemporâneos: Bruno, Grécia, Igor, Jefferson, Paula, Rafael, Roberta, Salviano e Vanessa.

Agradeço aos professores do departamento de Geologia e também aos do departamento de química e física, por todo conhecimento passado.

Em especial, para desenvolvimento deste trabalho, agradeço ao professor Gorki que me permitiu olhar as lâminas da monografia de César, que abrangia a área deste trabalho, aos professores Thais e Sérgio que tiraram algumas dúvidas por e-mail, e a meu orientador Andres.

RESUMO

Este relatório apresenta os resultados obtidos pelo mapeamento geológico na escala 1:50000 em uma área de 100 km² a noroeste de Gravatá-PE, esta região corresponde geologicamente ao Terreno Rio Capibaribe, que faz parte do domínio Central na Província Borborema. Foram mapeadas unidades de xistos, de quartzitos e de mármore do Complexo Surubim-Caroalina; unidades de gnaisses e protomilonitos do Complexo Salgadinho, Complexo Vertentes, que mostrou evidências de hidrotermalismo como epidotização na porção sudoeste, e o Ortognaisse Altinho. Essas unidades gnáissicas indiscriminadas diferiam entre si na forma de ocorrência e, principalmente, na assinatura geofísica. Na área de estudo foram detectadas três fases de deformação: D₁, observada dentro de porfiroblastos de granada; D₂, que corresponde à foliação regional e às dobras F₃, incluindo dobras em escala de mapa e; D₃, principalmente de deformação rúptil e com preenchimentos de fraturas por veios, diques e sills de composição granítica e, por vezes, com textura pegmatítica. A partir da análise micropetrográfica, sugere-se que as rochas atingiram o pico metamórfico em condições de P-T condizentes com a fácies anfíbolito e com reações retrometamórficas na fácies xisto verde.

Palavras-chave: Mapeamento Geológico; Complexo Surubim-Caroalina; Complexo Salgadinho; Gravatá; Bezerros; Cumarú; Passira.

ABSTRACT

This report presents the results of the geological mapping on the scale of 1:50000 in one area of 100 km², northwest Gravatá-PE. In a geological context, the study area is on "Terreno Rio Capibaribe" in the Central Domain of the Borborema Province. Were mapped: schists, quartzites and marbles, of the Surubim-Carolina Complex; gneiss from Salgadinho Complex; indeterminate gneiss 1, this one occurs with hidrotermalismo and epidotization in the southwestern portion, and indeterminate gneiss 2, both indeterminate gneisses are differentiated especially by geophysical and other satellite data. The study area indicates at least 3 deformational phases, D1, is observed inside garnet porphyroblasts, D2 is the regional foliation and was folded, including map scale folds, and D3 is mostly brittle deformations and filled fractures by granitic and pegmatitic rocks. Thin section analysis suggests that the rocks had a metamorphic peak at least under conditions P/T of facies amphibolite, and there is evidence that it happened a retrograde metamorphism under facies greenschist.

Keywords: Geological Mapping; Surubim-Carolina Complex; Salgadinho Complex; Gravatá-PE; Passira-PE; Bezerros-PE; Cumaru-PE.

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 – Precipitação média anual em Gravatá, Bezerros, Cumaru e Passira.....	15
Tabela 2 – Domínios gamaespectrométricos	29
Tabela 3 – Características das Zonas Homólogas de Drenagem	34

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 – Mapa de localização e de acesso	15
Figura 2 – Em marrom, Província Borborema.....	17
Figura 3 – Cinturões Brasileiros-Pan Africanos ao redor de núcleos cratônicos, “BP” indica a localização da Província Borborema.....	18
Figura 4 – A: Localização do domínio da zona transversal ou domínio central no mapa da PB. PASZ: Zona de Cisalhamento Patos. WPSZ e EPSZ: Zona de cisalhamento Pernambuco oeste e leste respectivamente; B: Subdivisões do domínio da zona transversal (ou domínio central) de acordo com Santos (1996) e Santos <i>et al.</i> , (1999b). TGJ: Terreno Granjeiro; TPB: Terreno Piancó-Alto Brígida; TAP: Terreno Alto Pajeú; TAM: Terreno Alto Moxotó; TRC: Terreno Rio Capibaribe	19
Figura 5 – Mapa simplificado do Terreno Rio Capibaribe com área de estudo indicada	20
Figura 6 – Mapa indicando a localização das lâminas.....	25
Figura 7 – Mapas de Potássio, Tório, Urânio e Ternário.....	27
Figura 8 – Mapa de domínios gamaespectrométricos.....	29
Figura 9 – A: Mapa do campo magnético anômalo total. A’: mapa do campo magnético anômalo total com lineamentos magnéticos marcados. Os mais profundos tendem para NE. B e B’: Mapa da amplitude do sinal analítico (ASA). C e C’: Mapa da primeira derivada vertical	31
Figura 10 – Imagem SRTM com a drenagens traçadas em azul. O quadrado preto corresponde à área de estudo	33
Figura 11 – Mapa de zonas homólogas de drenagem	34

Figura 12 - Imagem SRTM com sombreamento. A: Fotolineamentos interpretados em amarelo; B: Em vermelho estão separados limites entre domínios distintos. Dentro da área de estudo foi possível notar 5 zonas homólogas distintas35

Figura 13 – Aspectos de campo de rochas do Complexo Salgadinho. A: Gnaisse bandado dobrado no afloramento L18; B: Rocha migmatitizada no afloramento L 19; C: Augen gnaisse cortado por dique pegmatítico. Afloramento L36; D: Augen Gnaisse, afloramento L36.37

Figura 14 A: Fotomicrografia da lâmina L19, é possível notar quartzo com recristalização por migração do limite de grão e plagioclásios; B: Fotomicrografia L18, é possível notar quartzo com recristalização por rotação de subgrão e com extinção ondulante, e microclina com *bulging*; C: Fotomicrografia da lâmina L36, é possível notar quartzo, biotita, plagioclásio com textura mirmequítica e sericitização nas bordas e nas maclas e feldspato potássico; D: fotomicrografia da lâmina L42, é possível notar fita de quartzo com migração do limite de grão e plagioclásio sericitizado. Todas as fotomicrografias foram obtidas com luz polarizada cruzada. Qtz: quartzo, Mic: microclínio, Aln: allanita, Pl: plagioclásio, Bt: biotita, Fsp: feldspato potássico.....39

Figura 15 – Afloramento L45, A: Aspecto geral do afloramento. B: dique pegmatítico cortando o gnaisse.40

Figura 16 – A: Amostra L39, na figura pode-se notar cristal de epidoto zonado com clinozoisita e, em branco, com inclusões de opacos com granulação ultrafina, plagioclásio. Fotomicrografia obtida com luz polarizada paralela; B: Amostra L44 na qual se nota quartzo xenoblástico com extinção ondulante, hornblenda e plagioclásio. Fotomicrografia obtida com polarizadores cruzados. Ep: epidoto, qtz: quartzo, Hbl: hornblenda, Pl: plagioclásio.....41

Figura 17 – Afloramento do Ortognaisse Altinho, foto do afloramento L51, gnaisse bandado de cor cinza, cortado por fraturas, algumas preenchidas com material leucocrático. 42

Figura 18 – Amostra L51 onde A: é possível notar biotita fraturada, hornblenda e quartzo; B: Visão geral da lâmina L51 a polarizadores cruzados. É possível ver cristais de quartzo alongados com extinção ondulante, biotita e plagioclásio. Imagens A e B obtidas com luz polarizada paralela e luz polariza cruzada respectivamente. Bt:biotita, Hbl: hornblenda, qtz: quartzo, pl: plagioclásio.....43

Figura 19 – A: Fotografia do afloramento L33 quebrado. É possível notar granadas no xisto; B: Fotografia do afloramento L13, com destaque para sill de pegmatito.....44

Figura 20 – A: Fotografia de frente de lavra em mina de mármore, afloramento L21; B: Mármore intercalado com rocha metaultramáficas no afloramento L24	45
Figura 21 – Porção mais escura: pseudotaquilito no afloramento L02, a rocha dominante neste afloramento são metapelitos/semipelitos, porém há presença de xenólitos e lentes de rochas metamáficas, além dos pseudotaquilitos.....	45
Figura 22 – A: Destaque para granada subidioblástica fraturada na lâmina L02; B: Biotita bordeada de opacos na lâmina L02; C: Muscovita, biotita com inclusão de zircão, plagioclásio e quartzo fraturado na amostra L11; D: plagioclásio com banda <i>kink</i> na lâmina L23; E: fibrolita na lâmina L25; F: Biotita lepidoblástica com extinção ondulante e quartzo com migração do limite de subgrão na lâmina L23. Fotomicrografias A, B e C obtidas com luz polarizada plana e as D, E e F obtidas com luz polarizada cruzada. (Grt: granada, Qtz: quartzo, Op: Mineral opaco, Pl: plagioclásio, Ms: Muscovita)	48
Figura 23 – Fotomicrografias da lâmina L 24 a luz polarizada paralela; A: Anfibólio (Anf), titanita (Ttn), biotita (Bt) e plagioclásio; B: Destaque para titanitas de granulação média e fraturas.	50
Figura 24 – Fotomicrografia da amostra L21 B a polarizadores cruzados. É possível notar carbonato (Cb) com lamelas de deformação, plagioclásio (Pl) e flogopita (Phl).....	51
Figura 25 - Fotomicrografia a luz paralela da lâmina L10*, notam-se anfibólios com textura lepidoblástica e minerais opacos	52
Figura 26 – Amostra L02 indicando S1, S2, F2 e F3.....	53
Figura 27 – Dobras verticais, fechadas e apertadas com dobras s m e z em afloramento na estrada, no afloramento L08	54
Figura 28 – Dobra reclinada. Em verde se destaca o traço do eixo axial, afloramento L21	55
Figura 29 – L13 Dobra reclinada destacando, em verde, o traço do eixo axial. As linhas vermelhas representam sill e fraturas com preenchimento quartzoso associados ao evento D ₃	56
Figura 30 – A: Diagrama β com polos. N = 6 Mármore Complexo Surubim-Caroalina. Indicam dobras com caimento para NNE; B: Diagrama β com polos. Dados do quartzito do Complexo Surubim-Caroalina N=5. Indica dobra aberta com caimento para NE	57

Figura 31 – Em rosa, dobras em Z, indicando rotação no sentido horário. Setas verdes indicam o sentido da vergência, com rotação para o sentido horário (A- L40 B- L01 C- L02 D- L45)	57
Figura 32 – Em rosa <i>boudins</i> assimétricos no afloramento L11	58
Figura 33 – L41 Granada sigmoidal na amostra L41 indicando movimentação dextral. Na imagem, obtida com luz polarizada plana, destaca-se também a associação da biotita que compõe as sombras de pressão assimétricas. Fotografia sem escala, mas tirada na objetiva de 4x	59
Figura 34 – Roseta de estruturas rúpteis, as principais tem direção ENE-WSW e NW-SE.	60
Figura 35 – Afloramento L45, Complexo Vertentes. Na figura A é possível notar falhas sinistrais. Na figura B é possível notar com linha vermelha e setas azuis uma falha dextral e entre linhas azuis uma banda de cisalhamento dextral	61
Figura 36 – Veio de epidoto, delimitado pelas linhas verdes, localizado no afloramento L38. Borda oeste do Complexo Vertentes, local com intensa epidotização	62
Figura 37 – L09 dique de composição granítica cortando os planos de foliação da unidade de xistos do Complexo Surubim-Carolina em afloramento na estrada	64
Figura 38 – Em preto, área de estudo. Retângulos de outras cores indicam áreas requeridas, explicação no texto acima	65
Figura 39 – Fotografias de rochas do Complexo Salgadinho	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.2 LOCALIZAÇÃO E VIA DE ACESSO	14
1.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	15
2. GEOLOGIA REGIONAL.....	17
2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	17
2.1.2 Domínio da Zona Transversal	19
2.2 SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS UNIDADES	21
2.2.1 Complexo Vertentes.....	21
2.2.2 Complexo Salgadinho	21
2.2.3 Complexo Surubim-Caroolina	22
2.2.4 Ortognaisse Altinho	23
3.MÉTODOS	24
3.1 Revisão bibliográfica.....	24
3.2 Aquisição de dados preliminares.....	24
3.3 Etapa de campo	24
3.4 Petrografia	24
4. AEROGEOFÍSICA E SENSORIAMENTO REMOTO	26
4.1 PROJETO AEROGEOFÍSICO	26
4.1.1 Gamaespectrometria	26
4.1.2 Aeromagnetometria	30
4.2 SENSORIAMENTO REMOTO	32
5. GEOLOGIA LOCAL	36
5.1 COMPLEXO SALGADINHO.....	36
5.1.2 Aspectos de campo	36

5.1.3 Micropetrografia	37
5.2 COMPLEXO VERTENTES	39
5.2.1 Aspectos de campo	39
5.2.2 Micropetrografia	40
5.3 ORTOGNAISSE ALTINHO	41
5.3.1 Aspectos de campo	41
5.3.2 Micropetrografia	42
5.4 COMPLEXO SURUBIM-CAROALINA	43
5.4.1 Aspectos de campo	44
5.4.2 Micropetrografia	46
5.5 CORPOS MENORES	51
5.5.1 Rochas graníticas indiscriminadas	51
5.5.2 Pegmatitos	51
5.5.3 Hornblendito	51
6. GEOLOGIA ESTRUTURAL E DEFORMAÇÃO.....	53
6.1. INTERPRETAÇÃO MICROPETROGRÁFICA DAS CONDIÇÕES DE METAMORFISMO.....	62
6.2 MAGMATISMO	63
7. GEOLOGIA ECONÔMICA.....	65
7.1 MÁRMORE	65
7.2 ROCHAS ORNAMENTAIS.....	66
8. DISCUSSÕES.....	67
9. CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	70
ANEXO 1 - TABELA DE AFLORAMENTOS E MAPA DE PONTOS	74
ANEXO 2 – DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS.....	77

ANEXO 3 – MAPA GEOLÓGICO.....	102
--------------------------------------	------------

1. INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho, constitui-se dos seguintes objetivos:

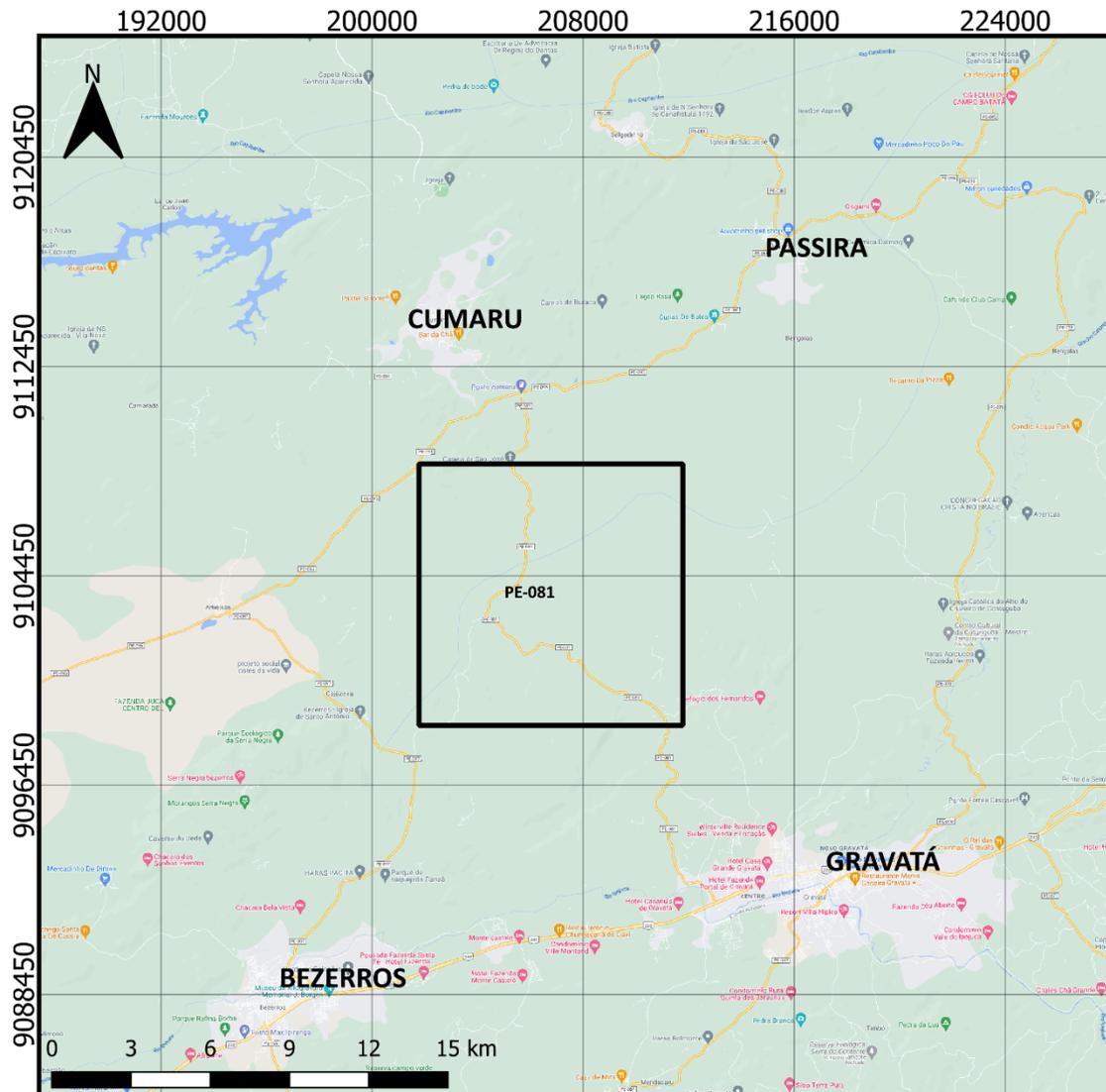
- apresentar os resultados obtidos no mapeamento geológico na escala de 1:50.000 na área de estudo com 100 km² ao norte de Gravatá e de Bezerros;
- contribuir para o conhecimento geológico da região estudada.

1.2 LOCALIZAÇÃO E VIA DE ACESSO

A área de estudo se localiza na região agreste do estado de Pernambuco, a aproximadamente 92 km da capital, Recife. A localização está inserida na região rural de quatro municípios, sendo eles: Gravatá, Bezerros, Cumaru e Passira. O principal acesso à área se dá através da estrada PE-081.

A área tem 100 km² (Figura 1) e está inteiramente localizada na Carta Geológica Folha Caruaru SC.25-V-A-I. Ela é delimitada pelas coordenadas 201775 e 211775W, 9098722 e 9108728 S, no sistema SIRGAS 2000, na zona UTM 25S.

Figura 1 – Mapa de localização e de acesso



Fonte: a autora, 2022 imagem de fundo do google road maps.

1.3 ASPECTOS FISIOGRAFICOS

A área de estudo encontra-se integralmente inserida no agreste pernambucano e na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe. Tem como vegetação dominante a Caatinga.

As precipitações anuais de Gravatá, Bezerros, Passira e Cumaru podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 – Precipitação média anual em Gravatá, Bezerros, Cumaru e Passira

Precipitação média anual	
	787
Gravatá	mm
	548
Bezerros	mm
	597
Cumarú	mm
	639
Passira	mm

Fonte: Apac.

O período mais seco vai de setembro a janeiro, sendo que os meses mais secos são outubro e novembro, já o período chuvoso vai de abril a julho. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, Gravatá e Bezerros são do tipo “As”, enquanto Cumarú e Passira classificam-se como “BSh” (Holanda *et al.*, 2021).

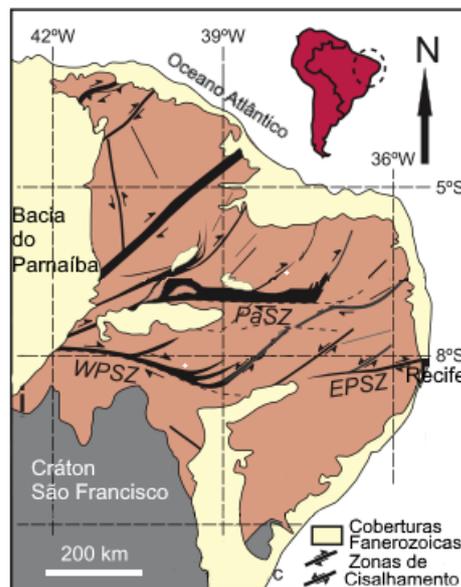
A temperatura média anual em Gravatá e Bezerros é de 22,9 °C, ao passo que em Cumarú e em Passira é 24,2 °C e 24,6 °C, respectivamente.

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo está localizada na Província Borborema (PB), no Nordeste do Brasil. A PB foi definida por Almeida *et al* (1977; 1981), ela é limitada pelo Cráton de São Francisco e pela Bacia do Parnaíba a oeste e ao leste por coberturas Fanerozoicas e margem continental (Figura 2).

Figura 2 – Em marrom, Província Borborema

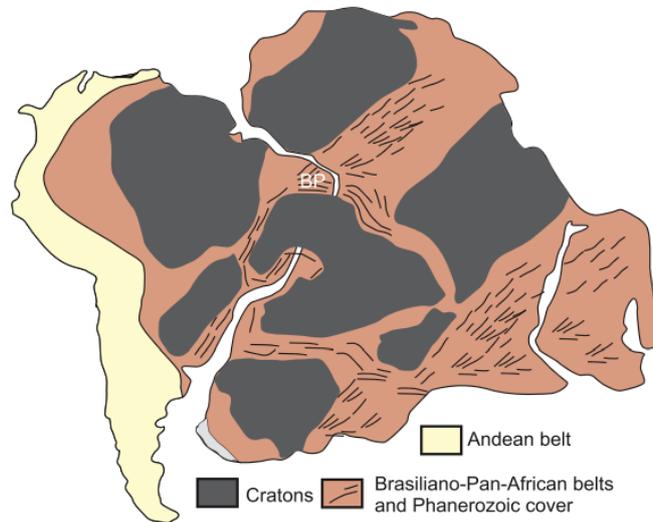


Fonte: modificada de S.P Neves *et al.*, 2015a

A PB tem área aproximada de 380.000 km² (Almeida *et al.*, 1981).

Segundo Neves (2003), correlações geológicas sugerem que os crátons Amazônico, Oeste Africano, São Francisco/Congo e os embasamentos das províncias Araguaia, Borborema, Nigeriana e Camaronesa formavam uma única unidade antes da orogenia Transamazônica (Figura 3).

Figura 3 – Cinturões Brasilianos-Pan Africanos ao redor de núcleos cratônicos, “BP” indica a localização da Província Borborema



Fonte: S.P Neves *et al.*, 2015a

Também segundo Neves (2003), a evolução orogênica da PB durou cerca de 100 Ma e ocorreu, principalmente, em ambiente intracratônico. Diferenças geológicas foram herdadas de eventos arqueanos e paleoproterozoicos, eventos intraplaca pós-transamazônicos ou de extensão em bacias de rifte que seriam precursoras de cinturões supracrustais.

Durante o Ciclo Brasileiro houve intensa deformação e metamorfismo associados à convergência dos Crátons São Francisco/Congo, Amazônico e Oeste Africano. Existem diversas discussões, mas não há consenso se esses crátons foram anteriormente separados por oceanos (ver Castaing *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2010) ou se a orogénia foi, principalmente, intracontinental (ver Neves *et al.*, 2009) (Neves *et al.*, 2015a). Também não está claro se o metamorfismo se deu de forma síncrona ou diacrônica (Neves *et al.*, 2015a).

A geologia da PB é dominada por grandes áreas com embasamento gnáissico/migmatítico, cinturões semicontínuos de rochas supracrustais metamorizadas, diversas intrusões brasileiras e um arranjo de zonas de cisalhamento transversais (Neves, 2003).

A PB pode ser dividida em três domínios (Ex. Neves *et al.*, 2015a): Domínio Norte, Central (ou Domínio da Zona Transversal) e Sul, que são separados por grandes zonas de cisalhamento. A área de estudo encontra-se localizada no Domínio da Zona Transversal.

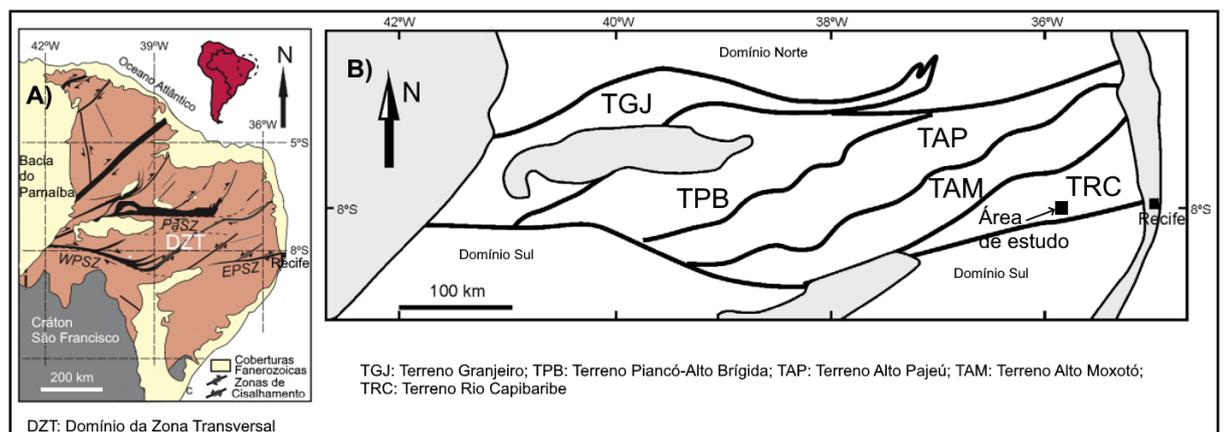
2.1.2 Domínio da Zona Transversal

Este domínio é separado dos demais, ao sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco e ao norte pela Zona de Cisalhamento Patos, ambas com cinemática dextral. As estruturas no DZT apresentam *trend* estrutural predominante de E-W a ENE-WSW.

De acordo com Santos (1996) e Santos *et al.* (1999b), a Zona Transversal pode ser subdividida em quatro a cinco terrenos (*apud* NEVES; ALCANTARA, 2010) (Figura 4). Essa subdivisão vem do fato de a porção extremo oeste do domínio central ainda não ter sido bem-definida.

O Complexo Granjeiro Clássico, embora atribuído ao Domínio Rio Grande do Norte, é todo envolto pelo sistema de zonas de cisalhamento Patos, logo, está no limite entre as subprovíncias Central e Norte. Em artigo recente, Pitarello *et al.* (2009, JSAES 96, 102312) estendem o Granjeiro para o sudoeste da Bacia do Araripe e, neste sentido, o domínio Rio Grande do Norte ocuparia a porção oeste do setor central da Borborema. Em outro artigo, Basto *et al.* (2019, Precambrian Res. 320, 213-231) denominam esta região de domínio São Pedro (NEVES S. P., comunicação pessoal online, 2022)¹.

Figura 4 – A: Localização do domínio da zona transversal ou domínio central no mapa da PB. PASZ: Zona de Cisalhamento Patos. WPSZ e EPSZ: Zona de cisalhamento Pernambuco oeste e leste respectivamente; B: Subdivisões do domínio da zona transversal (ou domínio central) de acordo com Santos (1996) e Santos *et al.*, (1999b). TGJ: Terreno Granjeiro; TPB: Terreno Piancó-Alto Brígida; TAP: Terreno Alto Pajeú; TAM: Terreno Alto Moxotó; TRC: Terreno Rio Capibaribe



Fonte: A: modificada de Neves *et al.*, 2015a; B: modificada por Neves e Alcantara (2010) de Santos *et al.* (1990b).

Segundo Lima (2013), Santos (1995, 1996, 2000), Santos e Medeiros (1999a) definiram quatro terrenos paralelos para a área leste e central do Domínio da Zona Transversal, os quais foram denominados de terrenos Piancó-Alto Brígida (TPB), Alto Pajeú (TAP), Alto Moxotó

¹ E-mail recebido pela autora de Sérgio Pacheco Neves, professor da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, em 07 de julho de 2022.

(TAM) e Rio Capibaribe (TRC) (*apud* LIMA, 2013). Esses terrenos teriam sido amalgamados durante os eventos Cariris Velhos (1.0 a 0,95 Ga) e o Brasileiro (650 a 520 Ma) (SANTOS *et al.*, 2010 *apud* LIMA, 2013). Dentre esses terrenos, a área de estudo se localiza no Terreno Rio Capibaribe.

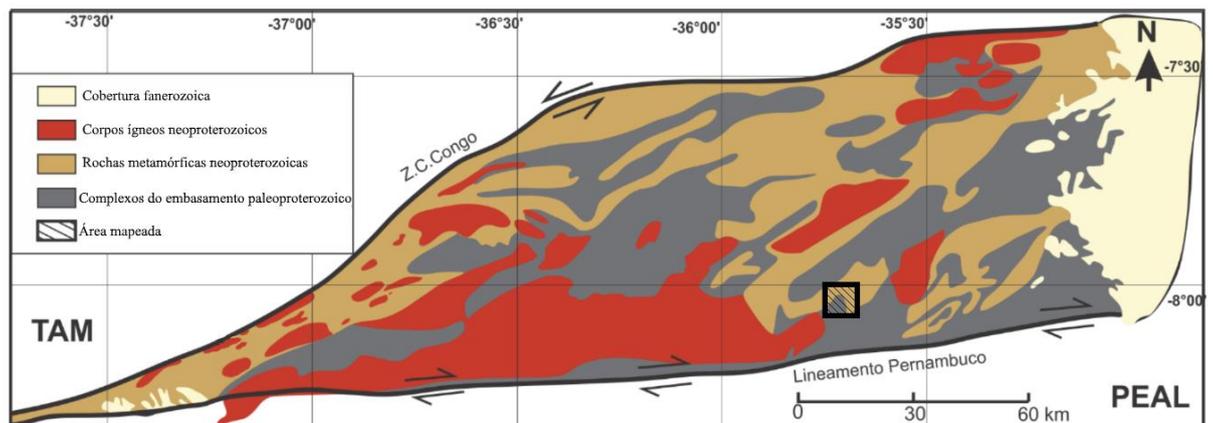
2.1.2.1 Terreno Rio Capibaribe (TRC)

O TRC tem de cerca de 13.000 km² de área e está localizado no sul-sudeste da Zona Transversal da Província Borborema. É delimitado ao noroeste pela Zona de Cisalhamento Congo, com cinemática sinistral e ao sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco, de cinemática dextral (BRITO NEVES *et al.*, 2013). A maioria das estruturas do TRC estão orientadas no trend NE-SW.

Esse terreno é constituído por rochas do embasamento Paleoproterozoico dos complexos Pão de Açúcar, Vertentes, Salgadinho, e Passira, rochas supracrustais metassedimentares neoproterozoicas do Complexo Surubim-Caroalina e plútons gerados no magmatismo brasileiro, cálcio-alcalino rico em potássio, shoshonítico, alcalino e tipo A (GUIMARÃES *et al.*, 2004), além de cobertura fanerozoica (Figura 5) (MEDEIROS, 2004; Folha Caruaru, 2012).

Na área de estudo, o embasamento é composto por ortognaisses dos complexos Salgadinho e Vertentes, já o restante é formado pelas rochas metassedimentares do Complexo Surubim-Caroalina (Folha Caruaru, 2012).

Figura 5 – Mapa simplificado do Terreno Rio Capibaribe com área de estudo indicada



Fonte: modificada de Silva (2019) e de Brito Neves *et al.*, (2013).

2.2 SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS UNIDADES

2.2.1 Complexo Vertentes

O Complexo Vertentes foi definido como uma sequência metavulcanoclástica, metagrauvática e metavulcânica de provável idade meso-neoproterozóica por Santos e Medeiros (1999a).

Sá *et al.* (2002) definem as rochas do complexo como gnaisses bandados, anfibólio ortognaisses e paragnaisses migmatizados, cujo protólito tem idade paleoproterozóica U-Pb em zircão de 1970 Ma.

Brasilino *et al.* (2008) definiram como anfibólio-biotita-granada gnaisses e ortognaisses bandados, com coloração cinza, granulação média e bandamento gnáissico de ordem centimétrica a decimétrica e idade paleoproterozóica. Neves e Alcantara (2010) apontam composição diorítica a granodiorítica e idade de 2100 Ma obtida mediante o método U-Pb em zircão. Ao estudarem a idade de gnaiss bandado do Complexo Vertentes em U-Pb em zircão, obtiveram três grupos de dados, dois dos quais foram interpretados como idade de cristalização do protólito (2096 +- 23 Ma) e 2044 (+-27 Ma), que foi sugerido que pudesse ser a idade de cristalização mínima do protólito ou do metamorfismo, na mesma pesquisa, obtiveram idade de 1986 +- 38 Ma com o método Th-U, o que pode sugerir metamorfismo (NEVES *et al.*, 2015b).

No relatório da Folha Surubim (SB.25-Y-C-IV), os bandamentos dos ortognaisses foram descritos como regulares, sendo de espessura milimétrica a centimétrica (Neves *et al.*, 2017).

Soleiras e diques de pegmatitos aparecem como intrusão nos ortognaisses. Também é comum a ocorrência de bandas de anfibolito com vários decímetros de largura. Anfibólio ortognaisses mesocráticos, mais homogêneos, também ocorrem e, localmente, predominam sobre os termos bandados (NEVES *et al.*, 2017).

2.2.2 Complexo Salgadinho

O Complexo Salgadinho foi descrito como um ortognaisse de provável idade paleoproterozóica de 2.052 ± 11 Ma, obtido por U-Pb em zircão (BIZZI *et al.*, 2003 *apud* NEVES *et al.*, 2017).

Segundo Brasilino e Miranda (2011), o Complexo é composto por hornblenda-biotita ortognaisses migmatíticos de composição sienogranítica a granodiorítica com alguns termos tonalíticos, com coloração variando de cinza esbranquiçada a rósea e, caracteristicamente, apresentam leucossomas graníticos a pegmatíticos que podem seguir ou truncar a foliação. Podem também ocorrer enclaves microgranulares e xenólitos de rochas calciossilicáticas e anfibólitos (NEVES *et al.*, 2017) e bandas de metagabros, muitas vezes, boudinadas (BRASILINO e MIRANDA, 2011). A elevada porcentagem modal de magnetita, migmatização e o caráter mais félsicos são as principais diferenças entre o Complexo Vertentes e o Complexo Salgadinho (NEVES *et al.*, 2017).

2.2.3 Complexo Surubim-Caroalina

O Complexo Surubim foi definido, originalmente, por Mello e Siqueira (1971 *apud* NEVES *et al.*, 2017), para englobar xistos e paragnaisses. Ele foi considerado por Santos *et al.* (2002, *apud* NEVES *et al.*, 2017) como correlato aos micaxistos Caroalina (NEVES *et al.*, 2017).

De acordo com Brito Neves *et al.* (2013), trata-se de uma assembleia litoestratigráfica parecida com aquelas definidas por Condie (1982 *apud* Brito Neves *et al.*, 2013), como de tipo 1 ou quartzito-pelito-conglomerado (QPC). Predominam micaxistos e paragnaisses aluminosos, eventualmente, granadíferos com sillimanita, gnaisses ricamente quartzosos, alguns anfibólio-gnaisses, quartzitos, mármore e rochas calciossilicáticas. Poucas ocorrências de intercalações metavulcânicas félsicas (metariolíticas, metadacíticas) e metamáficas (anfibólitos) são registradas, mas muitas intercalações calciossilicáticas e carbonáticas pequenas estão dispersas por toda a faixa.

Estudados por Barreto (2008), os mármore são calcíticos e dolomíticos com acessórios como flogopita, plagioclásio, tremolita, diopsídio. Além desses, serpentina, muscovita, quartzo, feldspatos, grafita, anfibólitos, titanitas e cloritoide podem ser encontrados como sendo assimilados das encaixantes metapelíticas. Talco, clorita e escapolita podem estar presentes associadas a um metassomatismo tardio. Análises de Pb-Pb em calcita nos mármore da Folha Caruaru, realizadas por Barreto (2008), indicam idade de 628 Ma e análises Sr-Sr apontando idade mínima de ~570 Ma e máxima de ~725 Ma. Por meio de estudos de intrusivas que se apresentavam como xenólitos inseridas nos xistos e paragnaisses, Brito Neves (2013) estimou

idade de 630–620 Ma. A idade U-Pb em zircão detrítico: < 642 Ma, é indicada na Folha Caruaru.

2.2.4 Ortognaisse Altinho

O Ortognaisse Altinho foi descrito pela primeira vez na Folha Garanhuns por Silva Filho *et al.* (2007) como sendo ortognaisses de composição variando de granodioríticos a quartzomonzonitos, contendo enclaves quartzo dioríticos, cujos afloramentos típicos se localizam em torno das cidades de Ibirajuba e de Altinho (SILVA FILHO *et al.*, 2007), mas também ocorrem em outros locais na porção norte do domínio Pernambuco-Alagoas (NEVES *et al.*, 2009).

São constituídos, principalmente, por anfibólio e plagioclásio, e em quantidade subordinada quartzo e biotita. Caracterizados pela estrutura gnáissica e cortados discordantemente por granitóides leucocráticos de granulação média a grossa (SILVA FILHO *et al.*, 2007).

Teixeira (2015), por sua vez, estudou ocorrências na Folha de Vitória de Santo Antão e diz que as unidades pertencentes ao Ortognaisses Altinho são compostas essencialmente por quartzo, feldspatos, sendo o principal o feldspato potássico, a biotita, o anfibólio e o epidoto. Seu bandamento é composicional e heterogêneo, variando de 1 a 10 centímetros de espessura.

Segundo dados geocronológicos de Teixeira (2015), o Ortognaisses Altinho tem idade de ± 657 Ma, obtida pelo método U-Pb em zircão.

3.MÉTODOS

3.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica desta pesquisa debate sobre a geologia regional e os trabalhos anteriores realizados na área de estudo.

3.2 Aquisição de dados preliminares

Para a interpretação aerogeofísica e de sensoriamento remoto, utilizaram-se imagens como as oferecidas pelo Google Satélite. Não foram encontradas boas imagens de *landsat* na área, pois essas apresentavam bastantes nuvens, desse modo, a interpretação das drenagens (Capítulo 4) foi feita com imagem SRTM com ID: SRTM1S09W036V3, coletada em 2000 e publicada em 2014, com resolução de 1-ARC, obtida no site USGS EarthExplorer.

As imagens geofísicas, como mapas aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos pertencem ao Projeto Aerogeofísico Borda Leste do Planalto da Borborema (para mais detalhes, ver capítulo 4.1).

3.3 Etapa de campo

O trabalho de campo foi realizado em uma etapa de cinco dias, entre os dias 20/09/2021 e 24/09/2021. Nele foram visitados 54 afloramentos, em que objetivou-se deixar 500 metros de distância entre um ponto e outro, e 12 pontos de controle que distavam menos de 500 metros de outro afloramento, ou sem exposição. Os afloramentos foram descritos em caderneta de campo. Para registrar as imagens dos afloramentos utilizou-se um celular e uma câmera fotográfica.

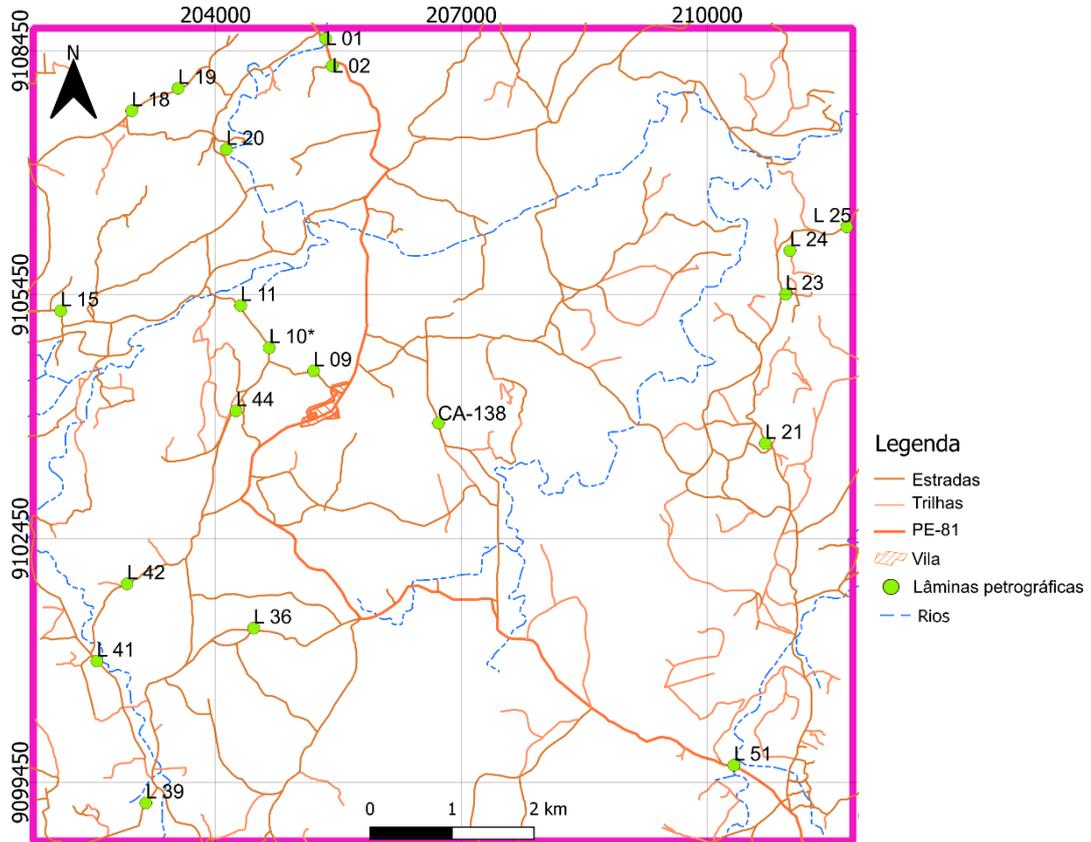
Utilizou-se o GPSmap 66s garmin para anotar as coordenadas, estas também foram plotadas no celular pelo aplicativo *Avenza maps*, já para os dados estruturais, a bússola DQL-8 tipo Brunton foi utilizada.

3.4 Petrografia

Na etapa de campo, coletou-se cerca de 53 amostras, todas foram fotografadas e descritas macroscopicamente, sendo que, 23 destas foram selecionadas para laminação, por distribuição geográfica e diferenças litológicas (Figura 6). A tabela de coordenadas e mapa com os pontos visitados pode ser visto no anexo 1. A descrição foi feita no Laboratório de Mineralogia Óptica e no Laboratório de Petrografia 1, em microscópios petrográficos como Leica DM750P, Olympus BX50 e Olympus BX40.

Fotomicrografias foram obtidas no Laboratório de Geoquímica Aplicada ao Petróleo e Energia (LGAPE), no microscópio ZEISS Axioscope A.1 e com o sistema de captura de imagens AxioCam MRc 5 automatizado pelo *software* ZEN.

Figura 6 – Mapa indicando a localização das lâminas



Fonte: a autora, 2022.

Dados estruturais coletados em campo foram interpretados com auxílio do programa *Stereonet 11*. Os dados de localização de afloramentos coletados foram plotados no programa Qgis. Com todos os dados do trabalho, foi realizado o mapa geológico da área, apresentado no Anexo 3.

4. AEROGEOFÍSICA E SENSORIAMENTO REMOTO

4.1 PROJETO AEROGEOFÍSICO

Em 2007, a CPRM contratou o consórcio LASA Engenharia e Prospecções S.A. e o Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. para realizarem os serviços de aquisição e de processamento dos dados aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos para o Projeto Aerogeofísico Borda Leste do Planalto da Borborema.

O levantamento foi realizado por cinco aeronaves, elas cobriram uma área de 122486,09 km, com linhas de voo e de controle espaçadas de 500 m e 10 km, orientadas nas direções N-S e E-W. A altura do voo foi fixada em 100 m sobre o terreno. Com os resultados foram desenvolvidos mapas nas escalas de 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 (DO BRASIL, 2008).

Na parte de processamento dos dados, foram feitas todas as correções para os dados magnetométricos (correção do erro de paralaxe, remoção da variação magnética diurna, nivelamento dos perfis, micronivelamento dos perfis e remoção do IGRF), e para os gamaespectrométricos (correção do tempo morto, aplicação de filtragem, correção do erro de paralaxe, remoção do *background* da aeronave e cósmico, remoção do *background* do radônio, estimativa dos coeficientes *skyshine*, correção do efeito *Compton*, correção altimétrica e conversão para concentração de elementos) (DO BRASIL, 2008).

4.1.1 Gamaespectrometria

A gamaespectrometria é um método geofísico superficial, que tem como objetivo estimar as concentrações de potássio, de tório e de urânio na superfície, a partir da medida da radiação gama emitida pela crosta terrestre.

O K é um componente maior da crosta terrestre (2,35%), pode ser encontrado em feldspatos potássicos e micas, minerais comuns em rochas ácidas (ex: granitos, sienitos). Durante o intemperismo, o potássio pode ser liberado na forma iônica, que pode vir a fazer parte da composição de argilas (como illita) ou, em menor quantidade, ser adsorvido por outros argilominerais (DICKSON e SCOTT, 1997).

O Th é um componente menor na crosta terrestre, (aproximadamente 12 ppm), mas costuma ocorrer em concentrações maiores que 1000 ppm em allanita, monazita, xenotímio e zircão, e em quantidades traço em outros minerais (DICKSON e SCOTT, 1997). Monazita e

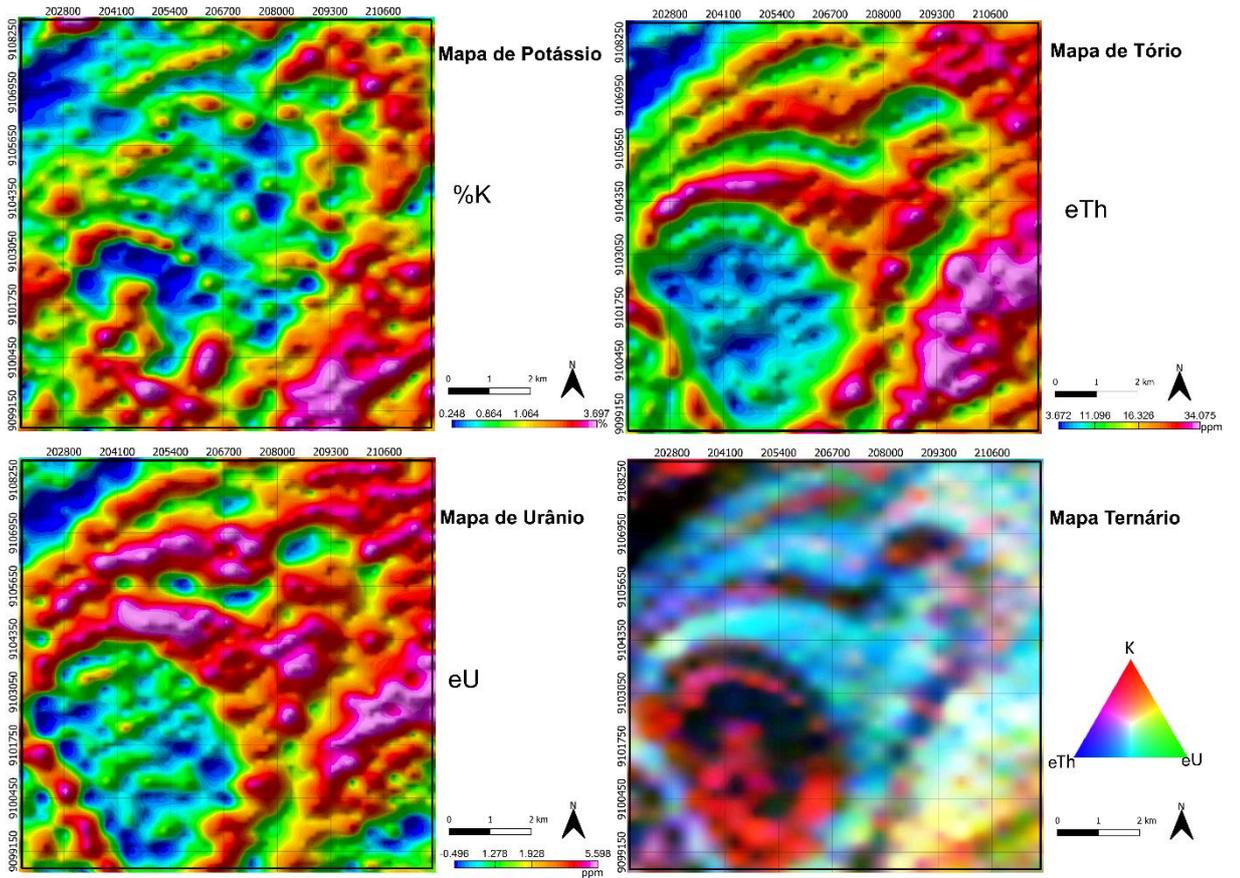
zircão são estáveis durante o intemperismo e podem se acumular em depósitos de minerais pesados (DICKSON e SCOTT, 1997).

O U é um componente menor na crosta terrestre (aproximadamente 3 ppm). Geralmente, está presente como U^{4+} e U^{6+} , com frequência o primeiro está contido em minerais não solúveis e o U^{6+} associado com ânions em carbonatos, sulfatos e fosfatos, formando espécies solúveis (DICKSON e SCOTT, 1997).

As principais fontes de erros causadas pelo terreno são: os obstáculos, como construções e paredes, superfícies irregulares (gramado, rodovias) e a rugosidade na superfície da rocha ou solo, principalmente se essas não forem consideradas no modelo matemático (KANASHIRO, 2016).

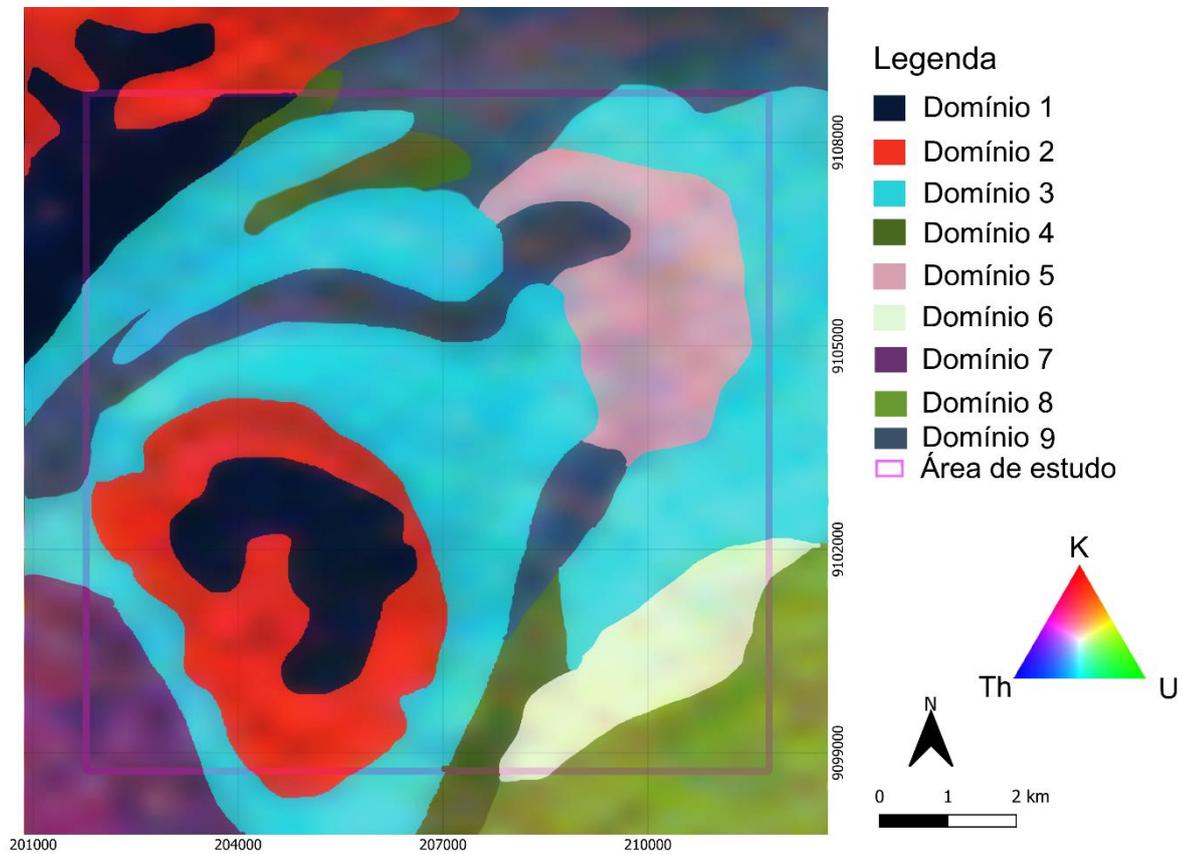
Na Figura 7, apresentam-se os mapas de K, eTh e eU da área, assim como, o mapa ternário, que expressa a razão entre os canais radiométricos (K, eTh e eU), cujas variações são indicadas por cores diferentes, tais quais: vermelho para K, azul para eU e verde para eTh. A cor branca, portanto, representa a presença dos três elementos e a cor preta a ausência deles. A Figura 8 mostra a interpretação dos domínios gamaespectrométricos.

Figura 7 – Mapas de Potássio, Tório, Urânio e Ternário



Fonte: modificado de Brasil (2008).

Figura 8 – Mapa de domínios gamaespectrométricos



Fonte: a autora, 2022.

Tabela 2 – Domínios gamaespectrométricos

Domínio	Coloração	eU	K	eTh	Descrição
1	Preta	baixo	baixo	baixo	Ocorre na parte noroeste e centro-oeste do mapa.
2	Vermelha	baixo	alto	baixo	Ocorre na parte noroeste e centro-oeste do mapa.
3	Azul-clara	médio a alto	baixo a médio	médio a alto	É encontrado em quase toda área do mapa.
4	Verde	médio	médio a médio	médio a médio	Faz <i>trend</i> NE ou NNE
5	Rosa	alto	a alto	a alto	Localizado na parte nordeste do mapa.
6	Amarelo-claro	alto	alto	alto	Encontrado na porção sudeste do mapa.
7	Roxa	médio	médio	médio	Encontrado a sudoeste do mapa.
8	Verde-clara	baixo a médio	alto	alto	Encontrado no extremo sudeste do mapa.

Fonte: a autora, 2022.

É possível notar que quase toda a área tem mais de 10 ppm de Th, moderadas a altas, concentrações de urânio e baixas a altas quantidades de K, sendo isso, segundo Dickson e Scott (1997), indicativo de gnaisses e xistos. O domínio 1, que apresenta baixa concentração de todos os elementos, pode ter ocorrido por algum erro, pois há presença de rocha aflorante nessas regiões.

4.1.2 Aeromagnetometria

Segundo Paterson e Reeves (1985), a função dos levantamentos aeromagnéticos é mapear a distribuição dos minerais magnéticos, sendo magnetita o mais importante. Esse é o método geofísico mais utilizado para a prospecção de minerais metálicos.

Em profundidades de até 15 km da superfície, esses minerais podem causar anomalias locais no campo geomagnético (HOFF, 2002).

As rochas com diferentes histórias de resfriamento vão ter diferentes propriedades magnéticas, ainda que sua composição seja similar. Além disso, a magnetita costuma não estar presente em mais de 1% da composição da rocha, então, a falta ou presença de magnetita não revela quais outros minerais compõem a rocha, não sendo possível, por meio dos mapas magnetométricos, indicar qual o tipo da rocha (GRANT, 1985).

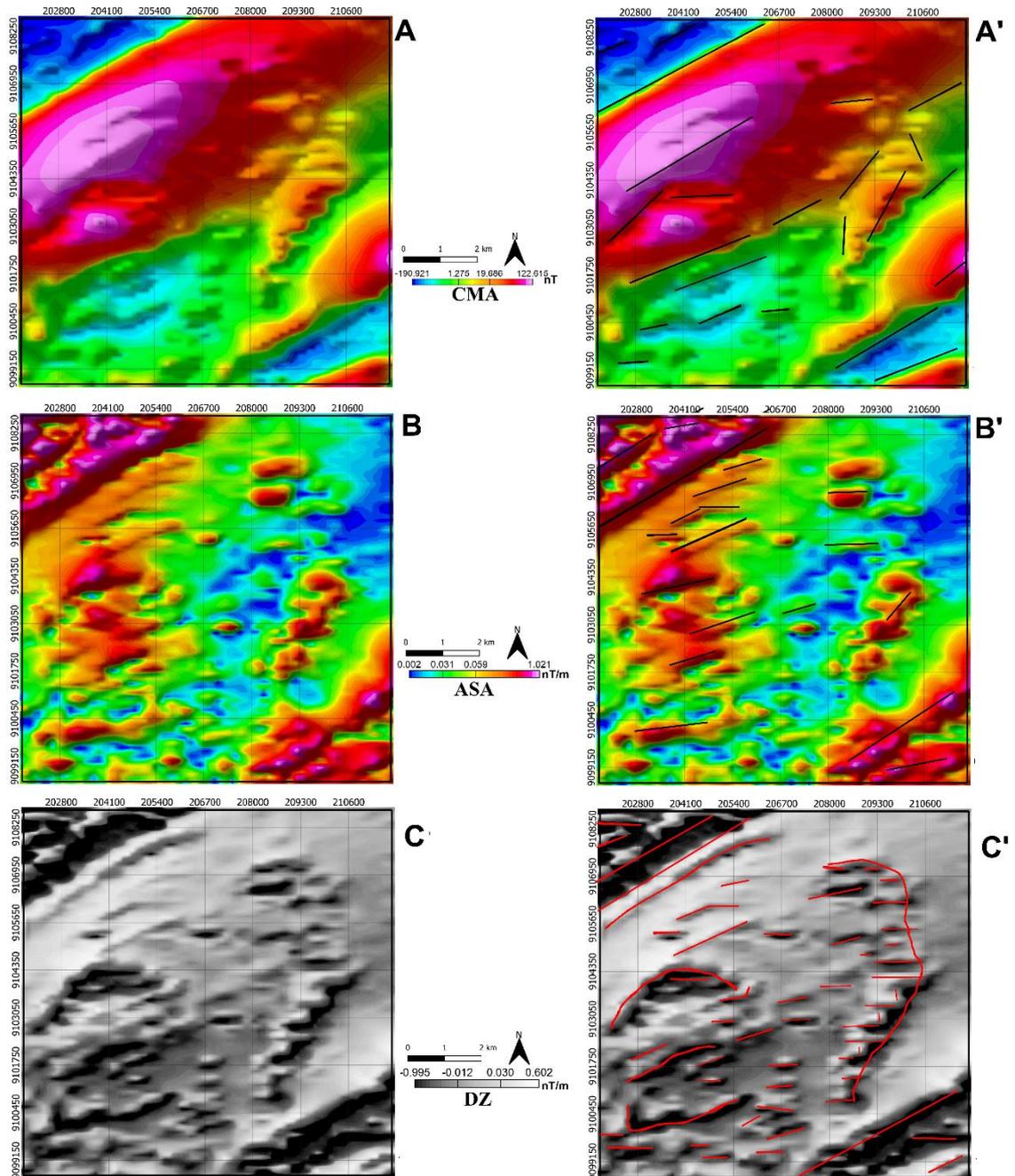
Com os dados do levantamento aeromagnético é feita a redução do IGRF (Campo geomagnético internacional de referência), que no projeto aerogeofísico utilizado neste trabalho utilizou a altitude de 300 m para a superfície de tendência. A partir da correção foi gerado o mapa CMA (DO BRASIL, 2008).

O Mapa de Campo Anômalo Total (CMA) inclui fontes rasas, intermediárias e profundas. A partir dele, é possível obter mapas separados de cada fonte, depois disso, consegue-se aplicar filtros para a confecção dos mapas de amplitude do sinal analítico e da derivada vertical (MOCITAIBA *et al.*, 2017).

Na Figura 9, é possível notar no mapa do campo magnético anômalo total (CMA) três dipolos bastante contrastantes, um no NE e dois no SE, os lineamentos magnéticos tendem para NE. Na porção centro-leste, onde o mapa apresenta aspecto um pouco rugoso, indicam-se anomalias de comprimento de onda mais curto. Nos mapas de amplitude do sinal analítico

(ASA) e a primeira derivada vertical (DZ) é possível notar feições mais rasas, assim como, o traçado de alguns lineamentos magnéticos

Figura 9 – A: Mapa do campo magnético anômalo total. A': mapa do campo magnético anômalo total com lineamentos magnéticos marcados. Os mais profundos tendem para NE. B e B': Mapa da amplitude do sinal analítico (ASA). C e C': Mapa da primeira derivada vertical



Fonte: modificado de do Brasil (2008).

4.2 SENSORIAMENTO REMOTO

Segundo Arcanjo (2011), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com eles. Para que isso seja possível, utiliza-se a tecnologia de diversos sensores, equipamentos de transmissão de dados, espaçonaves, dentre outras.

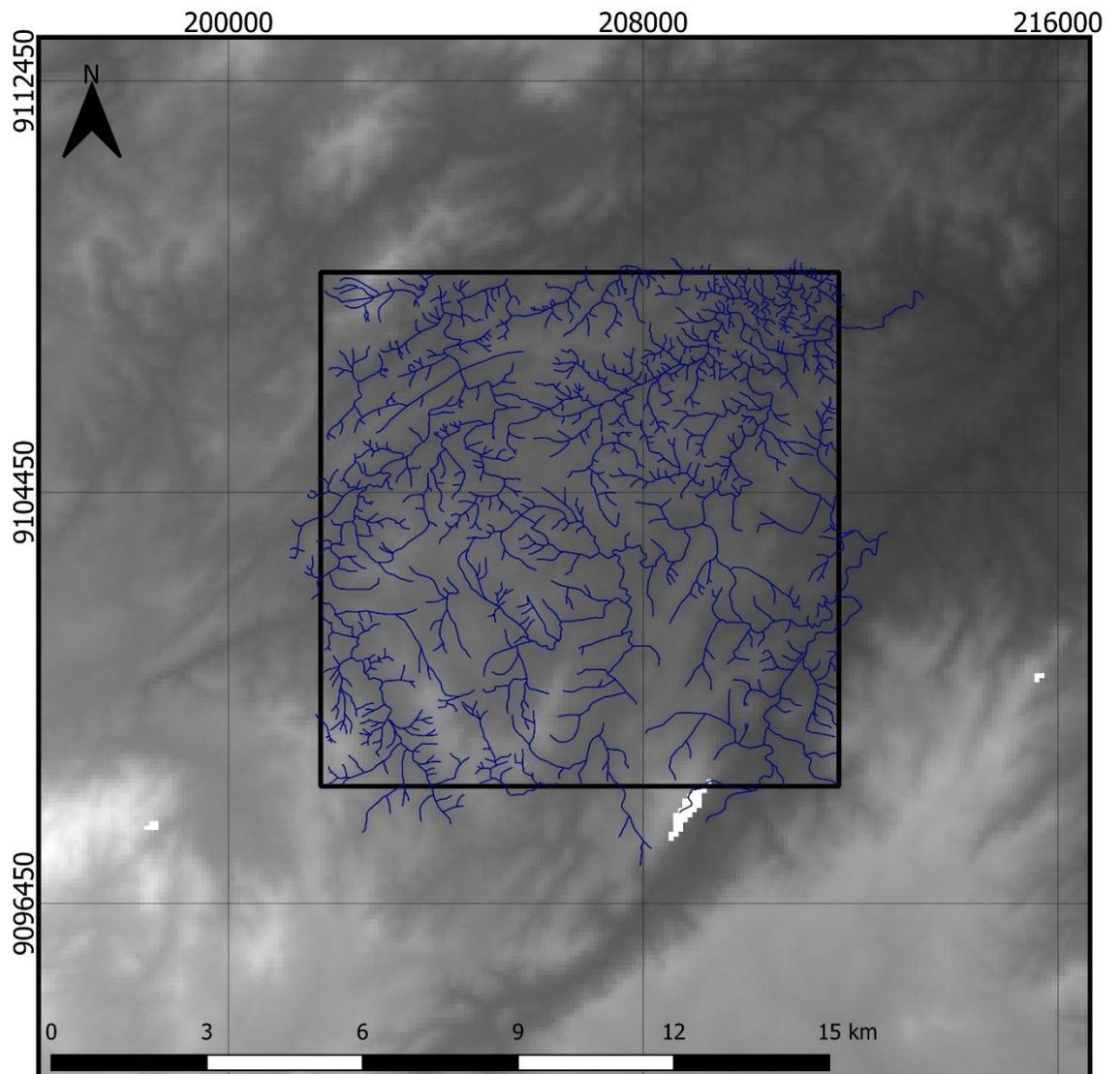
A energia eletromagnética é utilizada para obter imagens no sensoriamento remoto. As imagens podem ser captadas em várias janelas atmosféricas diferentes, do infravermelho ao ultravioleta, a depender da tecnologia dos sensores utilizados. Dois tipos de sensores (em relação à fonte de energia) podem ser utilizados para obter os dados: os ativos e os passivos. Os passivos são aqueles que não possuem radiação própria, e geram imagens como fotografias aéreas e imagens de satélites. Os sensores ativos são os de radar, que produzem sua própria radiação (ARCANJO, 2011).

Neste trabalho, as imagens utilizadas para sensoriamento remoto foram obtidas no site da USGS EarthExplorer e nas imagens do Google, principalmente, no Google Earth Pro, mas também no Qgis. A interpretação das drenagens foi feita com imagem SRTM.

A missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) aconteceu em fevereiro de 2000, no entanto, os radares utilizados foram desenvolvidos e voaram em duas missões do Endeavour, em 1994, e, dessa forma, a tecnologia foi modificada pela missão SRTM para coletar *interferometric radar*, que compara duas imagens de radar em ângulos diferentes. SRTM coletou dados de radar de 80% da superfície terrestre entre as latitudes 60°N e 56°S, com dados a 1 arco por segundo (± 30 metros) (EROS, 2018).

As drenagens foram traçadas no Qgis manualmente, com auxílio de imagens do Google Satélite e com imagens de SRTM (Figura 10).

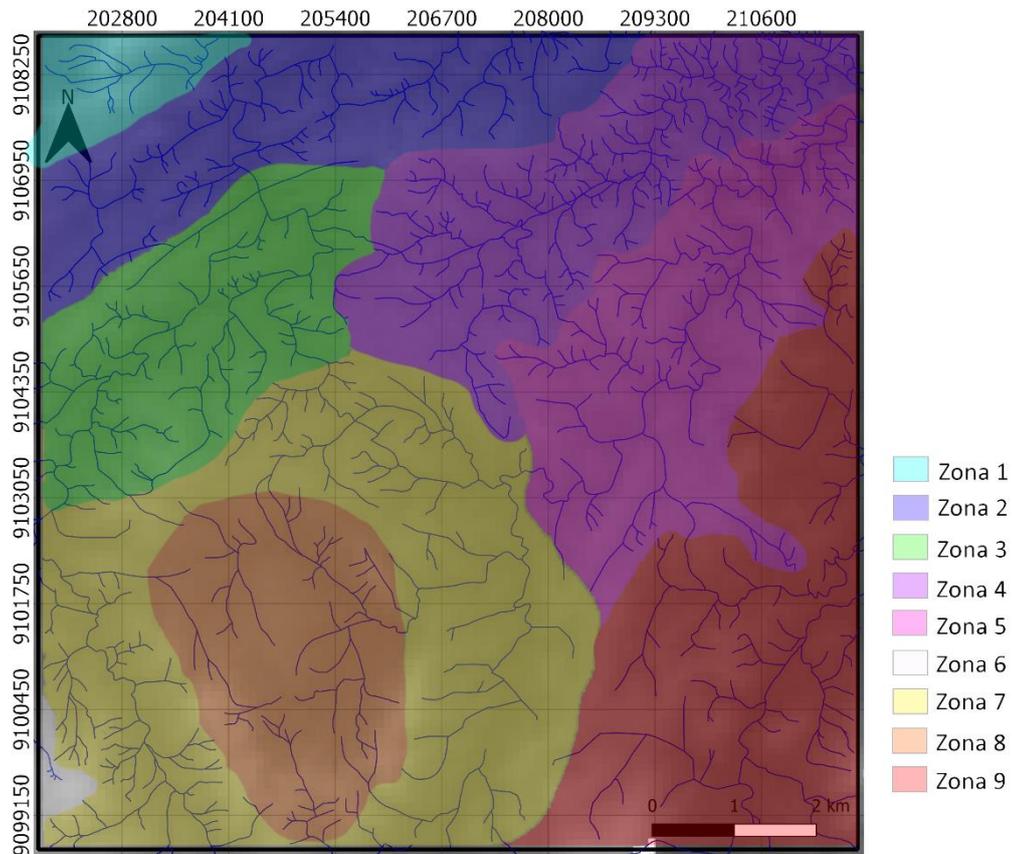
Figura 10 – Imagem SRTM com a drenagens traçadas em azul. O quadrado preto corresponde à área de estudo



Fonte: a autora, 2022.

Posteriormente, foram interpretadas nove zonas homólogas de drenagem (Figura 12 e Tabela 3).

Figura 11 – Mapa de zonas homólogas de drenagem



Fonte: a autora, 2022.

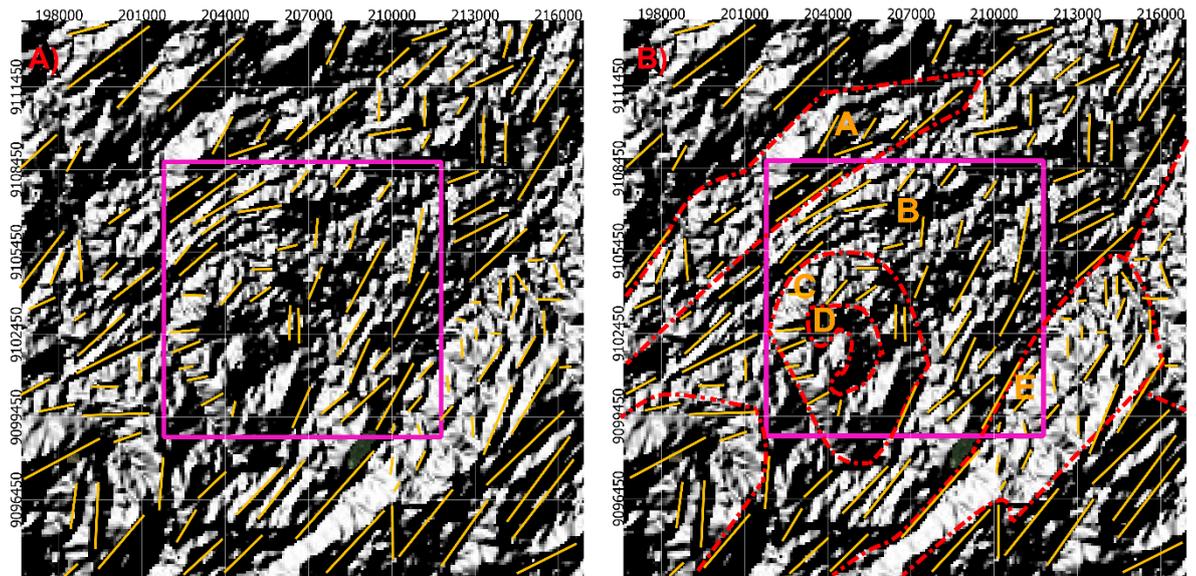
Tabela 3 – Características das Zonas Homólogas de Drenagem

	Densidade	Sinuosidade	Angularidade	Tropia	Assimetria
1	Zona Baixa a média	Mistos	Baixa	Bidirecional	Moderada
2	Zona Média	Retilíneos	Alta	Tridirecional	Forte
3	Zona Média	Mistos	Média a alta	Multidirecional desordenada	Forte
4	Zona Média a alta	Mistos	Alta	Multidirecional ordenada	Moderada
5	Zona Media a baixa	Mistos	Alta	Tridirecional	Forte
6	Zona -	-	-	-	-
7	Zona Baixa a alta	Mistos	Alta	Bidirecional	Moderada
8	Zona Média	Mistos	Média	Bidirecional	Fraca a moderada
9	Zona Baixa a média	Mistos	Alta	Multidirecional	Moderada

Fonte: a autora, 2022.

Com a imagem de SRTM também foram interpretados fotolineamentos, sendo possível interpretar cinco zonas homólogas distintas na área de estudo com base no padrão dos fotolineamentos (Figura 12).

Figura 12 - Imagem SRTM com sombreamento. A: Fotolineamentos interpretados em amarelo; B: Em vermelho estão separados limites entre domínios distintos. Dentro da área de estudo foi possível notar 5 zonas homólogas distintas



Fonte: a autora, 2022.

5. GEOLOGIA LOCAL

Os afloramentos têm boa exposição, com estado de preservação variável e, geralmente, ocorrem na estrada ou nas proximidades. São, de forma geral, facilmente visíveis em grande parte da área, isso porque ela possui uma cobertura de solo raso. Também são encontrados afloramentos em encostas, margens e leitos de rios que, em sua maioria, são intermitentes e estavam secos no período de realização do trabalho de campo.

Afloram na área de estudo, principalmente: metapelitos, semipelitos, gnaisses, quartzitos, mármore, rochas calciossilicáticas, rochas graníticas e rochas metavulcânicas.

As unidades mapeadas estão detalhadas a seguir e, quando possível, foram relacionadas a unidades descritas na literatura.

5.1 COMPLEXO SALGADINHO

Na área mapeada, o Complexo Salgadinho ocupa cerca de 8% e ocorre tanto no noroeste da área como na porção sudoeste-central, neste último caso, envolto por rochas do Complexo Vertentes. O complexo é caracterizado por afloramentos pouco intemperizados, podendo ser encontrados como lajedos, ora *in situ* ora rolados. Nos mapas gamaespectrométricos, esse complexo ocorre com teores baixos a médios de K, baixos de Th e baixos a médios de U, e pode ser correlacionado com o domínio gamaespectrométrico 1. Foi notada uma foliação de baixo ângulo associada na parte sudoeste-central e de alto ângulo na porção noroeste.

5.1.2 Aspectos de campo

As rochas são leucocráticas, por vezes, com bandas mesocráticas. Em termos de coloração, as cores predominantes são branco e cinza-claro, ocasionalmente, com bandas ricas em feldspatos rosas.

As rochas são gnaisses, augen gnaisses (Figura 14 D) e protomilonitos com bandamento de espaçamento variável, frequentemente, com bandas máficas ricas em biotita e minerais opacos como magnetita. A composição dessas rochas, dentro do QAP, varia entre granitoides ricos em quartzo, granito e granodiorito.

As rochas da unidade são afetadas por estruturas de deformação rúptil, como fraturas, falhas e diques, os diques são félsicos e podem ter granulação média a grossa, constituindo a textura pegmatítica (Figura 14C). Outras estruturas, como enclaves sigmoidais, enclaves máficos, dobras ptigmáticas (Figura 14^a) são encontrados nas rochas do complexo, esses

aspectos serão discutidos no capítulo 6. Há porção migmatizada no noroeste da área (Figura 14B).

Os porfiroblastos de feldspato potássico podem apresentar inclusões de biotita e ter textura rapakivi.

As rochas dessa unidade são compostas por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita e, como acessórios ou traço titanita, apresentam-se a magnetita, o anfibólio, o piroxênio e a granada. Também ocorrem lentes epidotizadas. A granulação dos minerais varia de muito fina a grossa.

Figura 13 – Aspectos de campo de rochas do Complexo Salgadinho. A: Gnaise bandado dobrado no afloramento L18; B: Rocha migmatizada no afloramento L 19; C: Augen gnaise cortado por dique pegmatítico. Afloramento L36; D: Augen Gnaise, afloramento L36.



Fonte: a autora, 2022.

5.1.3 Micropetrografia (L18, L19, L36, L42)

As amostras são compostas por quartzo (30 a 70%), plagioclásio (4 a 30%), feldspato potássico (0 a 36%) e biotita (até 10%). Como minerais acessórios ou traço, que podem ou não

estar presentes em todas as amostras analisadas, encontram-se magnetita, piroxênio, anfibólio, epidoto, zoisita, allanita, granada, muscovita e titanita.

O **quartzo** ocorre com granulação muito fina a média, xenoblástico, por vezes alongado no sentido da foliação. Sinais de deformação, como extinção ondulante (Figura 14 B), recristalização por migração do limite de grão (Figura 14 A, D), rotação de subgrão (Figura 14 B) e *bulging* ocorrem localmente, fitas de quartzo também estão presentes. Grãos de quartzo sigmoidais podem ocorrer.

O **plagioclásio** apresenta granulação muito fina a média, geralmente é xenoblástico, com algumas variações a subidioblástico. Ocasionalmente, tem textura mirmequítica (Figura 14 C). Sericitização e saussuritização são observados em alguns dos grãos.

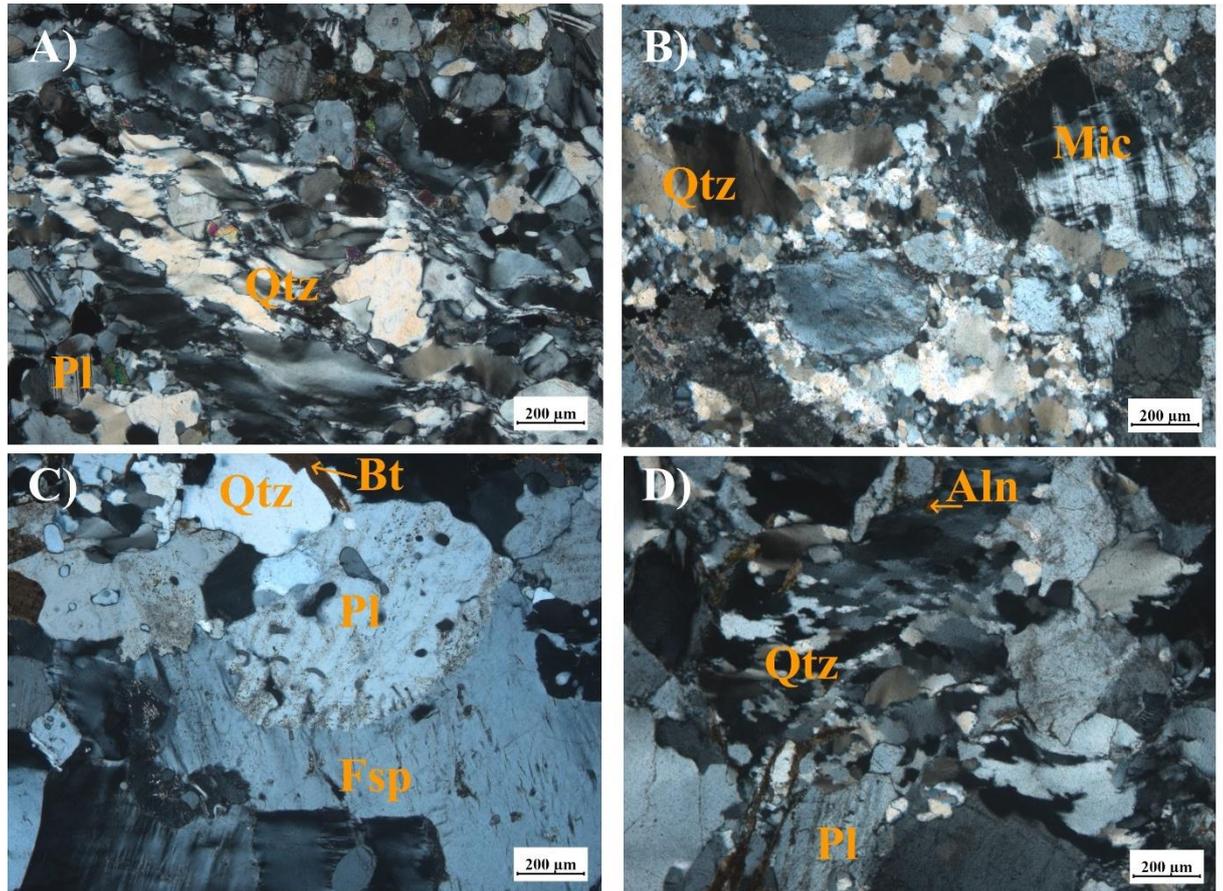
O **feldspato potássico** ocorre, predominantemente, como microclina, com granulação média a grossa, apresenta extinção ondulante e *bulging* (Figura 14 B). Também é comum a presença de pertitas (Figura 14 C) e, eventualmente, apresenta sericitização.

A **biotita** apresenta granulação muito fina a média, por vezes, preenche fraturas, também é encontrada nas bordas de feldspatos e no sentido da foliação. Alguns cristais são maclados e podem conter inclusões de zircão, quartzo e epidoto.

A **magnetita** ocorre idioblástica a subidioblástica, disseminada, às vezes, com maior concentração em bandas de predomínio dos minerais máficos.

Piroxênio, anfibólio, epidoto, zoisita, allanita, granada, muscovita e titanita ocorrem como traços em algumas das amostras. O piroxênio apresenta uralitização nas bordas. O anfibólio faz parte da paragênese prógrada e como produto de substituição do piroxênio. O epidoto ocorre disseminado em algumas lâminas, bem como, a zoisita e a allanita, que pode ocorrer com coroa de epidoto. Granada ocorre idioblástica a subidioblástica com granulação muito fina em algumas camadas com maior concentração de minerais máficos.

Figura 14 A: Fotomicrografia da lâmina L19, é possível notar quartzo com recristalização por migração do limite de grão e plagioclásios; B: Fotomicrografia L18, é possível notar quartzo com recristalização por rotação de subgrão e com extinção ondulante, e microclina com *bulging*; C: Fotomicrografia da lâmina L36, é possível notar quartzo, biotita, plagioclásio com textura mirmequítica e sericitização nas bordas e nas maclas e feldspato potássico; D: fotomicrografia da lâmina L42, é possível notar fita de quartzo com migração do limite de grão e plagioclásio sericitizado. Todas as fotomicrografias foram obtidas com luz polarizada cruzada. Qtz: quartzo, Mic: microclínio, Aln: allanita, Pl: plagioclásio, Bt: biotita, Fsp: feldspato potássico.



Fonte: a autora, 2022.

5.2 COMPLEXO VERTENTES

O Complexo Vertentes ocorre na parte sudoeste-central do mapa, ocupando cerca de 11% da área, é, possivelmente, correlacionado ao Complexo Vertentes. Nos mapas gamaespectrométricos, aparece com baixo a médio teor de tório e urânio e alto de potássio. Tem composição quartzo-diorítica.

5.2.1 Aspectos de campo

Geralmente, apresenta poucos efeitos do intemperismo e aflora em lajedos (Figura 15 A). É cortado por diques e soleiras pegmatíticas (Figura 15 B) compostos por quartzo, feldspato potássico, biotita e rochas graníticas. Na borda oeste do corpo há evidências de hidrotermalismo, como veios de epidoto, sendo que esses ocorrem pelo menos em uma linha de mais de 50 metros de comprimento.

Figura 15 – Afloramento L45, A: Aspecto geral do afloramento. B: dique pegmatítico cortando o gnaíse.



Fonte: a autora, 2022.

5.2.2 Micropetrografia

Quando fora da zona de epidotização, (Figura 16 B) as rochas dessa unidade são compostas por plagioclásio (67%), quartzo (14%), hornblenda (14%) e feldspato potássico (5%), já como minerais traço, observa-se: minerais opacos, titanita, epidoto, allanita, apatita e zircão.

O **plagioclásio** é granoblástico, idioblástico a subidioblástico com granulação fina a média. As maclas polissintéticas acompanham a foliação pobremente definida.

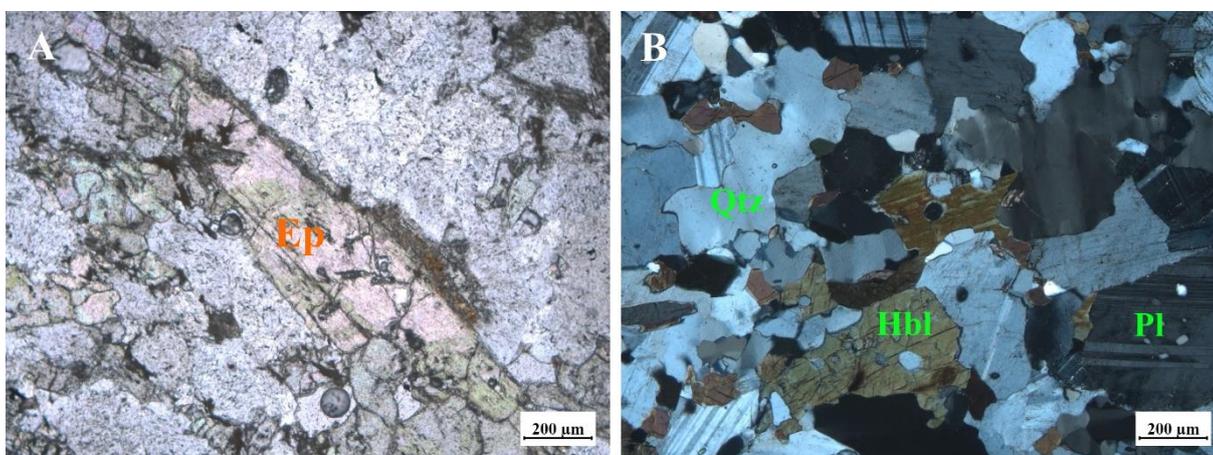
O **quartzo** ocorre com granulação muito fina (em algumas inclusões) a média, é xenoblástico e apresenta extinção ondulante.

A **hornblenda** é xenoblástica a subidioblástica, alguns cristais têm geminação polissintética. Estão moderadamente orientados.

O **feldspato potássico** é xenoblástico e, eventualmente, se apresenta sericitizado.

Na zona de intensa epidotização (Figura 16 A), é composta por plagioclásio (52%), epidoto e clinozoisita (33%), feldspato potássico (5%), quartzo como acessório e, como minerais traço, minerais opacos, zoisita, titanita, clorita e biotita.

Figura 16 – A: Amostra L39, na figura pode-se notar cristal de epidoto zonado com clinozoisita e, em branco, com inclusões de opacos com granulação ultrafina, plagioclásio. Fotomicrografia obtida com luz polarizada paralela; B: Amostra L44 na qual se nota quartzo xenoblástico com extinção ondulante, hornblenda e plagioclásio. Fotomicrografia obtida com polarizadores cruzados. Ep: epidoto, Qtz: quartzo, Hbl: hornblenda, Pl: plagioclásio.



Fonte: a autora, 2022.

5.3 ORTOGNAISSE ALTINHO

Aflora no sudeste da área e cobre uma área aproximada de 4% no mapa. Possui composição tonalítica, e, nos mapas aerogeofísicos gamaespectrométricos, nota-se diferença dos outros ortognaisses nos teores dos radioelementos: possuindo baixo a médio teor de U e teores elevados de K e Th.

5.3.1 Aspectos de campo

Ocorre desde afloramentos bem preservados a muito intemperizados. Apresenta bandamento gnáissico e fraturas.

Figura 17 – Afloramento do Ortognaisse Altinho, foto do afloramento L51, gnaíse bandado de cor cinza, cortado por fraturas, algumas preenchidas com material leucocrático.



Fonte: a autora, 2022.

5.3.2 Micropetrografia

As amostras dessa unidade são compostas por plagioclásio (43%), quartzo (27%), biotita (14%), anfibólio (9%), feldspato potássico (6%) e, como minerais traço: minerais opacos, minerais do grupo do epidoto (allanita, zoisita e epidoto) e apatita.

O **plagioclásio** localmente está saussuritizado, tem granulação fina a média e é subidioblástico. Alguns grãos possuem extinção ondulante.

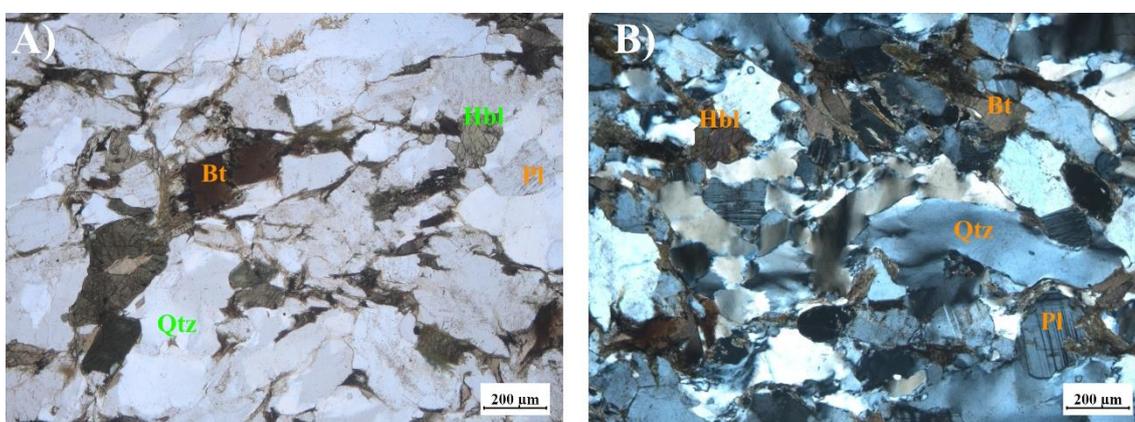
O **quartzo** tem granulação muito fina a média e tende a seguir uma foliação mal definida. Apresenta extinção ondulante e, localmente, recristalização por migração do limite do grão e recristalização por rotação de subgrão. Alguns grãos estão fraturados.

A **biotita** apresenta granulação muito fina a média, geralmente, é subidioblástica. Eventualmente apresenta fraturas.

Hornblenda tem granulação média, é xenoblástica a subidioblástica. Por vezes, apresenta hábito esqueletal. Alguns grãos sofrem substituição para biotita.

O **feldspato potássico** é xenoblástico a subidioblástico, com granulação média, geralmente, é arredondado, por vezes, apresenta sericitização. Tem inclusões de biotita e esta pode ter inclusão de epidoto e opacos.

Figura 18 – Amostra L51 onde A: é possível notar biotita fraturada, hornblenda e quartzo; B: Visão geral da lâmina L51 a polarizadores cruzados. É possível ver cristais de quartzo alongados com extinção ondulante, biotita e plagioclásio. Imagens A e B obtidas com luz polarizada paralela e luz polariza cruzada respectivamente. Bt:biotita, Hbl: hornblenda, qtz: quartzo, pl: plagioclásio.



Fonte: a autora, 2022.

5.4 COMPLEXO SURUBIM-CAROALINA

As rochas pertencentes ao Complexo Surubim-Caroalina são as mais abundantes na área e representam 77% da área mapeada.

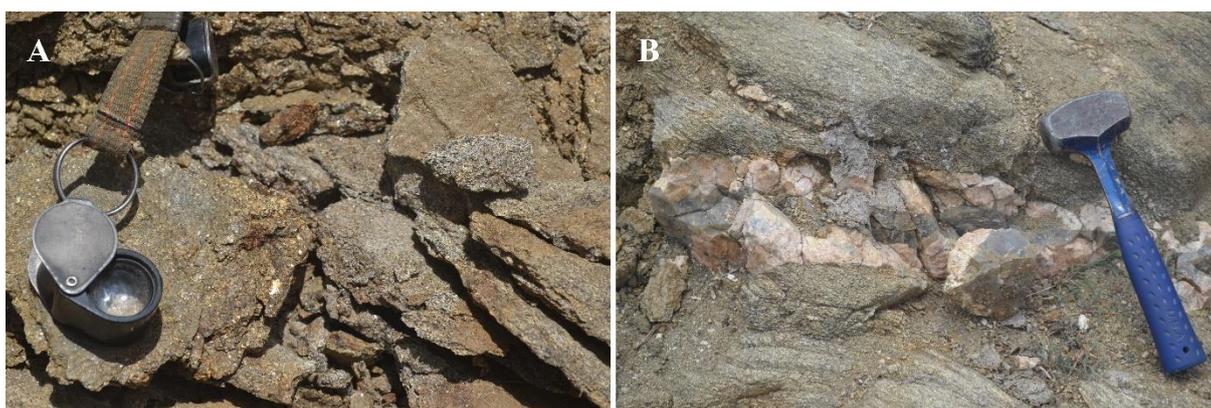
Os metapelitos e semi-pelitos ocorrem bem distribuídos em toda área. Nas partes norte e sudeste da área, há ocorrência de quartzitos, enquanto a porção nordeste é marcada pela ocorrência de mármore. Rochas metaultramáficas e calciossilicáticas ocorrem associadas ao mármore na parte nordeste.

No mapa ternário, o complexo é, notavelmente, representado pela região azul-clara, correspondente ao domínio gamaespectrométrico 3, mas também há os domínios de menor expressividade 4 e 9 e o domínio 5, que corresponde as ocorrências de mármore.

5.4.1 Aspectos de campo

As rochas que predominam são metapelitos e semipelitos como: biotita-plagioclásio-quartzo xisto, biotita-plagioclásio-quartzo xisto com granada com ou sem sillimanita, biotita-plagioclásio-quartzo xisto com muscovita com ou sem sillimanita, quartzo-plagioclásio-biotita xisto, granada-plagioclásio-quartzo-biotita xisto com feldspato potássico, feldspato potássico-muscovita-quartzo protocataclasito com fibrolita (Figura 20 A). Essas rochas são frequentemente cortadas por sills e diques félsicos, de rochas graníticas ou de pegmatito (Figura 20 B). Também são encontrados mármore, anfibolitos, rochas metaultramáficas, quartzitos e calciossilicáticas como anfibólio-biotita-plagioclásio xisto com titanita.

Figura 19 – A: Fotografia do afloramento L33 quebrado. É possível notar granadas no xisto; B: Fotografia do afloramento L13, com destaque para sill de pegmatito



Fonte: a autora, 2022.

Os mármore podem ser encontrados em diferentes níveis de pureza, de acordo com a proximidade de xistos (metapelitos-semipelitos), de veios hidrotermais ou de planos de falha. Em espelhos de falha, frequentemente, ocorre pirita. Os veios hidrotermais podem ter relação com ultramáficas com olivina e talco. Em certos afloramentos ocorre intercalação centimétrica de rochas calciossilicáticas com mármore com metapelito-semipelito e, também, metaultramáficas (Figura 20A e 20B), com indícios de metassomatismo, como pode ser observado na fronteira de rochas calciossilicáticas com mármore e metapelíticas.

Figura 20 – A: Fotografia de frente de lavra em mina de mármore, afloramento L21; B: Mármore intercalado com rocha metaultramáficas no afloramento L24



Fonte: a autora, 2022.

Frequentemente, os afloramentos deste complexo ocorrem com diversas dobras e fraturas. Em relação à foliação, há desde foliações de baixo ângulo até as de alto ângulo, mais detalhes serão tratados no capítulo 6. Em certos afloramentos, é possível notar pseudotaquilitos (Figura 22).

Figura 21 – Porção mais escura: pseudotaquilito no afloramento L02, a rocha dominante neste afloramento são metapelitos/semipelitos, porém há presença de xenólitos e lentes de rochas metamáficas, além dos pseudotaquilitos.



Fonte: a autora, 2022.

5.4.2 Micropetrografia

Observações feitas ao microscópio petrográfico mostraram que os metapelitos e os semipelitos têm composição de quartzo (24–63%), biotita (12–38%), plagioclásio (1–29%), muscovita (0–17%), granada (0–11%), sillimanita (0–7%), feldspato potássico (0–8%), minerais opacos (traço – acessório 1,5%) e epidoto, zircão e apatita podem ser encontrados como mineral traço.

O **quartzo**, xenoblástico, tem granulação muito fina a grossa, apresenta extinção ondulante, e, localmente, lamela de deformação. Os grãos podem estar alongados com milonitização. Recristalização por migração do limite de grão (Figura 22 F) e rotação de subgrão ocorrem. Frequentemente, apresenta fraturas e, por vezes, elas podem estar preenchidas com biotita.

A **biotita** pode ter granulação muito fina a grossa. Quando muito fina, geralmente, é como inclusões em quartzo. Está em paragênese com muscovita e minerais opacos (Figura 22 B). Com frequência define a textura lepidoblástica, mas também pode mostrar textura decussada. Pode apresentar dobras *kink* e crenulação.

O **plagioclásio**, subidioblástico a xenoblástico, por vezes arredondado, apresenta granulação muito fina a média, predominantemente média. Pode apresentar extinção ondulante, dobras bandas *kink* (Figura 22 D), textura mirmequítica e antipertítica. Como processos de alteração pode expor alteração para argilominerais, saussuritização e sericitização. A sericitização ocorre com certa frequência nas maclas polissintéticas.

A **muscovita** (Figura 22 C), quando nas amostras com mais de 20% de biotita, encontra-se com granulação muito fina, associada à biotita e aos opacos em quantidades traço ou acessórias. Em outras amostras (Ms 6-17%), encontra-se com granulação fina a média, é subidioblástica a xenoblástica e pode apresentar extinção ondulante. Nas amostras ricas em muscovita, há maior teor de sillimanita.

Granada ocorre desde grãos muito finos a porfiroblastos, pode ser xenoblástica a idioblástica, de forma geral, apresenta muitas fraturas (Figura 22 A). Pode ter inclusões de quartzo, biotita, mica branca, minerais opacos e plagioclásio, constituindo poiquiloblastos.

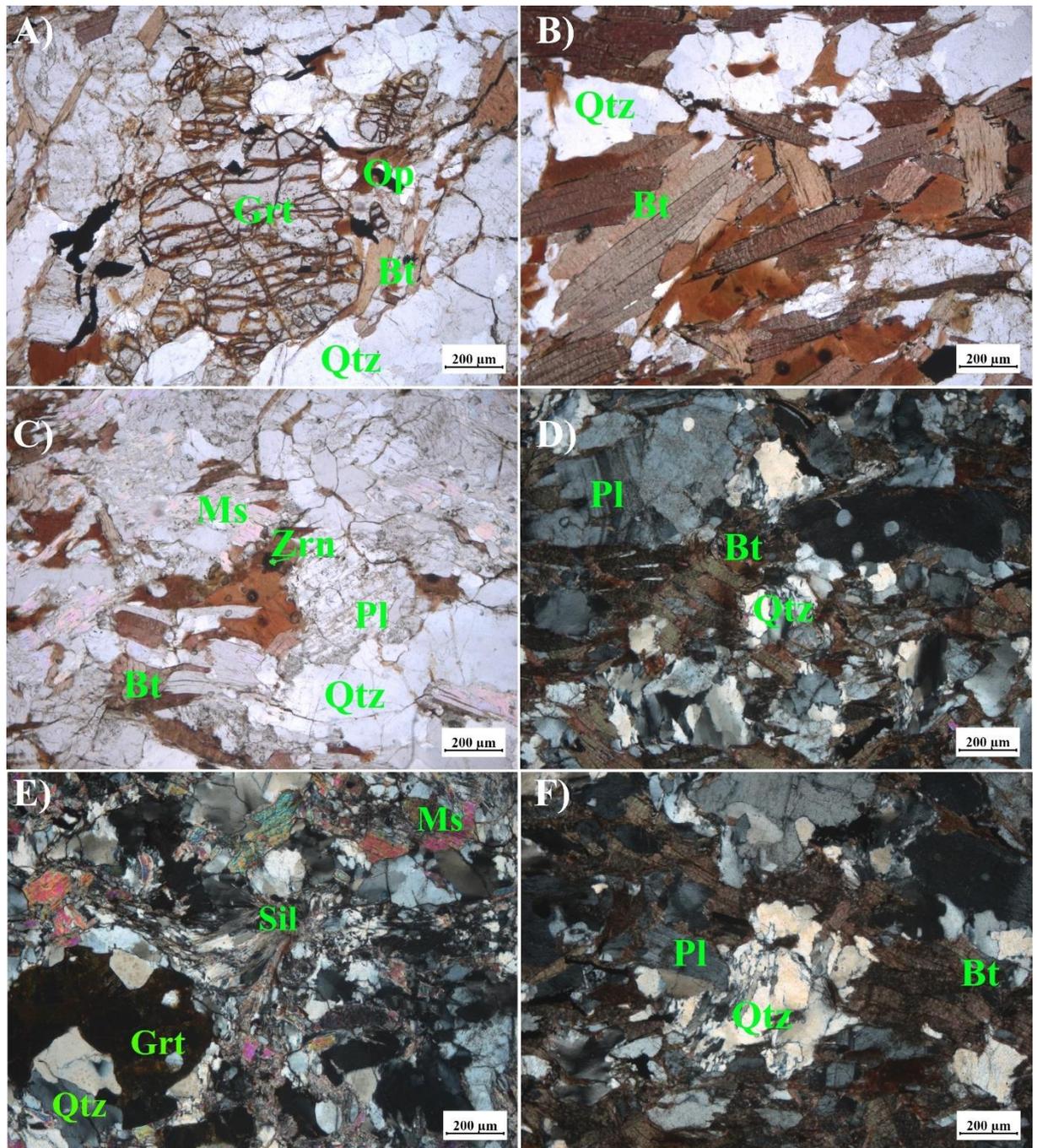
A **sillimanita** pode ocorrer na forma prismática ou na variedade fibrolita (Figura 22 E), com predomínio desta última. Quando prismática, é idioblástica e possui granulação fina.

Quando fibrolita, apresenta granulação de fina a média, pode expor substituição metamórfica para muscovita.

O **feldspato potássico** apresenta granulação de média a muito grossa (porfiroblástica), quando apresenta maclas é microclina. Apresenta textura gráfica, extinção ondulante, texturas mirmequítica e pertítica, e apresenta-se argilitizado e sericitizado.

Os **minerais opacos** têm granulação muito fina, exibem hábito tabular e dendrítico, tendem a ficar próximos da mica e da granada, mas também ocorrem disseminados em menores quantidades.

Figura 22 – A: Destaque para granada subidioblástica fraturada na lâmina L02; B: Biotita bordeada de opacos na lâmina L02; C: Muscovita, biotita com inclusão de zircão, plagioclásio e quartzo fraturado na amostra L11; D: plagioclásio com banda *kink* na lâmina L23; E: fibrolita na lâmina L25; F: Biotita lepidoblástica com extinção ondulante e quartzo com migração do limite de subgrão na lâmina L23. Fotomicrografias A, B e C obtidas com luz polarizada plana e as D, E e F obtidas com luz polarizada cruzada. (Grt: granada, Qtz: quartzo, Op: Mineral opaco, Pl: plagioclásio, Ms: Muscovita)



Fonte: a autora, 2022.

A análise micropetrográfica nas calciossilicáticas indica composição de plagioclásio (32–53%), biotita (13%), quartzo (4–6%) diopsídio (acessório a 32%), anfibólio (7–13%) e titanita (acessório a 7%). Como acessórios: carbonato (traço a acessório), minerais opacos (traço a acessório), feldspato potássico (0 a acessório), zoisita e clinozoisita (acessório) e epidoto (traço a acessório), já como traço: granada (0 a traço) e sillimanita (0 a traço).

Plagioclásio é subidioblástico a xenoblástico, às vezes arredondado e sigmoidais, tem granulação variada, de muito fina a grossa. Ocasionalmente, apresenta bandas *kink* e extinção ondulante. Contém inclusões de apatita e, às vezes, ocorre saussuritizado. Microfalhas podem estar presentes.

A **biotita** apresenta granulação muito fina a grossa e define a textura lepidoblástica. Ocorre substituição retrometamórfica para clorita. Pode ter inclusões de monazita e de minerais opacos.

O **diopsídio** tem granulação média a muito grossa. Em uma das lâminas, está uralitizado incipientemente em toda sua extensão, podendo também ocorrer nas bordas. Raramente apresenta macla polissintética e localmente expõe microfraturas.

O **quartzo** tem granulação fina a média, é xenoblástico, apresenta extinção ondulante e, localmente, deformação por rotação de subgrão, *bulging* e lamela de deformação.

O **anfibólio** (Figura 24 A) tem granulação fina a média, é subidioblástico, apresenta, localmente, substituição retrometamórfica por clorita e epidoto. Pode apresentar bandas *kink*.

A **titanita** tem granulação fina a média e é xenoblástica a idioblástica. Ocorre com maior frequência e tamanho nas porções ricas em anfibólio, diopsídio e carbonato. Tem fraturas (Figura 24B).

Carbonato é encontrado incluso em plagioclásio e preenchendo fraturas e granular, junto ao diopsídio definido a textura granoblástica.

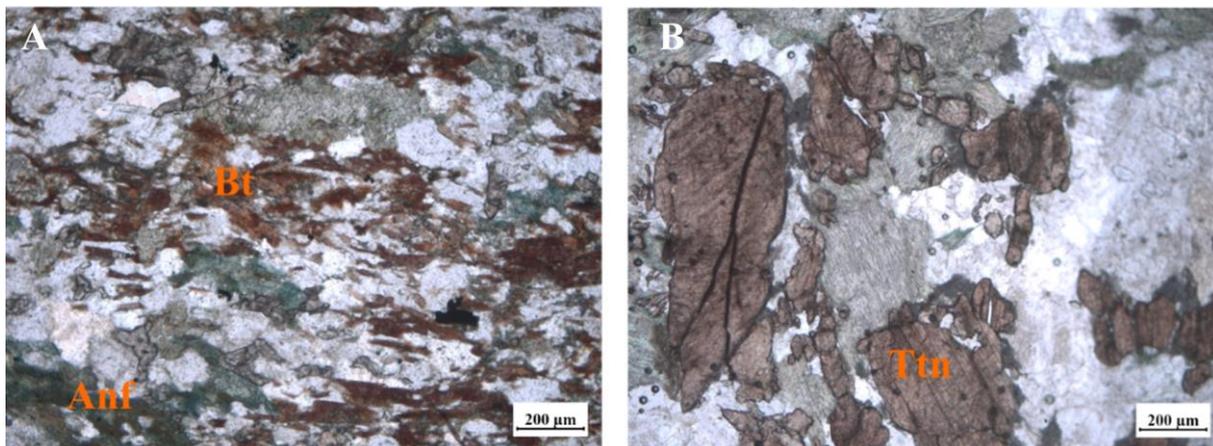
Feldspato potássico ocorre com granulação muito fina a fina, ocorrendo uma exceção como cristal de granulação grossa com textura gráfica. Parecem ocorrer em microveios.

Zoisita e **clinozoisita** ocorrem com granulação fina a média e são xenoblásticas a subidioblásticas próxima a diopsídio.

Epidoto ocorre, principalmente, como traço, mas também como substituição retrometamórfica de anfibólio. Pode apresentar geminação lamelar.

Granada ocorre em granulação fina e subidioblástica.

Figura 23 – Fotomicrografias da lâmina L 24 a luz polarizada paralela; A: Anfibólio (Anf), titanita (Ttn), biotita (Bt) e plagioclásio; B: Destaque para titanitas de granulação média e fraturas.



Fonte: a autora, 2022.

Análise petrográfica em uma amostra do clinopiroxênio mármore com flogopita e plagioclásio (L 21B) indicou que é composto por carbonato (70%), clinopiroxênio (11%), flogopita (9%), plagioclásio (7%) epidoto e anfibólio como acessórios e minerais opacos, quartzo, feldspato potássico e titanita como traços (Figura 25).

O **carbonato** apresenta granulação fina a média, bandas *kink*, extinção ondulante e, localmente, lamelas de deformação.

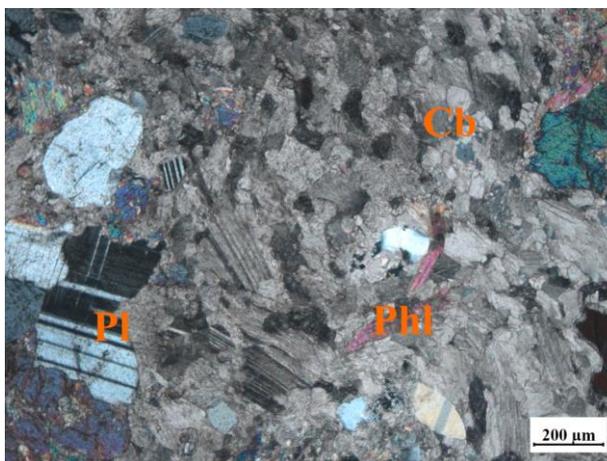
O **clinopiroxênio** tem granulometria fina a muito grossa e alguns grãos ocorrem com maclas polissintéticas.

A **flogopita** apresenta granulação fina, é subidioblástica, apresenta extinção ondulante e dobras *kink*.

Os minerais traço e acessórios ocorrem disseminados na lâmina.

Uma lâmina feita em uma amostra de lente metaultramáfica na unidade de mármore indicou uma composição de minerais opacos (37%), talco (28%), olivina (28%), e, como minerais traço: serpentina, clorita, anfibólio e epidoto.

Figura 24 – Fotomicrografia da amostra L21 B a polarizadores cruzados. É possível notar carbonato (Cb) com lamelas de deformação, plagioclásio (Pl) e flogopita (Phl)



Fonte: a autora, 2022.

5.5 CORPOS MENORES

Aqui são descritos e caracterizados os corpos menores encontrados durante os trabalhos de campo, mas que, devido à sua extensão, não atingem as dimensões mínimas para a escala do presente mapa.

5.5.1 Rochas graníticas indiscriminadas

Rochas graníticas indiscriminadas encontram-se disseminados pela área de estudo, frequentemente, na forma de diques ou sills, centimétricos a métricos, por vezes, com esfoliação esferoidal, cortando as unidades descritas anteriormente ou encaixados nos planos de fraqueza. Essas rochas são leucocráticas e equigranulares, sendo compostas de plagioclásio, feldspato potássico (?), quartzo e biotita com quantidades variáveis de muscovita.

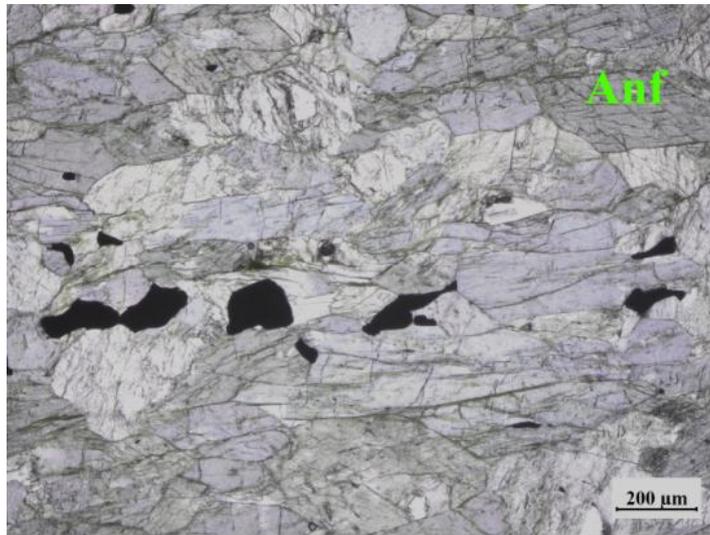
5.5.2 Pegmatitos

Os pegmatitos ocorrem disseminados pela área de estudo como diques ou sills (ex: Figura 20B). Os minerais presentes são quartzo, feldspato e biotita. Podem ser de tamanhos decimétricos a métricos.

5.5.3 Hornblendito

Análise micropetrográfica em amostra de lente inclusa nos xistos do Complexo Surubim-Caroalina, (Figura 25) indica: 95% de anfibólio, 5% de minerais opacos e como traço mica branca, turmalina e pequenos vênulos de quartzo. A amostra aparenta foliação magmática.

Figura 25 - Fotomicrografia a luz paralela da lâmina L10*, notam-se anfíbólios com textura lepidoblástica e minerais opacos



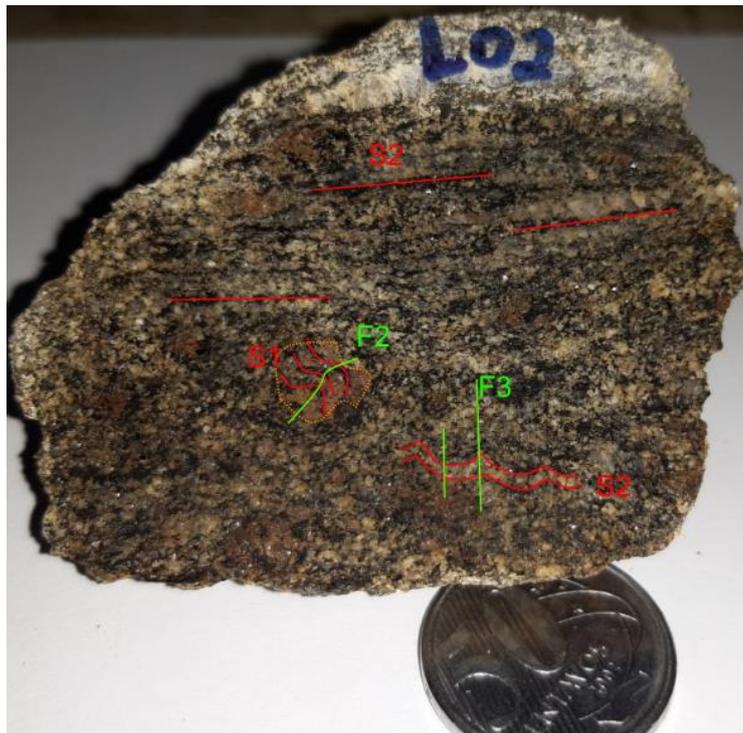
Fonte: a autora, 2022.

6. GEOLOGIA ESTRUTURAL E DEFORMAÇÃO

Análise de deformação em xistos do Complexo Surubim-Caroalina aponta para a existência de pelo menos três fases de deformação: D_1 , D_2 e D_3 .

Quando estudamos as rochas do Complexo Surubim-Caroalina, S_0 pode ser entendido como a estratificação sedimentar primária, logo, D_1 pode ser considerada a deformação que gerou a foliação inicial S_1 , que está afetada pelas dobras F_2 preservadas dentro de porfiroblastos de granada (Figura 26). D_2 é marcada pela nova foliação S_2 , atual foliação regional, que pode estar localmente dobrada com dobras F_3 , em escala regional, as dobras também devem ser associadas às dobras F_3 . Possivelmente, pós- D_2 , houve o preenchimento de algumas fissuras, sendo D_3 representada por deformação rúptil e preenchimentos de fraturas por rochas graníticas e pegmatíticas (Figura 26).

Figura 26 – Amostra L02 indicando S_1 , S_2 , F_2 e F_3



Fonte: a autora, 2022.

A foliação regional medida nos xistos do Complexo Surubim-Caroalina foi a S_2 . A área se encontra fortemente dobrada e a região tem grande variabilidade de direções de foliação (NE/SW, N/S, NW/SE, NNE/SSE, NNW/SSE, ENE/WSW, WNW/ESSE, E/W), por parte,

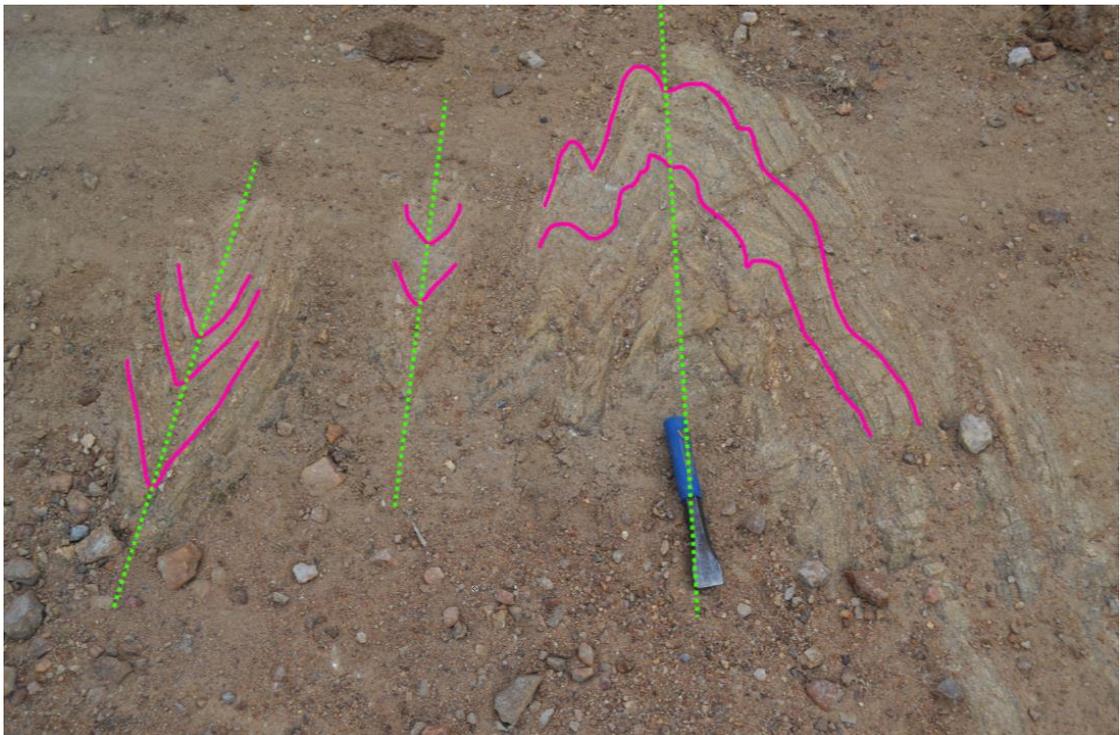
devido à presença de dobras regionais, e por outra, pelo possível domo gnáissico no sudoeste da área. Os ângulos de mergulho também são bastante variados (de 11° a 90°). Quanto aos ângulos, de forma geral, a porção NW apresenta foliação de alto ângulo e tem direção NE-SW a ENE-WSW, já os afloramentos com foliação de baixo ângulo estão concentrados na porção central da área, tendo as direções NNW-SSE a WNW-ESE.

De modo geral, as foliações medidas em diferentes unidades próximas estão paralelas entre si, sendo estas, provavelmente, paralelizadas na ocasião dos eventos metamórficos-deformacionais do Ciclo Brasileiro, como é sugerido no Relatório da Folha de Surubim (NEVES *et al.*, 2017).

Lineações de estiramento de feldspato foram medidas em apenas três afloramentos, sendo estes do Complexo Surubim Carolina, e elas apresentam direção para NNE, NE e WNW.

Como já mencionado, dobras são encontradas com frequência na área mapeada, tanto em escala de afloramento como na escala do mapa. A maioria das dobras encontradas em afloramentos eram verticais (Figura 27) a reclinadas (Figura 28 e 29).

Figura 27 – Dobras verticais, fechadas e apertadas com dobras s m e z em afloramento na estrada, no afloramento L08



Fonte: a autora, 2022.

Figura 28 – Dobra reclinada. Em verde se destaca o traço do eixo axial, afloramento L21



Fonte: a autora, 2022.

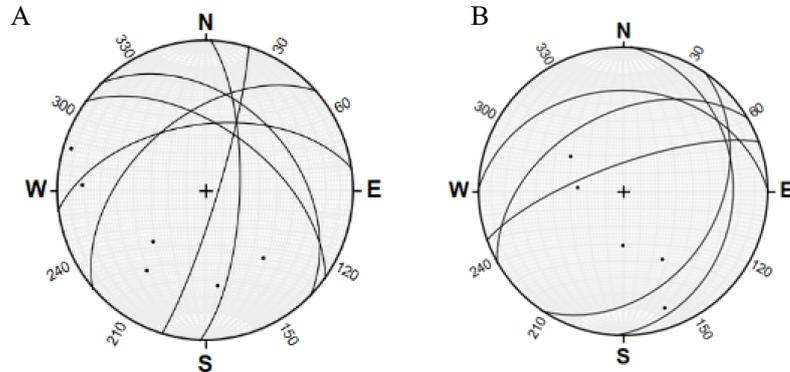
Figura 29 – L13 Dobra reclinada destacando, em verde, o traço do eixo axial. As linhas vermelhas representam sill e fraturas com preenchimento quartzoso associados ao evento D_3



Fonte: a autora, 2022.

Dados de planos de foliação foram plotados no programa *Stereonet* para melhor a visualização das dobras regionais. Aqui serão representados apenas os estereogramas do quartzito e do mármore do Complexo Surubim-Caroalina (Figura 30).

Figura 30 – A: Diagrama β com polos. N = 6 Mármore Complexo Surubim-Caroalina. Indicam dobras com caimento para NNE; B: Diagrama β com polos. Dados do quartzito do Complexo Surubim-Caroalina N=5. Indica dobra aberta com caimento para NE



Boudins (Figura 32) e dobras intrafoliais em z (Figura 31) ocorrem em alguns afloramentos.

Figura 31 – Em rosa, dobras em Z, indicando rotação no sentido horário. Seta verde indica o sentido da vergência, com rotação para o sentido horário (A- L40 B- L01 C- L02 D- L45)



Fonte: a autora, 2022.

Figura 32 – Em rosa *boudins* assimétricos no afloramento L11



Fonte: a autora, 2022.

Micropetrograficamente, há presença de grãos ou agregados de grãos de quartzo sigmoidais, bandas *kink* em plagioclásio, muscovita, biotita, flogopita, anfibólio e granadas sigmoidais (Figura 33).

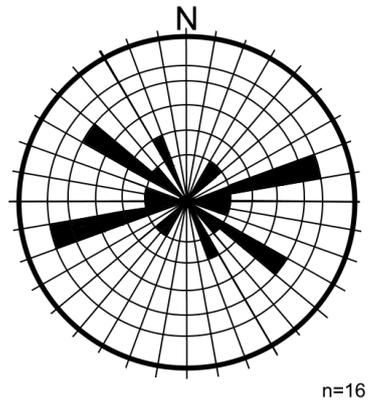
Figura 33 – L41 Granada sigmoidal na amostra L41 indicando movimentação dextral. Na imagem, obtida com luz polarizada plana, destaca-se também a associação da biotita que compõe as sombras de pressão assimétricas. Fotografia sem escala, mas tirada na objetiva de 4x



Fonte: a autora, 2022.

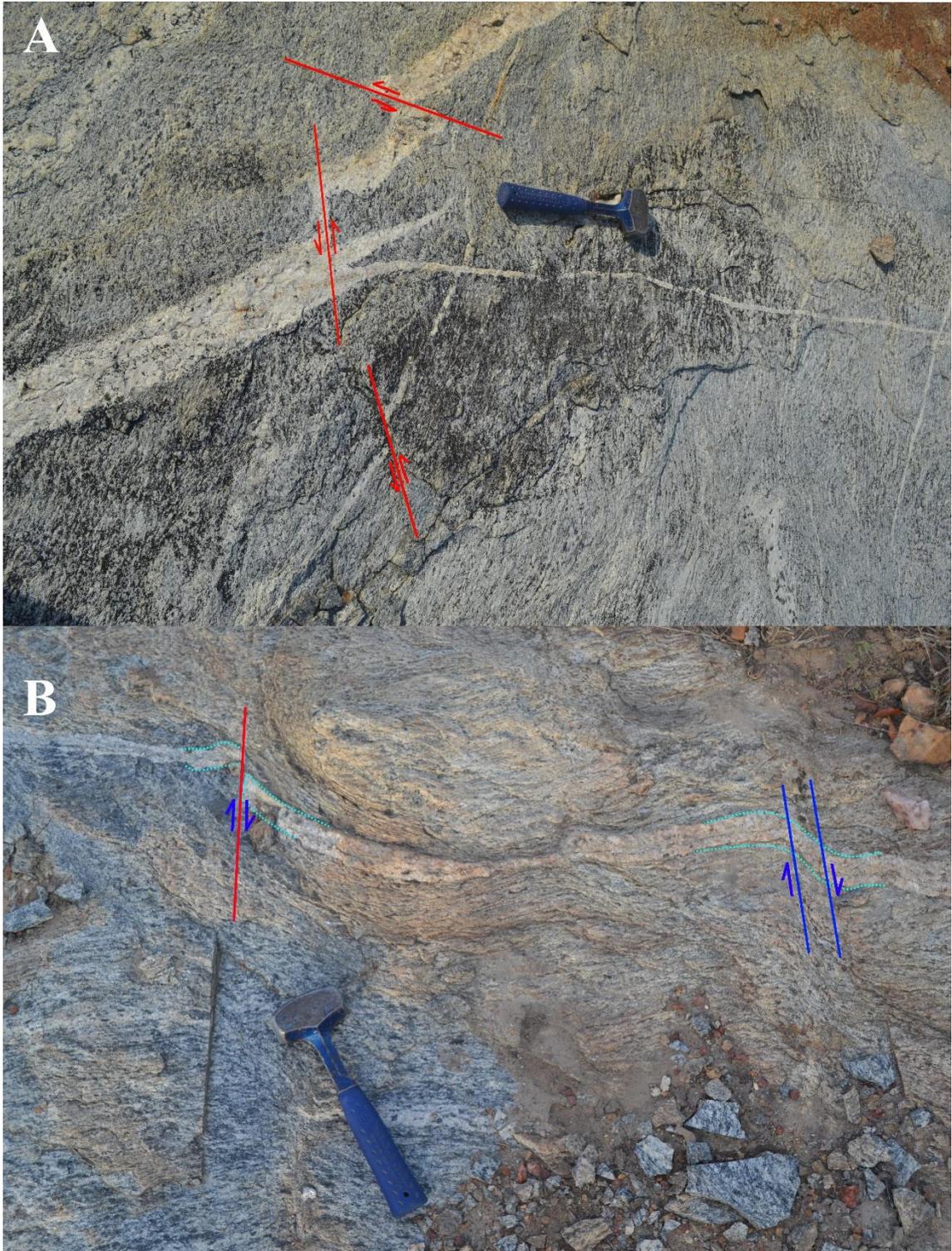
Como já mencionado no capítulo 5, em toda a região mapeada ocorrem estruturas rúpteis como falhas (Figura 35), juntas, fissuras, diques e veios (Figura 36). Não foi obtido grande volume de dados das estruturas rúpteis, mas, de forma geral, os 16 dados (Figura 34) coletados apontam preferência para estruturas ENE/WSW e WNW/ESSE, porém, mais dados seriam necessários para maiores interpretações. Essas estruturas foram medidas em rochas do Complexo Surubim-Caroalina e do Complexo Vertentes.

Figura 34 – Roseta de estruturas rúpteis, as principais tem direção ENE-WSW e NW-SE.



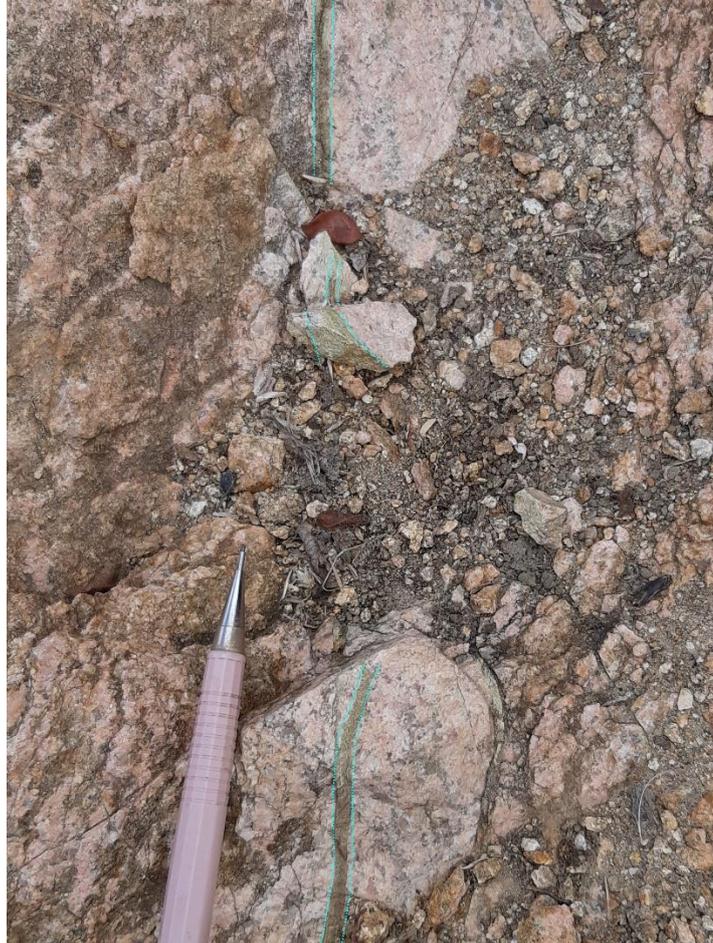
Fonte: a autora, 2022.

Figura 35 – Afloramento L45, Complexo Vertentes. Na figura A é possível notar falhas sinistras. Na figura B é possível notar com linha vermelha e setas azuis uma falha dextral e entre linhas azuis uma banda de cisalhamento dextral



Fonte: a autora, 2022.

Figura 36 – Veio de epidoto, delimitado pelas linhas verdes, localizado no afloramento L38. Borda oeste do Complexo Vertentes, local com intensa epidotização



Fonte: a autora, 2022.

6.1. INTERPRETAÇÃO MICROPETROGRÁFICA DAS CONDIÇÕES DE METAMORFISMO

De modo geral, observação em lâminas delgadas, tanto de gnaisses do Complexo Salgadinho como das rochas do Complexo Surubim-Carolina, pode mostrar *bulging* em feldspatos e rotação e migração do limite de grão em quartzo em amostras bem distribuídas, o que indica uma temperatura de deformação em torno de 430-600 °C, com pico de 500 a 600 °C e, posteriormente, uma deformação abaixo de 300 °C apontada por comportamento rúptil do quartzo e, em alguns casos, de biotita. A presença de lamelas de deformação sugere que a pressão de deformação estava entre 0,17 e 0,42 GPa (PASSCHIER e TROUW, 2005).

A presença de sillimanita em rochas metapelíticas e semipelíticas do Complexo Surubim-Caroalina indica que o pico metamórfico ocorreu, no mínimo, nas condições de pressão e de temperatura compatíveis com as da fácies anfibolito, corroborando com as informações retiradas da deformação descritas acima.

A sillimanita ocorre com as seguintes associações mineralógicas:

- sillimanita + granada + muscovita + feldspato potássico + quartzo;
- sillimanita + granada + biotita + plagioclásio + quartzo;
- sillimanita + muscovita + biotita + plagioclásio + feldspato potássico + quartzo.

Já a estauroлита, a cordierita e outros aluminossilicatos não foram observados nos afloramentos visitados e nas lâminas petrográficas realizadas, porém, no Relatório da Folha Surubim (SB.25-Y-C-IV), há, em poucos afloramentos, ocorrência de cianita metaestável com substituição para sillimanita.

Quanto ao retrometamorfismo, em algumas amostras a sillimanita apresenta substituição para muscovita. Biotita raramente está substituída por clorita nos metapelitos e semipelitos analisados. Nas rochas calciossilicáticas, o retrometamorfismo está marcado mais intensamente com piroxênios uralitizados, com poucos núcleos preservados, anfibólios cloritizados ou epidotizados e intensa cloritização da biotita nos contatos entre estas rochas e os metapelitos/semipelitos. Nas rochas metaultramáficas, há formação incipiente de serpentina e substituição de talco para clorita. Em gnaisses do Complexo Salgadinho também ocorre cloritização do anfibólio. As substituições mencionadas acima indicam que houve retrometamorfismo nas condições compatíveis com as das fácies xisto verde.

Posteriormente, houve metamorfismo cataclástico e milonítico, principalmente, na porção noroeste da área, onde são encontradas rochas de falha (protocataclasito) e pseudotaquilitos.

6.2 MAGMATISMO

Não há rigorosamente eventos magmáticos registrados na área de estudo, sendo que sua representação se dá pela ocorrência de segregações e injeções de fluídos nas formas de diques e sills, com composição granítica e, eventualmente, textura pegmatítica. Durante a execução deste trabalho, não houve coleta sistemática de dados das direções dos diques, mas eles ocorrem

em quase todos os afloramentos, com diferentes espessuras (ex: Figura 37). Localmente, foi encontrada uma lente de hornblendito intercalado em xisto do Complexo Surubim-Caroalina, descrita e apresentada no Anexo 2, correspondendo a amostra L10*.

Figura 37 – L09 dique de composição granítica cortando os planos de foliação da unidade de xistos do Complexo Surubim-Caroalina em afloramento na estrada



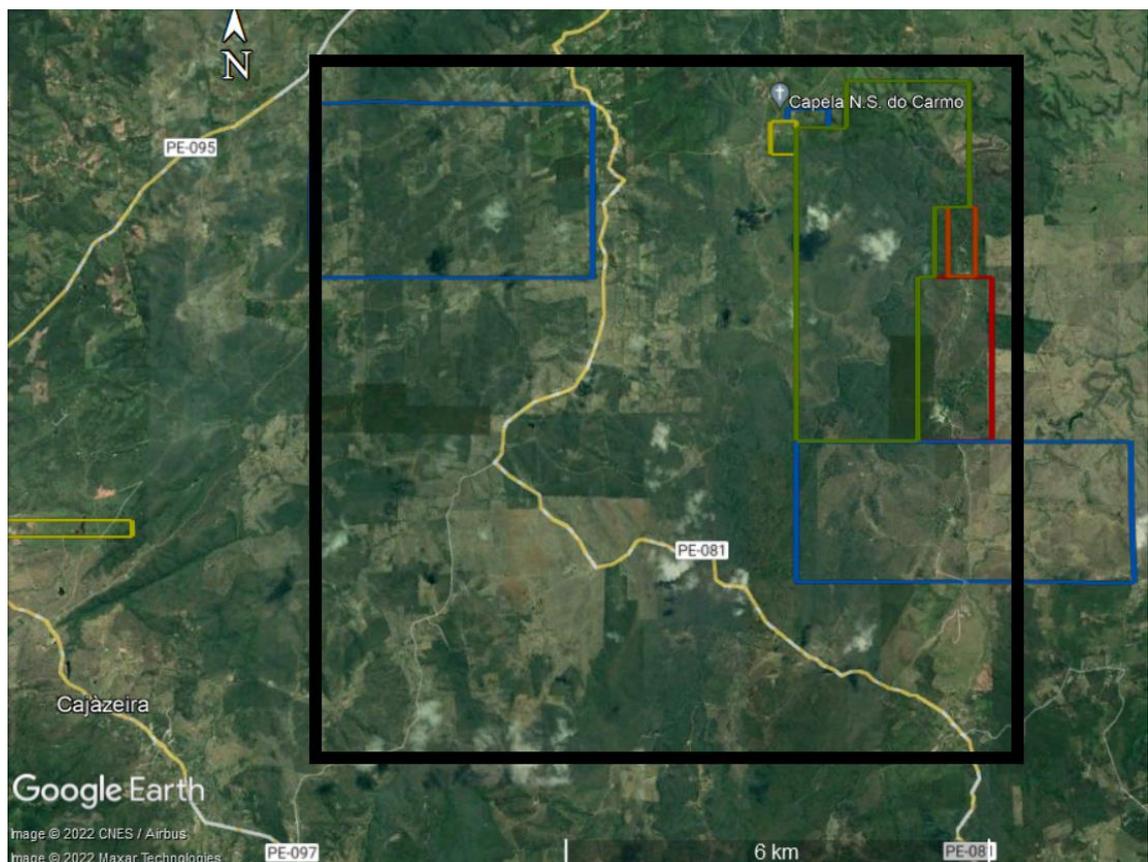
Fonte: a autora, 2022.

7. GEOLOGIA ECONÔMICA

7.1 MÁRMORE

Como mencionado no capítulo 5, há mina em atividade de mármore na área, bem como, afloramentos de mármore. No site Sigmine, da Agência Nacional de Mineração (ANM), foi possível baixar o mapa de requerimentos minerários de Pernambuco e, com isso, pode-se notar que a região mapeada conta com sete áreas requeridas (Figura 38) As azuis e a verde têm autorização de pesquisa (840369/2016, 840370/2016, 840256/2017 e 840.253/2021), a área amarela (840258/2017) está em requerimento de registro de licença. O vermelho, ao sul (811452/1968), tem concessão de lavra, e a área vermelha ao norte (840102/2008) está em requerimento de lavra. No Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2010), as reservas medidas de calcário em gravatá eram da ordem de 23185068 toneladas.

Figura 38 – Em preto, área de estudo. Retângulos de outras cores indicam áreas requeridas, explicação no texto acima.



O tipo de uso do atual lavrador não está especificado no site da ANM, mas intenções de uso dos outros processos compreendem correção de solo, fabricação de cimento, de brita e

industrial. Barreto (2008), após análises dos mármore das folhas Caruaru (SC.25-V-A-I) e Surubim (SB.25-Y-C-IV), sugere que eles possam ser utilizados para a construção civil como cal, rochas ornamentais e cimento, e também para corretivos para a agroindústria. Ainda segundo Barreto, os mármore da Folha Caruaru não são destinados à agroindústria, pois não há retorno econômico neste caso, a autora também sugere que o mármore poderia ser utilizado para complementar a ração animal. As reservas explotadas do estado de Pernambuco têm tradição destinada somente à indústria de construção civil e à produção de calcário para o branqueamento do açúcar (BARRETO, 2008).

7.2 ROCHAS ORNAMENTAIS

Apesar de não serem exploradas, nem haver requerimento de pesquisa, as rochas do Complexo Salgadinho, como o augen gnaisse ou os gnaisses dobrados (Figura 39) poderiam ser utilizadas como rochas ornamentais, mas estudos de viabilidade seriam necessários.

Figura 39 – Fotografias de rochas do Complexo Salgadinho.



Fonte: a autora, 2022.

8. DISCUSSÕES

A epidotização encontrada na borda oeste do Complexo Vertentes, possivelmente, indica que parte do plagioclásio, do anfibólio e do quartzo reagiram para formar epidoto e clinozoisita em um ambiente hidrotermal.

Na Figura 12 do capítulo 4, pode-se notar que a zona homóloga “E”, que representa a unidade Ortognaisse Altinho, apresenta menor nível de tropia que as demais, podendo sugerir que este seja mais novo.

Em outros trabalhos, como monografia de Tavares (2019), o Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (2001) (CPRM, 2002), e o mapa integrado apresentado por Barreto (2008), na porção noroeste do mapa deste trabalho, passaria uma zona de cisalhamento de sentido NE-SW. Na Folha Caruaru (2012), a zona de cisalhamento cessaria antes de entrar na área deste trabalho. Apesar de alto ângulo de mergulho nesta porção do mapa, não foi possível concluir se tratava de uma zona de cisalhamento ou se o alto ângulo se dava apenas por uma dobra regional.

9. CONCLUSÕES

A área mapeada compreende quatro unidades principais, sendo estas: Complexo Surubim-Caroalina, Complexo Salgadinho, Complexo Vertentes e Ortognaisse Altinho.

O Complexo Surubim-Caroalina compreende cerca de 77% da área mapeada. Foi possível diferenciar metapelitos e semipelitos de quartzitos e mármore. Rochas calciossilicáticas ocorrem em escala de afloramento entre mármore e metapelitos ou como bandas dentro do mármore. Rochas metaultramáficas ocorrem como lentes inseridas no mármore. Variações locais na *bulk composition* fazem com que, possa-se notar, em alguns afloramentos, um xisto sem granada e, poucos metros depois, grande quantidade de granada. Neste complexo, foi possível mapear duas dobras em escala de mapa, uma sinforme na parte noroeste e na parte nordeste uma antiforme, com caimento indicado para nordeste. Com base em dados geofísicos e observações de campo, uma falha transcorrente sinistral foi sugerida, bem como, continuação da ocorrência de mármore na parte centro-norte, entretanto, mais estudos são necessários para comprová-las.

O Complexo Salgadinho cobre cerca de 8% da área mapeada e ocorre nas porções noroeste e centro-oeste, neste último caso, basicamente, envolto por rochas do Gnaiss Indiscriminado 1. O Complexo Salgadinho faz parte do embasamento Paleoproterozoico. As rochas são representadas por gnaisses, augen gnaisses e protomilonitos com bandamento de espaçamento variável, frequentemente, com bandas máficas ricas em biotita e minerais opacos como magnetita. No noroeste da área, há migmatização. A composição é variável entre granitoides ricos em quartzo, granito e granodiorito.

O Complexo Vertentes, ocupa 11% da área. Em sua porção oeste, houve um evento hidrotermal que resultou em intensa epidotização do gnaiss. Tem composição quartzodiorítica.

O Ortognaisse Altinho ocupa cerca de 4% da área, e tem composição tonalítica.

Além das unidades principais, estão presentes na área corpos menores, sem escala para estarem presentes no mapa, como hornblendito, que ocorre como lente em xisto do Complexo Surubim-Caroalina, pegmatitos e rochas graníticas indiscriminadas, estas últimas encontram-se abundantemente disseminadas pela área, seja como diques ou sills.

A evolução geológica registrada na área a partir da deposição do Complexo-Surubim-Caroalina, indica que houve ao menos três fases de deformação, sendo duas dúcteis e uma rúptil.

O metamorfismo na região teve o seu pico no mínimo na fácies anfíbolito e também houve retrometamorfismo nas condições compatíveis com as das fácies xisto verde.

O evento magmático mais evidente e mais recente na área, trata-se dos granitos e pegmatitos disseminados como sills e diques.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA F.F.M.; HASUI Y.; BRITO-NEVES B.B.; FUCK R. A. **As províncias estruturais do Brasil.** In: SBG, Simp Geol. Nordeste, 8, Bol. Esp., 12p. 1977.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. **Brazilian structural provinces: an introduction.** Earth Sci. Rev., 17 (1-2): 1-29. 1981.

ANM. **SIGMINE.** disponível em < <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908> > acesso em agosto de 2022.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Climas - Precipitação média por município, disponível em < <https://www.apac.pe.gov.br/climatologia/521-climatologia-por-municipio> > acesso em março de 2022.

ARCANJO, J.B.A. **Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações** / João Batista Alves Arcanjo. – Salvador: CPRM/SGB, 2011. 144 p.

BARRETO M.C.A. **Caracterização Geoquímica e Isotópica de Mármoreos do Terreno Rio Capibaribe na Zona Transversal da Província Borborema-Nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado). UFPE – Curso de Geologia. 2008.

BRASILINO, R.G.; MIRANDA, A.W.A. **Caracterização litogeoquímica do Complexo Salgadinho na folha Santa Cruz do Capibaribe (SB. 24-ZD-VI),** Província Borborema, Nordeste do Brasil. CPRM, 2011.

BRASILINO, R.G.; MIRANDA, A.W.A.; MEDEIROS, V.C. **Reavaliação litoestratigráfica do Complexo Vertentes entre as cidades de Vertentes e Santa Cruz do Capibaribe (PB).** 44º Congresso Brasileiro de Geologia, p. 985. 2008.

BRITO NEVES, B.B, *et al.* **Contribuição à geologia e à geocronologia do Terreno Rio Capibaribe (TRC, Província Borborema).** *Geologia USP. Série Científica* 13.2 (2013): 97-122. 2013.

CASTAING, C.; FEYBESSE, J. L.; THIE' BLEMONT, C.; TRIBOULET, C.; CHEVREMONT, P. **Paleogeographical reconstructions of the Pan-Africano/ Brasiliano Orogen: closure of an oceanic domain or intracontinental convergence between major blocks?.** 1994.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa geológico do estado de Pernambuco.** Escala 1:500.000. Recife-PE. 2002

DICKSON B.L.; SCOTT K.M. **Interpretation of aerial gamma-ray surveys - adding the geochemical factors.** AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics, Australia, 17(2): 187-200. 1997.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro**. Ministerio de Minas e Energia. ISSN 0100 – 9303 Brasília. 2010

DO BRASIL, C. S. G. (2008). **Projeto aerogeofísico Borda Leste do Planalto da Borborema**. Editor: Lasa Engenharia e Prospecções. CPRM. 2008.

EROS, C. (Earth Resources Observation and Science - EROS- Center). **USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global**. USGS, 30/07/2018. Disponível em: < <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1> > Acesso em: 05/2022.

GRANT, F. S. **Aeromagnetism, geology and ore environments, I. Magnetite in igneous, sedimentary and metamorphic rocks: An overview**. *Geoexploration*, 23(3) 1985.

GUIMARÃES, I.P., *et al.* **Brasiliano (Pan-African) granite magmatism in the PajeúParaíba belt, Northeast Brazil: an isotopic and geochronological approach**. *Precambrian Research* 135, 23-53. 2004.

HOFF, R. **Integração de dados geológicos, de sensoriamento remoto, espectrorradiométricos e geofísica aplicada à prospecção de depósitos filoneanos de fluorita hidrotermal no sudeste de Santa Catarina**. Tese (Doutorado) UFRGS - Instituto de Geociências. (2002).

HOLANDA, R.M.; et al. **Classificação climática: thornthwaite e köppen para a bacia hidrográfica do rio Ipojuca, PE –Brasil**. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* - ISSN 2675-6218, 2(6), e26483. 2021.

KANASHIRO, D.K. **Gamaespectrometria terrestre aplicada as rochas vulcânicas da província magmática do Paraná**. Monografia (Graduação) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências. 2016.

LIMA, H.M. **Petrologia e geoquímica de ortognaisses sieníticos alcalinos do tipo A de Terra Nova-PE, Terreno Rio Capibaribe, Província Borborema**. 73 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-graduação em Geociências, 2013.

MEDEIROS, V.C. **Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, domínio da Zona Transversal, NE do Brasil**. Tese (doutorado) UFRN. 2004.

MOCITAIBA, L.S.R.; CASTRO, D.L.; OLIVEIRA, D.C.; **Cartografia geofísica regional do magmatismo mesozoico na Bacia do Parnaíba**. *Geologia USP. Série Científica*, v. 17, n. 2, p. 169-192, 2017.

NEVES, S. P, et al. **The age distributions of detrital zircons in metasedimentary sequences in eastern Borborema Province (NE Brazil): Evidence for intracontinental sedimentation and orogenesis?**. *Precambrian Research*, 175(1-4), 187-205. 2009.

NEVES, S. P. **Proterozoic history of the Borborema province (NE Brazil): Correlations with neighboring cratons and Pan-African belts and implications for the evolution of western Gondwana**, *Tectonics*, 22, 1031, doi:10.1029/2001TC001352, 4. 2003.

NEVES, S.P. *et al.* **Geologia e recursos minerais da Folha Surubim SC.25-Y-C-IV** Escala 1:100.000. Estados de Pernambuco e da Paraíba / Sérgio Pacheco Neves, Gorki Mariano e José Mauricio Rangel da Silva. - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 96 p. il. Color + mapas 2017.

NEVES, S.P.; ALCANTARA, V.C. **Geochemistry of orthogneisses and metasedimentary rocks across a proposed terrane boundary in the Central Domain of Borborema Province, NE Brazil: Geodynamic implications.** *Journal of South American Earth Sciences* 29, 498-511. 2010.

NEVES, S.P.; BRUGUIER, O., SILVA, J.M.R.; MARIANO, G.; SILVA FILHO, A.F.; TEIXEIRA, C.M.L. **From Extension to shortening: Dating the onset of the Brasiliano Orogeny in eastern Borborema Province (NE Brazil).** *Journal of South American Earth Sciences* [S.I] V.58, p. 238-256. 2015a.

NEVES, S.P; MARIANO, G., SILVA J.M.R, **Mapa Geológico Folha Caruaru (SC.25-V-A-I).** Escala 1:100.000 – CPRM 2012

NEVES, S P. *et al.* Paleoproterozoic accretionary and collisional processes and the build-up of the Borborema Province (NE Brazil): Geochronological and geochemical evidence from the Central Domain. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 58, p. 165-187, 2015b.

OLIVEIRA, E.P., *et al.* **The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana.** *Precambrian Research* 181.1-4 (2010): 64-84.

PASSCHIER, C.W.; TROUW, R. A. J.; **Microtectonics.** 2ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005

PATERSON, N.R.; REEVES, C.V. **Applications of gravity and magnetic surveys: The state-of-the-art in 1985.** *Geophysics*, v. 50, n. 12, p. 2558-2594, 1985.

SÁ, J.M., BERTRAND, J.M., LETERRIER, J., MACEDO, M.H.F. **Geochemistry and geochronology of pre-Brasiliano rocks from the Transversal Zone, Borborema Province, Northeast Brazil.** *Journal of South American Earth Sciences* 14, 851-866. 2002.

SANTOS E.J.; BRITO NEVES B.B.; VAN SCHMUS W.R.; OLIVEIRA R.G.; MEDEIROS V.C. **An overall view on the displaced terrane arrangement of the Borborema Province, NE Brazil.** In: *International Geological Congress, 31th, Rio de Janeiro, Brazil, General Symposia, Tectonic Evolution of South American Platform*, p. 5-9, 1 cd-rom. 2000.

SANTOS, E.J., MEDEIROS, V.C. **Constraints from granitic plutonism on Proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil.** *Revista Brasileira de Geociências* 29, 73-84. 1999a.

SANTOS, E.J.; VAN SCHMUS, R.W.; BRITO NEVES, B.B.; OLIVEIRA, R.G.; MEDEIROS, V.C. **Terranes and their boundaries in the Proterozoic Borborema Province, Northeast Brazil.** In: *Extended Abstracts 7 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Lençóis*, pp. 121–124. 1999b.

SANTOS, T. J. S.; FETTER, A. H.; NETO, J.N. Comparisons between the northwestern Borborema Province, NE Brazil, and the southwestern Pharusian Dahomey Belt, SW Central Africa. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 294, n. 1, p. 101-120, 2008.

SILVA FILHO, A. F. *et al.* - **Garanhuns- SC.24-X-B-VI, escala 1:100.000: nota explicativa.**/ Adejardo Francisco da Silva Filho, Hermanilton de Azevedo Gomes, Liliana Sayuri Osako, Ignez de Pinho Guimarães, Ely de Arruda Brasil, Dayse Rosa Lima, Lorena Cocentino, Vanessa Gomes Rolim Villaverde, Cleidiane de Lemos Vasconcelos - Pernambuco/Alagoas: UFPE /CPRM, 2007.

SILVA, S.P. **Mapeamento geológico de 1:50.000 de uma área na porção Centro-Leste da Folha Sertânia.** Trabalho de conclusão de curso. Orientador: Prof. Dr. Andres Bustamante Londoño. Curso: Geologia. Recife, 2019.

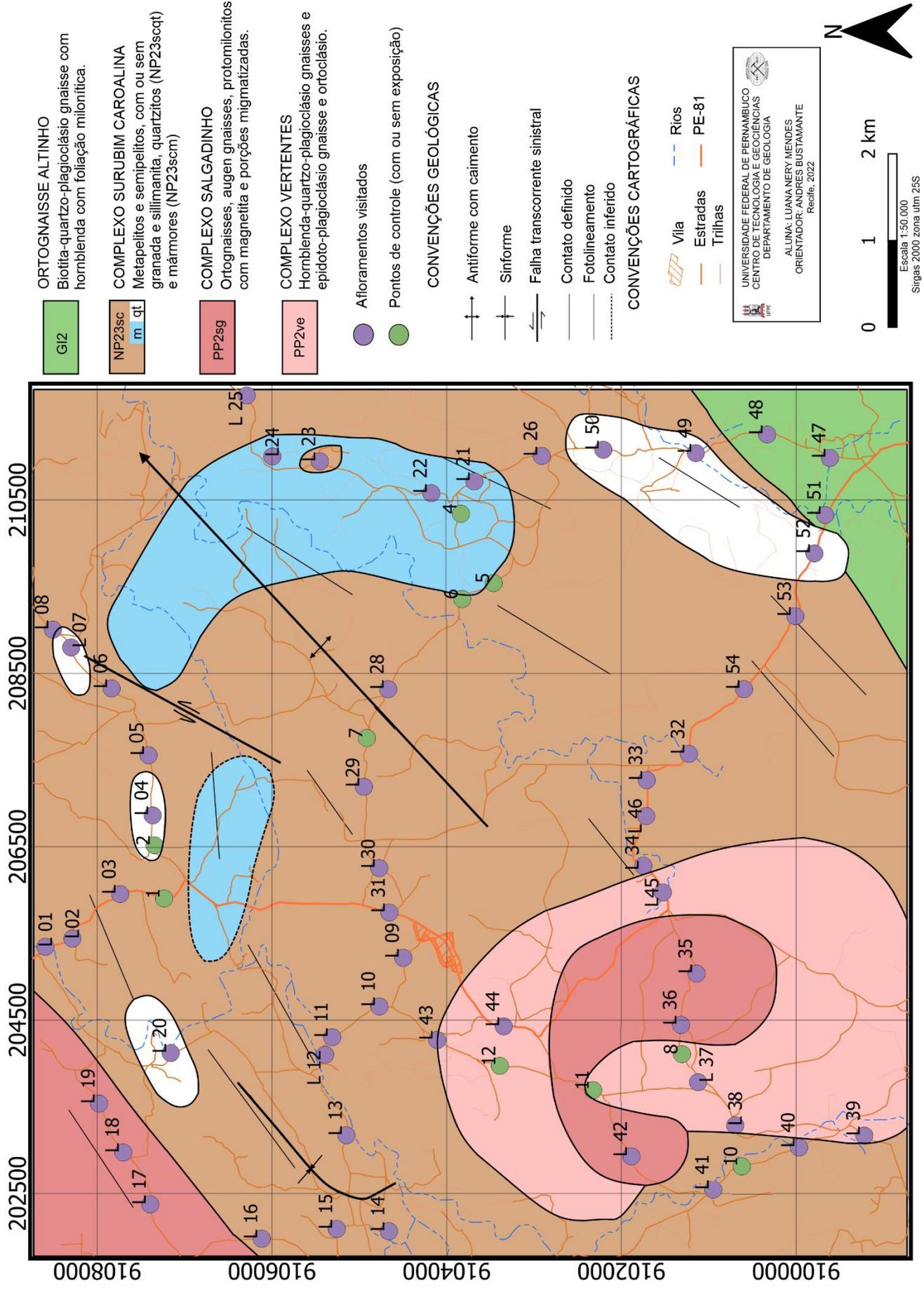
TAVARES, M.C. **Mapeamento geológico de uma área ao norte de Gravatá, Folha Caruaru, Pernambuco, Terreno Rio Capibaribe, Zona Transversal da Província Borborema.** Trabalho de conclusão de curso. Orientador: Prof. Dr. Gorki Mariano. Curso: Geologia. Recife, 2016

TEIXEIRA, C.M.L. **Evolução crustal dos domínios central e Pernambuco-Alagoas da província Borborema na folha Vitória de Santo Antão (Pernambuco–Nordeste do Brasil).** Tese (doutorado), UFPE 2015.

ANEXO 1

TABELA DE AFLORAMENTOS E MAPA DE PONTOS

Nº	COORDENADAS		FOLIAÇÃO			AMOSTRA	LÂMINA	LINEAÇÃO
	X	Y	Direção (Az)	Mergulho (°)	Sentido de mergulho	x - sim	x - sim	
L 01	205342	9108602				x	x	
L 02	205424	9108265	260, 262, 260	76, 75, 69	NE	x	x	
L 03	205951	9107740	270, 255	43,69	N, NW	x		
L 04	206865	9107368	090	31	N	x		
L 05	207585	9107407	030,041,031	54,51,59	SE			
L 06	208329	9107833	259,056,255	59,41,44	NE			
L 07	208808	9108299	240	46	NW			
L 08	209005	9108504	145	43	NE			
L 09	205196	9104512	254,085	54,65	NW	x	x	
L 10	204654	9104796				x	x	
L 11	204306	9105316	045	58	NW	x	x	
L 12	204102	9105397	260,230	51,60	NW			
L 13	203133	9105250	045,052	55,56	NW	x		276/5°
L 14	202062	9104660	212,155	60,84	NE			
L 15	202110	9105252	021,024,040	88,46,64	SE	x	x	
L 16	201974	9106124	040,230	90,62	SE	x		039/26°
L 17	202357	9107390				x		
L 18	202977	9107711				x	x	
L 19	203543	9107987				x	x	
L 20	204131	9107236	250,245	75,73	NW	x	x	
L 21	210709	9103620				x	x	
L 22	210590	9104210	002	71	E			
L 23	210957	9105455				x	x	
L 24	211009	9105992	135,017,049,082,306	40,83,50,54,56	NE,SE,SW,NW,NE	x	x	
L 25	211706	9106287				x	x	
L 26	210280	9102936						
L 27	209262	9163867	055,200	35,15	SE			
L 28	208315	9104668	295,300	45,35	NE			007/32°
L 29	207191	9104948	124,295,139	15,35,11	NE			
L 30	206252	9104768	275,290,033,040,024	22,31,42,22,31,36	NE			
L 31	205733	9104630	302	36	NE	x		
L 32	207549	9101235				x		
L 33	207265	9101710	160,155,325	30,40,39	NE			
L 34	206280	9101744	339	24	NE	x		
L 35	205037	9101145	175	12	NE	x		
L 36	204465	9101347				x	x	
L 37	203732	9101125				x		
L 38	203286	9100692	000,005,006	31,34,36	W			
L 39	203150	9099196				x	x	
L 40	203005	9099999	014	58	NW			
L 41	202551	9100942	330	48	SW			
L 42	202919	9101891				x	x	
L 43	204290	9104091	340	32	NW			
L 44	204250	9104021				x	x	
L 45	205973	9101524	010,159	43,55	SE,NE			
L 46	206850	9101714	140,148	28,32	SE			
L 47	210996	9099611						
L 48	211258	9100336	105	50	NE	x		
L 49	211035	9101145						
L 50	211081	9102203	214,030	35,45	SE			
L 51	200333	9099661				x	x	
L 52	209876	9099781	183	25	SE	x		
L 53	219157	9100012				x		
L 54	208301	9100599						



ANEXO 2 – DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS

Lista de abreviações de minerais
usadas nas fotomicrografias:

Anf - Anfibólio

Bt - Biotita

Cb - Carbonato

Cpx - Clinopiroxênio

Di - Diopsídio

Ep - Epidoto

Fi - Fibrolita

Fsp – Feldspato potássico

Grt - Granada

Mb – Mica branca

Mic - Microclínio

Ms - Muscovita

Opc – Minerais opacos

Phl - Flogopita

Pl - Plagioclásio

Qtz - Quartzo

Sill - Sillimanita

Ttn - Titanita

FICHA PETROGRÁFICA L01

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

A lâmina apresenta três porções distintas:

1) Porção dominante (60% da lâmina). Contém plagioclásio (55%), quartzo (28%), feldspato potássico (9%), biotita (8%), granada (acessório), opacos (traço) e muscovita (traço). É bastante fraturada e a foliação não é bem definida, havendo porções que os grãos estão em direções aleatórias.

A **biotita** tem cristais muito finos a finos, subidioblásticos, dispostos, predominantemente, de forma aleatória. Podem ter como inclusões grãos de zircão e opacos. Fazem contato com os demais minerais. O **plagioclásio** tem granulação fina a média, e são subidioblásticos a xenoblásticos, eventualmente arredondados e sericitizado. Pode apresentar textura mirmequítica e extinção ondulante. Alguns cristais aparecem fragmentados, preenchidos por quartzo, e pode ter mirmequita nas bordas desses grãos, que podem apresentar, ocasionalmente, inclusões de muscovita com granulação fina. O **quartzo** tem granulação muito fina a fina, por vezes alongado. Apresenta extinção ondulante e localmente lamela de deformação e recristalização por rotação de subgrão. Os contatos com outros grãos são geralmente interlobados. A **granada** é subidioblástica a idioblástica, com granulação fina a média. Alguns grãos apresentam fraturas e em outros é possível notar inclusões de quartzo, biotita e opacos.

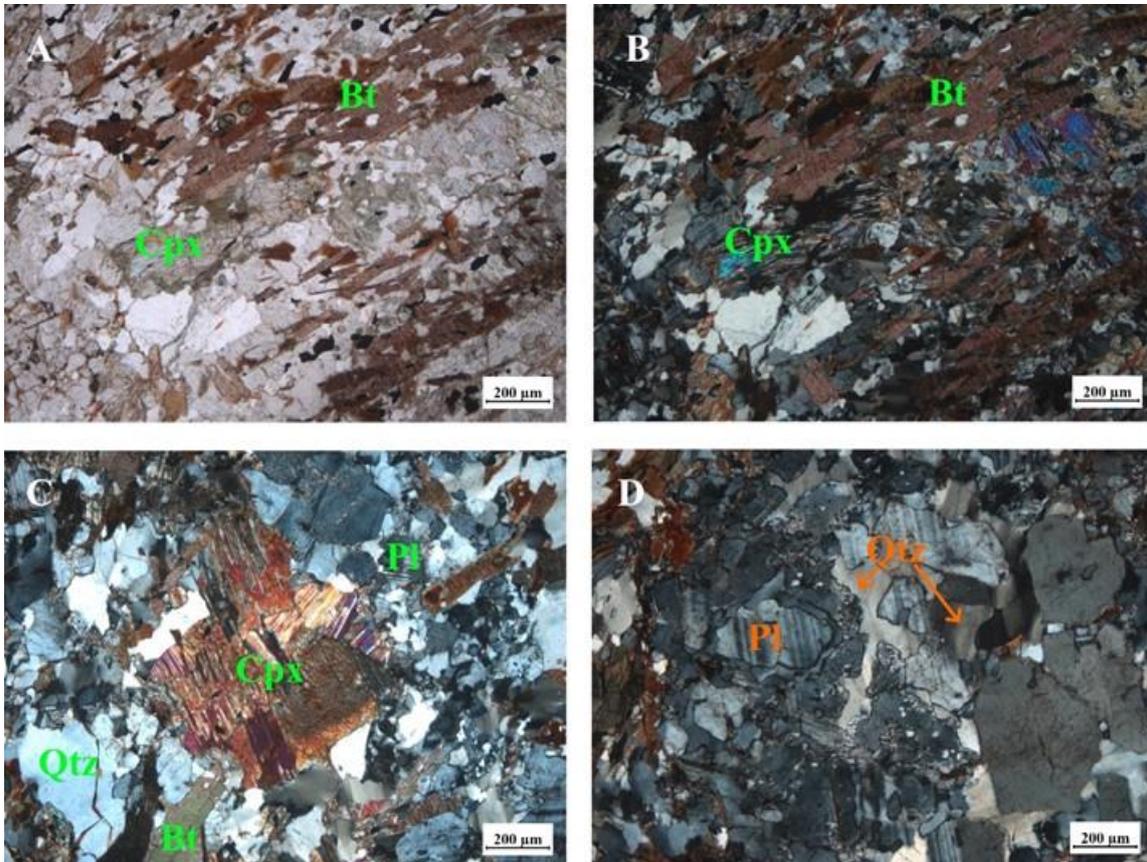
2) Porção que representa cerca de 25% da lâmina. Tem a seguinte mineralogia: plagioclásio (53%), clinopiroxênio (14%), biotita (22%), quartzo (10%) e opacos (2%).

Nessa porção estão presentes biotitas lepidoblásticas com granulação fina a média, definindo muito bem a orientação da foliação/xistosidade. O **piroxênio**, subidioblásticos, têm granulação fina e uralitização. Os **minerais opacos** possuem granulação fina e estão disseminados fazendo contato e inclusos em todos os minerais, com preferência pela biotita, alguns têm hábito dendrítico. O **plagioclásio** tem granulação fina a média, pode ter extinção ondulante e oscilatória e alguns grãos estão dobrados. O **quartzo** tem granulação muito fina a fina, extinção ondulante e são xenoblásticos.

3) Porção menos abundante, cerca de 15% da lâmina. É rica em clinopiroxênio, biotita, plagioclásio, quartzo, opaco e possui uma alteração avermelhada. Nessa porção o **piroxênio** apresenta maclas lamelares (polissintéticas) e estão mais alterados que os da porção 2. **Biotita** tem contato serrilhado com plagioclásio que tem contato também serrilhado com piroxênio.

CLASSIFICAÇÃO: Protocataclasito com intercalações de quartzo-biotita-clinopiroxênio-plagioclásio xisto

FOTOMICROGRAFIAS



A e B - Clinopiroxênio com bordas uralitizadas, biotita com textura lepidoblástica e minerais opacos disseminados; **C** - Agregado de clinopiroxênio com exsoluções de minerais opacos e matriz quartzofeldspática com evidências de cominuição e fratura de cristais; **D** - Plagioclásio fragmentado com quartzo intersticial. Imagem **A** obtida com luz polarizada plana e **B, C e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L02

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo (39%)** se apresenta de fino a grosso. É xenoblástico e muitas vezes se encontra alongado. Localmente é possível notar deformação por migração do limite de grão. Extinção ondulante é bem pronunciada, formando lamelas de deformação em alguns cristais. Os contatos com outros grãos de quartzo são geralmente interlobados, e com biotita, granada e plagioclásio podem ser retos a levemente interlobados. Pode apresentar inclusões de biotita e opacos, alguns desses conectados a fraturas. Apatita idioblástica com granulação muito fina podem ser encontradas inclusas em quartzo.

O **plagioclásio (28%)** é subidioblástico a xenoblástico e tem granulação muito fina a média. Alguns apresentam extinção ondulante.

A **biotita (25%)** tem granulação muito fina, como nas inclusões em quartzo, a grossas, sendo predominantemente média. Está em associação paragenética com os minerais opacos e muscovita. É subidioblástica e pode ter inclusão de grãos muito finos de zircão. Define textura lepidoblástica e, localmente, decussada.

A **granada (6%)** tem granulação que varia de muito fina a grossa. É xenoblástica a idioblástica. Apresenta muitas fraturas e acumulação de óxidos/hidróxidos de Fe. Alguns grãos apresentam inclusões de minerais opacos.

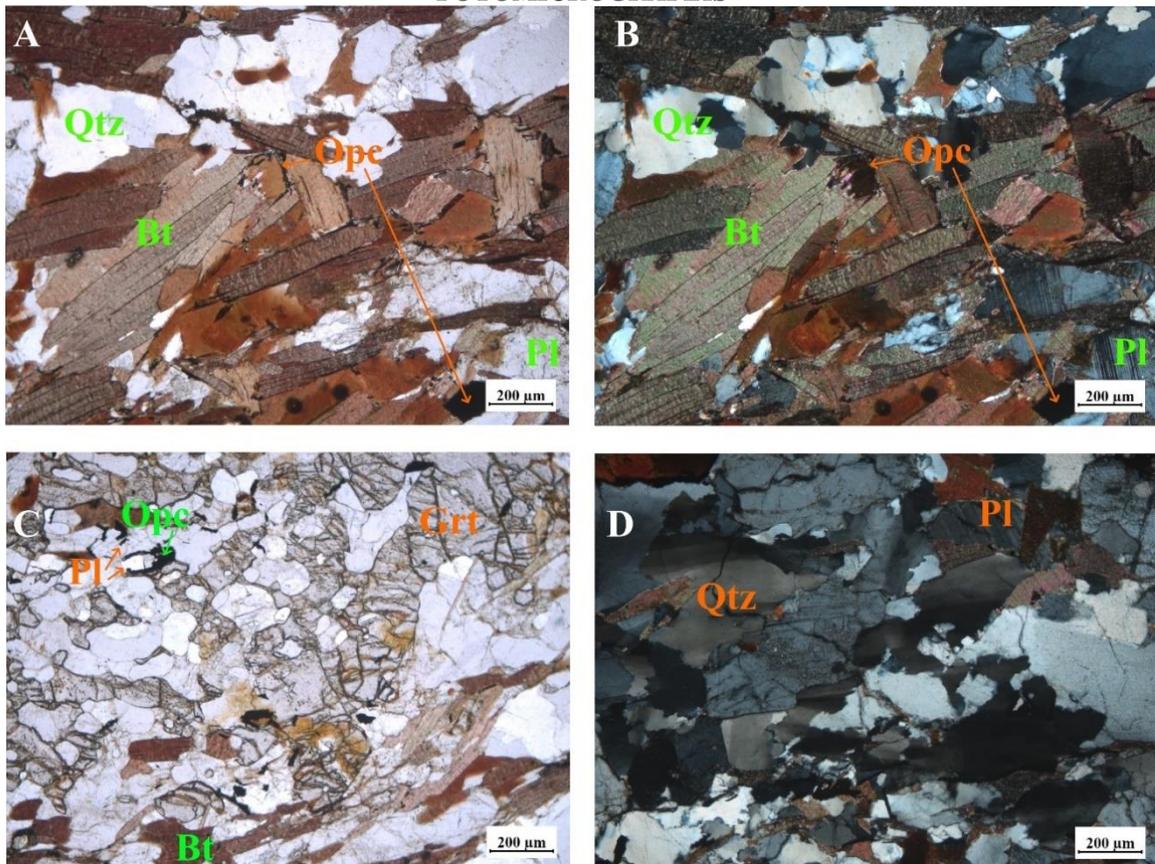
Minerais opacos (2%) mostram granulação muito fina a fina, subidioblásticos, ripiformes ou xenoblásticos. Hábito dendrítico pode ser observado localmente. Encontram-se disseminados ou como inclusão em outros minerais como a granada.

Sillimanita, muscovita e apatita ocorrem como minerais traço. A sillimanita é idioblástica e possui granulação fina. A muscovita tem granulação muito fina, sendo encontrada associada com biotita e opacos. Apatita é observada como inclusão em quartzo.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo xisto com granada (metapelito).

FÁCIES: Anfibolito, zona da sillimanita.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Biotita definindo a textura lepidoblástica e localmente decussada. Notam-se também alguns grãos de quartzo, plagioclásio e minerais opacos idioblásticos. **B** – Destaque para extinção ondulante no quartzo e maclas polissintéticas no plagioclásio. **C** – Associação de granada com plagioclásio e minerais opacos. **D** - Quartzo com lamelas de deformação e plagioclásio. Imagens **A** e **C** obtidas com luz polarizada plana e **B** e **D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L09

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo (60%)** apresenta-se xenoblástico, geralmente alongado, no sentido da xistosidade e com granulação fina a média. Possui deformação por migração do limite de grão e localmente por rotação de subgrão. Apresenta extinção ondulante e, localmente, lamelas de deformação. Os contatos são em sua maioria interlobados com outros grãos de quartzo e retos com biotita. Tem inclusões de plagioclásio, biotita, quartzo e cristais muito finos de **apatita**.

O **plagioclásio (21%)** é geralmente xenoblástico, com alguns grãos subidioblásticos. Apresenta granulação fina e alteração sericítica, argilominerais e saussuritização. Eventualmente apresenta lamelas de deformação lenticular e extinção ondulante. Alguns grãos seguem a foliação e outros são perpendiculares. Bandas *kink* ocorrem localmente. Com os demais minerais, o plagioclásio faz contatos retos a interlobados e podem ter inclusões de minerais opacos e apatita.

A **biotita (18%)** é subidioblástica, tem granulação fina a média e textura lepidoblástica. Alguns grãos finos definem outra direção. Frequentemente faz contato com minerais opacos e **muscovita** (intercrescidas e com granulação fina), também faz contato com granada, plagioclásio e quartzo. Tem inclusões de **zircão**. Em raramente há substituição por **clorita**.

Granada, mineral acessório, ocorre como cristais xenoblásticos a idioblásticos com granulação fina, mas com ocorrências locais de porfiroblastos, no último caso com textura esquelética. A granada com granulação fina está próxima às camadas ricas em biotita.

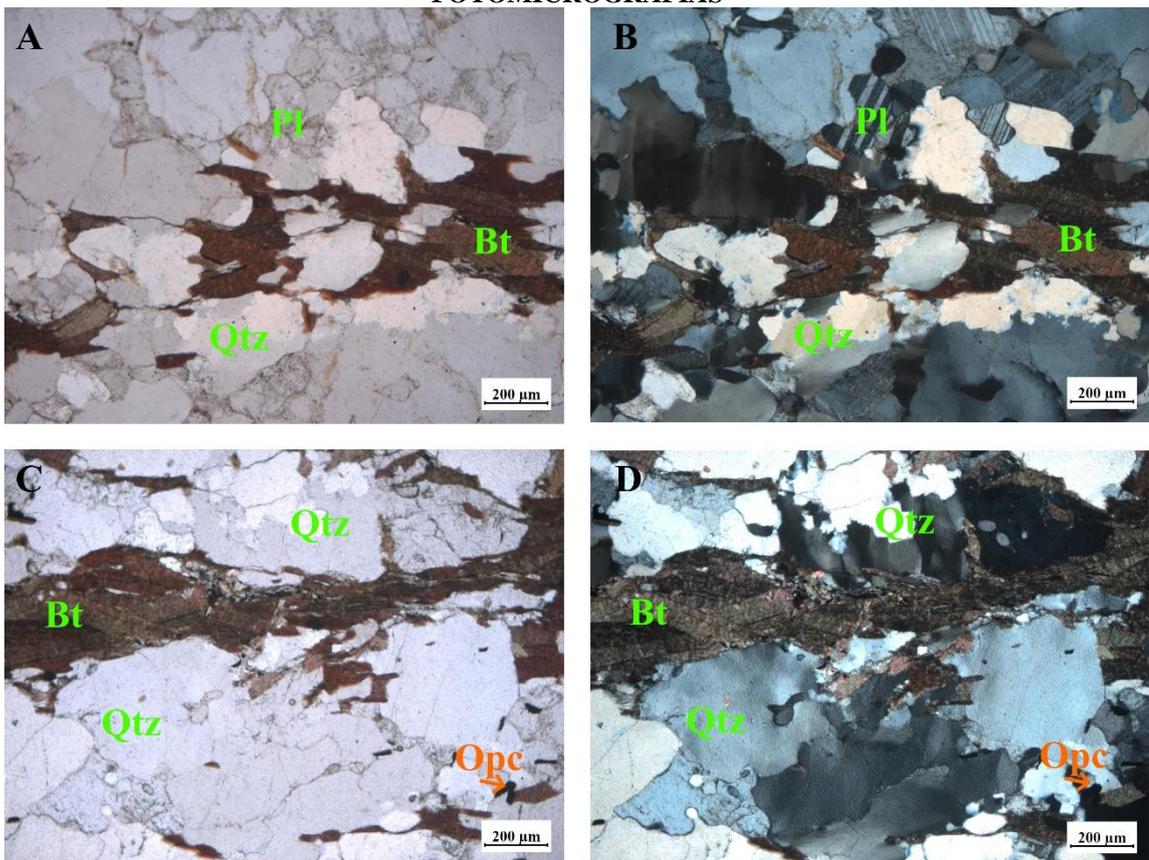
Os **minerais opacos** estão presentes como traço e têm granulação fina a muito fina. Ocorre em quartzo, seja preenchendo fraturas ou como inclusão. São idioblásticos a xenoblásticos. São frequentemente encontrados ao redor de biotita, muscovita e como inclusão nas micas. Também podem estar inclusos em feldspatos.

Muscovita, opacos, apatita, clorita e zircão ocorrem como minerais traço, suas formas de ocorrência foram descritas acima.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo xisto.

FÁCIES: Xisto verde, zona da granada

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de plagioclásio, biotita, com destaque para textura lepidoblástica, e localmente decussada, definida pela biotita. Notam-se também alguns grãos de quartzo, plagioclásio e minerais opacos idioblásticos. **C e D** – Textura lepidoblástica definida pela biotita e quartzo com intensa extinção ondulante. Minerais opacos aparecem disseminados. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L10*

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **anfíbólio**, hornblenda (95%) são euédricos a subédricos, tem granulação média e foliação sendo que em algumas porções apresentam acumulação de minerais opacos, os quais também podem estar concentrados nos planos de clivagem. Eventualmente grãos de formas mais aciculares mostram geminação polissintética. O anfíbólio define uma foliação que sugere ser magmática, pois nenhuma evidência de recristalização foi observada.

Os **minerais opacos** (5%) são inequigranulares, sendo muito finos a médios. Podem ser euédricos a anédricos. Encontram-se disseminados, acumulados nas bordas de alguns anfibólios ou nos planos de clivagem dele. Alguns grãos com formas retangulares sugerem que se trata de ilmenita, porém não foi determinado com precisão. Algumas fraturas que cortam a amostra, encontram-se preenchidas por óxidos/hidróxidos de Fe e possivelmente Mn, indicado pelos tons avermelhados e avermelhado escuro.

A **mica branca**, ocorre em pouquíssima proporção, sendo que sugere ser um produto de substituição de outro mineral, possivelmente plagioclásio, mas devido à substituição completa do mineral pré-existente não foi possível definir.

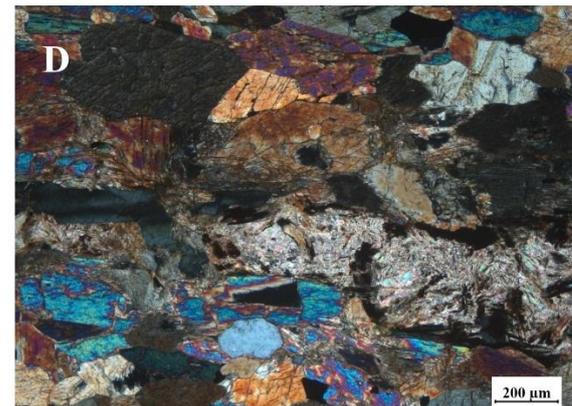
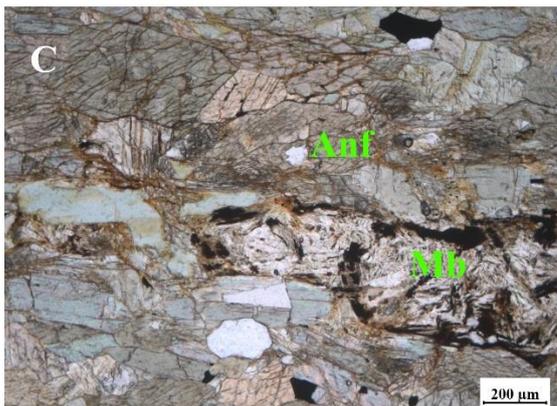
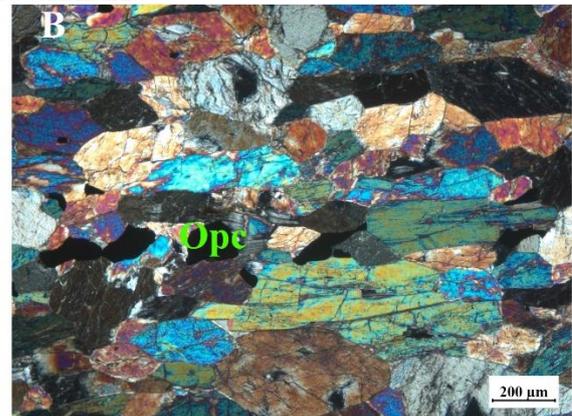
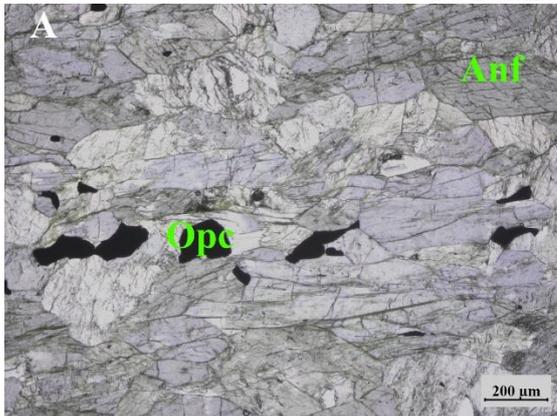
A **turmalina** foi encontrada disseminada na amostra e em concentrações baixíssimas, da ordem de três ou quatro grãos detectados na análise. São em geral subidiomórficos e de tamanho médio comparado aos anfibólios.

Quartzo pode ser encontrado localmente em um veio que corta a lâmina.

Rutilo, mineral traço, é euédrico.

CLASSIFICAÇÃO: Hornblendito

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Distribuição orientada dos grãos de anfíbólio. A imagem exibe a concentração de minerais opacos nas bordas dos anfibólios e interescridos entre eles. Em **B** pode-se notar a variação na birrefringência de alguns cristais de anfíbólio sugerindo um zonamento químico. **C e D** – Porção sericitizada entre anfibólios e segregações de minerais opacos. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L11

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo (47%)** é xenoblástico e tem granulação fina a grossa, sendo predominantemente média. Os grãos são moderadamente estirados, alguns sigmoidais. Apresentam extinção ondulante e alguns grãos encontram-se intensamente fraturados com diversas fraturas preenchidas por biotita. Apresenta inclusões de mica branca e apatita. Faz contatos retos a interlobados com outros minerais. Localmente apresenta evidências de recristalização por migração do limite de grão.

O **plagioclásio (30%)**, tem granulação fina a média. É subidioblástico e faz contatos retos com quartzo, mica branca e biotita a interlobados com mica branca e feldspato potássico. Tem inclusões de mica branca, quartzo e biotita. Apresenta argilização, saussuritização e sericitização. Os grãos apresentam extinção ondulante e algumas bandas *kink*. Textura mirmequítica ocorre localmente.

A **biotita (12%)** é subidioblástica, tabular a acicular. Tem granulação fina a média. Em vários grãos é possível notar halos escuros, e, em alguns, é possível notar monazita muito fina. Define uma fraca foliação, com outros grãos de biotita cortando a foliação de forma oblíqua a perpendicular gerando um plano de clivagem de crenulação.

Mica branca (6%) apresenta granulação fina a média. Subidioblástica a xenoblástica. Ocorre frequentemente como produto de substituição nas bordas de sillimanita.

O **feldspato potássico (5%)** predomina na forma de ortoclásio, com menor proporção de microclínio. Tem granulação média. Apresenta textura perítica, assim como evidências de sericitização e argilização. Assim como o plagioclásio também apresenta extinção ondulante.

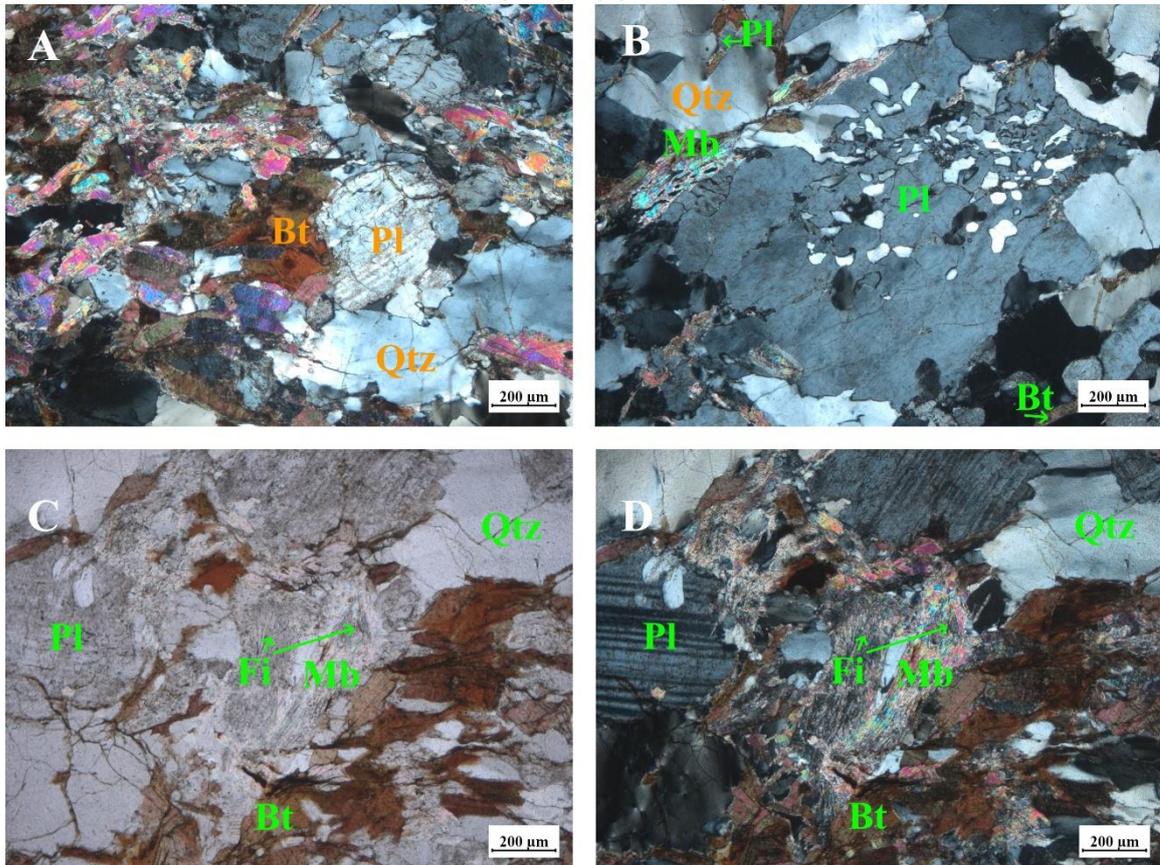
A **sillimanita (fibrolita)**, ocorre como acessório, tem granulação média. Localmente está substituído por mica branca.

Os **minerais opacos**, ocorrem como mineral traço e apresentam granulação fina. Podem estar inclusos em quartzo e em contato com biotita. São subidioblásticos a xenoblásticos.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo gnaiss com muscovita (metapelito).

FÁCIES: Anfíbolito, zona da sillimanita.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Variação na granulação dos grãos de mica. Destaque para os grãos de quartzo e plagioclásio com fraturamento intenso e extinção ondulante do quartzo. **B** – Detalhe de textura mirmequítica em cristal de plagioclásio. Notam-se grãos de quartzo com extinção ondulante e micas que definem uma local textura lepidoblástica. **C** e **D** – Associação de fibrolita, mica branca, quartzo, plagioclásio. Imagens **A**, **B** e **D** obtidas com luz polarizada cruzada e **C** com luz polarizada plana.

FICHA PETROGRÁFICA L15

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

A **biotita (38%)** tem granulação fina a grossa, predominantemente média, define a textura lepidoblástica. Contornam cristais arredondados de plagioclásio e quartzo.

O **quartzo (29%)** apresenta granulação fina a média, são xenoblásticos e exibe extinção ondulante. Apresenta contatos retos a interlobados. Localmente encontra-se deformado por rotação de subgrão. Encontram-se frequentemente fraturados e as fraturas podem se propagar para outros minerais. Pode ter biotita cristalizada nas fraturas.

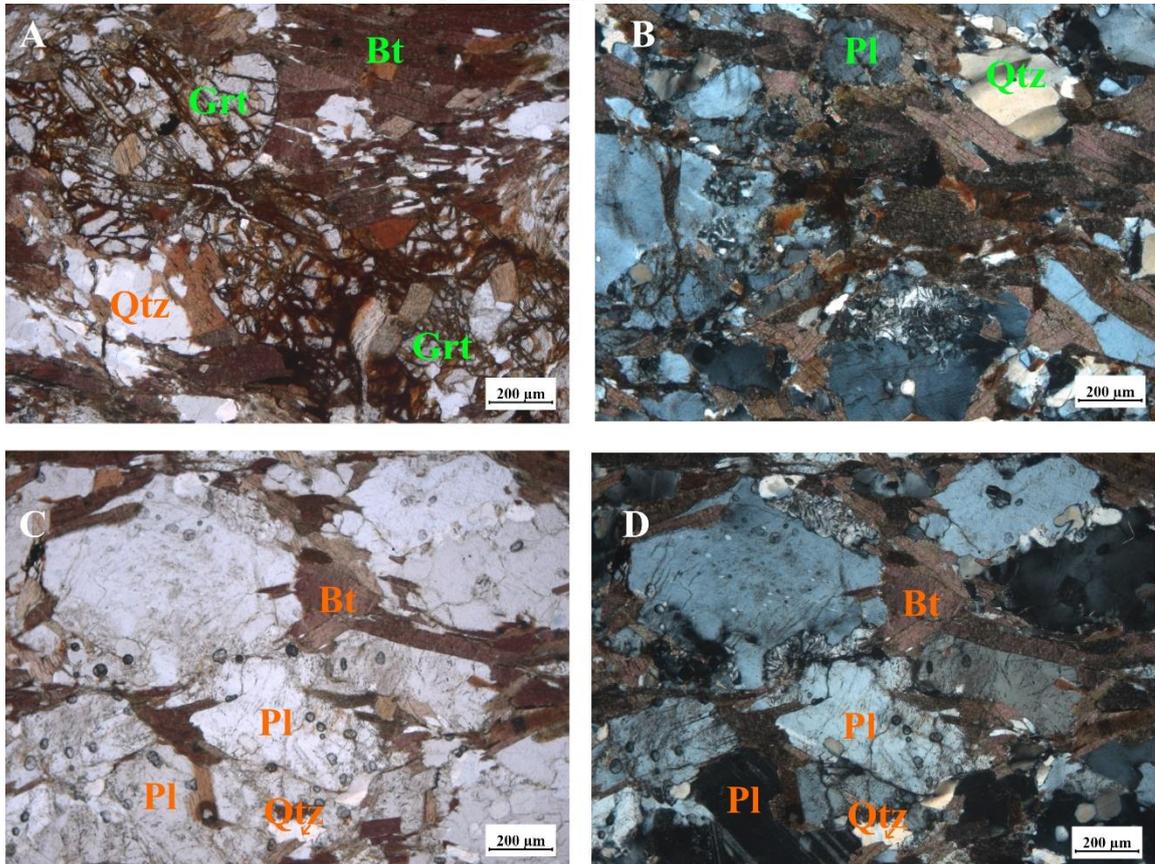
O **plagioclásio (29%)** tem granulação fina a média, apresenta extinção ondulante e localmente textura mirmequítica e antipertítica. São subidioblásticos a xenoblásticos, às vezes arredondados. Podem apresentar sericitização como processo de alteração. Podem ter inclusões de quartzo e biotita.

Granada (4%) é bem distribuída na lâmina, os grãos são subidioblásticos e tem granulometria de fina a média. Podem conter inclusões de biotita, quartzo e feldspato, mas, principalmente, biotita.

Ortoclásio, minerais opacos, muscovita e epidoto ocorrem como minerais traço. O **ortoclásio** é subidioblástico. Os **minerais opacos** têm granulação muito fina. Normalmente, encontram-se intercalados com biotita ou aos lados de granada e são geralmente xenoblásticos. A **muscovita** apresenta-se com granulação muito fina, e em contato/inclusa/entre grãos de biotita. **Epidoto** ocorre incluso em biotita com granulação muito fina.

CLASSIFICAÇÃO: Quartzo-plagioclásio-biotita xisto.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Associação de granada, biotita e quartzo com destaque para o intenso fraturamento da granada; **B** – Plagioclásio e quartzo com extinção ondulante e localmente textura mirmequítica; **C** – Associação de biotita, plagioclásio e quartzo. Nota-se a sericitização incipiente nos grãos de plagioclásio; **D** – Textura mirmequítica na borda dos grãos de plagioclásio. Imagens **A** e **C** obtidas com luz polarizada plana e **B** e **D** obtidas com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L15*

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **plagioclásio (75%)** é encontrado muitas vezes arredondado, sendo subidioblástico a xenoblástico, com predomínio deste último. Tem granulação fina a média. Eventualmente sericitizado pode apresentar recristalização por *bulging* e rotação de subgrão. Frequentemente apresenta fraturas preenchidas por óxidos.

O **quartzo (9%)** tem granulação predominantemente fina, e aparece geralmente em agregados com outros grãos de quartzo e plagioclásio. Pode apresentar deformação por migração do limite de grão e rotação de subgrão. Localmente foi observado um veio de quartzo os grãos fazem contatos retos a intelobados. Apresentam extinção ondulante e lamelas de deformação em alguns grãos, mas de forma geral a extinção ondulante não é bem pronunciada.

A **biotita (7%)** ocorre principalmente com granulação fina a muito fina, mas pode ser raramente média. Ocorre preenchendo os espaços entre os grãos de feldspatos e quartzo.

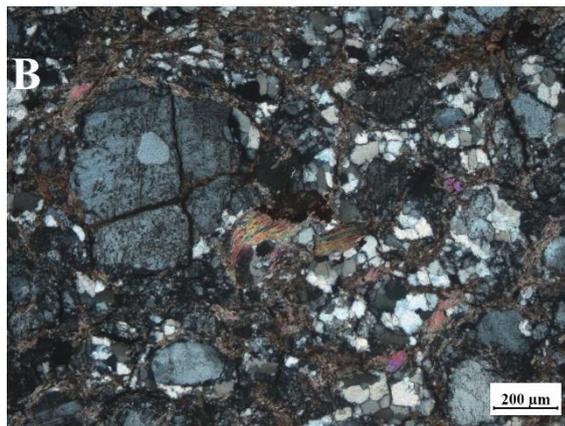
A **muscovita (4%)** tem granulação fina a média, é idioblástica a subidioblástica, está associada a biotita, e localmente ocorre com bandas *kink*. Pode fazer contato com quartzo e plagioclásio.

A **microclina (4%)** pode ter granulação fina a grossa (porfiroblastos). Apresenta-se fraturada.

Os **minerais opacos**, ocorrem como traços, tem granulação fina, e estão relacionados à biotita, entre grãos de feldspatos, preenchendo fraturas, e também como inclusões em plagioclásio. No último caso apresentam granulação muito fina. Quando em inclusões pode ser idioblástico a subidioblástico, geralmente aciculares. Com a biotita, há ocorrência de **rutilo** e minerais opacos xenoblásticos a subidioblásticos.

CLASSIFICAÇÃO: Protocataclasito.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Aspecto geral da amostra em lâmina com destaque para o intenso fraturamento do quartzo e plagioclásio e o dobramento das micas. Note-se a sericitização do plagioclásio e o preenchimento das fraturas por óxidos e hidróxidos de Fe. Imagem **A** obtida com luz polarizada plana e **B** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L18

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **plagioclásio (38%)** é inequigranular, com granulação muito fina a média, ocorre, geralmente, xenoblástico arredondado e raramente alongado. Suas maclas costumam estar orientadas em uma direção preferencial, exceto em alguns casos. Biotita frequentemente cerca os grãos de plagioclásio. Saussuritização ocorre como processo de alteração.

O **quartzo (30%)** ocorre com granulação muito fina a média e encontra-se com extinção ondulante e deformação por rotação de subgrão, com tendência a acompanhar a foliação.

O **feldspato potássico (29%)** tem granulação média a grossa e está sericitizado em alguns casos, o que ocorre por vezes com *bulging*.

A **magnetita (5%)** é idioblástica a subidioblástica, apresenta granulação fina e está disseminada na amostra.

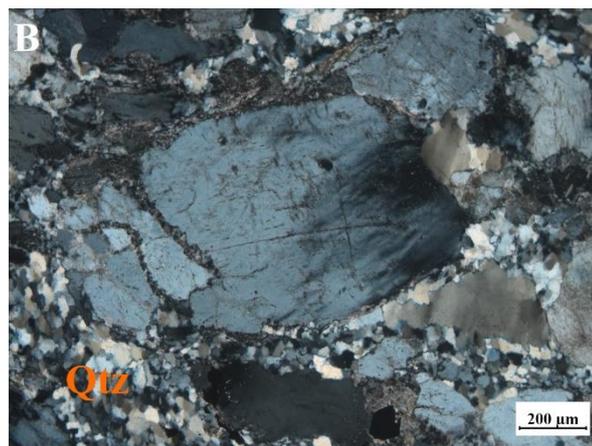
A **biotita (4%)** ocorre com granulação muito fina a fina, associada com outros minerais máficos como **granada, magnetita, titanita, muscovita**, formando finas camadas muitas vezes descontínuas, no sentido da xistosidade da rocha.

Granada, titanita e muscovita ocorrem como mineral traço. A granada ocorre idioblásticas a subidioblásticas com granulação muito fina a fina. Está associada a porções mais ricas em máficos como **biotita, titanita, muscovita e magnetita**. A **titanita** e a **muscovita** têm granulação fina.

CLASSIFICAÇÃO: Protomilonito.

Feldspato potássico-quartzo-plagioclásio gnaiss com magnetita.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Associação de microclina e quartzo mostrando extinção ondulante no quartzo e deformação por rotação de subgrão. **B** – Destaque para *bulging* no feldspato potássico e a extinção ondulante no quartzo. Imagens obtidas com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L19

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo (70%)** tem granulação fina a média, são xenoblásticos, estirados e levemente dobrados (sigmoidais). Apresentam extinção ondulante, rotação de subgrão e, localmente, *bulging* e lamelas de deformação. Também ocorrem fitas de quartzo.

Plagioclásio (21%) tem granulação fina e em algumas porções da lâmina ocorrem com quartzo granoblástico e separados por fitas de quartzo.

O **epidoto (5%)** é granoblástico, tem granulação fina, intercrescido com anfibólio e ocorre junto a piroxênio.

A **hornblenda (4%)** tem granulação fina a média, ocorre de forma disseminada. Pode ocorrer como substituição de piroxênio e está localmente substituído por clorita.

A **magnetita** ocorre como acessório e é subidioblástica a idioblástica.

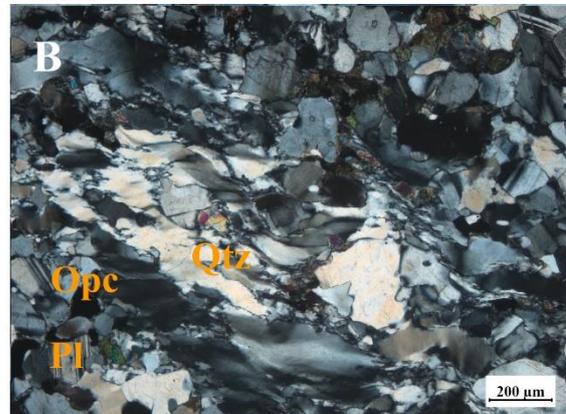
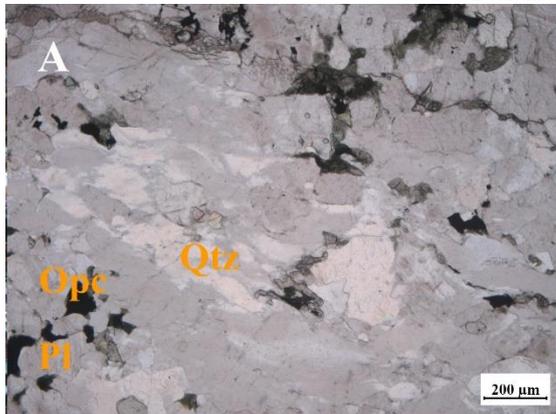
Piroxênio é um mineral traço (1%) e ocorre uralitizado; é subidioblástico e tem granulação fina a média.

Apatita, mineral traço idioblástico, ocorre com granulação muito fina, inclusa e fazendo contato com quartzo.

Também ocorre **zoisita** como mineral traço.

CLASSIFICAÇÃO: Quartzito milonitizado.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Intensa deformação dos grãos de quartzo com fitas e extinção ondulante. **C e D** – Associação de quartzo, plagioclásio, minerais opacos, anfibólio, epidoto, piroxênio e clorita. Em **D**, destaque para a extinção ondulante do quartzo. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L20

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo (79%)** é xenoblástico, e tem granulação grossa a fina, predominantemente média. Os grãos podem estar levemente estirados e definem uma direção preferencial, possuem extinção ondulante bem pronunciada no sentido da alongação dos grãos na maioria dos casos, sendo que em outros podem se encontrar perpendicularmente. O contato entre os grãos é reto a interlobado. Em alguns grãos, é possível notar recristalização por *bulging*. Apresenta inclusões de minerais opacos, biotita, apatita e granada.

Plagioclásio (6%), subidioblástico a xenoblástico, granulação fina, ocorre com diferentes graus de saussuritização, que varia de parcial até completo. Também ocorre como exsolução peritítica em cristais de feldspato potássico. Apresentam como inclusões: apatita, granada e opacos.

A **biotita (5%)**, subidioblástica, com granulação fina, define a textura lepidoblástica e pode ocorrer preenchendo fraturas em quartzo. Pode conter inclusões de apatita e alteração para **epidoto**.

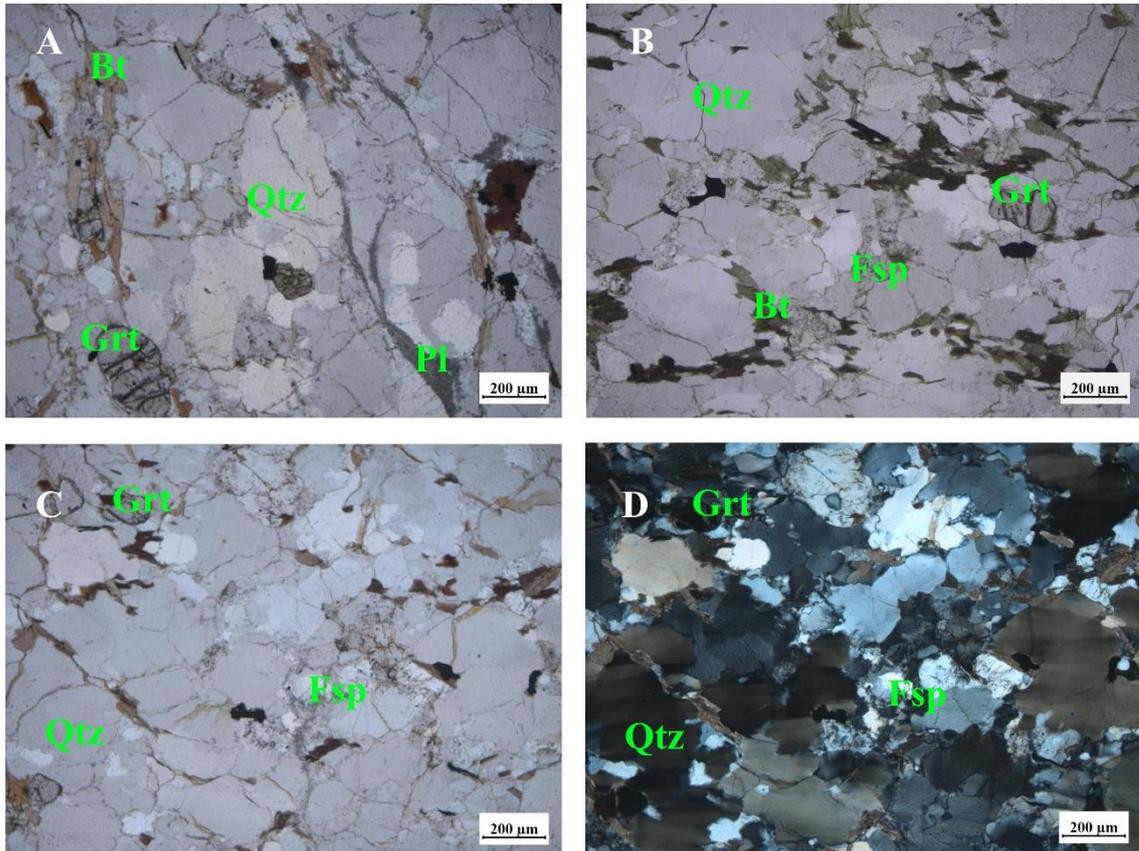
O **feldspato potássico (4%)** apresenta granulação fina e é xenoblástico a subidioblástico. Apresenta frequentemente contatos interlobados. Alguns grãos apresentam textura peritítica e leve sericitização.

A **granada (3%)**, xenoblástica a idioblástica, com granulação ultrafina a fina. Algumas apresentam fraturas. Geralmente, faz contato reto com quase todos os minerais da lâmina, exceto epidoto e apatita. Localmente apresenta inclusões de quartzo.

Apatita, ocorre como traço, são cristais ultrafinos, idioblásticos. Quando inclusas no quartzo, podem estar orientadas (no sentido da foliação), também ocorre inclusa em plagioclásio e em menor quantidade, inclusa em biotita.

CLASSIFICAÇÃO: Quartzito com plagioclásio e biotita.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Textura lepidoblástica pobremente definida por cristais de biotita, granada fraturada e quartzo e feldspatos fraturados; **B** – Quartzo e feldspato fraturados, com orientação pobre dos grãos de biotita e minerais opacos disseminados. **C** – Associação de quartzo, plagioclásio, minerais opacos, e granada. Note-se que nesta porção da amostra a distribuição geral dos minerais é aleatória; **D** – destaque para a extinção ondulante do quartzo. Imagens **A**, **B** e **C** obtidas com luz polarizada plana e **D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L21b

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **carbonato (70%)** tem granulação muito fina a média. Apresenta dobras *kink* e extinção ondulante. Localmente tem inclusões de plagioclásio e pode apresentar lamelas de deformação.

O **clinopiroxênio (11%)** tem granulometria fina a muito grossa (textura porfiroblástica), alguns grãos possuem maclas polissintéticas. Faz contatos retos a serrilhados com outros minerais como carbonato.

A **flogopita (9%)** apresenta granulação fina e é subidioblástica. Ocorre com extinção ondulante e bandas *kink*.

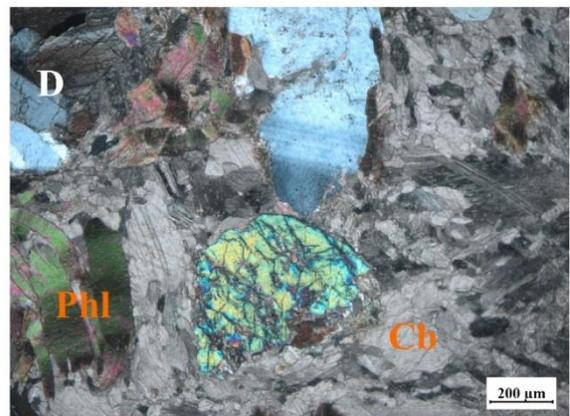
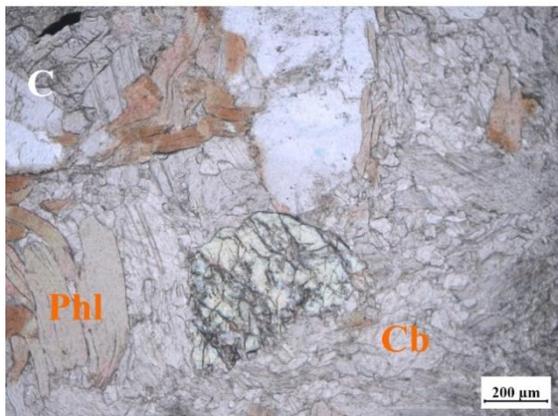
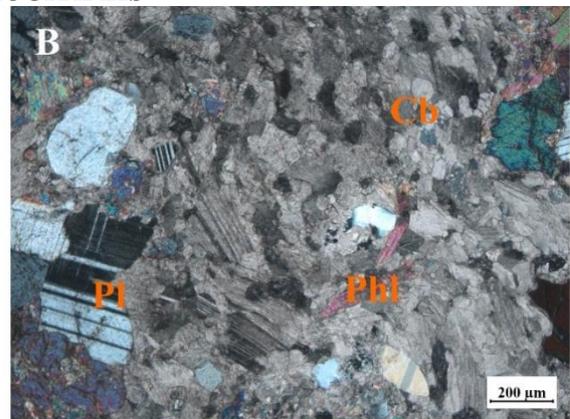
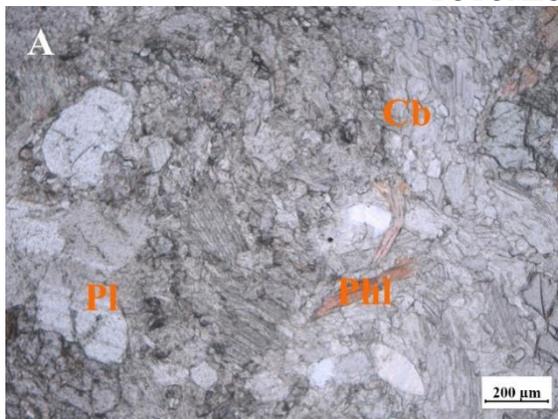
O **plagioclásio (7%)** tem granulação fina a média, é subidioblástico a xenoblástico, pode ter contatos retos a suturados.

Epidoto e anfibólio ocorrem como acessórios. Anfibólio tem granulação média e não apresenta pleocroísmo, sugerindo que seja uma magnesiohornblenda. O Epidoto ocorre xenoblástico, com granulação fina.

Minerais opacos, quartzo, feldspato potássico e titanita ocorrem como traço, com granulação fina e disseminados na lâmina.

CLASSIFICAÇÃO: Clinopiroxênio mármore com flogopita e plagioclásio.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Vista geral da amostra na qual se apresentam plagioclásio, carbonato e flogopita com bandas *kink*. É possível ver lamelas de deformação no carbonato; **C e D** – Associação do carbonato com flogopita, plagioclásio e clinopiroxênio, este último com contatos serrilhados sugerindo reações incompletas durante o processo de retrometamorfismo. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L21C

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Os **minerais opacos (37%)** são em maioria xenoblásticos e concentram-se associados com olivina. Outra parte encontra-se incluída em talco, com granulação muito fina e forma subidioblástica a idioblástica, de seções quadradas, losangulares, tabulares e aciculares, sugerindo que se trata de vários tipos de minerais opacos como pirita, magnetita e ilmenita. Ilmenita com transformação para leucóxênio também está presente.

Talco (28%) apresenta-se com granulação média a grossa, subidioblástico, com substituição retrometamórfica para clorita nas bordas.

A **olivina (28%)** tem granulação fina a grossa, algumas partes estão preservadas, mas outras encontram-se alteradas a iddingsita e, possivelmente, a minerais opacos.

O **anfíbólio**, ocorre como mineral acessório com granulação fina a média, subidioblástico a idioblástico. Monoclínico.

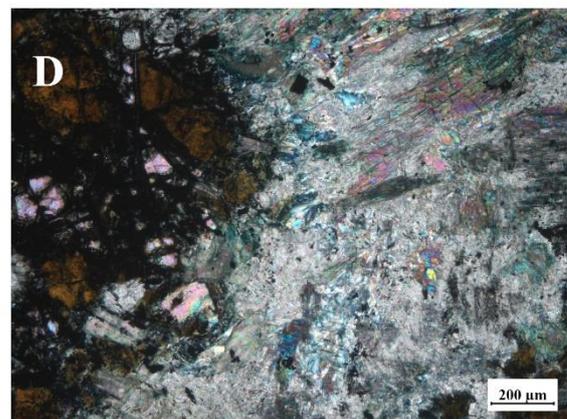
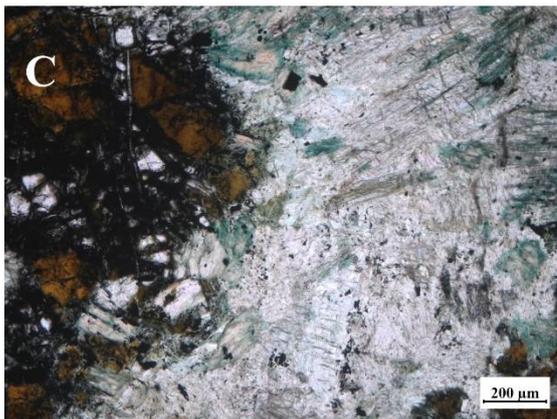
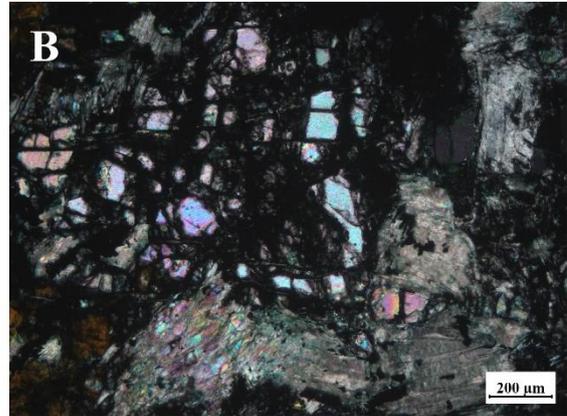
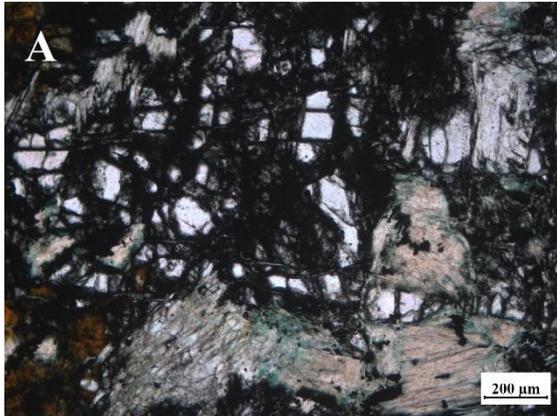
A **serpentina** ocorre como traço, em forma de grãos muito finos, xenoblástica, próximo a zonas com iddingsita e clorita.

O **epidoto** ocorre como mineral traço, com granulação fina, subidioblástico a xenoblástico, por vezes em contato com talco e anfíbólio.

Clorita ocorre como substituição de talco e também num vênulo que corta a lâmina.

CLASSIFICAÇÃO: Metaultramáfica.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Grãos de olivina, minerais opacos e talco. Os minerais opacos sugerem uma textura *mesh* e o talco, na porção inferior da imagem, apresenta bordas de substituição por clorita; **C e D** – Porção enriquecida em talco e olivina substituída por iddingsita. Note-se a quantidade de minerais opacos associados à olivina. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L23

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

A **biotita (26%)** apresenta granulação muito fina (em algumas inclusões) a média. É geralmente subidioblástica e tem textura lepidoblástica que marca a foliação. Localmente é possível notar mica branca, zircão, opacos e feldspato inclusos na biotita. Há ocorrência de cristais com bandas *kink* e com crenulação.

O **quartzo (24%)** apresenta granulação muito fina a média e é xenoblástico. Apresenta extinção ondulante bem pronunciada e localmente encontra-se estirado e com presença de recristalização por rotação de subgrão. Apresenta contatos retos com biotita e feldspatos, interlobados e serrilhados com quartzo e feldspatos. Alguns cristais apresentam inclusões de quartzo, plagioclásio e biotita. Recristalização por migração do limite de grão também ocorre.

Plagioclásio (13%) apresenta preferencialmente granulação média, os grãos são subidioblásticos a xenoblásticos e alguns cristais apresentam extinção ondulante e sericitização nas maclas polissintéticas. Podem conter inclusões de quartzo, biotita, apatita e opacos, além de presença de fraturas, com crescimento de biotita e minerais opacos. Fazem contato reto a interlobado com plagioclásio, biotita, quartzo, feldspato, potássico e muscovita.

A **granada (11%)** ocorre principalmente como poiquiloblastos, geralmente idioblástica. Apresenta sombras de pressão e inclusões de minerais opacos, quartzo, biotita, mica branca e plagioclásio.

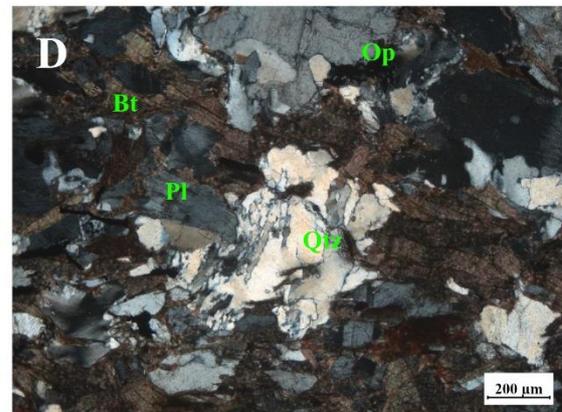
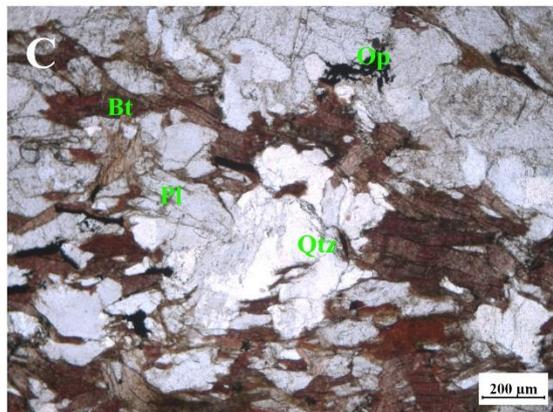
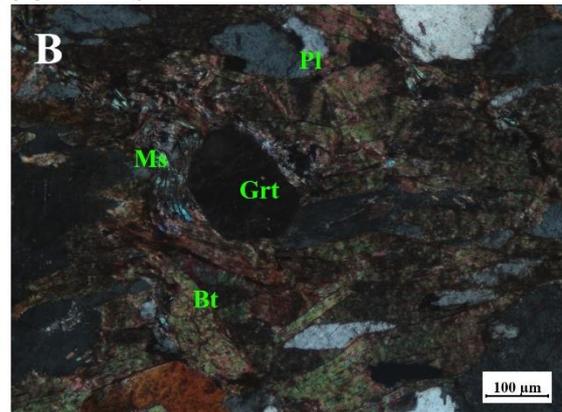
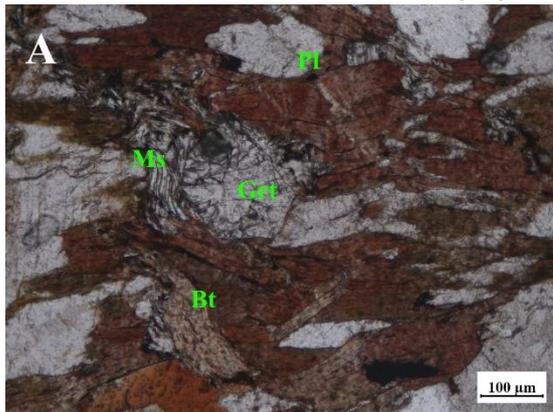
O **feldspato potássico (8%)** é xenoblástico a subidioblástico e tem granulação média.

Os **minerais opacos** ocorrem como acessórios, são idioblásticos a subidioblásticos. Estão disseminados pela lâmina, mas possuem tendência de estarem nas bordas das micas. Apresentam hábito tabular e dendrítico e seus contatos são retos a interlobados.

Muscovita ocorre como traço, tem granulação fina e é subidioblástica. É encontrada em contato ou inclusa em biotita e tem inclusões de opacos. Também está presente na biotita inclusa na granada.

CLASSIFICAÇÃO: Granada-plagioclásio-quartzo-biotita xisto com feldspato potássico.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de muscovita, granada, biotita e plagioclásio. Note-se que a muscovita e a biotita estão intercrescidas e definem a textura lepidoblástica da amostra. A granada apresenta fraturas preenchidas por muscovita mais fina do que a observada na matriz.; **C e D** – Associação de quartzo, plagioclásio, biotita e minerais opacos. O quartzo exhibe extinção ondulante e deformação por migração do limite de grão. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L24

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

A lâmina se apresenta em bandas, sendo elas: xisto com granulação fina e constituída por biotita, plagioclásio, quartzo; duas porções com granulação média a grossa, ricas em quartzo e feldspato e biotita, sugerindo que essas camadas correspondem a um dique ou um sill, porém sem evidências claras para determinar com precisão. Além dessas há presença de outra camada que contém diopsídio, carbonato, titanita, feldspato potássico e plagioclásio, essa camada tem uma pequena zona de transição com a parte xistosa, enquanto o contato com os possíveis diques/sill é abrupto.

O **plagioclásio** (53%) ocorre com granulação de muito fina a grossa, às vezes, ocorre com zonamento oscilatório e, frequentemente, apresenta extinção ondulante. Pode apresentar fraturas e preenchimento por carbonato. Localmente apresenta saussuritização de leve a intensa. Nos veios apresenta localmente *bulging* e pode estar em agregados com plagioclásio de granulação média. Na porção do xisto rico em biotita, o feldspato encontra-se com granulação fina, xenoblástico a subidioblástico, frequentemente com contatos serrilhados e com extinção ondulante. Pode ter inclusão de zircão. Pode apresentar microfraturas. Apatita é muito frequente incluída em plagioclásio, tem granulação muito fina e é idioblástico.

Biotita (13%) apresenta textura lepidoblástica e granulação muito fina a média. Raramente, pode ocorrer substituição para clorita. Pode ter inclusão de opacos. Na porção quartzofeldspática está relacionada a granadas.

Anfibólio (12%), xenoblástico, granulação fina a média. Alguns cristais estão substituídos por epidoto. Pode apresentar bandas kink.

Titanita (7%) ocorre desde grãos com granulação fina a média. É xenoblástica a idioblástica. Ocorre com maior frequência e maiores à medida que a rocha fica com mais anfibólio e carbonato.

Quartzo (4%) quando se apresenta no possível veio de deformação por rotação de subgrão, no geral apresenta extinção ondulante muito bem pronunciada e granulação média. Em outras porções da lâmina, pode aparecer com granulação fina e extinção ondulante menos pronunciada que nos veios.

O **carbonato**, acessório, ocorre xenoblástico, preenchendo fraturas de plagioclásio, junto com o diopsídio define a textura granoblástica.

Minerais opacos, minerais acessórios, ocorrem principalmente nas porções com biotita. Ilmenita ocorre idioblástica de granulação muito fina e, provavelmente, outros minerais opacos também ocorrem, como magnetita que está incluída em biotita, minerais opacos subidioblásticos a xenoblásticos não identificados também ocorrem.

Feldspato potássico ocorre nos veios, com granulação muito fina a fina, mas há ocorrência de um único cristal com granulação grossa e textura gráfica. São xenoblásticos a idioblásticos.

A **zoisita** e **clinozoisita** são minerais acessórios, ocorrem xenoblásticas a subidioblásticas, próximos à porção de mármore com diopsídio.

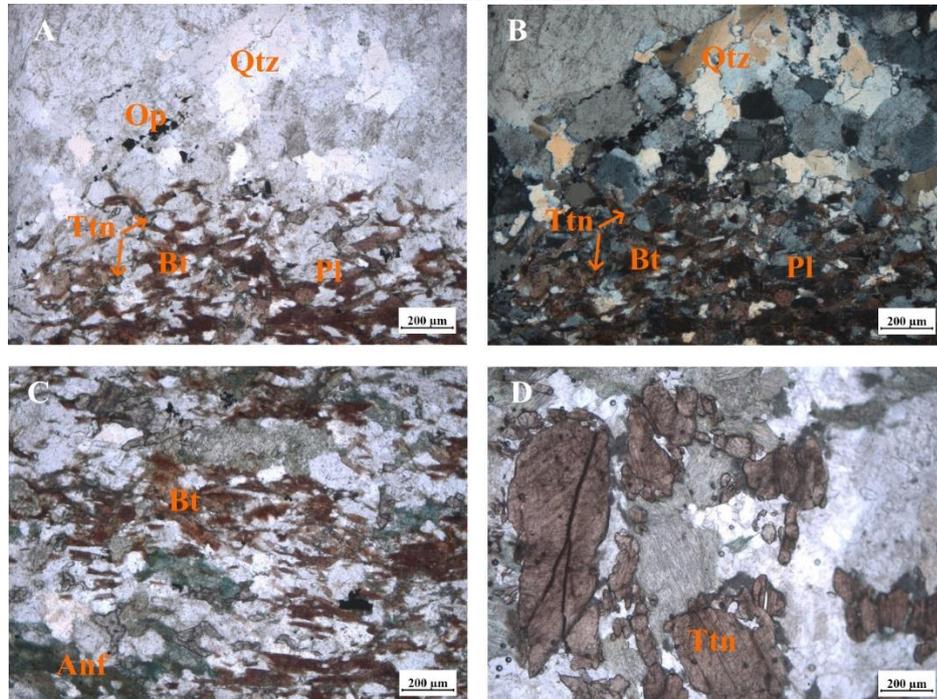
O **diopsídio** ocorre como acessório, possui granulação média e ocorre próximo a uma porção rica mais carbonato.

Granada ocorre como traço e apresenta granulação fina e é subidioblástica.

Epidoto, ocorre como traço, pode ocorrer como substituição retrometamórfica de anfibólio ou como mineral progrado, principalmente associado com anfibólio e plagioclásio.

CLASSIFICAÇÃO: Anfibólio-biotita-plagioclásio xisto com titanita.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de quartzo, biotita e plagioclásio como minerais opacos e titanita disseminada. Notem-se os contatos suturados entre os grãos de quartzo e a extinção ondulante; **C** – Textura lepidoblástica definida pela orientação de biotita e associação com anfibólio; **D** – Titanita em porções enriquecidas em carbonatos e anfibólio. Imagens **A, B e C** obtidas com luz polarizada plana e **D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L24*

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

A porção de xisto é composta por plagioclásio (57%), biotita (25%), quartzo (13%), minerais opacos como acessório, zircão, titanita, e sillimanita como traço.

O plagioclásio é xenoblástico, arredondados a sigmoidais, frequentemente com biotita nas bordas. As maclas costumam seguir a foliação. Altera por saussuritização e a argilominerais.

O **quartzo** ocorre na forma de lentes e disseminado. As lentes podem ser sigmoidais e o contato dentro destas costuma ser interlobado, podendo ser reto, são xenoblásticos. Os grãos apresentam extinção ondulante bem pronunciada e em alguns grãos lamelas de deformação. Podem ter inclusão de quartzo. Quanto a deformação, recristalização por *bulging* e rotação de subgrão. O restante do quartzo é xenoblástico com granulação fina a média.

A **biotita** apresenta granulação muito fina a grossa, marca a textura lepidoblástica, alguns grãos se apresentam oblíquos ou perpendiculares ao sentido desta. Pode ter inclusões de monazita e de minerais opacos. Substituição retrometamórfica para clorita ocorre raramente.

Os **minerais opacos** se apresentam como acessórios, concentrados nas bordas da biotita e às vezes como inclusão, encontrado também nas clivagens. Tem granulação muito fina a fina, quando fina, são xenoblásticos a subidioblásticos.

Ocorrem **titanita** subidioblástica e **sillimanita** idioblástica como traços. Ambas estão orientadas com a foliação principal.

Na zona de transição para a os *boudins* calciossilicáticos nota-se grande substituição de biotita por clorita, e maior concentração de titanita e presença de epidoto.

A parte calciossilicática é composta por diopsídio (69%), anfibólio (13%), plagioclásio (8%), Epidoto (7%) titanita como acessório, clorita como substituição de anfibólio, carbonato e clinozoisita como traços.

O **diopsídio** tem granulação grossa a muito grossa. Está uralitizado incipientemente em toda extensão, mas também pode ocorrer nas bordas. Localmente foi observada a ocorrência de uma microfratura sinistral. Raramente tem macla polissintética.

Anfibólio tem granulação média e é subidioblástico, por vezes alongado. Pode estar com substituição retrometamórfica por clorita.

Plagioclásio é subidioblástico e tem granulação fina a média. Há ocorrência com bandas *kink*. Tem extinção ondulante e saussuritização.

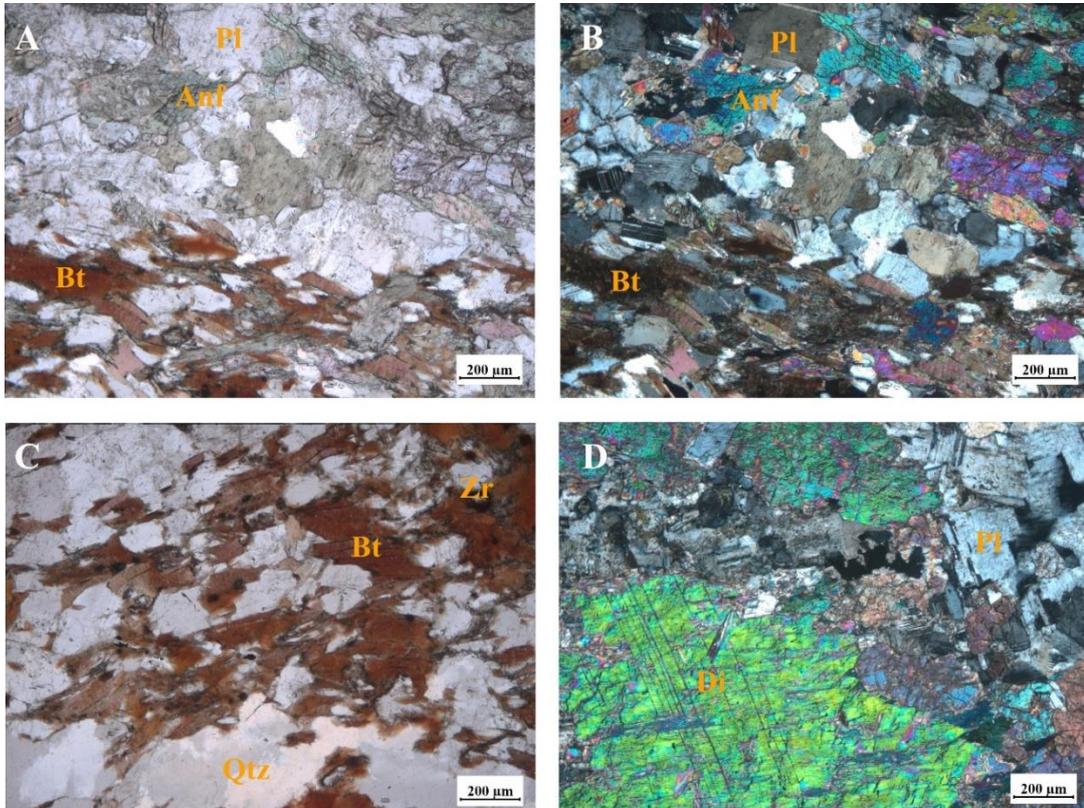
Epidoto tem granulação muito fina a fina. Pode ser xenoblástico a idioblástico, ocorre na seção {100} com geminação lamelar.

A **titanita**, é acessório, aparece nessa porção com granulação média e fraturas.

Carbonato e **clinzoisita** ocorrem como traço, a clinzoisita é xenoblástica e tem granulação média. O carbonato é encontrado incluso em plagioclásio.

CLASSIFICAÇÃO: Quartzo- biotita-plagioclásio xisto associado a com porção calciossilicática

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de anfibólio, plagioclásio e biotita na porção xistosa da amostra. Podem ser observados níveis com maior concentração de anfibólio e outros com maior concentração de biotita, esta última com pequenas inclusões de monazita e incipientemente cloritizada. Note-se o processo inicial de saussuritização no plagioclásio. **C** – Visão geral da zona rica em biotita onde é possível notar algumas inclusões de monazita. **D** – Diopsídio em paragénesese com plagioclásio. Imagens **A** e **C** obtidas com luz polarizada plana e **B** e **D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L25

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo** (63%) tem granulação fina a média, é subidioblástico e apresenta extinção ondulante. Os grãos ocorrem com muitas fraturas e contatos entre retos a serrilhados.

A **muscovita** (17%) tem granulação fina e forma subidioblástica a xenoblástica. Pode apresentar extinção ondulante e não tem direção preferencial.

Feldspato potássico (12%) está presente como um porfiroblasto de granulação muito grossa, com extinção ondulante e textura gráfica com inclusões de quartzo. Apresenta textura mirmequítica e alterações de sericita e argilominerais.

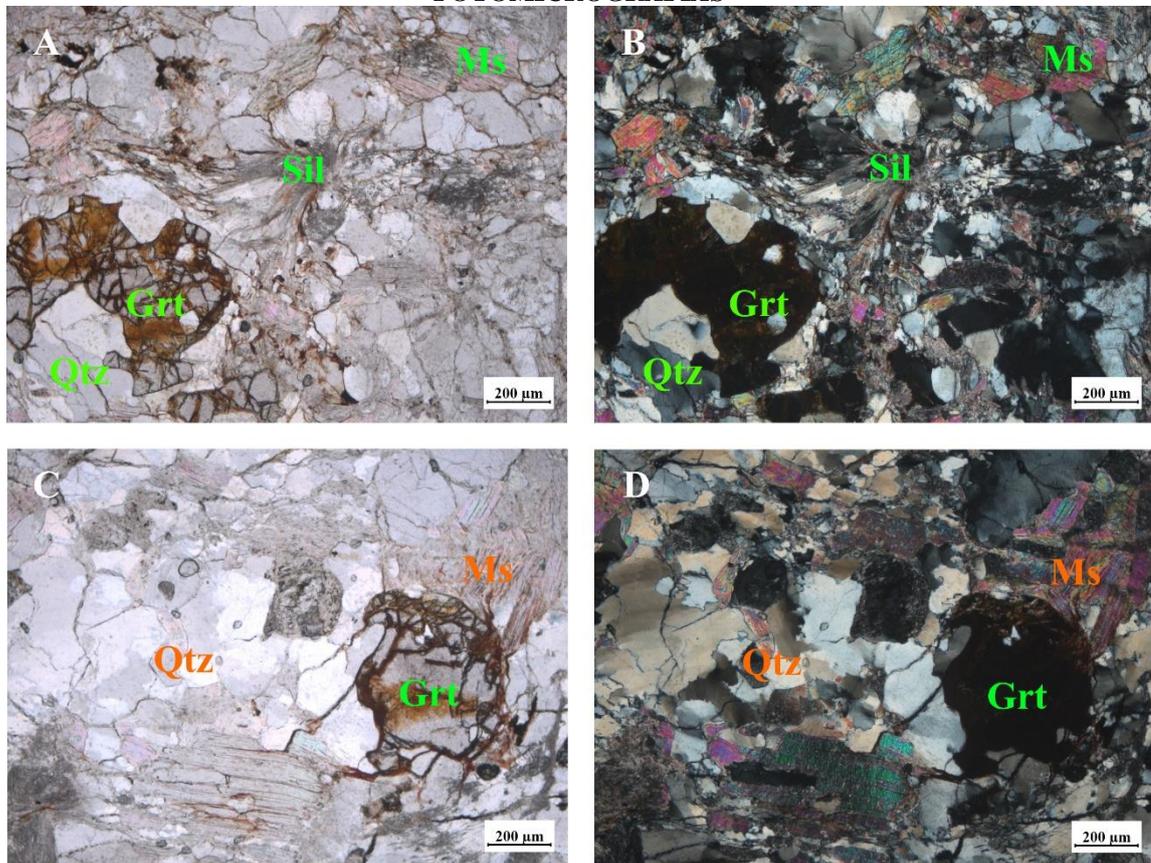
A **sillimanita** (fibrolita) (8%) tem granulação fina a média e, geralmente, está alongada em uma direção preferencial ou perpendicular à foliação principal.

A **granada** (3%) é mineral acessório, tem granulação fina, é xenoblástica a idioblástica. Apresenta diversas fraturas e pode exibir inclusões de quartzo.

Plagioclásio está presente como mineral traço. Apresenta granulação fina e está saussuritizado.

CLASSIFICAÇÃO: Feldspato potássico- muscovita-quartzo granofels com sillimanita

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de fibrolita, granada, muscovita e quartzo. Note-se que a granada está intensamente fraturada e oxidada. **C e D** – Quartzo, granada e muscovita. É possível notar extinção ondulante no quartzo e na muscovita. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L36

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo** (39%) apresenta granulação muito fina, quando como inclusão, a média na amostra como um todo. Pode ser encontrado estirado e com a extinção ondulante no sentido da foliação, ou não estirado/menos estirado e em outra direção. Localmente apresenta recristalização por migração do limite de grão. O contato com outros minerais pode ser reto, serrilhado, predominantemente interlobados. Faz contato com biotita, quartzo, feldspato potássico e plagioclásio e apresenta inclusões de quartzo e biotita.

O **plagioclásio** (37%) apresenta granulação média, é xenoblástico a subidioblástico. Apresenta sericitização e saussuritização. Possuem inclusões de feldspatos, quartzo, epidoto, biotita, apatita e faz contato reto a interlobado com outros minerais.

A **biotita** (10%), com granulação fina a média, é subidioblástica e define a textura lepidoblástica. Apresenta como inclusões: zircão, quartzo e epidoto. Alguns cristais são maclados.

A **microclina** (5%) apresenta granulação média, xenoblástico e localmente apresenta textura pertítica.

O **anfíbólio**, acessório (3%), tem granulação fina a média, é subidioblástico a xenoblástico. Apresenta pleocroísmo de verde a marrom. Alguns cristais apresentam geminação simples. Tem inclusões de quartzo, feldspatos e minerais opacos.

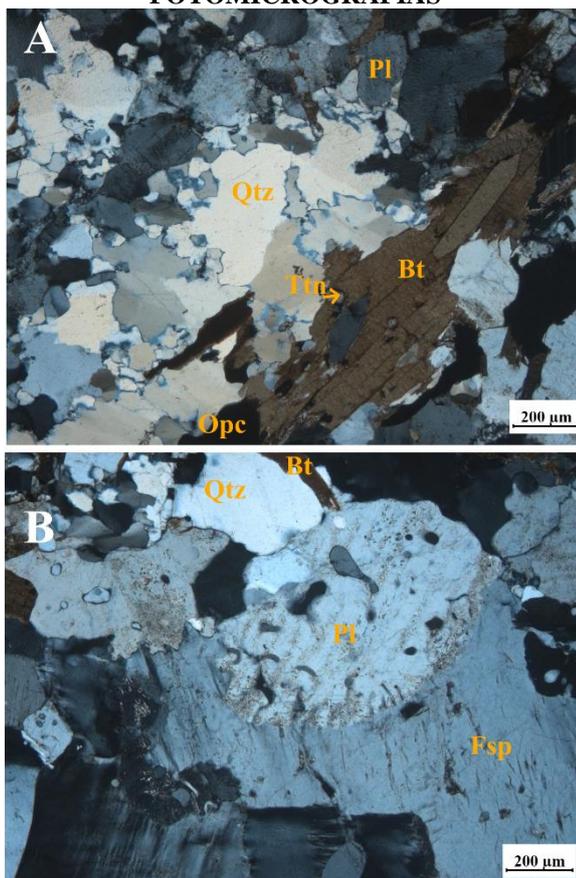
Os **minerais opacos**, são acessórios, têm granulação muito fina a fina e encontram-se xenoblásticos a idioblásticos. Apresentam formato tabular, pentagonal, quadrado, hexagonal e trapezoidal. Podem ser encontrados seguindo a foliação e disseminados.

A **allanita**, mineral acessório, apresenta granulação fina, é subidioblástica a idioblástica, pode apresentar inclusões de epidoto. Faz contato com biotita e plagioclásio.

Zircão, apatita e epidoto aparecem como minerais traço.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo gnaiss.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Associação de biotita, plagioclásio, titanita e quartzo com recristalização por migração do limite de grão; **B** – Plagioclásio sericitizado, textura mirmequítica e feldspato potássico com textura pertítica. Imagens obtidas com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L39

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **plagioclásio** (52%) tem granulação fina a média, é geralmente xenoblástico e possui muitas inclusões de opacos com granulação ultrafina. Alguns dos grãos observados apresentam-se levemente saussuritizados, com variação nos tipos de geminação, sendo que se apresentam de tipo albita, algumas de tipo periclínio e raramente, albita-Carlsbad.

O **epidoto** e a **clinozoisita** (33%) são subidioblástico a idioblásticos, contudo é encontrado-se dificuldade em separar devido ao intercrescimento. Muitos dos grãos apresentam zonamento pela cor, sendo as bordas mais intensamente pleocroicas, em tons de amarelo, do que os núcleos. Em muitos casos foram encontradas acumulações de minerais opacos e titanita nas bordas e, eventualmente, concentrados em alguns planos de foliação. Em associação tem granulação muito fina a média e apresentam textura nematoblástica pobremente definida.

O **feldspato potássico** (8%) pode ser encontrado na sua variedade ortoclásio, porém alguns grãos sugerem ser microclina. Tem granulação fina a média e são em geral xenoblásticos com alguns grãos subidioblásticos, sempre acompanhando as concentrações de plagioclásio.

O **quartzo** (3%) ocorre de forma disseminada, com granulação média a fina e com formas xenoblásticas que sugerem recristalização tardia.

Os **minerais opacos**, acessório, têm granulação muito fina, geralmente estão inclusos ou em bordas de plagioclásio e são aciculares (ilmenita?). Seções quadradas indicam presença de magnetita, bem como, leve magnetismo na amostra de mão. Alguns dos opacos apresentam bordas de substituição por titanita, sugerindo que se trata de ilmenita, e por sua vez em algumas ocorrências é possível nota a presença de leucoxênio. Os minerais opacos junto com a titanita são observados nos interstícios de minerais do grupo do epidoto e plagioclásio.

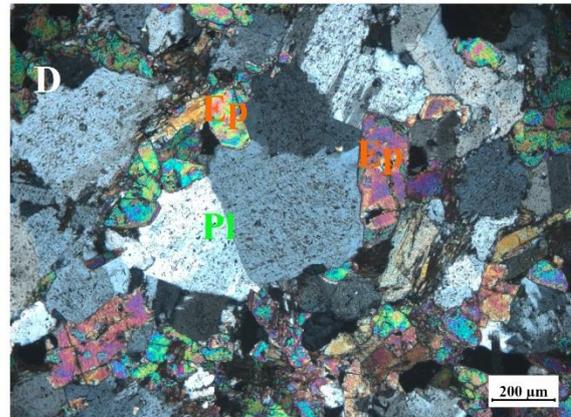
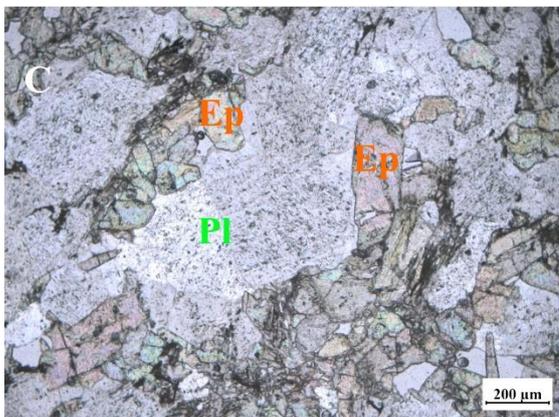
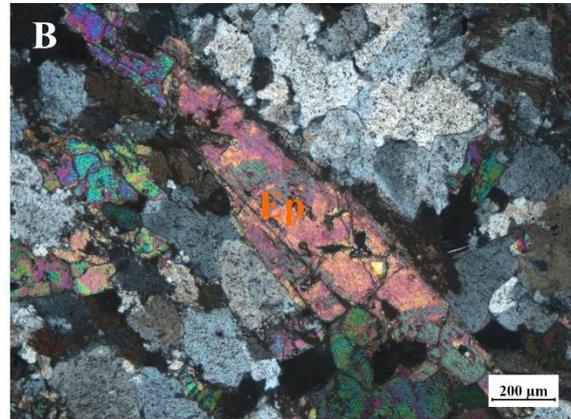
Zoisita e **titanita** ocorrem como traços, geralmente disseminado e como bordas de substituição respectivamente.

A **clorita** mostra-se xenoblástica, provavelmente produto de substituição retrometamórfica de biotita.

A **biotita** somente é encontrada preenchendo pequenos espaços entre grãos de plagioclásio e epidoto.

CLASSIFICAÇÃO: Epidoto-plagioclásio gnaiss com ortoclásio.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Associação de plagioclásio, epidoto e minerais opacos por borda de titanita. Note-se que na porção centro-esquerda da imagem é possível observar cores anômalas de interferência que pertencem a clinozoisita. **C e D** – Associação de plagioclásio, epidoto, com destaque para geminação de tipo Carlsbad do plagioclásio. Imagens **A e C** obtidas com luz polarizada plana e **B e D** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L39*

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Anfibólio (76%), Cummingtonita(?), é fibroso, e tem granulação fina a grossa. Está moderadamente orientado e alguns grãos apresentam fraturas.

Epidoto (13%) tem granulação fina a média e é subidioblástico.

Plagioclásio (6%) tem granulação muito fina. Fazem contatos interlobados com outros cristais de plagioclásio. Agregado de plagioclásio ocorre em espaços sem conexão entre si entre anfibólios. Pode ocorrer em contato com epidoto.

Piroxênio, clinzoisita e minerais opacos são acessórios.

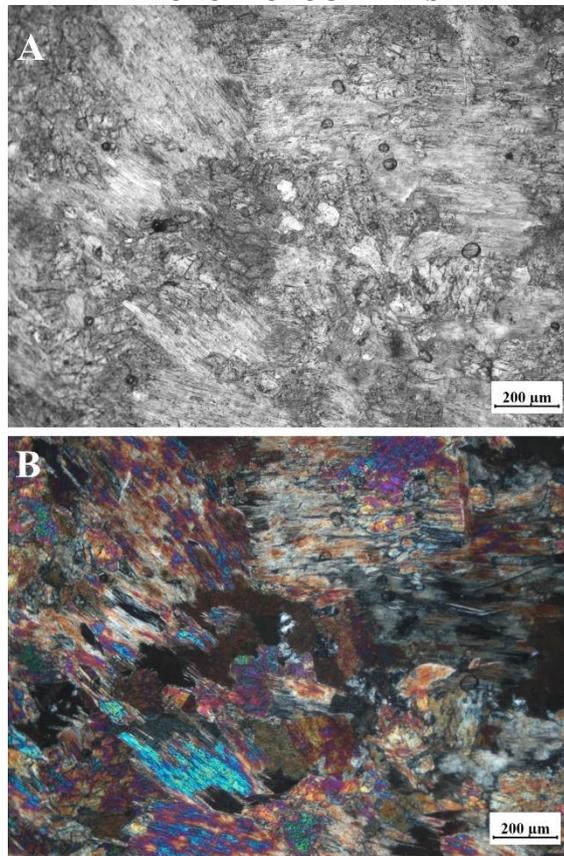
O **piroxênio** tem granulação muito fina e alguns núcleos preservados no centro de anfibólio de uralitização.

A **clinzoisita** tem granulação média e é xenoblástica.

Os **minerais opacos** têm granulação fina a média e são idioblásticos.

CLASSIFICAÇÃO: Cummingtonitito

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Aspecto geral da lâmina mostrando os anfibólios fibrosos moderadamente orientados. Imagem **A** obtidas com luz polarizada plana e **B** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L41

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo** (46%) apresenta granulação fina, quando em inclusões, a grossa. Ocorre com extinção ondulante bem pronunciada e é xenoblástico. Mostra-se com diversas fraturas, algumas delas estão preenchidas por biotita. Está frequentemente orientado. Pode ter inclusões de quartzo e apatita, esta última com granulação muito fina. Faz contato com todos os minerais da rocha.

O **plagioclásio** (33%) tem granulação fina a média, xenoblástico a subidioblástico. Frequentemente apresenta inclusões de biotita e outros feldspatos e os contatos variam de reto a interlobado com outros minerais.

A **biotita** (16%) apresenta granulação muito fina a média e é subidioblástica. Define a textura lepidoblástica. Alguns grãos apresentam dobras *kink* e pode ter inclusões de zircão e minerais opacos e estes costumam estar nas bordas.

Muscovita é um mineral traço, com granulação muito fina, está relacionada à biotita, e pode ocorrer intercrescido ou nas bordas da biotita.

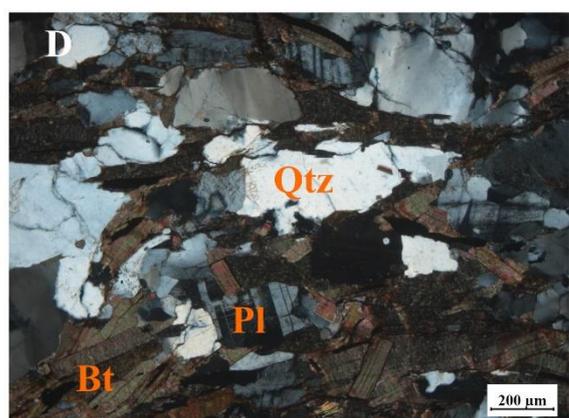
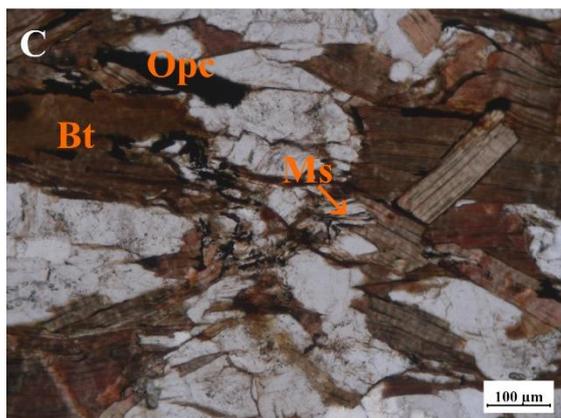
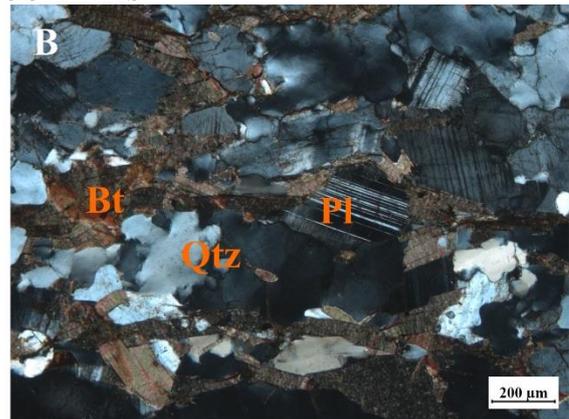
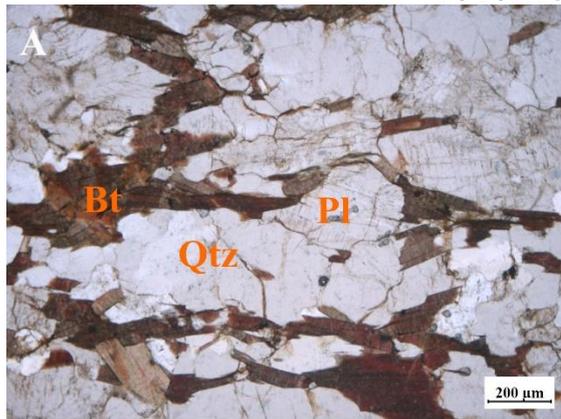
A **granada**, mineral acessório, tem granulação média e é subidioblástica a idioblástica. Algumas apresentam inclusões arredondadas de quartzo com granulação muito fina a fina. Há, ainda, presença de inclusões de biotita e plagioclásio. Apresentam diversas fraturas.

Os **minerais opacos** são traços, apresentam granulação fina a muito fina (quando inclusos em granada), são subidioblásticos a idioblástico. Geralmente são tabulares quando inclusos ou em contato com a biotita.

A **sillimanita** (variedade fibrolita) está presente como traço e segue a foliação principal, faz contato com biotita e quartzo e pode ser encontrada perto de granada.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo xisto.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – biotita com textura lepidoblástica, quartzo com extinção ondulante e plagioclásio. C - Muscovita, biotita e opacos, mostrando associação comum nas amostras desta unidade. D – Quartzo com extinção ondulante, plagioclásio com geminação polissintética e biotita. Imagens A e C obtidas com luz polarizada plana e B e D com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L42

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **quartzo** (55%) ocorre com granulação muito fina a média. Há presença de grãos com lamela de deformação e *bulging*. Localmente se observa recristalização por migração do limite de grão. Apresenta extinção ondulante e contato reto a suturado com outros grãos e pode localmente apresentar rotação de subgrão. Pode ter inclusões de apatita, mineral traço, com granulação muito fina e idioblástica.

O **feldspato potássico** (36%) ocorre como microclina e ortoclásio. Vários cristais apresentam textura pertítica e podem exibir extinção ondulante e *bulging*. São subidioblásticos a xenoblásticos e alguns cristais mostram sericitização.

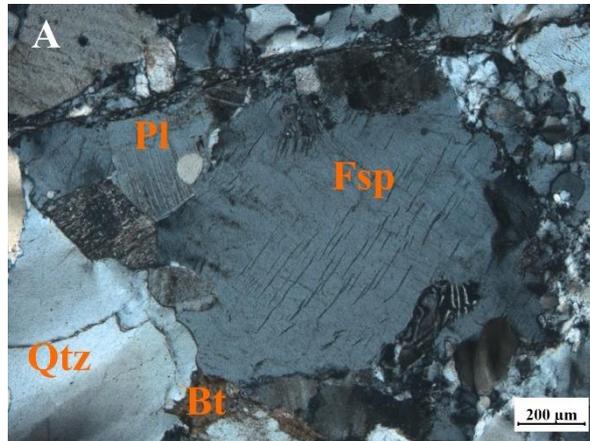
A **biotita** (5%) tem granulação fina e é subidioblástica, geralmente segue direção preferencial definindo a textura lepidoblástica, mas ocorre também preenchendo fraturas.

O **plagioclásio** (4%) apresenta granulação fina e é xenoblástico. Alguns apresentam textura mirmequítica.

Allanita ocorre como mineral traço, tem granulação muito fina a fina, idioblástica com corona de epidoto. Ocorrem perto de quartzo e **zircão**, também mineral traço, de granulação muito fina e idioblástico.

CLASSIFICAÇÃO: Feldspato potássico-quartzo gnaisse.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Associação de feldspato potássico, plagioclásio e quartzo. Destaque para textura pertítica na parte central da imagem e a extinção ondulante do quartzo. **B** – Quartzo com recristalização por migração do limite de grão. Imagens obtidas com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L44

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **plagioclásio (67%)** é granoblástico, idióblástico a subidioblástico, com granulação fina a média, mas geralmente equigranular (média). As maclas polissintéticas tendem a seguir a uma direção preferencial, mas não de forma bem definida. Tem textura granoblástica. Os contatos são geralmente retos, mas também podem ser interlobados, e ocorrem com quartzo, plagioclásio, anfibólio e epidoto. Podem ocorrer inclusões de quartzo, apatita, titanita, minerais opacos e anfibólio.

O **quartzo (15%)** tem granulação muito fina, em algumas inclusões, a média. É xenoblástico e apresenta extinção ondulante. Faz contato reto a interlobado (principalmente interlobado) com plagioclásio, quartzo, anfibólio. Tem inclusões de apatita.

A **hornblenda (13%)**, xenoblástico a subdoblástico. Em alguns cristais é possível notar geminação. Fazem contatos retos a interlobados. Estão moderadamente orientados em uma direção preferencial o que define de forma incipiente a textura nematoblástica. Apresentam inclusões de titanita, quartzo, epidoto e minerais opacos. O epidoto também pode aparecer como substituição nas bordas.

O **feldspato potássico (5%)**, xenoblástico, com granulação fina a média, aparece com maclas simples. Faz contato reto com outros feldspatos e quartzo e pode apresentar contato serrilhado a interlobado com anfibólio. Pode apresentar sericitização.

Minerais opacos, titanita, epidoto, allanita, apatita e zircão aparecem como minerais traço.

Os **minerais opacos** apresentam granulação muito fina. São subidioblásticos a xenoblásticos. Podem estar inclusos em plagioclásio e anfibólio.

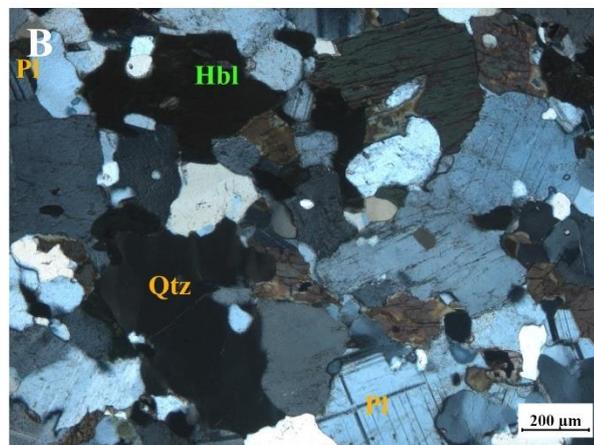
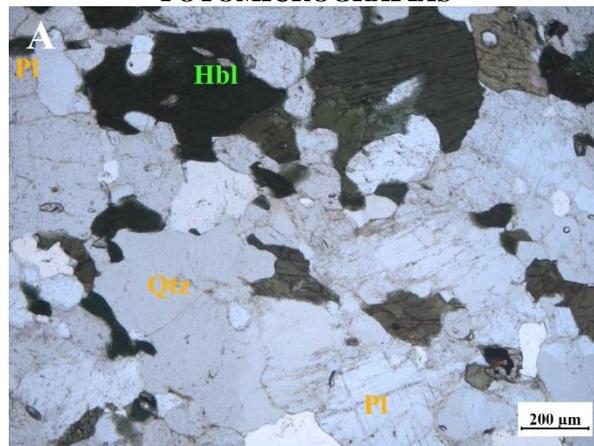
Os cristais de **titanita** são xenoblásticos a subidioblásticos, com granulação muito fina a fina, e fazem contato com plagioclásio.

A **allanita** está presente em um cristal de granulação fina, ao redor do grão há cristais de epidoto com granulação ultrafinos a muito finos.

O **epidoto**, xenoblástico a subidioblástico, de granulação ultrafina a muito fina, encontra-se em contato com anfibólio, plagioclásio, allanita e incluso em plagioclásio e anfibólio.

CLASSIFICAÇÃO: Hornblenda-quartzo-plagioclásio gnaiss.

FOTOMICROGRAFIAS



A e B – Aspecto geral da amostra com associação de hornblenda, plagioclásio e quartzo. É possível notar a sericitização incipiente do plagioclásio. Imagens **A** obtida com luz polarizada plana e **B** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA L51

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

O **plagioclásio (43%)** apresenta granulação fina a média. Por vezes, se encontra saussuritizado. É subidioblástico e faz contato com biotita e quartzo. Alguns grãos apresentam extinção ondulante. Faz contato reto a interlobado com biotita. Localmente faz contato com zoisita e allanita com coroa de epidoto. Apresenta inclusões de quartzo.

O **quartzo (27%)**, com granulação muito fina a média, encontra-se geralmente estirado, sendo esse estiramento nem sempre no sentido da foliação, que é marcada por biotitas e anfibólio. Apresenta extinção ondulante e localmente recristalização por migração do limite do grão e recristalização por rotação de subgrão. Alguns grãos estão fraturados. O quartzo faz contato reto, serrilhado e interlobado com outros grãos de quartzo e, principalmente, interlobado com outros minerais. Pode apresentar inclusões de grãos muito finos de minerais opacos e apatita.

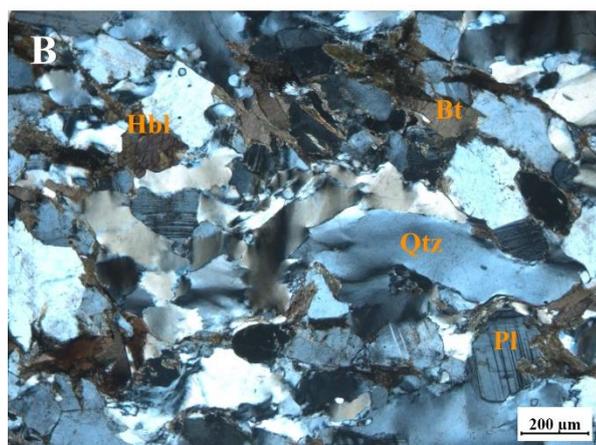
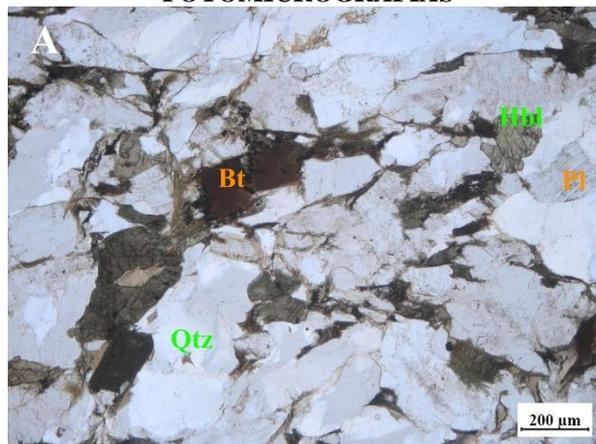
A **biotita (14%)** apresenta granulação muito fina a média, geralmente é subidioblástica. Apresenta textura lepidoblástica marcando a foliação, mas alguns grãos cortam-na. Pode apresentar inclusões de quartzo, epidoto e opacos, as inclusões têm granulação muito fina. Faz contato com quartzo, plagioclásio, epidoto, feldspatos e anfibólio.

A **hornblenda (9%)** tem granulação média e é xenoblástica a subidioblástica. Por vezes, apresenta hábito esqueletal. Alguns grãos estão substituídos por biotita. Possui inclusões de minerais opacos, quartzo, epidoto e biotita. Em muitos casos, faz contato reto com a biotita e reto a serrilhado, passando por interlobado, com biotita, quartzo, plagioclásio e epidoto.

O **feldspato potássico (6%)**, xenoblástico a subidioblástico, com granulação média, é geralmente arredondado, por vezes, apresenta sericitização. Apresenta inclusões de biotita com inclusão de epidoto, opacos.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-quartzo-plagioclásio Gnaiss com hornblenda e foliação milonítica.

FOTOMICROGRAFIAS



A – Associação de plagioclásio, quartzo e biotita. É possível notar que algumas bordas da biotita apresentam uma leve substituição por clorita, nota-se também fratura na biotita; **B** – Quartzo alongado e com intensa extinção ondulante. Na imagem é possível observar o dobramento da biotita na associação com os demais componentes da amostra. Imagem **A** obtida com luz polarizada plana e **B** com luz polarizada cruzada.

FICHA PETROGRÁFICA CA-138**DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA**

O **quartzo** (47%) encontra-se com granulação fina como em inclusões, mas na amostra é geralmente grossa. Apresenta extinção ondulante. Pode conter inclusões de feldspato, plagioclásio e biotita, estes com granulação muito fina. Faz contato reto a interlobado com outros cristais e, ocasionalmente, encontra-se alongado seguindo a foliação.

O **plagioclásio** (25%) é xenoblástico. Apresenta extinção ondulante e ocasionalmente contém inclusões de quartzo. Há uma ocorrência com inclusão de granada. Apresenta saussuritização incipiente.

A **biotita** (21%) tem granulação fina a média, é subidioblástica e apresenta textura lepidoblástica. Frequentemente pode estar intercalada ou bordejada por minerais opacos de granulação muito fina a média, e também estão associados cristais de muscovita, com granulação muito fina a fina. Apresenta inclusões de zircão.

A **granada** (3%), mineral acessório, é subidioblástica a xenoblástica, com granulação fina a grossa. Está concentrada nas camadas ricas em biotita e, quando poiquiloblásticas, possui inclusões de opacos com granulação muito fina. Algumas granadas têm sombra de pressão.

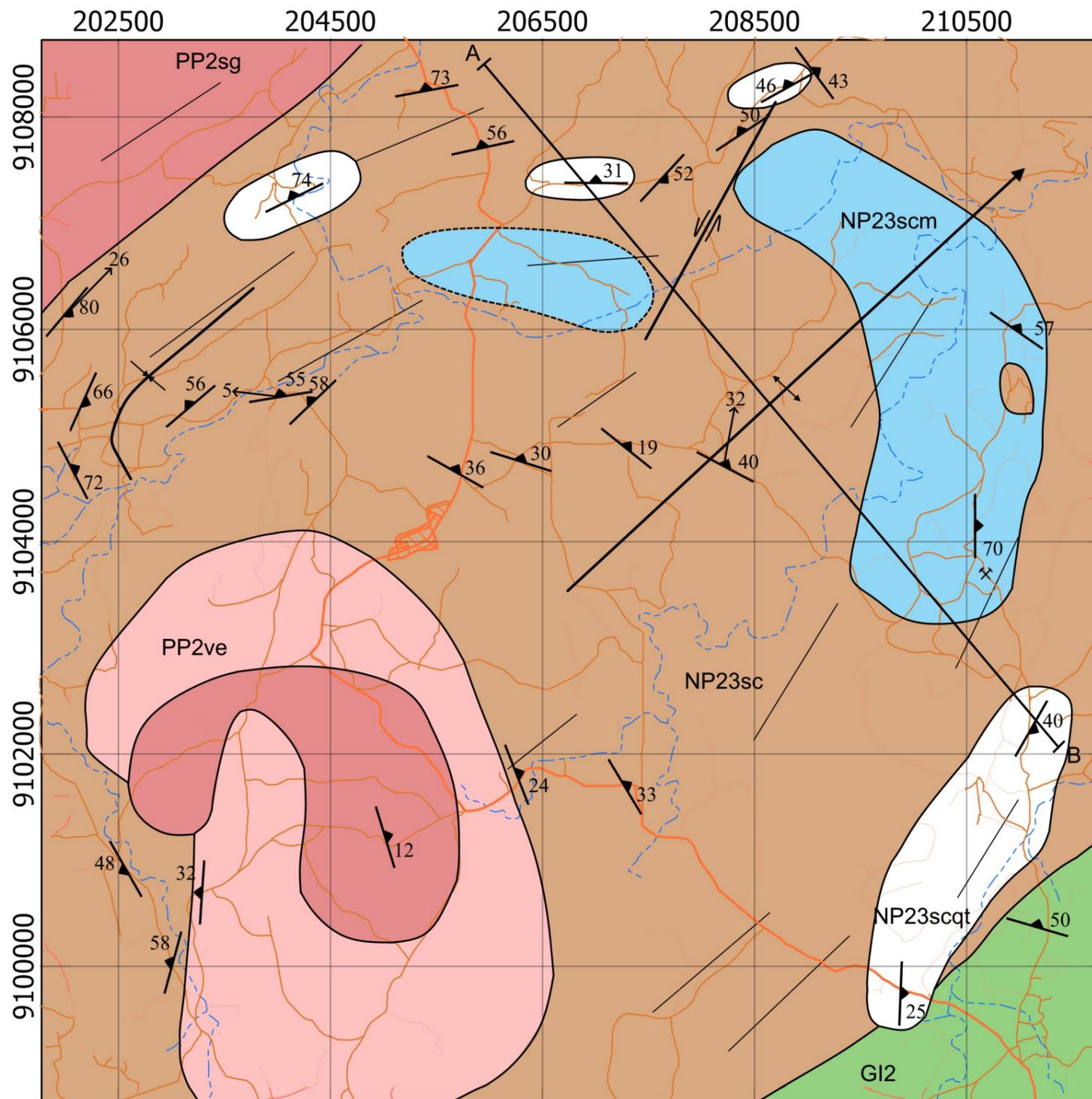
Minerais opacos estão presentes como acessório, geralmente, sendo encontrados associados à biotita.

Epdoto apatita e zircão estão presentes como minerais traço.

CLASSIFICAÇÃO: Biotita-plagioclásio-quartzo xisto.

ANEXO 3 – MAPA GEOLÓGICO

MAPEAMENTO GEOLÓGICO EM UMA ÁREA A NOROESTE DE GRAVATÁ EM ESCALA DE 1:50.000



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

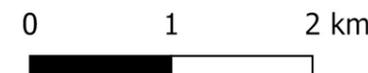
- GI2** ORTOGNAISSE ALTINHO
Biotita-quartzo-plagioclásio gnaiss com hornblenda com foliação milonítica.
- NP23sc** COMPLEXO SURUBIM-CAROALINA
Metapelitos e semipelitos, com ou sem granada e sillimanita, quartzitos (NP23scqt) e mármore (NP23scm).
- PP2sg** COMPLEXO SALGADINHO
Ortognaisses, augen gnaisses, protomilonitos, com magnetita e porções migmatizadas.
- PP2ve** COMPLEXO VERTENTES
Hornblenda-quartzo-plagioclásio gnaisses e epidoto-plagioclásio gnaiss com ortoclásio.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

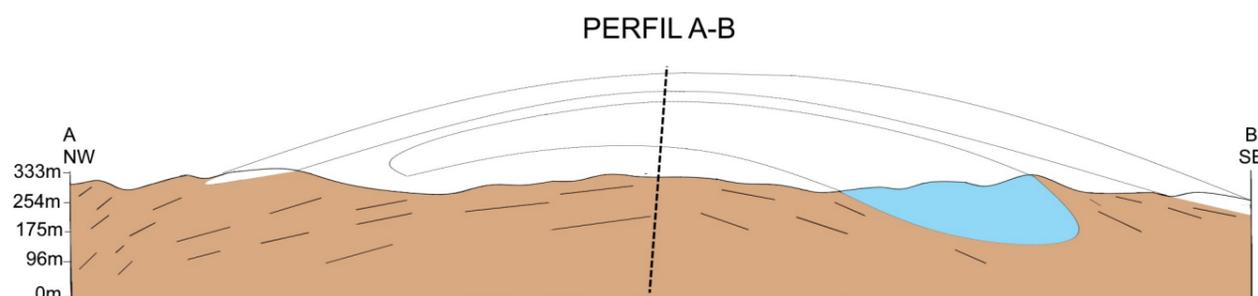
- Antiforme com caimento
- Sinforme
- Foliação
- Lineação
- Falha transcorrente sinistral
- Contato definido
- Mina em atividade
- Perfil
- Fotolineamento
- Contato inferido

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Vila
- Estradas
- Trilhas
- Rios
- PE-81



Escala 1:50.000
Sirgas 2000 zona utm 25S



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MAPEAMENTO GEOLÓGICO EM UMA ÁREA A NOROESTE DE GRAVATÁ EM ESCALA DE 1:50.000

ALUNA: LUANA NERY MENDES
ORIENTADOR: ANDRES BUSTAMANTE
Recife, 2022