

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

2023

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA
METADE NOROESTE DA FOLHA LAGOINHA, SP**

RAFAEL DE FREITAS VERISSIMO

**TRABALHO FINAL DE CONCLUSÃO DE CURSO
BACHARELADO EM GEOLOGIA**

ORIENTADORES: RODRIGO VINAGRE CINTRA

JULIO CEZAR MENDES

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL

NOVEMBRO 2023

UFRJ
Rio de Janeiro
2023



Rafael de Freitas Verissimo

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA METADE
NOROESTE DA FOLHA LAGOINHA, SP**

Trabalho de Conclusão de Curso submetida ao Programa de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário a obtenção do grau de Bacharel em Ciências (Geologia).

Area de concentração:
Geologia Regional

Orientadores:

Rodrigo Vinagre Cintra da Costa - UFRJ
Júlio Cezar Mendes - UFRJ

Rio de Janeiro

Novembro de 2023

Ficha Catalográfica

Verissimo, Rafael de Freitas

Estudo Da Evolução Geológica da metade noroeste da Folha Lagoinha,
SP – Rafael de Freitas Verissimo – Rio de Janeiro, 2023

Total de folhas: 44 páginas. il

Orientador: Rodrigo Vinagre Cintra da Costa

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de
Geologia, Rio de Janeiro, 2023.

Palavras-Chave: 1. Mapeamento Geológico – 2. Monografia – 3.
Metamorfismo – 4. Análise estrutural – 5. Lagoinha – 6. Domínio Embu.

Rafael de Freitas Verissimo

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA METADE
NOROESTE DA FOLHA LAGOINHA, SP**

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

Orientador:

Prof. Dr. Rodrigo Vinagre Cintra

Aprovada em 21 de dezembro de 2023.

Prof. Dr. Rodrigo Vinagre Cintra

Prof. Dr. André de Souza Avelar

Prof. Dr. Francisco Tognoli

Rio de Janeiro, 2023

AGRADECIMENTOS

A minha família, meu pai, Aloisio de Paiva Verissimo, mãe, Wanderly de Freitas Verissimo, irmã, Lays de Freitas Verissimo, avô, Francisco Audro Alarcon de Freitas, avó, Terezinha da Costa Vasconcelos, por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos, antes e durante a graduação.

Agradeço a minha namorada, Eduarda Cavalcante, do curso de Biologia da UFRJ, por todo auxílio interdisciplinar e apoio moral durante os momentos mais complicados da faculdade.

Ao meu professor Rodrigo Vinagre Cintra, pelo apoio, pelo conhecimento, pela permissão de acesso ao LABSONDA/UFRJ, onde eu fiz a maioria das minhas análises microscópicas. Obrigado paciência e compreensão dedicados a mim desde o início da ideia que veio a gerar esse trabalho. Sem o senhor, nada disso seria possível.

Ao meu colega de mapeamento, Filipe de Britto Fratte Modesto, que me auxiliou na confecção do mapa e coleta de dados dessa dissertação, além de ter aberto para mim a possibilidade de estagiar no prestigioso Serviço Geológico do Brasil (SGB), no setor do Museu de Ciências da Terra (MCTer). Seu auxílio abriu diversas portas para mim, e sua ética de trabalho exemplar me inspira a ser um geólogo tão honesto e competente quanto você.

Ao professor Júlio Cezar Mendes, pela orientação dada e ensinamentos dados na área de petrologia e mineralogia.

Aos professores Francisco Tognoli e André de Souza Avelar por participarem da minha banca de avaliação.

Agradeço ao Serviço Geológico do Brasil e ao Museu de Ciências da Terra, pelo apoio durante meu estágio e preparação das lâminas petrográficas da minha pesquisa, e ao laminador Vicente do SGB-CPRM que sempre esteve disposto a contribuir com celeridade na produção das lâminas.

A minha professora de geografia do ensino médio, Fernanda Souto Maior, por me incentivar a buscar saber mais sobre geologia.

Essa lista de agradecimentos não é compreensiva. Se eu citasse todos os responsáveis pelas oportunidades que me permitiram estar onde eu estou, a lista de pessoas seria tão grande quanto esse trabalho, mas a todos que não foram citados nesta lista: Vocês estão para sempre em meu coração.

RESUMO

Verissimo, Rafael de Freitas. **ESTUDO DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA METADE NOROESTE DA FOLHA LAGOINHA, SP.** Programa de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Este trabalho trata do estudo da evolução geológica da metade noroeste da Folha Lagoinha (IBGE 1:50.000), situada no leste do estado de São Paulo, próximo das divisas com Minas Gerais e Rio de Janeiro. O objetivo geral deste trabalho foi estudar e compreender a evolução geológica da Folha Lagoinha, contribuindo com dados que ajudem na compreensão do Domínio Embu. Os objetivos específicos foram: Identificar e descrever os litotipos; descrever a petrografia; identificar estruturas tectônicas; observar o metamorfismo e condições relativas de temperatura e pressão.

A metodologia empregada envolveu pesquisas bibliográficas, uso do software Google Earth para reconhecimento preliminar do terreno e obtenção de um mapa-base, atividades em campo e em laboratório.

Para diversos autores a área de estudo desse trabalho está localizada no Orógeno Ribeira Central, no entanto, a região pode fazer parte de uma extensão para sul do Orógeno Brasília Meridional, caracterizado por uma evolução geotectônica complexa com eventos deformacionais e metamórficos neoproterozoicos sobrepostos. Esses eventos ocorreram na interface entre os paleocontinentes São Francisco, Paranapanema e microplaca Serra do Mar durante a formação do Gondwana Oeste.

Durante o levantamento, foram descritos e georreferenciados 52 pontos ao longo de 5 dias, englobando 6 unidades litoestratigráficas. Acredita-se, com base em relações de campo, que a sequência a seguir represente a ordem estratigráfica das unidades, da mais antiga para a mais recente: A) Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato; B) Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico; C) Granada Paragnaisse; D) Sillimanita Quartzito; E) Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas; e F) Metagranitoide Félsico. As unidades A e B são interpretadas como rochas do embasamento, separadas por uma discordância litológica das unidades paraderivadas C, D e E. Esse conjunto de unidades é intrudido por um corpo metaígneo (unidade F) que se estende por vários quilômetros quadrados, apresentando uma composição granítica com textura inequigranular porfirítica. Esse corpo corresponde ao Batólito Serra do Quebra Cangalha, com uma idade de cristalização (U-Pb em zircão) em torno de 680 Ma.

Palavras-chave: Lagoinha, Domínio Embu; Orógeno Brasília Meridional; Orógeno Ribeira Central

ABSTRACT

Verissimo, Rafael de Freitas. **STUDY OF THE GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE NORTHWEST HALF OF THE LAGOINHA SHEET, SP.** Undergraduate Program in Geology, Institute of Geosciences, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

This work deals with the study of the geological evolution of the northwest half of the Lagoinha Sheet (IBGE 1:50,000), located in the east of the state of São Paulo, near the borders with Minas Gerais and Rio de Janeiro. The general objective of this work was to study and understand the geological evolution of the Lagoinha Sheet, contributing with data that help in the understanding of the Embu Domain. The specific objectives were: Identify and describe the lithotypes; describe the petrography; identify tectonic structures; observe metamorphism and relative conditions of temperature and pressure.

The methodology employed involved bibliographic research, use of Google Earth software for preliminary recognition of the terrain and obtaining a base map, field and laboratory activities.

For several authors the study area of this work is located in the Central Ribeira Orogen, however, the region may be part of a southern extension of the Southern Brasília Orogen, characterized by a complex geotectonic evolution with overlapping Neoproterozoic deformational and metamorphic events. These events occurred at the interface between the São Francisco, Parapanema and Serra do Mar paleocontinents during the formation of West Gondwana.

During the survey, 52 points were described and georeferenced over 5 days, encompassing 6 lithostratigraphic units. It is believed, based on field relations, that the following sequence represents the stratigraphic order of the units, from oldest to most recent: A) Biotite Orthogneiss with tabular feldspar megacrysts; B) Biotite Hornblende Migmatitic Orthogneiss; C) Garnet Paragneiss; D) Sillimanite Quartzite; E) Biotite Muscovite Schist with lenses of calc-silicate rocks; and F) Felsic Metagranitoid. Units A and B are interpreted as basement rocks, separated by a lithological discordance from the paraderived units C, D and E. This set of units is intruded by a metaigneous body (unit F) that extends for several square kilometers, presenting a granitic composition with porphyritic inequigranular texture. This body corresponds to the Serra do Quebra Cangalha Batholith, with a crystallization age (U-Pb in zircon) around 680 Ma.

Keywords: Lagoinha, Embu Domain; Southern Brasília Orogen; Central Ribeira Orogen

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A) Esboço simplificado do mapa tectônico do sul do Cráton São Francisco (SFC) com cinturões orogênicos circundantes alterado de Trouw et al. (2013); observe a aparente truncagem do sul da Faixa Brasília pela parte central da Faixa Ribeira; o retângulo na parte inferior marca a localização da Fig. 2; B) localização de A) na América do Sul; as áreas cinzas são crátons: AM, Cráton Amazônico; WA, Cráton da África Ocidental; SF, Cráton São Francisco; PP, Cráton Paranapanema; RP, Cráton Rio de la Plata.....	13
Figura 2: Cenário tectônico do sudeste do Brasil, modificado Trouw et al, (2013). 1 - Bacias Cenozoicas; 2 - Complexos alcalinos de idade Cretácea a Cenozoica; Cráton São Francisco (CSF) e antepaís (3-5): 3 - Embasamento; 4 - Cobertura (meta)sedimentar (Grupo Bambuí); 5 - Rochas metassedimentares alóctones e para-autóctones; Orogênese do sul de Brasília (6-9): 6 - Sistema de Nappe Andrelândia (SNA) e Nappe Passos (P); T1- Nappe Socorro (S) - Guaxupé (G); 8 - Domínio Embu (E); 9 - Terreno Apiaí; Orogênese Ribeira: Terreno Oriental (10-12): 10 - Domínio Externo; 11 - Domínio Juiz de Fora; 12 - Arco Rio Negro; 13 - Terreno Ocidental; 14 - Terreno Cabo Frio; CTB - Fronteira Tectônica Central.....	14
Figura 3: Localização e perímetro da Folha Lagoinha.....	17
Figura 4: Rotas e acesso à área de mapeamento partindo do Centro do Rio de Janeiro.....	17
Figura 5: A) Aparência megascópica do Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato. B) Fotomicrografia dessa fácies com um cristal de K-feldspato (KF) no centro da imagem e um de biotita (BIO) ao lado.....	24
Figura 6: A) Aparência megascópica do Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico, com um porfiroblasto de feldspato como indicador cinemático, no centro da foto. B) Fotomicrografia desta unidade com um cristal de hornblenda (HBL) no centro da imagem e um de titanita (TTN) ao lado.....	26
Figura 7: Amostra de mão do Granada Paragnaisse.....	27
Figura 8: A) Amostra de mão do Sillimanita Quartzito. B) Fotomicrografia desta unidade com cristais de sillimanita (SLI) fibrosa, no centro da imagem, e prismáticas ao redor.....	28-29
Figura 9: A) Amostra de mão do Biotita Muscovita Xisto apresentando crenulação. B) Fotomicrografia do Biotita Muscovita Xisto com cristais mica branca formando dobras intrafoliares. C) Fotomicrografia da lente calcissilicática com granadas (GT) no centro da imagem apresentando alteração para clorita (CHL). D) Fotomicrografia da lente calcissilicática com CPX no centro da imagem, OPX a direita e hornblenda (HBL) a esquerda.....	30-32
Figura 10: A) Amostra de mão da fácies equigranular do metagranitoide. B) Aparência megascópica da fácies porfirítica do metagranitoide em	

afloramento. C) Fotomicrografia da fácies equigranular com biotita (BIO) no centro da imagem e K-feldspato (KF) a esquerda.....33-34

Figura 11: Estereograma de polos da foliação principal com mergulho NW e SE.....35

SUMARIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9-10
1 - INTRODUÇÃO	12
2 – METODOLOGIA.....	15
3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS DA ÁREA MAPEADA.....	17
4 – GEOLOGIA REGIONAL.....	18
4.1 – ORÓGENO BRASÍLIA MERIDIONAL.....	18-21
4.2 – ORÓGENO RIBEIRA CENTRAL E A ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE ELAS.....	21-22
5 – GEOLOGIA DA AREA MAPEADA.....	22
5.1 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS.....	23
5.1.1 ROCHAS DO EMBASAMENTO.....	23
A) Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato.....	23
B) Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico.....	25
5.1.2 ROCHAS PARADERIVADAS.....	27
C) Granada Paragnaisse.....	27
D) Sillimanita Quartzito.....	28-29
E) Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas.....	29-31
F) Metagranitoide félsico.....	32-34
5.2 – GEOLOGIA ESTRUTURA E METAMORFISMO.....	35-37
6 – CONCLUSÃO.....	37-38
7 – REFERENCIAS.....	39-45
ANEXO 1 – MAPA GEOLÓGICO.....	46
ANEXO 2 – TABELA DE PONTOS.....	47

1 – INTRODUÇÃO

A área abrangida por esta pesquisa está localizada no leste do estado de São Paulo, próximo à divisa com o Rio de Janeiro e Minas Gerais. Engloba tanto unidades da Nappe Socorro (Campos Neto e Caby, 1999 e 2000, Trouw et al., 2013, Cintra da Costa et al., 2023) quanto do Complexo Embu (Fernandes, 1991; Trouw et al., 2013, Vinagre da Costa et al., 2017) aqui, denominado de Domínio Embu (Cintra da Costa et al., 2023).

Esses conjuntos geotectônicos estão associados à evolução neoproterozoica que resultou na formação da Faixa Brasília Meridional (Trouw et al., 2000) e do segmento central da Faixa Ribeira (Figura 1) (Heilbron et al., 2004). A Faixa Ribeira, de idade neoproterozoica-cambriana, é amplamente interpretada como uma orogenia de orientação SW - NE, desenvolvida na interface entre os paleocontinentes São Francisco, Paranapanema, Congo, Luís Alves e Rio de la Plata durante a aglutinação do Gondwana (Almeida et al., 1973; Campanha e Sadowski, 1999; Campos Neto, 2000; Trouw et al., 2000; Heilbron et al., 2004; Faleiros et al., 2011; Cabrita et al., 2021; Ribeiro et al., 2023).

Conte et al., 2020; Cabrita et al., 2022; Faleiros et al., 2022, Ribeiro et al., 2023) (Figura 2).

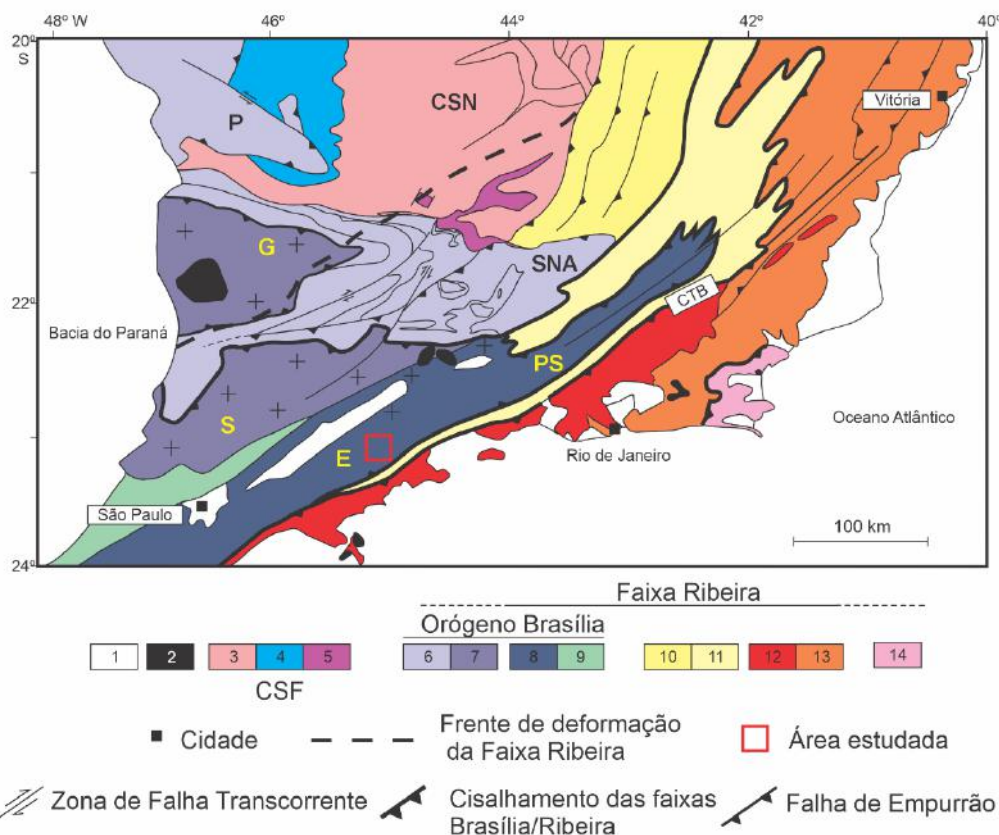


Figura 2 - Cenário tectônico do sudeste do Brasil, modificado Trouw et al, (2013). 1 - Bacias Cenozoicas; 2 - Complexos alcalinos de idade Cretácea a Cenozoica; Cráton São Francisco (CSF) e antepaís (3-5): 3 - Embasamento; 4 - Cobertura (meta)sedimentar (Grupo Bambuí); 5 - Rochas metassedimentares alóctones e para-autóctones; Orogênese do sul de Brasília (6-9): 6 - Sistema de Nappe Andrelândia (SNA) e Nappe Passos (P); T1- Nappe Socorro (S) - Guaxupé (G); 8 - Domínio Embu (E); 9 - Terreno Apiaí; Orogênese Ribeira: Terreno Oriental (10-12): 10 - Domínio Externo; 11 - Domínio Juiz de Fora; 12 - Arco Rio Negro; 13 - Terreno Ocidental; 14 - Terreno Cabo Frio; CTB - Fronteira Tectônica Central.

No contexto desta pesquisa, são de particular importância a Faixa Brasília Meridional e o segmento central da Faixa Ribeira, incluindo a zona de interferência entre elas. A área delimitada em vermelho na figura 2 representa a localização aproximada da região mapeada, cujo dados geocronológicos reportados em região adjacente por Modesto (2022), mostram que a idade do metamorfismo das rochas paraderivadas varia entre 650 e 620 Ma. Ela está situada no leste do estado de São Paulo e faz parte de uma entidade tectônica

da Província Mantiqueira conhecida como Complexo Embu, mas que aqui será chamada de Domínio Embu, conforme Cintra da Costa et al. (2023).

O objetivo geral deste trabalho foi estudar e compreender a evolução geológica da Folha Lagoinha (IBGE 1:50.000) contribuindo com dados que ajudem na compreensão do Domínio Embu no leste do estado de São Paulo. Os objetivos específicos foram: Identificar e descrever os litotipos; descrever a petrografia; identificar estruturas tectônicas; observar o metamorfismo e condições relativas de temperatura e pressão.

2 – METODOLOGIA

Para atingir os objetivos estabelecidos, as atividades foram divididas em três etapas distintas. A primeira etapa envolveu atividades de gabinete, como levantamento bibliográfico e elaboração de mapa base. A segunda foi o mapeamento de campo utilizando a folha SF-23-Y-D-III-2 (1:50000), IBGE (1973).

Durante 5 dias, foram realizadas descrições detalhadas dos afloramentos, medições de dados estruturais, caracterização do metamorfismo e coleta de 25 amostras, utilizadas basicamente para a confecção de lâminas delgadas.

O deslocamento entre os afloramentos foi feito através de veículo, e a localização precisa dos pontos, registrada por GPS (Garmin, modelo Etrex) com coordenadas UTM (Córrego Alegre, zona 23S)

Feições estruturais foram medidas utilizando bússola geológica Brunton Standard Transit, adotando notação dip/dip. A lista de pontos está apresentada no anexo 2.

A classificação da granulação das rochas durante as descrições seguiu o padrão da tabela contida na caderneta de campo da Sociedade Brasileira de Geologia (SBG).

GRANULAÇÃO DE ROCHAS ÍGNEAS E METAMÓRFICAS

Grossa >5mm

Média – Entre 1 e 5mm

Fina – Entre 0,5 e 1mm

Muito Fina < 0,5mm

As siglas para os minerais foram retiradas de Yardley (1990).

A terceira etapa foi realizada em laboratório, com preparação de 12 lâminas delgadas no laboratório de laminação da CPRM. As lâminas foram analisadas e descritas no laboratório de Microsonda Eletrônica do Dep. de Geologia da UFRJ, onde também foi realizada contagem modal com o auxílio de um contador de pontos analógico, sendo feitos 500 pontos por lâmina. As mesmas foram fotografadas com o auxílio de microscópios Zeiss modelo Axioplan II, acoplados a uma câmera digital.

Nessa etapa de laboratório, os dados provenientes das etapas anteriores foram tratados e interpretados. O texto e as tabelas deste trabalho foram elaborados no software Microsoft Word 2023, enquanto as imagens foram editadas utilizando o software Inkscape 1.2.2. O mapa, feito com DATUM WGS 84/ UTM zone 23S - EPSG:32723, e a seção geológica (anexo 1) foram elaborados no software QGIS 3.32.0. O mapa está apresentado no anexo 1.

3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS DA ÁREA MAPEADA

A área de estudo encontra-se localizada na porção leste do estado de São Paulo, entre as cidades de Taubaté, a oeste, e Cunha, a leste, poucos quilômetros próximos do limite com o estado do Rio de Janeiro (Figura 3). O perímetro da área é dado pelas seguintes coordenadas geográficas: $-45^{\circ}15' / -23^{\circ}00'$ (NW), $-45^{\circ}15' / -23^{\circ}15'$ (SW), $-45^{\circ}00' / -23^{\circ}00'$ (NE) e $-45^{\circ}00' / -23^{\circ}15'$ (SE).



Figura 3 – Localização e perímetro da Folha Lagoinha

O caminho mais rápido do Rio de Janeiro a Lagoinha (SP), é pela Rod. Pres. Dutra (BR 116) até a saída 65 (Guaratinguetá) na SP-171, seguindo até Cunha e entrando na BR-459 até Lagoinha.

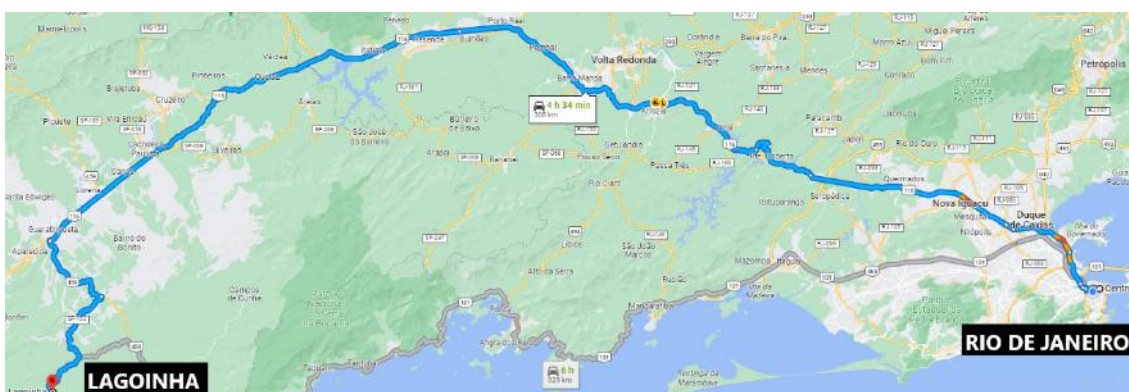


Figura 4 – Rotas e acesso à área de mapeamento partindo do Centro do Rio de Janeiro.

4 – GEOLOGIA REGIONAL

As descrições a seguir são principalmente baseadas nos trabalhos: Fernandes (1991); Janasi (2003); Heibron et al. (2003); Duffles et al. (2013); Trouw et al., (2013); Vinagre et al. (2014 e 2017), Duffles et al., (2016); Soares et al. (2018) e Cintra da Costa et al., 2023). A fim de evitar excesso de referências nos finais das frases desta descrição, estas citações foram omitidas mantendo-se apenas as demais referências.

A Província Mantiqueira, composta pelos orógenos Araçuaí, Brasília Meridional, Ribeira Central, Dom Feliciano e São Gabriel, conforme definida por Almeida et al. (1977, 1981), estende-se paralelamente à costa atlântica do sudeste e sul do Brasil. Ela forma uma faixa orogênica com direção NE-SW, com mais de 3.000 km de extensão, desde o paralelo 15° S até o Uruguai, abrangendo uma área de aproximadamente 700.000 km² (Figura 3B). A Província Mantiqueira faz fronteira com as províncias Tocantins, São Francisco e Paraná, estando limitada a leste pela margem continental e pelas bacias costeiras do Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas.

4.1 - ORÓGENO BRASÍLIA MERIDIONAL

O Orógeno Brasília Meridional, mais antigo, foi sobreposto pelo Ribeira Central, no final do Neoproterozoico. Durante o estágio pré-colisional (por volta de 680-630 Ma), corpos batolíticos de composição granitoide intrudiram rochas de embasamento orto e paraderivadas na margem ativa do paleocontinente Paranapanema. Durante o estágio colisional do orógeno Brasília Meridional (por volta de 620-600 Ma), essa margem ativa evoluiu para uma espessa nappe conhecida como Nappe Socorro-Guaxupé. A Nappe Socorro-Guaxupé,

localizada no topo do Sistema de Nappes Andrelândia, é interpretada como a raiz deformada desse arco magmático (arco Socorro-Guaxupé), e atualmente encontra-se em grande parte coberta por rochas sedimentares e ígneas da Bacia do Paraná.

A formação do Orógeno Brasília Meridional ocorreu devido à colisão leste-oeste entre a margem continental passiva do antigo continente São Francisco, localizado a leste, e a margem continental ativa do antigo continente Paranapanema, localizado a oeste da zona de sutura (Figura 2). Essa colisão resultou no empilhamento de nappes, inclinadas para leste ao longo da zona de sutura, conhecido como Sistema de Nappes Andrelândia. Essas nappes representam a margem continental passiva (placa inferior) e são compostas principalmente por rochas metassedimentares deformadas. Tais rochas paraderivadas, apresentam um metamorfismo tectonicamente invertido, com fácies xisto verde na base e granulito de alta pressão no topo. Intercaladas nas nappes, encontram-se porções de um embasamento composto por ortognaisses. Esse embasamento é interpretado como derivado do antigo continente São Francisco ou possivelmente representando partes de um antigo arco de ilhas Paleoproterozoico. Na margem ativa, durante o estágio pré-colisional, desenvolveu-se um arco magmático composto por corpos ígneos batolíticos, a maioria com dimensões de centenas de km², intrusos em rochas tanto ortoderivadas quanto paraderivadas. Abaixo do Sistema de Nappes Andrelândia, ocorrem outras nappes e klipfes de importância local, que gradualmente se conectam com a cobertura (par)autóctone do embasamento do Cráton São Francisco, com o grau metamórfico diminuindo para fácies de xisto verde baixo/médio (zona da biotita). A zona de sutura dessa colisão é

interpretada como situada entre a Nappe Socorro-Guaxupé (placa superior, incluindo o arco magmático) e o Sistema de Nappes Andrelândia (rochas metassedimentares derivadas da placa inferior) (figura 2), embora a interpretação de Campos Neto et al. (2017, 2010, 2011) sugira que a sutura esteja localizada em uma posição mais baixa na sequência tectônica, entre os sistemas de nappes de Andrelândia e Carrancas. A Nappe Socorro-Guaxupé é dividida em dois lobos: Socorro, ao sul, e Guaxupé, ao norte (Figura 2). Composta principalmente por ortognaisses, sua idade de cristalização varia de 690 a 630 Ma, sendo interpretada como parte de um arco magmático continental (Janasi et al., 2003; Campos Neto, 2000; Martins et al., 2009; Fontainha et al., 2021). Essa nappe representa a margem ativa deformada do antigo paleocontinente Paranapanema na placa superior da colisão (Campos Neto e Caby, 1999, 2000; Rocha et al., 2016, 2018; Tedeschi et al., 2017, 2018). Em relação às idades metamórficas, foram obtidas idades entre 630 e 600 Ma nos lobos Guaxupé e Socorro (por exemplo, Basei et al., 1995; Hackspacher et al., 2003; Peternel, 2005; Campos Neto et al., 2004, 2010 e 2011; Trouw, 2008; Martins et al., 2009; Mora et al., 2014; Duffles et al., 2016; Rocha et al., 2016, 2018; Coelho et al., 2017; Tedeschi et al., 2017, 2018). Esses eventos são considerados coevos à colisão que deu origem ao Orógeno Brasília Meridional.

Uma característica relatada no Domínio Embu, que não foi até o momento diagnosticada na região da Nappe Socorro-Guaxupé, que são as idades em torno de 811-730 Ma para cristalização ígnea e metamorfismo. Análises de idades U-Pb em zircão e monazita de rochas da base da Nappe Socorro e de porções crustais intermediárias tanto na Nappe Socorro quanto

na Sequência de Nappes Andrelândia indicam um estágio colisional entre 630-605 Ma. Esse estágio é precedido por um magmatismo de arco que ocorreu entre 650 e 630 Ma. Vale ressaltar que essa colisão é mais recente do que aquela observada na parte norte da Faixa Brasília Meridional, resultante da colisão da margem oeste do paleocontinente São Francisco com o arco de Goiás. Rochas pré-colisionais associadas a esse arco apresentam idades entre 800 e 700 Ma.

4.2 - ORÓGENO RIBEIRA CENTRAL E A ZONA DE INTERFERÊNCIA ENTRE OS ORÓGENOS BRÁLIA MERIDIONAL E RIBEIRA CENTRAL

O Orógeno Brasília Meridional tem orientação estrutural predominante NNW-SSE, estando, aparentemente, truncado pelo Orógeno Ribeira Central, com rumo ENE-WSW.

O Orógeno Ribeira Central, segundo estágio colisional, está registrado pelo transporte tectônico de topo para NNW. Durante esse estágio, ocorrem dobras com planos axiais mergulhando para SSE, lineações de estiramento inclinadas em ângulos elevados para SSE e zonas de cisalhamento com características estruturais compatíveis, além de caimentos ora para NE, ora para SW. Indicadores cinemáticos revelam que o transporte tectônico de topo inicialmente ocorreu para NNW e depois assumiu um caráter transcorrente dextral. Essa zona de cisalhamento separa o Orógeno Brasília Meridional (ao norte) do Orógeno Ribeira Central (ao sul) e é caracterizada por foliações miloníticas inclinadas com ângulos que variam de altos a moderados. Análises de idades U-Pb em zircão e monazita de rochas resultantes de refusão crustal sin-colisional indicam que esse evento termotectônico ocorreu entre 590 e 560

Ma. Durante esse segundo estágio colisional, a zona de interferência entre as Faixas Móveis Brasília Meridional e Ribeira Central se formou.

Para os autores que interpretam o Domínio Embu como uma entidade exclusiva do Orógeno Ribeira, o limite sul dessa zona de interferência corresponde ao limite sul da Faixa Brasília Meridional, que está localizado na Zona de Cisalhamento Jundiuvira/Buquira. Essa zona de cisalhamento separa a Nappe Socorro ao norte da Faixa Ribeira Central, que compreende o Domínio Embu.

No entanto, para os autores que interpretam o Domínio Embu como integrante do Orógeno Brasília Meridional (Trouw et al. (2013), Vinagre da Costa et al. (2017) e Cintra da Costa et al. (2023)), a zona de interferência se expande mais para sul.

5 – GEOLOGIA DA AREA MAPEADA

A geomorfologia local possui um relevo com diversas colinas e morrotes. Há um número significativo de drenagens no local, algumas estreitas, e outras largas. Há um número pequeno de afloramentos com rochas sãs na região, sendo evidente a forte presença do intemperismo.

Através do estudo em campo e análise das lâminas petrográficas, foram reconhecidas seis unidades litoestratigráficas. Em ordem estratigráfica da mais velha para a mais nova, baseada em relações de campo, são elas: A) Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato; B) Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico; C) Granada Paragnaisse; D) Sillimanita Quartzito; E) Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas; e F) Metagranitoide félsico.

Dentre essas unidades, A e B são interpretadas como rochas do embasamento, separadas por uma discordância litológica das unidades paraderivadas C, D e E. Esse conjunto de unidades é intrudido por um corpo metaígneo (unidade F) que se estende por dezenas de quilômetros quadrados, apresentando uma composição granítica félsica com textura inequigranular porfirítica.

5.1 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS

5.1.1 ROCHAS DO EMBASAMENTO

A) Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato

Os afloramentos visitados dessa unidade foram encontrados na forma de cortes em estrada e blocos. O Biotita Ortognaisse é inequigranular porfirítico com uma marcante presença de megacristais de feldspato tabulares hipidiomórficos com um tamanho de até 2 centímetros. A matriz é fina a média com um IC de aproximadamente 13%.

Esta rocha é composta essencialmente por quartzo (55,6%), K-feldspato (28,0%), biotita (12,8%) e mica branca (3,6%) como resultado da alteração do K-feldspato. Como acessórios ocorrem apatita (<1%) e minerais opacos (<1%). Os minerais aparentam estar orientados, sobretudo a biotita.

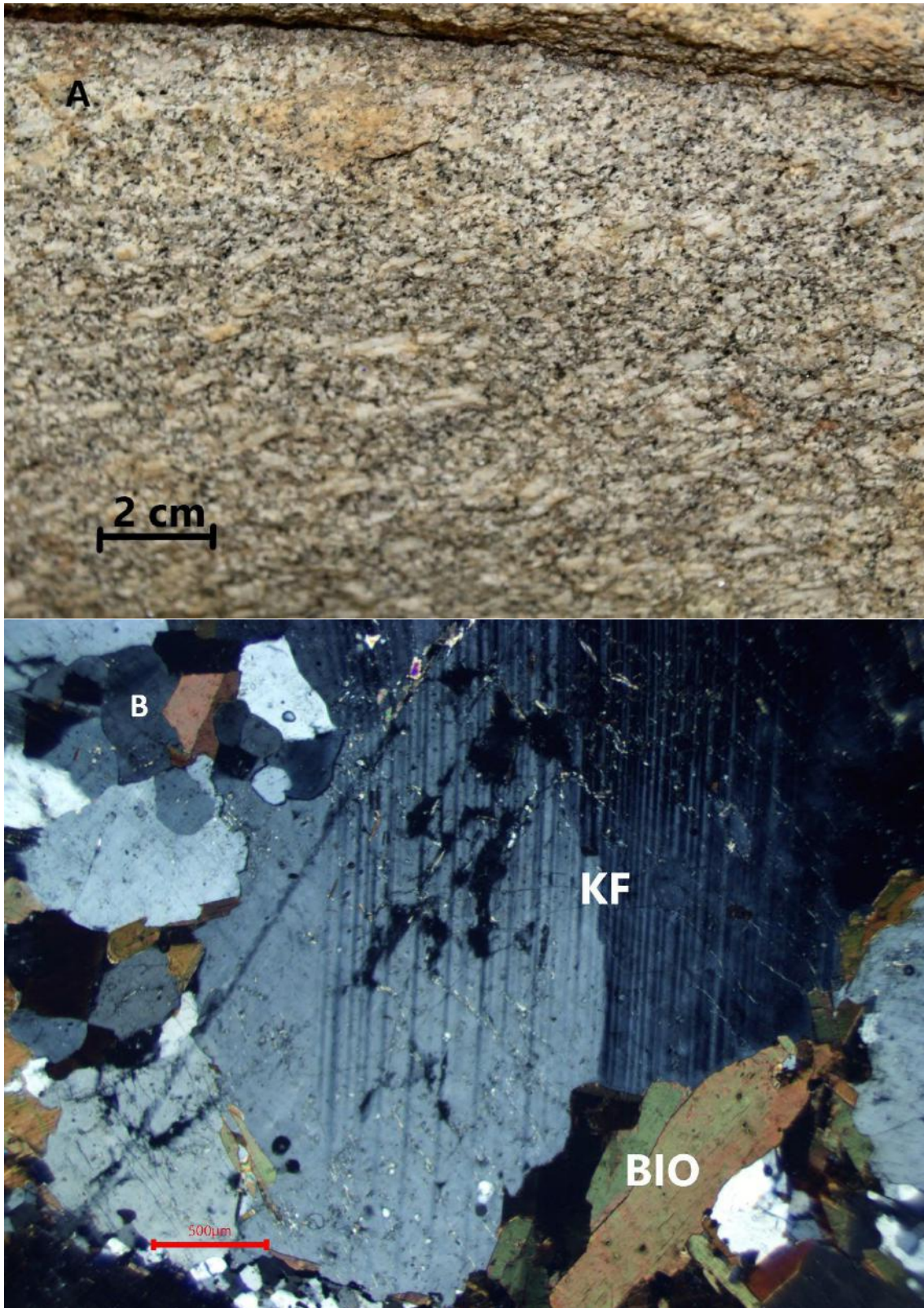


Figura 5: A) Aparência megascópica do Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato. B) Fotomicrografia dessa fácies com um cristal de K-feldspato (KF) no centro da imagem e um de biotita (BIO) ao lado.

B) Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico

Os 21 afloramentos visitados desta unidade foram encontrados em cortes de estrada na forma de lajedos como também em encostas de morros, na forma de blocos, e dentro de canais fluviais. Afloramentos com elevado grau intempérico também são largamente presentes na área. A unidade é composta por ortognaises acinzentados inequigranular porfíricos com fenocristais de feldspato com até 1 centímetro, menores que na litologia A, com matriz fina a média, possuindo migmatização em alguns afloramentos. Existe uma variação no IC nos afloramentos, mas o IC médio é de 11%.

Esta rocha é composta essencialmente por quartzo (50,8%), K-Feldspato (37,0%), biotita (9,6%) e hornblenda (1,6%) em diversos estágios de alteração. Como acessórios ocorrem apatita (0,6%), titanita (0,4%) e allanita (< 0,1%). Os minerais aparentam estar orientados, aspecto realçado principalmente por cristais de biotita e apatita. Em lâmina delgada, os grãos de quartzo apresentam-se monocristalinos e policristalinos. A hornblenda encontra-se sobretudo na forma de agregados. Esta unidade possui uma foliação tectônica bem definida e evidências de recristalização. Localmente está intensamente migmatizada, apresentando estrutura tipo estromática (Figura 7).



Figura 6: A) Aparência megascópica do Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico, com um porfiroblasto de feldspato como indicador cinemático, no centro da foto. B) Fotomicrografia desta unidade com um cristal de hornblenda (HBL) no centro da imagem e um de titanita (TTN) ao lado.

5.1.2 ROCHAS PARADERIVADAS

Este conjunto ocorre por cima dos ortognaisses descritos anteriormente (unidades A e B). Em geral, os afloramentos estão em avançado estado de alteração intempérica.

C) Granada Paragnaisse

Os poucos afloramentos encontrados mostravam um grau avançado de intemperismo, infelizmente não tendo continuidade, e por isso não mapeáveis na escala determinada para esse trabalho. Aparentemente são rochas com uma boa quantidade de biotita, feldspatos e quartzo (valores estimados respectivamente: 30 %, 45% e 25%) e presença de granada e sillimanita, com granulometria fina média e coloração escura. Níveis delgados de quartzito fino são comuns nesta unidade (Figura 8).



Figura 7: Amostra de mão do Granada Paragnaisse.

D) Sillimanita Quartzito

Os afloramentos desta unidade apresentam geometria lenticular com nítida presença de micas e feldspato junto aos abundantes cristais de quartzo. Sua granulometria varia entre fina e grossa. A análise microscópica revelou a presença de cristais de sillimanita nas amostras. Alguns afloramentos exibem granada e em um afloramento foi registrada a presença de turmalina, porém o alto grau de intemperismo tornou inviável a recuperação de amostras para análise petrográfica.

A rocha é formada essencialmente por quartzo (80,5%), sillimanita (11,1%), biotita (8,0%), K-Feldspato (0,4%). Os minerais podem ser vistos bem orientados nas lâminas, em especial os cristais de quartzo e biotita (Figura 9).



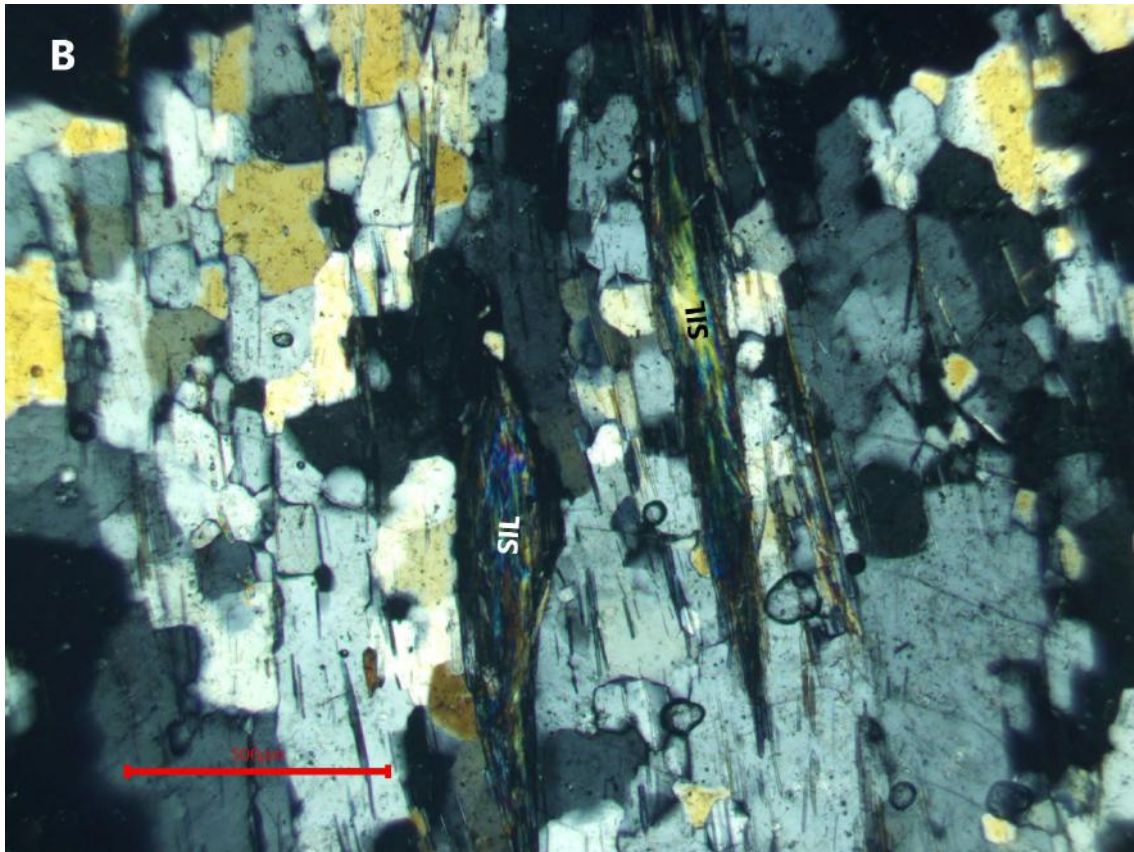


Figura 8: A) Amostra de mão do Sillimanita Quartzito. B) Fotomicrografia desta unidade com cristais de sillimanita (SIL) fibrosa, no centro da imagem, e prismáticas ao redor.

E) Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas

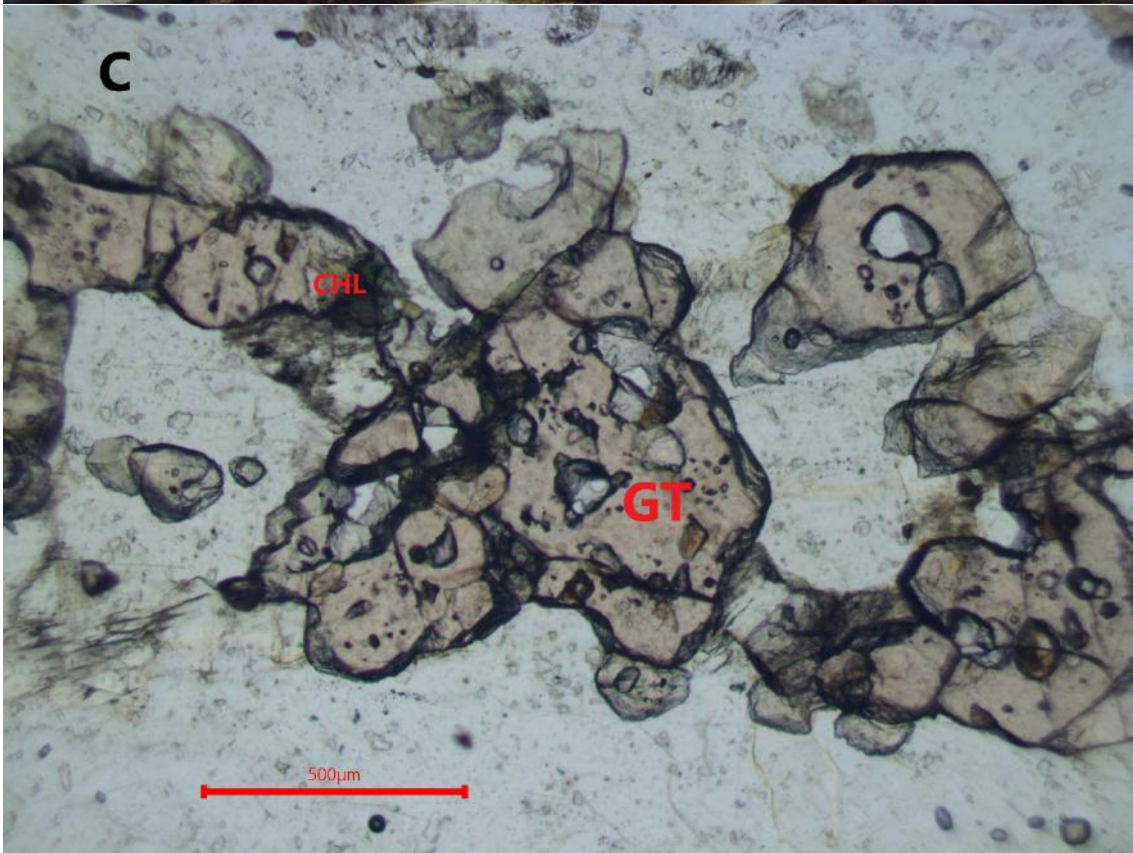
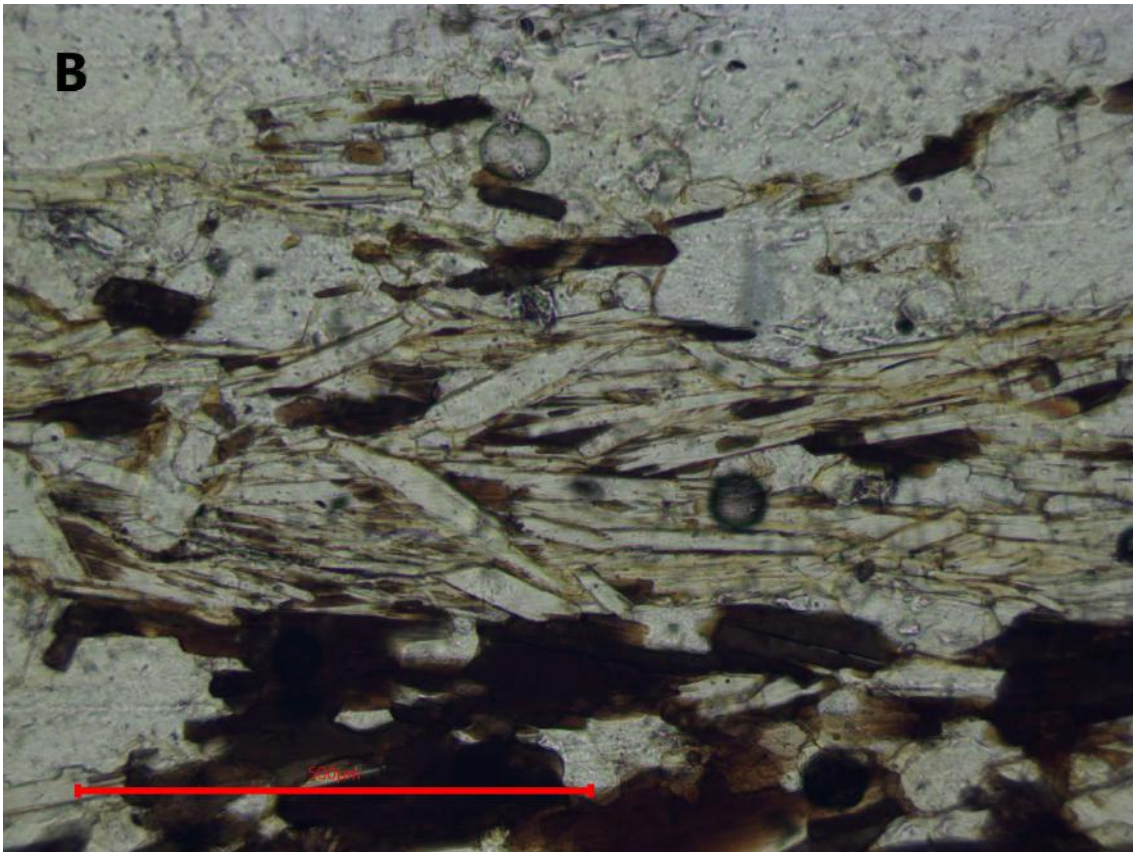
Os 16 afloramentos mapeados desta unidade encontram-se comumente em um avançado estado de alteração intempérica. É a unidade mais abundante, dentre as paraderivadas. Trata-se de xisto com granulometria variando de fina a grossa, predominando média, e coloração escura quando são (Figura 10A). Em alguns afloramentos tem um aspecto filítico, mas essa característica não é contínua nem mapeável. A textura varia entre lepidoblástica e porfiroblástica, dependendo da associação mineralógica presente em cada afloramento.

A unidade tem uma mineralogia que varia entre locais mais quartzosos e outros mais micáceos ao longo dos afloramentos (Figura 10B). Nas lentes calcissilicáticas (Figuras 10C e 10D) tem-se essencialmente quartzo (79,6%),

K-Feldspato (10,8%), CPX (8,9%) e como acessórios titanita (0,2%), mica branca (0,2%) OPX e hornblenda (>0,1%). Nas fases mais micáceas tem-se essencialmente quartzo (39,4%), mica branca (32,8%), biotita (26,8%) e como acessórios K-Feldspato (0,8%) e zircão (0,2%).

No xisto, localmente podem ocorrer granada e turmalina. Como fases secundárias, são comuns mica branca e clorita. Por vezes tem intercalações de quartzito fino, compondo leitos milimétricos a centimétricos. Um maior volume de quartzo permite classificar a rocha como quartzo xisto. A variação textural, presença de sillimanita e granada, além das intercalações com quartzito, classificam essa rocha como paraderivada de protólito pelítico.





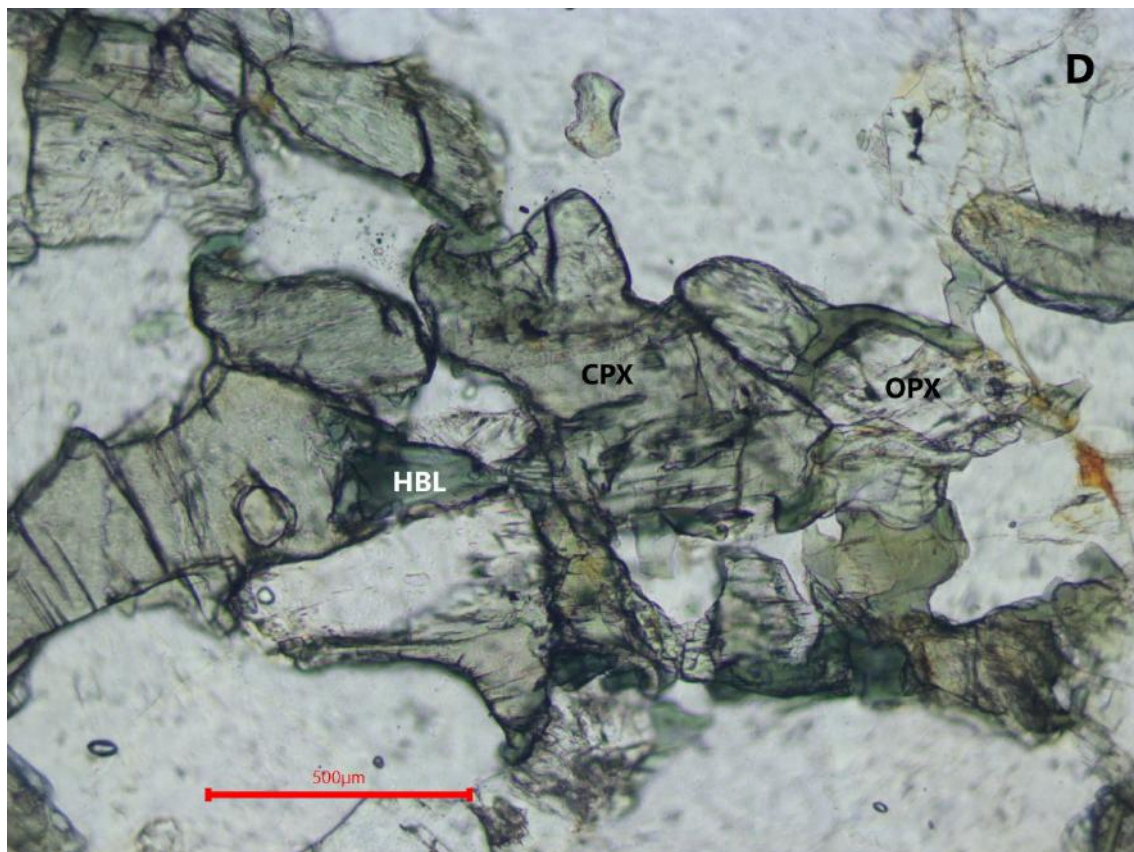


Figura 9: A) Amostra de mão do Biotita Muscovita Xisto apresentando crenulação. B) Fotomicrografia do Biotita Muscovita Xisto com cristais mica branca formando dobras intrafoliais. C) Fotomicrografia da lente calcissilicática com granadas (GT) no centro da imagem apresentando alteração para clorita (CHL). D) Fotomicrografia da lente calcissilicática com CPX no centro da imagem, OPX a direita e hornblenda (HBL) a esquerda.

F) Metagranitoide Félsico

Esta unidade representa um metagranitoide acinzentado, fino a médio, com índice de cor por volta de 7%. Raramente ocorre com textura inequigranular com megacristais, onde a relação fenocristais – matriz é de aproximadamente 40% - 60%, respectivamente. A descrição do corpo é coerente com as descrições feitas por Soares (2018) e Modesto (2022), em áreas próximas, onde os metagranitoides encontrados são fácies diferentes do mesmo pluton. A primeira fácies estaria associada às porções de borda dos corpos. A segunda, as porções mais interiores do corpo, sendo os megacristais

predominantemente microclina e raro plagioclásio, ambos variando de 1,5 a 5 cm. Essas fácies são visíveis em lajedos e blocos.

Sua mineralogia essencial é quartzo (46,6%), K-feldspato (37,0%) e biotita (16,4%), e como acessórios apatita (<0,1%), titanita (<0,1%) e allanita (<0,1%).



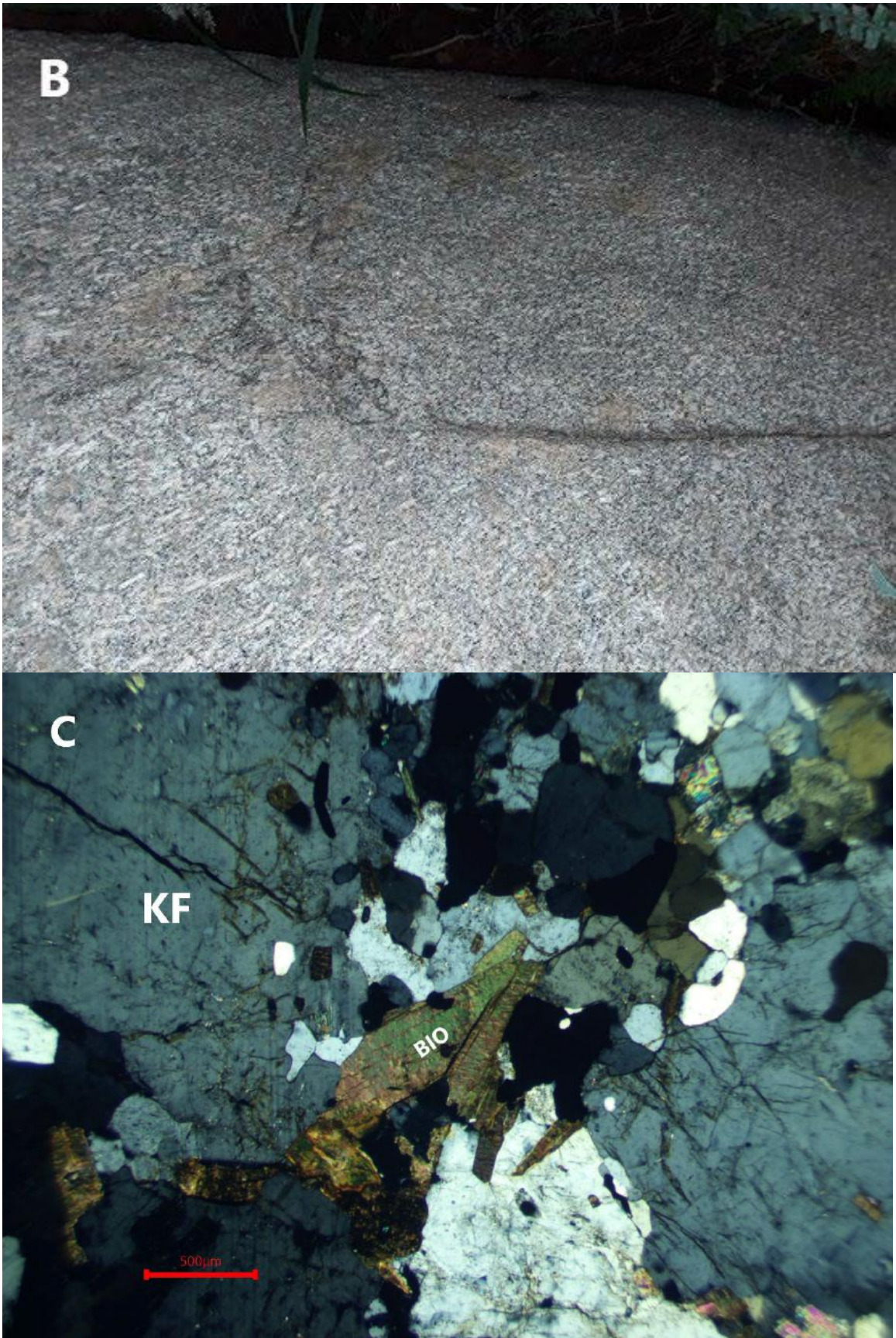


Figura 10: A) Amostra de mão da fácies equigranular do metagranitoide. B) Aparência megascópica da fácies porfírica do metagranitoide em afloramento. C) Fotomicrografia da fácies equigranular com biotita (BIO) no centro da imagem e K-feldspato (KF) a esquerda.

5.2 – GEOLOGIA ESTRUTURA E METAMORFISMO

Por meio de feições estruturais tipo foliações tectonometamórficas, dobras e falhas, foram identificadas três fases deformacionais dúcteis: D_n , D_{n+1} e D_{n+2} .

A foliação mais ocorrente na área esta relacionada à fase D_{n+1} , aqui descrita como S_{n+1} , plano axial de dobras que variam de isoclinais a apertadas que dobram uma foliação pretérita S_n , por sua vez paralelizada ao S_0 e a raras lentes quartzo-feldspáticas.

A foliação S_{n+1} mergulha tanto para SE como para NW (predominante), com ângulos que variam de 18 graus até subvertical (Figura 12). Dependendo da litologia, pode ser classificada como contínua (observada em xistos) ou espaçada (associada aos paragneisses).

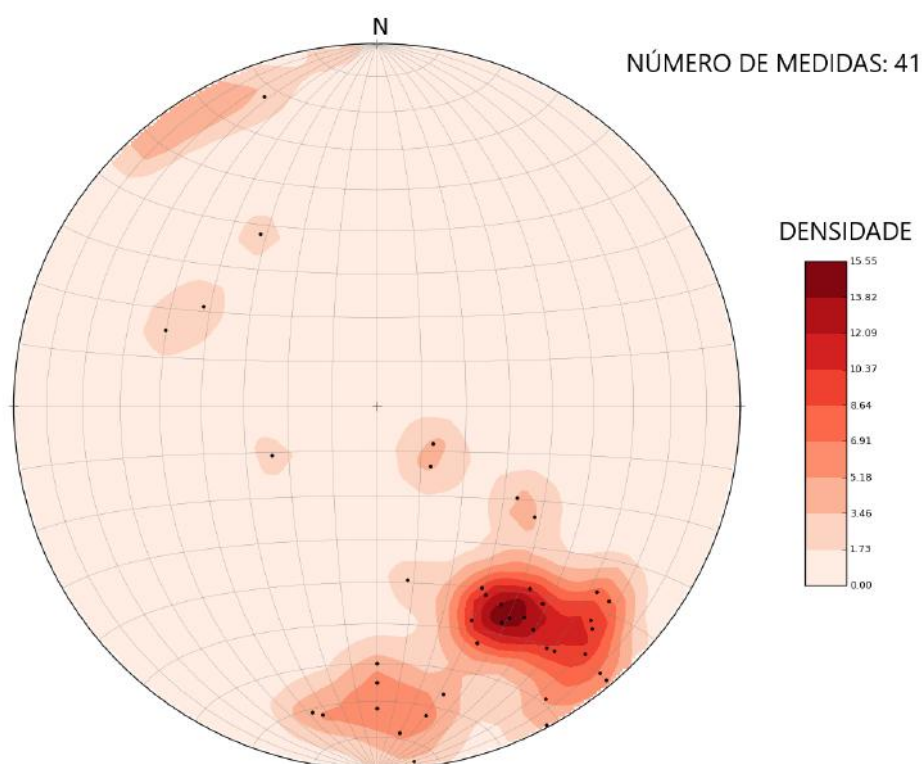


Figura 11: Estereograma de polos da foliação principal com mergulho NW e SE. Mergulho médio de 330/56°.

A variação da direção de mergulho da foliação tectônica S_{n+1} está associada a pequenas zonas de cisalhamento, infelizmente não muito contínuas em campo, transpressivas com movimento transcorrente dextral, evidenciadas pela lineação de estiramento sub-horizontal, com caimento médio para $45^{\circ}N$, contida nas foliações miloníticas com atitude média $330/56^{\circ}$. Em cortes paralelos à lineação de estiramento e perpendiculares à foliação milonítica, ocorrem porfiroclastos de feldspatos que funcionam como indicadores cinemáticos, deltas e sigmas, que mostram movimento em planta dextral.

A orientação e cinemática dessas zonas de cisalhamento, sugerem, a grosso modo, que o campo de tensões que as produziu foi uma compressão aproximadamente E-W.

As condições de metamorfismo foram analisadas por meio das associações minerais identificadas, principalmente, em rochas de protólito pelítico. Percebe-se um contraste metamórfico entre as rochas do embasamento e da cobertura paraderivada.

Os ortognaisses do embasamento são rochas migmatíticas, comumente compostas por biotita e hornblenda (máficos predominantes). O moderado a alto grau de fusão parcial verificado nos afloramentos, mais a composição mineralógica média, segundo Yardley (2004), em um ambiente pouco hidratado, deveria acontecer em temperaturas iguais ou superiores a $700^{\circ}C$, isto é, no mínimo fácies granulito inferior.

Os xistos e paragnaisses associados são compostos por biotita + mica branca + quartzo + plagioclásio \pm K-feldspato \pm veios quartzo feldspáticos \pm

granada \pm sillimanita e raro CPX. Essa paragênese sugere um grau metamórfico mais moderado, na fácies anfíbolito.

6 – CONCLUSÃO

Na folha Laginha (IBGE 1:50.000) foram identificadas 6 unidades de mapeamento, sendo duas de embasamento, A) Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato; B) Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico, três paraderivadas da cobertura supracrustal, C) Granada Paragnaisse; D) Sillimanita Quartzito; E) Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas, e uma intrusiva em todo o conjunto, F) Metagranitoide félsico.

As estruturas analisadas apontam, a grosso modo, para um encurtamento SE – NW, sendo ora com flanco de dobras mergulhando para SE, ora para NW, com ângulos que variam de 18 graus até subvertical. No entanto, as raras lineações de estiramento sub-horizontal, com caimento médio para 45°N, mostram que na realidade o principal movimento cinemático das estruturas tem topo para SW, isso é, paralela à direção de caimento dos eixos das dobras.

A composição mineralógica dos ortognaises do embasamento, rochas migmatíticas compostas por biotita e hornblenda (máficos predominantes), e a presença de moderado a alto grau de fusão parcial verificado nos afloramentos, mais a composição mineralógica média, segundo Yardley (2004), apontam para gênese em um ambiente pouco hidratado, em temperaturas iguais ou superiores a 700°C, isto é, no mínimo fácies granulito inferior. A paragênese identificada nas rochas paraderivadas, sillimanita, CPX, OPX e granada,

apontam para um metamorfismo principal migrando da fácies anfibolito de alta temperatura para fácies granulito de pressão média, o que justifica os veios anatéticos identificados em alguns afloramentos.

7 – BIBLIOGRAFIA

Almeida, F.F.M., Amaral, G., Cordani, U .. Kawashita, K., 1973. The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin, South of Amazon River. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (Eds.). The South Atlantic. Springer, Boston, MA. pp. 411-416.

Almeida, F.F.M., 1977. O cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geociências* 7 (4), 349–364.

Almeida, F.F.M., 1981. In: SBG, Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador. *Anais.. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco*, Salvador, pp. 1–10.

Basei, M.A.S., Siga Jr., O., Sato, K., Sproesser, W.M., 1995. A metodologia Urânio-Chumbo na USP. *Princípios metodológicos, aplicações e resultados obtidos. An Acad. Bras Ciências* 67, 221–237.

Cabrita, D.I.G., Faleiros, F.M., Cawood, PA, Campanha, G.A.C., Yogi, M.T.A.G., Wainwright.A.N., Raveggi, M., Almeida. V.V., 2021. Petrochronological constraints and tectonic implications of Tonian metamorphism in the Embu Complex. *Ribeira Belt. Brazil. Precambrian Res.* 363, 106315. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106315>.

Cabrita, D.I.G., Faleiros, F.M., Ribeiro, B.v., Menegon, L, Cawood, PA, Campanha, G.A.C., 2022. Deformation, thermochronology and tectonic significance of the crustal-scale Cubarão Shear Zone, Ribeira Belt, Brazil. *Tectonophysics* 229278. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2022.229278>.

Campos Neto, M.C., Caby, R., 1999. Tectonic constrain on Neoproterozoic high-pressure metamorphism and nappe system south of São Francisco craton, southeast Brazil. *Precambrian Res.* 97, 3–26.

Campos Neto, M.C., Caby, R., 2000. Lower crust extrusion and terrane accretion in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil. *Tectonics* 19, 669–687.

Campos Neto, M.C., Basei, M.A.S., Vlach, S.R.F., Caby, R., Szabó, G.A.J., Vasconcelos, P., 2004. Migração de orógenos e superposição de orogêneses: um esboço da colagem Brasileira no sul do Cráton do São Francisco, SE-Brasil, 4. *Revista do Instituto de Geociências - USP. Geologia USP, Série Científica*, pp. 13–40.

Campos Neto, M.C., Janasi, V.A., Basei, M.A.S., Siga Jr., O., 2007. Sistema de Nappes Andreândia, setor oriental: litoestatigrafia e posição estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, 37 (4 - suplemento): 47 - 60.

Campos Neto, M.C., Cioffi, C.R., Moraes, R., Motta, R.G., Siga Jr., O., Basei, M.A.S., 2010. Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites: the Carvalhos Klippe example, from the oriental Andreândia Nappe System, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil. *Precambrian Res.* 180, 125–142.

Campos Neto, M.C., Basei, M.A.S., Janasi, V.A., Moraes, R., 2011. Orogen migration and tectonic setting of the Andreândia nappe system: an ediacaran western gondwana collage, south of São francisco craton. *J. South Am. Earth Sci.* 32, 393–406.

Campanha, G.A., Sadowski, G.R., 1999. Tectonics of the southern portion of the ribeira belt (Apiaí) domain. *Precambrian Res.* 98, 31–51.

Cintra Da Costa, R. V., Trouw, R. A. J., Ribeiro, A., Mendes, J. C., Tavares, F., Nepomuceno, F., Nascimento, D. B., Fontainha, M. F., Duffles, P., & Correia Trouw, C. (2023). Upper plate exhumation during continental collision: An example from the paranapanema paleocontinental active margin, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 124, 104287. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104287>

Coelho, M.B., Trouw, R.A.J., Ganade, C.E., Vinagre, R., Mendes, J.C., Sato, K., 2017. Constraining timing and P-T conditions of continental collision and late overprinting in the Southern Brasília Orogen (SE-Brazil): U-Pb zircon ages and geothermobarometry of the Andreândia Nappe System. *Precambrian Res.* 292, 194–215.

Conte, T., Cavalcante, C., Lagoeiro, LE., Fossen, H., Silveira, C.S., 2020. Quartz textural analysis from an anastomosing shear zone system: Implications for the tectonic evolution of the Ribeira belt. Brazil. *J. S. Am. Earth Sei.* 103, 102750. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102750>.

Cordani, U.G., Neves, B.B.B., Fuck, R.A., Porto, R., Thomaz Filho, A., Cunha, F.M.B., 1984. Estudo preliminar de integração do Pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *Ciência Técnica Petróleo 1e70*. Referências adicionais: Brasil/Português; Meio de divulgação: Impresso. Seção Exploração Petróleo n. 15.

Duffles, P.A., Trouw, R.A.J., Mendes, J.C., Gerdes, A., Vinagre, R., 2016. U-Pb age of detrital zircon from the Embu sequence, ribeira belt, SE Brazil. *Precambrian Res.* 278, 69–86.

Egydio-Silva, M., Vauchez, A., Baseou, J., Hippertt, J., 2002. High-temperature deformation in the Neoproterozoic transpressional Ribeira belt, southeast Brazil. *Tectonophysics* 352, 203-224. [https://doi.org/10.1016/50040-1951\(02\)00197-X](https://doi.org/10.1016/50040-1951(02)00197-X).

Egydio-Silva, M., Vauchez, A., Raposo, M.I.B., Baseou, J., Uhlein, A., 2005. Deformation regime variations in an arcuate transpressional orogen (Ribeira belt, SE Brazil) imaged by anisotropy of magnetic susceptibility in granulites. *J. Struct. Geol.* 27, 1750-1764. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2005.06.001>.

Egydio-Silva, M., Vauchez, A., Fossen, H., Gonçalves Cavalcante, G.C., Xavier, B.C., 2018. Connecting the Araçuaí and Ribeira belts (SE - Brazil): Progressive transition from contractional to transpressive strain regime during the Brasiliano orogeny. *J. Am. Earth Sei.* 86, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.005>.

Faleiros, F.M., Campanha, G.A.C., Martins, L., Vlach, S.R.F., Vasconcelos, P.M., 2011. Ediacaran high-pressure collision metamorphism and tectonics of the southern Ribeira Belt (SE Brazil): evidence for terrane accretion and dispersion during Gondwana assembly. *Precambrian Res.* 189, 263-291.

Faleiros, F.M., Campanha, G.A.C., Pavan, M., Almeida, V.V., Rodrigues, S.W.O., Araújo, B.P., 2016. Short-lived polyphase deformation during crustal thickening and exhumation of a collisional orogen (Ribeira Belt, Brazil). *J. Struct. Geol.* 93, 106-130. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2016.10.006>.

Faleiros, F.M., Ribeiro, B.V., Campanha, G.A.C., Cawood, P.A., Cabrita, D.I.G., Yogi, M.T.A.G., Milani, L.A., Lemos-Santos, D.V., Almeida, V.V., Rodrigues, S.W.O., Malta, J.F., Forero-Ortega, A.J., 2022. Strain Partitioning along Terrane Bounding and Intraterrane Shear Zones: Constraints from a Long-Lived Transpressional System in West Gondwana (Ribeira Belt, Brazil). *Lithosphere* 2021 (special 6), 2103213. <https://doi.org/10.2113/2022/2103213>.

Fernandes, A.J., 1991. O Complexo Embu no Leste do Estado de São Paulo: Contribuição ao conhecimento da litoestratigrafia e da evolução estrutural e metamórfica. MSc dissertation, IG, Universidade de São Paulo, 120pp.

Fontainha, M.V., Trouw, R.A.J., Dantas, E.L., Polo, H.J., Furtado, P.C., Marimon, R.S., Telles, R.C.M., Peternel, R., 2021. Provenance and tectonic evolution of the Andrelândia group in the region between the Socorro and

Guaxupé nappes, southern Brasília and ribeira orogens. *Brazil J. S. Am. Earth. Sci.* 109. Article 103060.

Hackspacher, P.C., Fetter, A.H., Ebert, H.D., Janasi, V.A., Dantas, E.L., Oliveira, M.A.F., Braga, I.F., Negri, F.A., 2003. Magmatismo há 660-640 Ma no Domínio Socorro: registros de convergência pré-colisional na aglutinação do Gondwana Ocidental. *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo 3, 85–96.

Heilbron, M., Duarte, B., Valladares, C., Nogueira, J.R., Tupinambá, M., Eirado, L.G., 2003. Síntese Geológica do Bloco Oriental (Zona da Mata). In: Pedrosa Soares, A.C., Noce, C.M., Trouw, R., Heilbron, M., coord (Eds.), *Projeto Sul de Minas*, Belo Horizonte, 1. COMIG/SEME, pp. 8–50.

Heilbron, M., Pedrosa-Soares, A.C., Campos Neto, M., Silva, L.C., Trouw, R.A.J., Janasi, V.C., 2004. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (Eds.), *O desvendar de um continente: a moderna geologia da América do Sul e o legado da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. A Província Mantiqueira, pp. 203–234.

Heilbron, M., Valeriano, C.M., Tassinari, C.C.G., Almeida, J.C.H., Tupinambá, M., Siga Jr., O., Trouw, R.A.J., 2008. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito-Neves, B.B., de Wit, M. (Eds.), *West Gondwana Pre-cenozoic Correlations across the South Atlantic Region*, 294. *Journal Geological Society London*, Special Publication, pp. 211–232.

Heilbron, M., Ribeiro, A., Valeriano, C.M., Paciullo, F.V., Almeida, J.C.H., Trouw, R.A.J., Tupinambá, M., Eirado, L.G., 2017. Ribeira belt. Cap. 15, 277-302. In: Heilbron, M., Cordani, U.G., Alkmim, F.F. (Eds.), *São Francisco Craton, Eastern Brazil*. Springer, p. 331p.

Janasi, V.A., Alves, A., Vlach, S.R.F., Leite, R.J., 2003. Granitos peraluminosos da porção central da Faixa Ribeira, Estado de São Paulo: sucessivos eventos de reciclagem da crosta continental no Neoproterozóico. *Geol. USP Publicacao Espec.* 3, 13–24.

Leonardos, O.H., Fyfe, W.S., 1974. Ancient metamorphic-migmatite belts of the Brazilian Atlantic coast: the African connection. *Rev. Bras. Geociencias* 4, 247–252.

Mantovani, M.S.M., Quintas, M.C.L., Shukowsky, W., Brito Neves, B.B., 2005. Delimitation of the Paranapanema Proterozoic block: a geophysical contribution. *Episodes* 28, 18–22.

Martins, L., Vlach, S.R.F., Janasi, V.A., 2009. Reaction microtextures of monazite: correlation between chemical and age domains in the Nazaré Paulista migmatite, SE Brazil. *Chem. Geol.* 261 (3), 271–285.

Modesto, F.B.F., GEOLOGIA, GEOCRONOLOGIA E GEOTERMOBAROMETRIA DA FOLHA CUNHA (IBGE, 1:50.000), DIVISA DOS ESTADOS DE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO, 2022

Mora, C.A.S., Campos Neto, M.C., Basei, M.A.S., 2014. Syn-collisional lower continental crust anatexis in the Neoproterozoic Socorro-Guaxupé Nappe System, southern Brasília orogen, Brasil: constraints from zircon U-Pb dating, Sr - Nd - Hf signatures and whole-rock geochemistry. *Precambrian Res.* 255, 847–864.

Negri, F.A., 2002. Petrologia das rochas charnockitograníticas e encaixantes de alto grau associadas na região de São Francisco Xavier. SP. Tese de Doutorado-UNESP Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

Negri, F.A., Oliveira, M.A., 2005. Geoquímica e Geotermimetria dos Granulitos Máficos Associados às Rochas Supracrustais da Extremidade Meridional do Domínio Socorro, Região de São Francisco Xavier, SP. *Rev. Bras. Geociências* 35, 591–602.

Peternel, R.M.N., 2005. A zona de superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira na região entre Caxambu e Pedralva, sul de Minas Gerais. PhD Thesis. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Peternel, R., Trouw, R.A.J., Schmitt, R., 2005. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira, no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Geociências* 35, 297–310.

Ribeiro, A., Campos, M.T., Paciullo, F.V., Carvalho, M., V, Valeriano, C., Nascimento, D., 2014a. Geological Map of Alfenas Sheet 1: 100,000. Federal University of Rio de Janeiro, Geological Survey of Brazil (CPRM). Digital Media.

Ribeiro, A., Nascimento, D., Oliveira, A., Rocha, F., 2014b. Geological Map of Machado Sheet 1: 100,000. Federal University of Rio de Janeiro, Geological Survey of Brazil (CPRM). Digital Media. R.V. Cintra Da Costa et al.

Ribeiro, A., Nascimento, D., Bongioiolo, E., Trouw, R.A.J., Polo, H., Tavares, F., Nepomuceno, 2014c. Geological Map of Pouso Alegre Sheet 1: 100,000.

Federal University of Rio de Janeiro, Geological Survey of Brazil (CPRM). Digital Media.

Ribeiro, Bruno V., Faleiros, F.M., Campanha, G.A.C., Cawood, P.A., Kirkland, C.L., Barham, M., Martin, E.L., Seraine, M., Cabrita, D.I.G., Yogi, M.T.A.G., Almeida, V.V., Forero-Ortega, A.J.A., Dantas, E.L., 2023. A Laurentian affinity for the Embu Terrane, Ribeira Belt (SE Brazil), revealed by zircon provenance statistical analysis. *Geosci. Front.* 14 (Issue 1), 101477.

Rocha, B.C., Moraes, R., Moller, A., Cioffi, C.R., Jercinovic, M.J., 2016. Timing of Anatexis and Melt Crystallization in the Socorro-Guaxupé Nappe, SE Brazil: Insights from Trace Element Composition of Zircon, Monazite and Garnet Coupled to U - Pb Geochronology. *Accept publish, Lithos.*

Rocha, B. C., Moraes, R., Möller, A., & Cioffi, C. R. (2018). Magmatic inheritance vs. UHT metamorphism: Zircon petrochronology of granulites and petrogenesis of charnockitic leucosomes of the Socorro–Guaxupé nappe, SE Brazil. *Lithos*, 314-315, 16-39. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2018.05.014>

Soares, A.T.M., MAPEAMENTO GEOLÓGICO, ANÁLISE ESTRUTURAL E METAMORFISMO NAS PROXIMIDADES DE CAMPOS DE CUNHA, SÃO PAULO, 2018

Tedeschi, M., Lanari, P., Rubatto, D., Pedrosa-Soares, A., Hermann, J., Dussin, I., Pinheiro, M.A.P., Bouvier, A., Baumgartner, L., 2017. Reconstruction of multiple PT-t stages from retrogressed mafic rocks: subduction versus collision in the Southern Brasília orogen (SE Brazil). *Lithos* 294–295, 283–303.

Tedeschi, M., Pedrosa-Soares, A., Dussin, I., Lanari, P., Novo, T., Pinheiro, M.A.P., Lana, C., Peters, 2018. Protracted zircon geochronological record of UHT garnet-free granulites in the Southern Brasília orogen (SE Brazil): petrochronological constraints on magmatism and metamorphism. *Precambrian Res.* 316, 103–126.

Trouw, R.A.J., Heilbron, M., Ribeiro, A., Paciullo, F.V.P., Valeriano, C.M., Almeida, J.C.H., Tupinambá, M., Andreis, R.R., 2000. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America*. 31th International Geological Congress. The central segment of the Ribeira belt, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 287–310.

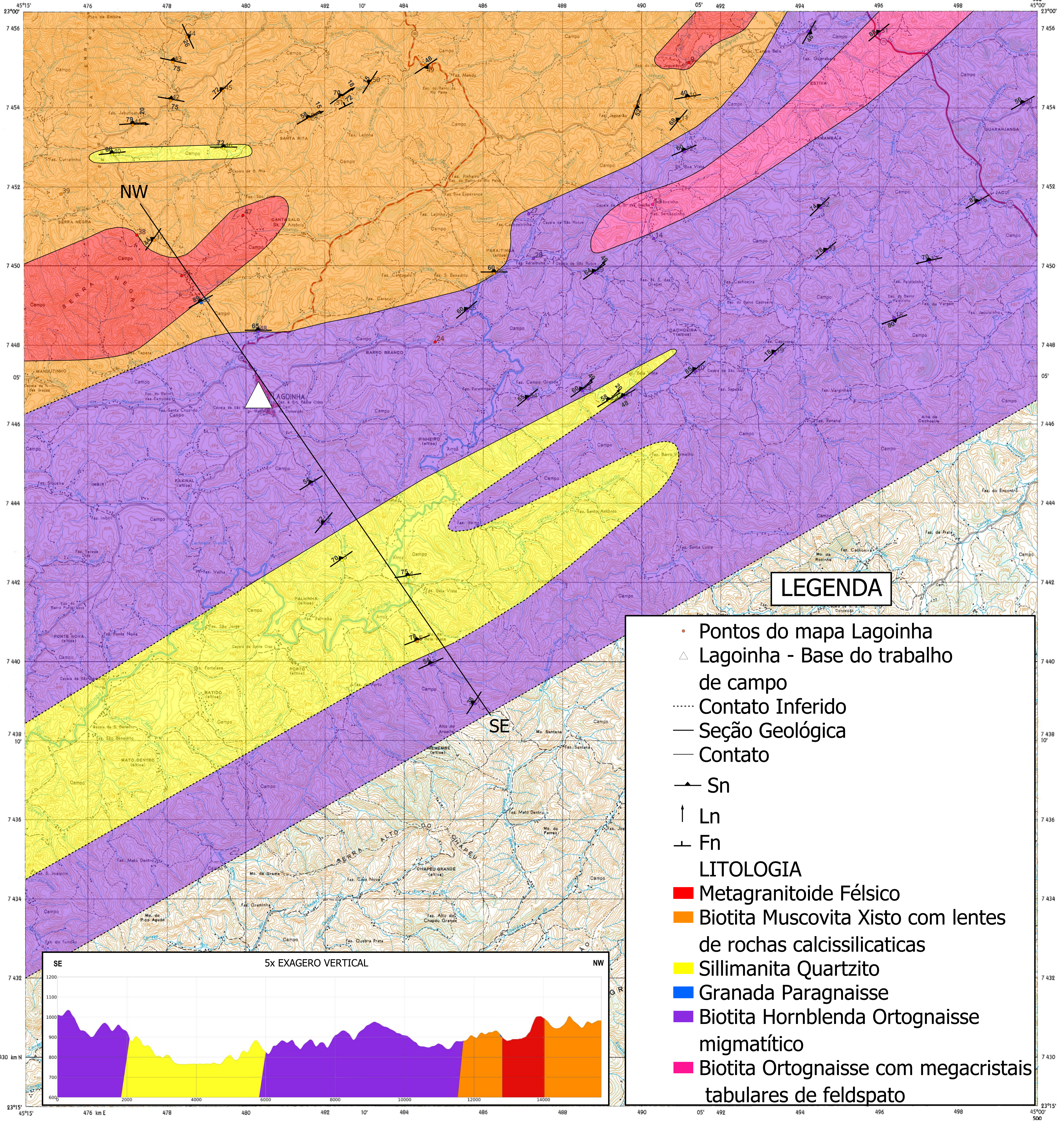
Trouw, R.A.J., Peternel, R., Trouw, C.C., Matos, G., 2008. Geological Map of Itajubá Sheet 1: 100,000. Federal University of Rio de Janeiro, Geological Survey of Brazil (CPRM). Digital Media.

Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H., 2013. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the Central Ribeira belt, SE Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 48, 43–57.

Vinagre, R., Trouw, R. A., Mendes, J. C., Duffles, P., Peternel, R., & Matos, G. (2014). New evidence of a magmatic arc in the southern Brasília Belt, Brazil: The Serra da Água Limpa batholith (Socorro-Guaxupé Nappe). *Journal of South American Earth Sciences*, 54, 120-139. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.05.002>

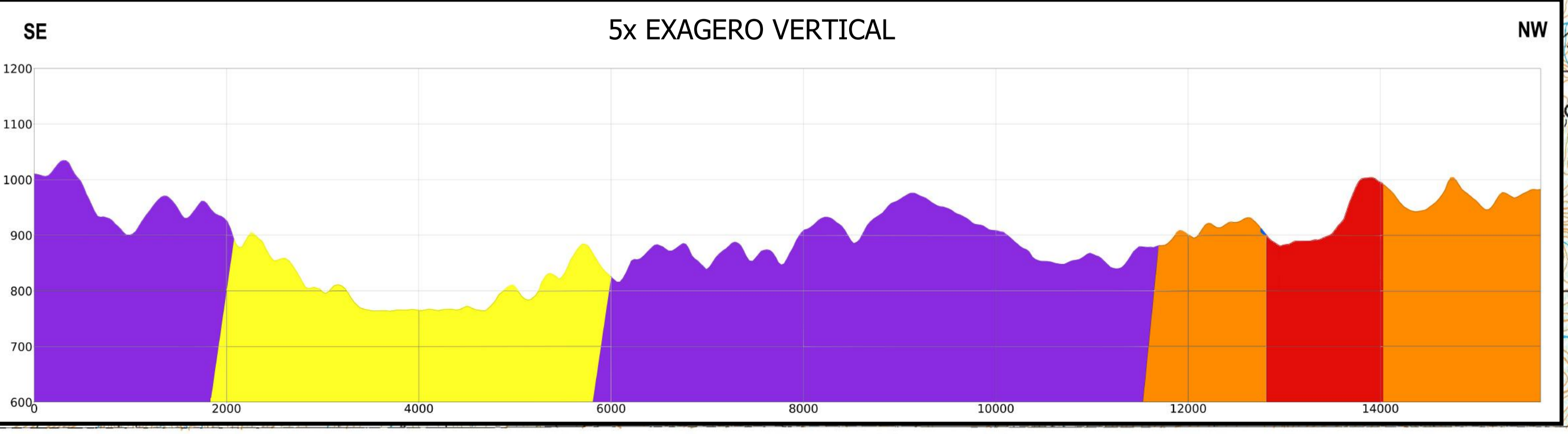
Vinagre da Costa, R., Trouw, R. A. J., Mendes, J. C., Geraldés, M., Távora, A., Nepomuceno, F., & De Araújo Junior, E. B. (2017). Proterozoic evolution of part of the Embu Complex, eastern São Paulo state, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 79, 170-188. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.003>

Yardley, B.W.D., *An Introduction to Metamorphic Petrology*, 1990



LEGENDA

- Pontos do mapa Lagoinha
- △ Lagoinha - Base do trabalho de campo
- ⋯ Contato Inferido
- Seção Geológica
- Contato
- ↗ Sn
- ↑ Ln
- ⊥ Fn
- LITOLOGIA**
- Metagranitoides Félsicos
- Biotita Muscovita Xisto com lentes de rochas calcissilicáticas
- Sillimanita Quartzito
- Granada Paragnaisse
- Biotita Hornblenda Ortognaisse migmatítico
- Biotita Ortognaisse com megacristais tabulares de feldspato



Ponto	Longitude	Latitude	Litologia	SN DIP DIRECTION	SN DIP INC	LINEATION DIRECTION	LINEATION INC	FOLIATION DIRECTION	FOLIATION INC
1	481658	7444483	Ortognaisse	328	54				
2	481986	7443483	Ortognaisse	310	72				
3	482424	7442559	Xisto/Quartzito	325	70				
4	484093	7442135	Quartzito	351	75				
5	484331	7440507	Xisto	339	78				
6	484680	7439915	Ortognaisse	336	54				
7	485789	7438931	Ortognaisse	303	38				
8	489828	7454046	Xisto	110	52				
9	491199	7455143	Metagranitoide						
10	491163	7454241	Xisto	350	40				
11	490960	7453663	Xisto	310	68				
12	491083	7452888	Ortognaisse	337	60				
13	490277	7451558	Embasamento						
14	490309	7450697	Ortognaisse						
15	494203	7455932	Ortognaisse	120	46				
16	498501	7451594	Ortognaisse	330	82				
17	497270	7450100	Ortognaisse	347	70				
18	496380	7448686	Ortognaisse	160	80				
19	493369	7447788	Ortognaisse	318	18				
20	491365	7447345	Ortognaisse	320	85				
21	489557	7446676	Ortognaisse	330	48				
22	489186	7446583	Quartzito	328	58	45	20		
23	488500	7446846	Ortognaisse	325	60	44	40		
24	484781	7448080	Metagranitoide						
25	485595	7448864	Ortognaisse	320	60				
26	486265	7449812	Xisto	0	60				
27	487144	7451316	Ortognaisse						
28	487265	7450192	Ortognaisse						
29	488819	7449824	Ortognaisse	325	64	44	40		
30	499650	7454091	Ortognaisse	330	50				
31	496017	7455872	Embasamento	320	88				
32	494524	7451473	Ortognaisse	316	74				
33	494677	7450363	Ortognaisse	320	78				
34	487134	7446642	Ortognaisse	320	55				
35	478866	7449068	Paragnaisse	332	89				
36	478372	7449753	Metagranitoide						
37	477680	7450649	Xisto	305	44				
38	477236	7450779	Metagranitoide						
39	475319	7451818	Xisto						
40	476612	7452815	Quartzito	354	88				
41	477132	7453563	Xisto	356	79	90	20		
42	478094	7454182	Xisto	10	75				
43	478148	7455153	Xisto	12	75				
44	478496	7455794	Xisto	65	26				
45	479424	7454425	Xisto	315	72				
46	479429	7452969	Xisto/Quartzito	0	72				
47	479922	7451284	Metagranitoide						
48	480302	7448339	Ortognaisse	0	65				
49	484529	7455085	Xisto	146	48				
50	483161	7454627	Xisto	303	15				
51	482414	7454263	Xisto	324	72	56	18	334	70
52	481592	7453719	Xisto	330	58	65	15		