



IG | Instituto de Geociências

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL
PROJETO UNAÍ
SUBÁREA 5**

João Carlos Figueiredo

Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

Campus Darcy Ribeiro, CEP 70910-900, Brasília-DF, Brasil

Instituto de Geociências

Universidade de Brasília

Novembro de 2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

**PROJETO UNAÍ
SUBÁREA 5**

**João Carlos Figueiredo
Palloma Azevedo de Amorim Rêgo**

*Relatório submetido ao Instituto de Geociências
como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Geologia*

Banca Examinadora

Profa. Dra, Eliza Inez Nunes Peixoto , IG/UnB _____
Orientadora

Prof. Dr. João Willy Corrêa Rosa, IG/UnB _____
Examinador Interno

Prof. Dr. César Fonseca Ferreira Filho, IG/UnB _____
Examinador Interno

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

**PROJETO UNAÍ
SUBÁREA 5**

**João Carlos Figueiredo
Palloma Azevedo de Amorim Rêgo**

Coordenador

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

Orientadora

Profa. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Dedicatórias

Dedico este trabalho a todos amigos geocientistas que me lembram diariamente que não se faz ciência sozinha.

Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

Gostaria de dedicar este trabalho ao meu melhor amigo e irmão Matheus Oliveira Ribeiro, que infelizmente, faleceu recentemente tão jovem. Foi uma honra dividir o mesmo espaço e tempo com você..

João Carlos Figueiredo

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos meus familiares, colegas e amigos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

Gostaria de fazer um agradecimento especial à minha mãe, Norma do Carmo Figueiredo, pelo apoio em todas as fases da minha vida.

João Carlos Figueiredo

Agradeço a Universidade de Brasília (UnB) que patrocinou o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores do Instituto de Geociências (IG) que de alguma forma contribuíram para este estudo, em especial: José Eloi Guimarães Campos, o grande responsável pela realização deste projeto, a Eliza Inez Nunes Peixoto pela orientação, ao Martino Giorgioni e ao doutorando Lucas Santos Batista Teles. Aos funcionários do IG, especialmente a equipe de motoristas.

Aos meus amigos das Geociências pela confraternidade e discussões acerca deste trabalho. Em especial, agradeço a minha dupla João Carlos Figueiredo pela agradável parceria, a Ana Flávia Romanholli de Pádua pelo enorme encorajamento e amparo, ao Manoel Lázaro Frazão Junior pela ajuda e paciência, a Linda Beatriz da Silva Sales, Bianca Licassali Lucindo, Ana Caroline Alves de Carvalho, Maria Gabryella Patriota Paiva e Matheus Ferreira da Silva pelo auxílio e companheirismo.

Aos colegas Ricardo Guimarães Paiva, Matheus Denezine, Marcus Vinicius Souza e Eveline Alves Sayão por serem grande fonte de inspiração, entusiasmo e amor pela profissão.

Aos amigos Paula Castro Brandão Vaz Santos e Túlio Pustrelo Celini por sempre estarem presentes para uma conversa e um cafézinho.

Aos meus pais, Polary Amorim Rêgo e Marivânia de Azevedo Rêgo pelo apoio incondicional. Aos que não foram citados, mas que participaram direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho. Muito obrigada!

Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

RESUMO

O Projeto Unaí compreende um mapeamento na escala 1:50000 da região a sul do município de Unaí-MG. Este é o volume referente ao mapeamento realizado pela subárea V do projeto que contém quatorze subáreas integradas. Os produtos de magnetometria e gamaespectrometria apresentam baixo contraste e indicam apenas as regiões onde há solos espessos e bem desenvolvidos e regiões com solos pouco desenvolvidos. A área cartografada exibe uma deformação regional rasa, classificada como *thin skinned* e está inserida no Cinturão de Dobras e Cavalgamentos na Zona Externa da Faixa Brasília. Na área afloram as unidades geológicas, da base para o topo: Formação Quilombo, Formação Serra do Landim - Grupo Canastra, Formação Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá e Formação Sete Lagoas - Grupo Bambuí. As unidades apresentam anquimetamorfismo, com exceção da Formação Serra do Landim que apresenta metamorfismo em fácies xisto verde. Foram descritas fácies na Formação Quilombo que são relacionáveis as fácies F3, F6, F7, F8 e F9 de Mutti (1992), que indicam deposição em leques turbidíticos de água profunda, com magmatismo associado. A Formação Córrego do Barreiro exibe fácies carbonáticas de lutitos e ruditos, e fácies siliciclásticas de pelitos e psamitos, que indicam deposição em plataforma mista com forte controle paleotopográfico. Foi interpretado um único domínio estrutural, com apenas uma fase deformacional progressiva, a qual formou todas as estruturas mapeadas, geradas durante a Orogenia Brasileira. O arcabouço estrutural da área é resultante de um sistema transpressivo sinistral com forte componente compressiva, composto por falhas contracionais de baixo ângulo com *strike* aproximadamente N-S e mergulho para W e dobras com vergência para E. As lineações de deslizamento com degressos associados indicam cinemática reversa com o topo para E com leve componente transcorrente sinistral localmente observada. A foliação S_p , presente em todas as unidades, exibe direção NNE-SSW com mergulhos moderados a altos para WNW, enquanto a foliação S_s que é somente evidenciada no Grupo Canastra, é paralela ao acamamento com direção NNW-SSE com mergulho baixo para WSW. O potencial geoeconômico mineral envolve a ocorrências de Pb e Zn \pm Cu, argila, dolomito agrícola e agregados, fosfato e ouro orogênico.

Palavras-chaves: Unaí, Faixa Brasília, anquimetamorfismo, Orogenia Brasileira.

ABSTRACT

The Unaí Project comprises a 1:50000 scale mapping of the southern region of the municipality of Unaí-MG. This is the volume referring to the mapping realized by sub-area V, in the project which contains fourteen integrated sub-areas. The products of magnetometry and gamma spectrometry present low contrast and only indicate regions where there are thick and well-developed soils and regions with poorly developed soils. The mapped area exhibits a shallow regional deformation, classified as thin skinned and is inserted in the belt of folds and thrustings in the Outer Zone of the Brasília Belt. The geological units outcrop in the area, from the base to the top: Quilombo Formation, Serra do Landim Formation - Canastra Group, Córrego do Barreiro Formation - Paranoá Group and Sete Lagoas Formation - Bambuí Group. The units present sub-metamorphism, with the exception of the Serra do Landim Formation, which presents metamorphism in greenschist facies. Facies have been described in the Quilombo Formation that are related to F3, F6, F7, F8 and F9 facies of Mutti (1992), which indicate deposition in deep-water turbidite fans with associated magmatism. The Córrego do Barreiro Formation exhibits carbonate facies from lutites to rudites, and siliciclastic facies from pelites and psamites, which indicate deposition in a mixed platform with strong paleogeographic control. A single structural domain was interpreted, with only a progressive deformation phase, which formed all the mapped structures, generated during the Brasiliana Orogeny. The structural framework of the area is the result of a sinistral transpressive system with a strong compressive component, composed of low-angle contraction faults with strike approximately N-S and dip to W and folds with vergence to E. Sliding lineations with associated steps indicate top-to-E reverse cinematics with a locally observed slight sinistral transcurrent component. S_p foliation, present in all units, exhibits NNE-SSW direction with moderate to high dips for WNW, while S_s foliation, which is only evident in the Canastra Group, is parallel to lodging with NNW-SSE direction with low dip for WSW. The mineral geoeconomic potential involves the occurrence of Pb and Zn \pm Cu, clay, agricultural dolomite and aggregates, phosphate and orogenic gold.

Key-words: Unaí, Brasília Belt, sub-metamorphism, Brasiliana Orogeny.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	APRESENTAÇÃO.....	1
1.2	JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS.....	1
1.3	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	2
1.4	METODOLOGIA.....	4
1.4.1	PRÉ-CAMPO	4
1.4.2	CAMPO	5
1.4.3	PÓS-CAMPO.....	5
1.5	NOMENCLATURA E DEFINIÇÕES ADOTADAS	6
1.6	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	6
1.6.1	CLIMA	6
1.6.2	GEOMORFOLOGIA	7
1.6.3	VEGETAÇÃO	7
1.6.4	SOLO	8
1.6.5	HIDROGRAFIA	9
2	GEOLOGIA REGIONAL.....	10
2.1	CONTEXTO GEOTECTÔNICO.....	10
2.1.1	PROVÍNCIA TOCANTINS.....	10
2.1.2	FAIXA BRASÍLIA.....	11
2.2	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2.1	FORMAÇÃO QUILOMBO	16
2.2.2	GRUPO PARANOÁ	18
2.2.3	GRUPO VAZANTE	21
2.2.4	GRUPO CANASTRA	23
2.2.5	GRUPO BAMBUÍ.....	25
3	GEOTECNOLOGIAS.....	28
3.1	INTRODUÇÃO	28
3.2	SENSORIAMENTO REMOTO	28

3.2.1	SENSORIAMENTO REMOTO DO PROJETO UNAÍ	29
3.2.2	INTERPRETAÇÃO LOCAL DOS DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO	32
3.2.3	APLICATIVOS DE NAVEGAÇÃO	34
3.3	AEROGEOFÍSICA	34
3.3.1	GAMAESPECTROMETRIA	36
3.3.2	MAGNETOMETRIA	40
3.4	SÍSMICA DE REFLEXÃO	46
4	ESTRATIGRAFIA, PETROGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS	49
4.1	INTRODUÇÃO	49
4.2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	50
4.2.1	ANÁLISE DE FÁCIES E ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES	50
4.2.2	TURBIDITOS	51
4.3	GEOLOGIA DO PROJETO UNAÍ	53
4.4	GEOLOGIA LOCAL DA SUBÁREA V	54
4.4.1	FORMAÇÃO QUILOMBO	54
4.4.2	GRUPO PARANOÁ	63
4.4.3	GRUPO CANASTRA	66
4.4.4	GRUPO BAMBUÍ.....	70
5	GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	72
5.1	INTRODUÇÃO	72
5.2	ARCABOUÇO ESTRUTURAL LOCAL	74
5.2.1	ARCABOUÇO ESTRUTURAL DÚCTIL	74
5.2.2	ARCABOUÇO ESTRUTURAL RÚPTIL.....	77
5.3	DISCUSSÕES	79
6	ZONEAMENTO HIDROGEOLÓGICO.....	81
6.1	INTRODUÇÃO	81
6.2	CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS	83
6.2.1	AQUÍFEROS DO DOMÍNIO INTERGRANULAR	85
6.2.2	AQUÍFEROS DO DOMÍNIO FRATURADO	86
6.2.3	AQUÍFEROS DO DOMÍNIO FÍSSURO-CÁRSTICO	87
6.3	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	87
6.3.1	SEGURANÇA E PROTEÇÃO DE POÇOS TUBULARES	87
6.3.2	CONSTRUÇÃO DE NOVOS POÇOS TUBULARES.....	88
6.3.3	CONSTRUÇÃO DE “BARRAGINHAS”	88
6.3.4	APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE RECARGA ARTIFICIAL DOS AQUÍFEROS.....	89
6.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90

7	POTENCIALIDADES ECONÔMICAS	91
7.1	INTRODUÇÃO	91
7.2	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS MINERAIS.....	92
7.2.1	POTENCIAL PARA OURO	94
7.3	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS NÃO MINERAIS	94
8	EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA.....	97
8.1	INTRODUÇÃO	97
8.2	EMBASAMENTO CRISTALINO (RIACIANO)	99
8.3	RIFTE ARAÍ (ESTATERIANO / CALIMIANO)	99
8.4	SISTEMA TURBIDÍTICO (CALIMIANO).....	100
8.5	BACIA DO PARANOÁ / CANASTRA (ECTASIANO / ESTENIANO)	101
8.6	BACIA DE ANTEPAÍS (EDIACARANO)	103
8.7	TECTÔNICA COMPRESSIONAL (CAMBRIANO)	104
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	105
9.1	ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO	105
9.2	RECOMENDAÇÕES	109
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE FIGURAS

1.1	Mapa de localização e vias de acesso do Projeto Unaí, subárea V	3
1.2	Paisagem local da subárea V - Projeto Unaí. As Cristas de Unaí representam a faixa serrana com vegetação Cerrado e nos topos das Cristas, a vegetação Campo Cerrado. Vales aplainados a ondulados caracterizam a Depressão Sanfranciscana com vegetação Veredas e Campo Cerrado.....	8
2.1	Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins Pimentel <i>et al.</i> (2004).	11
2.2	Mapa tectônico e localização da área. (A) Localização da Faixa Brasília no contexto do cráton São Francisco (limite cratônico compilado de Alkmim & Teixeira, 2017); (B) arcabouço geotectônico da Faixa Brasília (Dardenne, 2000) e compartimentação tectônica proposta por Fuck <i>et al.</i> (2005).....	12
2.3	Coluna litoestratigráfica representativa das unidades metassedimentares da Faixa Brasília Sul. Grupos Ibiá e Canastra (Dias <i>et al.</i> 2011); Grupos Vazante e Bambuí (Dardenne, 2000) e Grupo Paranoá (Alvarenga <i>et al.</i> 2012). Retirado de Valeriano (2017).....	16
2.4	Coluna estratigráfica da Formação Quilombo. A espessura aparente da unidade é de 400m, mas é difícil precisar a espessura real, uma vez que as rochas estão fortemente dobradas. (Retirado de Campos <i>et al.</i> 2021).....	17
2.5	Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá, mostrando as correlações regionais em diversas áreas de ocorrência (retirado de Campos 2013).....	19
2.6	Coluna estratigráfica do Grupo Vazante (Retirado de Carvalho, 2019).....	22
2.7	Coluna Estratigráfica do Grupo Canastra (Retirado de Rodrigues 2008).	24
2.8	Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí (Retirado de Dardenne 2000).....	26
3.1	Composição de banda RGB 4/3/2 do Projeto Unaí.....	30
3.2	<i>Hillshade</i> (ângulo de 45°) gerado a partir do MDE obtido da imagem ALOS Pal-sar referente a área do Projeto Unaí.	32
3.3	Mapa base referente a subárea V do Projeto Unaí.	33

3.4	Lineamentos morfoestruturais da subárea V e o diagrama de rosetas regional do Projeto Unaí.....	34
3.5	Fluxograma com as etapas de processamento dos dados aerogeofísicos realizados pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A (Lasa, 2001).....	35
3.6	Fluxograma dos produtos radiométricos. porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY e composição ternária RGB.	37
3.7	Mapa das concentrações de Potássio (%), Tório equivalente (ppm) e Urânio equivalente (ppm).	37
3.8	Mapas de composição ternárias, RGB e CMY.....	38
3.9	Mapa de composição ternária RGB com os domínios gamaespectrométricos interpretados.....	39
3.10	Fluxograma dos produtos magnetométricos.	41
3.11	Campo Magnético Anômalo, em destaque a área do Projeto Unaí.	42
3.12	A derivada vertical (DZ) e a amplitude do sinal analítico (ASA), foram gerados a partir do campo magnético anômalo (CMA). O polígono em vermelho representa a área do Projeto Unaí.	43
3.13	Derivada TILT. O polígono vermelho em destaque representa a área do Projeto Unaí.	44
3.14	Individualização de domínios em mapa de amplitude de sinal analógico (ASA).	45
3.15	Localização da linha sísmica R0240_São_Francisco_045_PSTM. Em destaque a área do Projeto Unaí. Os pontos vermelhos se referem aos poços próximos, que podem ser utilizados na amarração estratigráfica da seção sísmica.	47
3.16	Dados da linha sísmica R0240_São_Francisco_045_PSTM.....	47
4.1	Tabela esquemática com a estratigrafia integrada do Projeto Unaí.	50
4.2	Tabela esquemática com a estratigrafia integrada do Projeto Unaí.	51
4.3	Classificação das nove fácies turbidíticas de Mutti (1991).	53
4.4	Coluna estratigráfica da Formação Quilombo, membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco.....	55
4.5	Afloramento em drenagem, rocha rítmico-psamítica do Membro Ribeirão da Porteira. Intercalações de pacotes psamíticos (variando de 15 a 60 cm) com pacotes pelíticos (variando de 3 a 7 cm). Cor vermelha representando as espessuras dos pacotes pelíticos.....	56
4.6	Afloramento de rocha rítmico-pelítica do Membro Ribeirão do Franco. Intercalações de pacotes pelíticos (variando de 20 a 80cm) e níveis psamíticos (variando de 7 a 20cm). Cor em amarelo representando a espessura dos pacotes psamíticos... ..	57
4.7	Fácies conglomerado polimítico (Op) da Formação Quilombo	58

4.8	(A) Fácies Lmm da Formação Quilombo. Amostra macroscópica evidenciando o arcabouço com predominância de quartzo. Na fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX) é possível observar o formato irregular dos grãos de quartzo e de fragmentos líticos, indicando uma imaturidade composicional. (B) Fácies Lml da Formação Quilombo. Amostra macroscópica ilustra sua estrutura maciça. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX) mostra os contatos planares entre grãos de quartzo e grãos líticos deformados, indicando compactação mecânica.	59
4.9	(A) Fácies Gln da Formação Quilombo. A amostra macroscópica ilustra a má seleção de grãos, mostrando os visíveis grânulos em meio a uma granulometria mais fina. Na fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX) nota-se a grande variedade granulométrica (de silte a grânulos) que evidencia o processo de congelamento de fluxo de carga de fundo e sedimento em suspensão...	60
4.10	Folhelhos em escala de afloramento, evidenciando laminação plano- paralela e variação descontínua de cores. Fácies Pl da Formação Quilombo.....	61
4.11	Modelo deposicional proposto para as rochas da Formação Quilombo.	63
4.12	Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá – Formação Córrego do Barreiro, com base nos afloramentos das demais subáreas do Projeto Unaí.	64
4.13	Bloco diagrama ilustrando sistema deposicional do Grupo Paranoá na região do Projeto Unaí.....	65
4.14	Macroscopia mostrando aspecto das fácies carabonáticas de ambiente proximal, presença de grânulos de extraclastos de quartzo que se destacam a olho nu. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX) revela a presença dos extraclastos em meio a matriz micrítica.	66
4.15	Coluna estratigráfica do Grupo Canastra – Formação Serra do Landim, na subárea V.	67
4.16	Aspecto geral dos filitos da Formação Serra do Landim – Grupo Canastra, em escala de afloramento.	67
4.17	Amostra macroscópica de fengita-clorita-filito apresentando granulação muito fina, a qual não permite a identificação de minerais. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX) evidencia a textura lepidoblástica marcando a foliação filítica presente na rocha.....	68
4.18	Difratograma de raio-x de rocha total da amostra 20-XIV-28	69
4.19	Amostra macroscópica de fengita-clorita-filito exibindo textura porfiroblástica, com pseudopórfiros de aproximadamente 2mm, em formas cúbicas. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicós cruzados (NX), mostrada da porção inferior, evidencia a foliação filítica e mostra a presença dos pseudoporfiroblastos de pirita.	69

4.20	Amostra macroscópica de mármore calcítico, composto essencialmente de carbonato, maciço, denso, bem compactado e com recristalizações evidentes. Fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX), evidenciando a recristalização do material carbonático em domínios com cristais equigranulares e com junções tríplexes.	70
4.21	Afloramento de pelitos e margas da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí.	71
5.1	Estereograma com as medidas da foliação S_p amostradas.....	75
5.2	Estereograma com as medidas de acamamento S_0 amostrada.	76
5.3	(A) Dobra levemente assimétrica com vergência para W, encontrada no Ribeirão do Franco. (B) Dobras assimétricas com vergência para E, encontradas no Ribeirão da Porteira. (C) Dobra subhorizontal com flanco rompido encontrada no Ribeirão da Porteira.	77
5.4	Lineação de deslizamento e <i>steps</i> , em rocha da Formação Quilombo, indicando cinemática transpressiva sinistral, com topo para sudeste.	78
5.5	Diagrama de roseta dos lineamentos morfoestruturais integrados da área do Projeto Unaí.	79
6.1	Gráficos mensais de balanço hídrico climatológico (mm) e de armazenamento (%) da região de Unaí referente aos anos de 1981 a 2010.	82
6.2	Distribuição de valores de precipitação ao longo dos meses, evidenciando grande volume pluviométrico de novembro a janeiro e estiagem de maio a setembro. Dados referentes aos anos de 1978 a 2013, retirado de Silva <i>et al.</i> (2017).	83
6.3	Mapa de zoneamento hidrogeológico do Projeto Unaí.	84
6.4	A esquerda barraginha em construção utilizando pá-carregadeira e a esquerda barraginha já inundada (Barros <i>et al.</i> 2013).	89
6.5	Caixa de infiltração preenchida por cascalho (Cadamuro & Campos, 2005).	89
7.1	Arcabouço geotectônico da porção centro-sul da Faixa Brasília (adaptado de Leite <i>et al.</i> 2004) com localização da Província Vazante-Paracatu.	91
7.2	: Cachoeira Água Boa e Doce, localizada na subárea XIV, Projeto Unaí.	95
7.3	Espeleotemas da Gruta Sapezal, localizada na subárea XII, Projeto Unaí.	96
8.1	Seção sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM interpretada.	98
8.2	Seção ilustrativa do contexto não aflorante, englobando as unidades da base para o topo: Embasamento Cristalino, Grupo Araí e Grupo Traíras.	100
8.3	Bloco diagrama ilustrando a deposição cronocorrelata das bacias referentes aos grupos Paranoá e Canastra.	103
9.1	Seção sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM interpretada.	106

LISTA DE TABELAS

1.1	Quadro resumo das atividades e etapas do Projeto Unai.....	4
2.1	Compartimentação tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília.(Fuck <i>et al.</i> 1994; 2005)	12
2.2	Principais unidades que afloram na área de estudo e principais litotipos de cada formação (baseada em Dardenne, 2000; Moura, 2018; Campos <i>et al.</i> 2021).	15
3.1	Faixas espectrais e resoluções das bandas do sensor MSI do satélite Sentinel-2 (Fonte: ESA).....	29
3.2	Informações técnicas dos instrumentos.	35
3.3	Descrição dos domínios gamaespectrométricos.....	40
3.4	Descrição dos domínios individualizados a partir do mapa da imagem de amplitude de sinal analógico.	46
4.1	Principais características dos depósitos sedimentares formados em cada fácies considerada por Mutti (1992) e Mutti <i>et al.</i> (1999). Retirado de Moura <i>et al.</i> (2018).....	52
4.2	Fácies sedimentares descritas pelo Projeto Unai referente a Formação Quilombo. *Fácies não observadas na subárea V.	62
6.1	Sistematização dos aquíferos presentes no Projeto Unai.....	85

Capítulo 1

Introdução

1.1 Apresentação

O Projeto Unaí compreende as atividades desenvolvidas pelos alunos do curso de graduação em Geologia, da Universidade de Brasília, incluindo as atividades desenvolvidas nas disciplinas IGD0114-Preparação do Mapeamento Geológico Final e IGD0179-Trabalho de Mapeamento Final, realizadas durante o ano de 2021, referentes aos semestres 02/20 e 01/21, que foram postergados devido à disseminação do coronavírus SARS-Cov-2, e à pandemia de COVID-19.

Composto de 27 alunos, divididos em 13 subáreas, com 12 duplas e um trio, que produziram um mapa em escala 1:50000 de uma área de 651 Km² no município do Unaí-MG. Contou com a coordenação do professor Dr. José Eloi Guimarães Campos e colaboração dos professores Dr. Martino Giorgioni e Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto, e do doutorando Lucas Santos Batista Teles.

Todo o apoio estrutural e logístico foi fornecido pela Universidade de Brasília e seus colaboradores.

1.2 Justificativas e Objetivos

A área foi escolhida para realização do Projeto Unaí devido à recente individualização da unidade estratigráfica da Formação Quilombo, antes mapeada como rochas pertencentes ao Grupo Vazante, que carecia de mapeamento de detalhe para delimitação geográfica condizente com a proposta do projeto. Além da caracterização detalhada das fácies sedimentares presentes e delimitação de grau metamórfico nas rochas locais, com finalidade de caracterização das mesmas quanto ao paleoambiente deposicional e detalhamento estrutural da região para estabelecimento da geotectônica regional.

A atividade curricular acadêmica do projeto, visa a capacitação dos alunos e futuros geólogos de forma integrada nas diversas áreas das geociências.

O principal objetivo do projeto é a confecção de mapas em escala 1:50000 das subáreas, juntamente com a produção de relatórios para apresentação à banca examinadora. A atividade intenta também a aplicação de conhecimentos e habilidades prévias, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, interpretação de dados geofísicos, petrografia, estudos geoquímicos, análises de potencial econômico, além de refinamento de técnicas de mapeamento em campo.

Os objetivos incluem a proposição de um quadro litoestratigráfico local, com caracterização estrutural, individualização de unidades hidrogeológicas e discussão sobre a evolução geológica regional.

1.3 Localização e Vias de Acesso

A área do Projeto Unaí está localizada na região noroeste do estado de Minas Gerais, e está inserida nas folhas Unaí (SE-23-V-A-III) e Serra da Aldeia (SE-23-V-A-VI), que recobrem a região entre os municípios de Unaí e Paracatu. A rota para acesso, partindo da Universidade de Brasília (DF), se dá pela rodovia DF-001, passando pela DF-140 e BR-251 até a cidade de Unaí, à aproximadamente 165 Km de distância. (Figura 1.1)

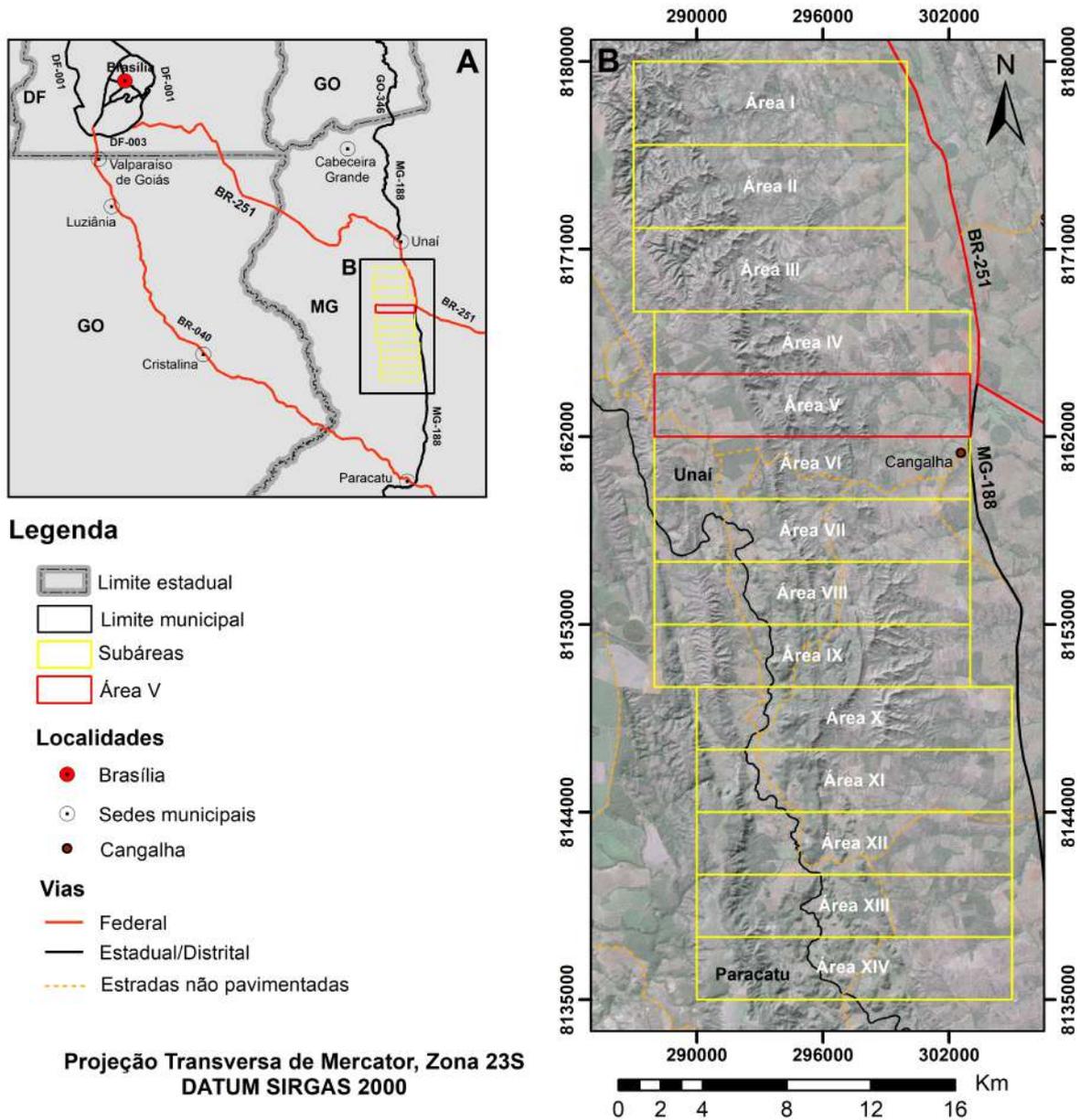


Figura 1.1: Mapa de localização e vias de acesso do Projeto Unaí, subárea V

O acesso à subárea V, a partir da “Pousada Recanto Estrela do Kamayura” usada como base logística do projeto, localizada no município do Unaí-MG, se dá de forma principal, pela BR-251/MG-188 sentido à Paracatu, por cerca de 27 Km, na entrada para o distrito de Cangalha, e seguir pela estrada de terra que corta a subárea VI de forma latitudinal.

Foi usado também, como acesso a estrada que leva à Penitenciária Agostinho de Oliveira Júnior, que é pavimentada, se localiza a cerca de 22 Km da base, também pela BR-251, sentido à Paracatu e está dentro da subárea IV, e seguindo as estradas de terra que adentram à subárea V.

1.4 Metodologia

O trabalho foi dividido em três etapas, que se realizaram de forma progressiva e se diferenciam pelo tipo de atividade desenvolvido em cada parte. São respectivamente as etapas de pré-campo, campo e pós-campo. (Tabela 1.1)

Tabela 1.1: *Quadro resumo das atividades e etapas do Projeto Unaí*

Etapas	Atividades
Pré-campo	Revisão Bibliográfica Mapa Base Geologia Regional Mapas Aerogeofísicos
Campo	Mapeamento Geológico Final
Pós-Campo	Mapa Geológico Sessão Geológica Cap.: Introdução Cap.: Geologia Regional Cap.: Geofísica e Sensoriamento Remoto Cap.: Zoneamento Hidrogeológico Cap.: Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais Cap.: Geologia Estrutural Cap.: Evolução Geológica Cap.: Potencialidade Econômica Cap.: Conclusões e Recomendações Volume Final Defesa do Trabalho Final

1.4.1 Pré-Campo

Na etapa de pré-campo, foram realizadas as atividades referentes à disciplina IGD0114 - Preparação do Mapeamento Geológico Final, durante o período letivo correspondente ao semestre 02/20, que ocorreram durante os meses de fevereiro a maio de 2021.

Estas atividades visam o planejamento e a preparação para as atividades realizadas durante a segunda etapa. Incluem revisões bibliográficas, com levantamentos de problemática geológica discutidos em reuniões que contavam com a colaboração dos orientadores do projeto.

De forma concomitante, foi confeccionado o Mapa Base (Apêndice A) usado durante o trabalho de campo, que consiste na extração de informações como estradas, rodovias e vias de acesso, localidades e redes de drenagens. Um mapa de estruturas lineares e lineações também foi confeccionado a partir de imagens do satélite Sentinel-2, a fim de realizar uma fotointerpretação e separação de zonas homólogas com características similares, para posterior caracterização em campo

das mesmas. Todo o processamento destes dados foi feito utilizando o *software* ESRI®ArcGIS™ 10.8.1.

1.4.2 Campo

A etapa de campo foi realizada entre os dias 5 e 20 de julho de 2021, nas proximidades do município de Unaí-MG. Contou com a participação de 27 alunos, 2 professores, 1 monitor e 5 motoristas, todos vinculados à Universidade de Brasília, que também forneceu 5 veículos utilizados durante o trabalho.

A fim de mapear a região delimitada da subárea V, foram realizados perfis geológicos considerados estratégicos, com coleta de medidas estruturais e informações macroscópicas petrográficas, dos pontos visitados. Com isso foram confeccionados o mapa de pontos e a tabela de pontos (Apêndice B e Apêndice C). Para realização das medidas foram utilizadas bússolas do tipo Bruntom DQL-8, e para navegação e localização foram utilizados equipamentos de GPS Garmin eTrex e rádios amadores, todos estes equipamentos foram oferecidos pela Universidade de Brasília.

Ao final do dia, foram realizadas reuniões com presença dos orientadores e alunos das demais subáreas para discussão das litotipos encontrados durante o dia de trabalho, e planejamento dos perfis realizados, bem como a logística envolvida no dia posterior. Além da compilação dos dados já coletados para produção em campo de um mapa preliminar.

Os orientadores acompanhavam os alunos em alguns dias de campo, porém majoritariamente os perfis foram realizados exclusivamente pelos integrantes do grupo.

Os demais materiais utilizados em campo foram martelo, imã, caderneta, lupa, facão e EPI's. Além dos produtos gerados na etapa anterior e auxílio dos aplicativos Avenza Maps v3.14 e Google Earth v9.134.0.5, utilizados nos smartphones.

1.4.3 Pós-campo

Na etapa de pós-campo, estão compreendidas as atividades referentes à disciplina IGD0179- Trabalho de Mapeamento Final, realizadas durante os meses de julho a novembro de 2021, objetivando a escrita de relatório seguido de apresentação e defesa do relatório perante a banca examinadora.

Nesta etapa ocorrem as compilações dos dados coletados em campo e refinamento do produto de forma integrada as demais subáreas, com a realização de análises estatísticas estruturais (geradas no *software* OpenStereo2.0), descrições petrográficas de sessões delgadas realizadas com luz transmitida em microscópio petrográfico e análises de difratogramas de raios-x.

As amostras escolhidas para laminação e as amostras levadas para análises de raios-x, foram

escolhidas para dar maior detalhamento das litofácies encontradas em campo, facilitando a individualização das unidades, dando mais qualidade e confiabilidade aos contatos geológicos traçados e agregar informações quanto à evolução geológica regional.

O relatório foi separado pela coordenação do projeto, em capítulos que foram entregues para avaliação e correção dos orientadores de forma progressiva contando com Introdução; Geologia Regional; Caracterização Geofísica e Sensoriamento Remoto; Zoneamento Hidrogeológico; Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais; Geologia Estrutural; Evolução Geológica; Potencialidade Econômica; e Conclusões e Recomendações.

1.5 Nomenclatura e definições adotadas

A nomenclatura adotada trata as rochas como sedimentares, por razão de estruturas sin-depositivas preservadas e ausência de texturas e/ou paragêneses de metamorfismo em amostras macroscópicas. O Grupo Paranoá, a Formação Quilombo e o Grupo Bambuí são considerados unidades sedimentares e apenas o Grupo Canastra é identificado como unidade metassedimentar.

Para as rochas sedimentares siliciclásticas foi adotada a classificação de Folk (1980), enquanto as rochas carbonáticas seguem a proposta de Dunhan (1962). As rochas tidas como metassedimentares seguem a classificação universal da IUGS.

1.6 Aspectos Fisiográficos

O estudo da fisiografia é indispensável para a caracterização e classificação de paisagens terrestres. Foram caracterizados fatores formadores de paisagem na região onde localiza-se o projeto de Unaí, são estes: o clima, a geomorfologia, a vegetação, o solo e a hidrografia, que serão descritos a seguir.

1.6.1 Clima

O clima regional de Unaí é definido como tipicamente tropical, manifestado por invernos secos e verões chuvosos (Martins *et al.* 2018). A média de precipitação anual corresponde a 1.360,4mm. Os meses mais chuvosos correspondem a novembro e dezembro e os meses de estiagem correspondem a agosto e setembro.

O período mais frio corresponde aos meses de junho e julho, com temperaturas médias entre 20,0 e 21,0°C com mínimas médias de 12,0°C. Os meses mais quentes correspondem a setembro e outubro, no qual as temperaturas médias variam de 22,5 a 25,5°C com médias máximas podendo

chegar em torno de 33°C.

A média de evapotranspiração é em torno de 1.208,0 mm; os valores mínimos ocorrem nos meses de junho e julho com aproximadamente 60,0 mm; enquanto que valores máximos, aproximadamente 120,0 mm se iniciam no mês de setembro e se estendem até janeiro.

A umidade média anual é em torno de 72,7%. Os maiores valores são na ordem de 80%, registrados nos meses mais chuvosos. Os menores valores, no qual a umidade cai para 63%, é referente aos meses de estiagem.

1.6.2 Geomorfologia

O relevo da região se compartimenta em três diferentes porções geomorfológicas: (i) Planaltos Residuais do São Francisco; (ii) Depressão Sanfranciscana; (iii) Cristas de Unaí (Mourão *et al.* 2001; Naime *et al.* 2014).

Os Planaltos Residuais do São Francisco são extensas chapadas com cotas entre 800 e 1000 metros. Estes planaltos desenvolveram-se sobre sedimentos detríticos inconsolidados. São intituladas “veredas” uma típica feição da região, são vales rasos que iniciam sua declividade nos sopés dos planaltos e em suas encostas.

A Depressão Sanfranciscana são vales aplainados, ondulados e pedimentos ravinados com cotas entre 400 e 600 metros. Localizadas ao longo do rio São Francisco e seus afluentes principais.

As Cristas de Unaí são serras orientadas na direção NNW-SSE, caracterizadas por zonas aplainadas e rebaixadas, as rebaixadas são uma prolongação da Depressão Sanfranciscana.

1.6.3 Vegetação

Identificam-se três tipos de vegetação principais na área estudada, são: Cerrado, Campo Cerrado e Vereda (Mourão *et al.* 2001).

A vegetação Cerrado é tipicamente caracterizada por árvores de cascas grossas e gretadas, caules tortuosos, são de pequeno a médio porte, costumam não passar de 20 metros de altura. Há também estratos arbustivos e subarbustivo denso de espécies variadas. A porção arbórea em geral se apresenta verde, enquanto que a porção arbórea-herbácea perde suas folhas no período de estiagem, rebrotando com o início da temporada de chuva. As espécies observáveis dessa região são: Barú, Jatobá, Pequi, Cagaiteira, Gameleira, dentre outras.

A vegetação Campo Cerrado possui em maior quantidade estrato arbustivo em relação ao arbóreo, praticamente ausente, e quando presente, se apresenta com arvoretas bem espaçadas entre si. Os estratos arbustivos e subarbustivos dominam as regiões de talvegue e tendem a desaparecer

nas encostas, onde predomina estrato herbáceo.

A vegetação do tipo Vereda ocorre em depressões e alguns vales, é caracterizada pela presença de uma comunidade hidrófila, de coloração sempre verde e um estrato arbóreo-arbustivo envolvido por estrato herbáceo. Geralmente encontrada aos redores das nascentes e brejos, representada praticamente por assembleia de Buritis.



Figura 1.2: *Paisagem local da subárea V - Projeto Unaí. As Cristas de Unaí representam a faixa serrana com vegetação Cerrado e nos topos das Cristas, a vegetação Campo Cerrado. Vales aplainados e ondulados caracterizam a Depressão Sanfranciscana com vegetação Veredas e Campo Cerrado.*

1.6.4 Solo

Os tipos de solos da região podem ser intitulados como: Neossolos Litólicos, Cambissolos, Latossolos Vermelho-Amarelados; Nitossolos ou Argissolos; Gleissolos e Plintossolos. Estes diversos solos são fortemente associados ao tipo de relevo e as litologias as quais estão sobrepostos.

Os Neossolos Litólicos e Cambissolos são comumente formados em regiões de relevo serrano a ondulado, onde encontram-se expressivos fragmentos de rocha laterítica. Os Latossolos Vermelho-Amarelados são observados em áreas de relevo suave e/ou aplainado, estes têm perfil de solo profundos e são raramente aflorantes. Nitossolos ou Argissolos são atrelados a relevos de alta a baixa ondulação. Os Gleissolos e Plintossolos, pouco predominantes, ocorrem associados, respectivamente, às drenagens e planaltos.

1.6.5 Hidrografia

A região de Unaí está inserida na porção média da Região Hidrográfica São Francisco, os principais cursos d'água que afloram são os rios Preto e São Marcos, tendo em vista que o rio São Marcos pertence a Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins (Pinto, 2001)

O rio Preto é um extenso afluente do rio Paracatu, com seus 378 km de comprimento, é subdividido em alto, médio e baixo rio Preto. Possui diversos tributários, dentre eles, os que recortam a área de estudo são os ribeirões da Aldeia e do Franco.

O rio São Marcos divide os estados de Goiás e Minas Gerais, entre as cidades de Cristalina e Paracatu. Dentre seus tributários, os que recortam a área de estudo são os ribeirões Soberbo, do Carmo e Roncador.

O fraco controle estrutural nas porções que se encontram os sedimentos terciário-quadernários, gera padrões dendríticos de drenagem, e rios insequentes. Nas Depressões Sanfranciscanas de idade pré-cambriana, as drenagens se apresentam geralmente em linhas de fraqueza (rios subsequentes). O padrão de drenagem treliça na Faixa Brasília é predominante, uma vez que está condicionado por falhas reversas e fraturas de direção NNW E NNE. O padrão de drenagem paralelo também ocorre, porém apenas em porções de declividade bastante acentuada, bem como nas Cristas de Unaí.

Capítulo 2

Geologia regional

A área de estudo do Projeto Unaí é caracterizada pela ocorrência de grupos de sequências litoestratigráficas, cuja tectônica é caracterizada pela repetição ou ausência de unidades estratigráficas. A região mapeada está localizada ao sul da cidade de Unaí, noroeste de Minas Gerais, no contexto geológico da porção externa da Faixa Brasília Sul, inserida na Província Tocantins.

2.1 Contexto Geotectônico

2.1.1 Província Tocantins

A Província Tocantins (Almeida *et al.* 1981), situada no centro-oeste do Brasil, envolve os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, uma porção sul do Pará e o Distrito Federal. Formada a partir do sistema orogênico brasileiro, caracteriza-se por conter três faixas móveis: Brasília, Araguaia e Paraguai. Estas faixas móveis advêm de um evento convergente que envolveu os blocos continental-cratônicos Amazônico a oeste, São Francisco-Congo a leste e Paranapanema a sudeste. Neste evento cosilional relacionado ao Ciclo Brasileiro/Pan Africano com idade de 750-510 Ma, ocorre a amalgamação do supercontinente Gondwana.

Segundo autores que primeiro propuseram uma compartimentação geotectônica da Província Tocantins, a partir de dados geocronológicos de Rb-Sr e K-Ar (Almeida 1967; 1968, Almeida *et al.* 1976; 1977; 1981 e Hasui & Almeida 1970), a Faixa Brasília é constituída por rochas metassedimentares depositadas na borda oeste do Cráton São Francisco, em que o metamorfismo e a deformação ocorrem de forma progressiva, com intensidade crescente de sentido leste-oeste (Figura 2.1).

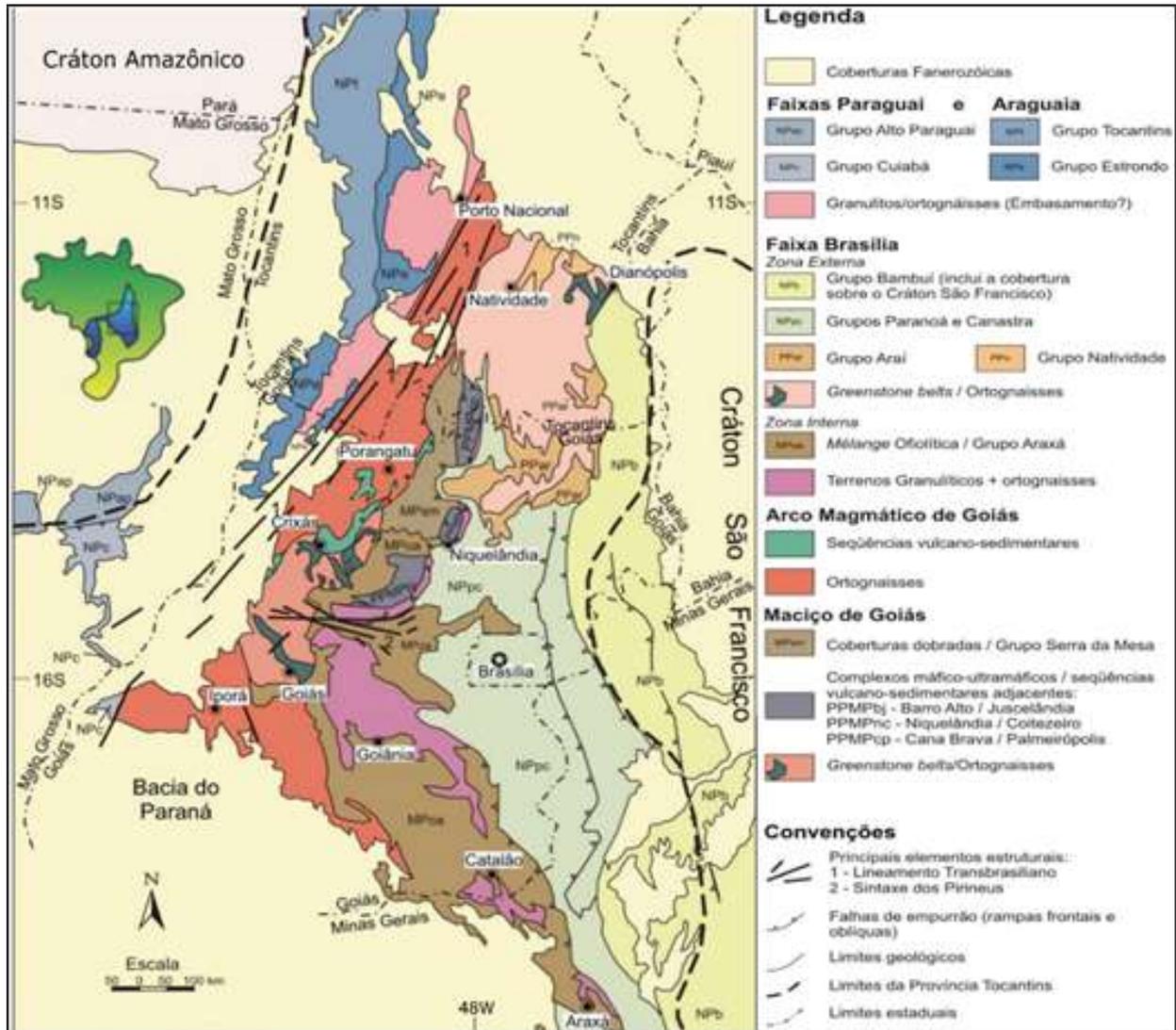


Figura 2.1: Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins Pimentel et al. (2004).

2.1.2 Faixa Brasília

A Faixa Brasília compreende um cinturão orogênico à margem oeste do Cráton São Francisco e se estende por aproximadamente 1.100 km na direção N-S, cobrindo parte dos estados de Goiás, Tocantins e Minas Gerais (Uhlein et al. 2012). É um dos sistemas colisionais neoproterozoicos mais completo e bem preservado do Brasil, com espessas seqüências sedimentares da margem continental, fragmentos de ofiolito, grande arco magmático juvenil e uma importante anomalia gravimétrica indicando a sutura entre os blocos continentais envolvidos (Pimentel et al. 2000).

Fuck et al. (1994; 2005) compartimentou a Província Tocantins nas seguintes unidades tectônicas: (Tabela 2.1 e Figura 2.2).

Tabela 2.1: *Compartimentação tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília.*(*Fuck et al. 1994; 2005*)

Zonas	Unidade Tectônica
Arco Magmático de Goiás	Arco Magmático de Goiás
Interna	Maciço de Goiás Núcleo Metamórfico
Externa	Cinturão de Dobras e empurrões
Cratônica	

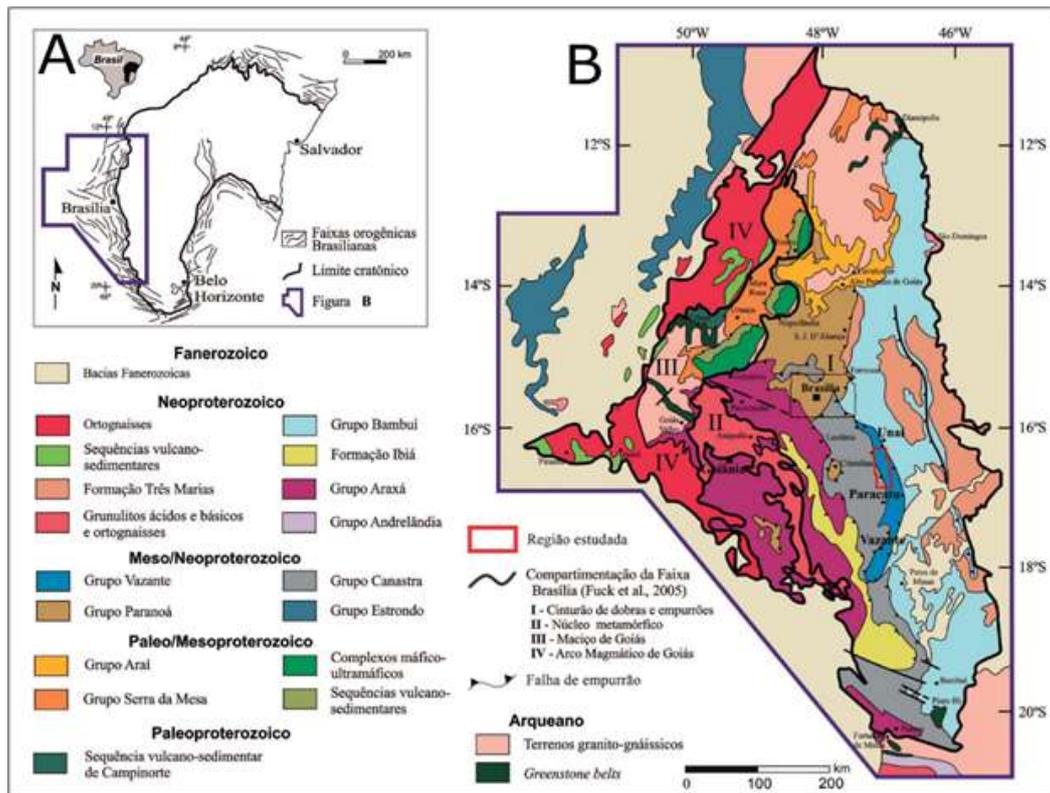


Figura 2.2: *Mapa tectônico e localização da área. (A) Localização da Faixa Brasília no contexto do cráton São Francisco (limite cratônico compilado de Alkmim & Teixeira, 2017); (B) arcabouço geotectônico da Faixa Brasília (Dardenne, 2000) e compartimentação tectônica proposta por Fuck et al. (2005).*

Os compartimentos da faixa são interpretados como: (i) o Maciço de Goiás, interpretado como um microcontinente (ou terreno siálico alóctone), composto pelos terrenos granito-greenstones arqueanos de Crixás-Goiás e associados a formações proterozoicas, (ii) o Arco Magmático de Goiás um arco intraoceânico juvenil e neoproterozoico e (iii) uma espessa pilha metassedimentar neoproterozoica, incluindo os grupos Paranoá, Canastra, Araxá, Ibiá, Vazante e Bambuí que recobrem o embasamento paleoproterozoico e ocasionalmente o Arqueano na margem ocidental do Cráton do São Francisco (Cordani *et al.* 2013).

Tendo em vista o caráter tectono-metamórfico, a Faixa Brasília ainda pode ser dividida em

duas porções de orientação distinta, denominadas Faixa Brasília Setentrional e Faixa Brasília Meridional (Valeriano *et al.* 2004). A porção setentrional possui orientação sentido NE e exibe cinemática transpressiva dextral, enquanto a porção meridional possui orientação sentido SE e exibe cinemática sinistral (Valeriano *et al.* 2000). Estas duas porções não coevas e não coaxiais se interceptam na parte central da faixa, desenvolvendo uma estrutura regional que Araújo Filho (2000) intitula como Megaflexura dos Pirineus marcada por lineamentos de orientação E-W.

A Faixa Brasília apresenta uma geometria expressa por uma concavidade voltada a leste, em conformidade com a margem do paleocontinente São Francisco. Na porção sul da faixa há estruturas denominadas escamas de empurrão (*nappes*), as quais são de idade mais antiga que as litologias subjacentes.

A Faixa Brasília Meridional é o resultado da interação entre os Crátons do São Francisco e Paranapanema, a tectônica é caracterizada por *nappes* de cavalgamento sub-horizontais. O grau metamórfico e a intensidade de deformação relacionada ao cisalhamento de baixo ângulo aumentam de forma descontínua no sentido da região cratônica à região mais interna da faixa (passando pela porção de antepaís e externa). A porção alóctone da faixa, consiste em um empilhamento de vários terrenos tecno-estratigráficos delimitados por cavalgamentos, representados por unidades litoestratigráficas, tais como: Vazante, Canastra, Ibiá, Paranoá e Araxá. O trabalho de Strieder & Nilson (1992) identifica no Grupo Araxá uma *mélange* ofiolítica do neoproterozoico a qual evidencia participação de crosta oceânica nesta unidade.

A porção de antepaís da Faixa Brasília tem tectônica classificada como epidérmica (*thin skinned*), os empurrões sub-horizontais e bastante rasos convergem os sedimentos anquimetamórficos plataformais neoproterozoicos do Grupo Bambuí de forma a ter pouquíssima participação de seu embasamento paleoproterozoico-arqueano (Dardenne, 2000).

Há diversas discontinuidades metamórficas que reiteram um empilhamento tectônico posterior ao auge do metamorfismo. As *nappes* inferiores possuem grau de metamorfismo xisto verde e as superiores apresentam grau de metamorfismo no intervalo fácies anfíbolito a fácies granulito.

A Faixa Brasília Setentrional possui diversos materiais com diferentes graus de metamorfismo, estilos de estruturação e deformação, bem como escalas de dobramentos divergentes das descritas ao sul da faixa. Esta porção da faixa é delimitada pelo Arco Magmático de Goiás e o Maciço de Goiás e conseqüentemente pelo Sistema de Falhas do Rio Maranhão, estrutura de escala regional. Este sistema de falhas é descrito por Barbosa *et al.* (1969) e Fonseca (1996) como uma superfície de cavalgamento complexa, sintaxial e antiaxial, com cinemática ora sinistral, ora dextral que se estende do norte do Distrito Federal até intersecção dos rios Maranhão e Paranã.

O Maciço de Goiás é uma fração remanescente continental ou um microcontinente que colidiu com a margem oeste da bacia sanfranciscana. É constituído por *greenstones belts* de baixo grau metamórfico de idades arqueanas e paleoproterozoicas e também por complexos ortognaissicos.

Estudos de Jost *et al.* (2010; 2013) interpretam que o Maciço de Goiás foi amalgamado à província nas fases finais da orogenia e o caracterizam como uma porção exótica e alóctone, composta por rochas antigas, cujos protólitos são tonalitos, granodioritos e dioritos polideformados com idade de cristalização entre 3040 Ma e 2930 Ma. Há rochas mais jovens advindas de fases magmáticas e sequências supracrustais independentes, são tonalitos, monzogranitos e granodioritos tabulares de idade entre 2876 Ma e 2846 Ma.

O Arco Magmático de Goiás passa por algumas regiões do dito estado como Porangatu, Mara Rosa, Bom Jardim de Goiás e Arenópolis, porção oeste da faixa (Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel *et al.* 1996; 1998; 2000). É um registro de crosta juvenil, a qual exprime a abertura e fechamento oceânico entre os paleocontinentes São Francisco-Congo e Amazônico (900-600 Ma). Rochas plutônicas de arcos de ilhas e gnaisses de sequências vulcano-sedimentares representam a fase pré-colisional, em que ocorreu subducção de crosta oceânica. O Arco Magmático de Goiás assim como a Faixa Brasília, pode ser compartimentado em porções meridional e setentrional. O denominado Arco de Mara Rosa compreende a porção setentrional, é um arco de ilha jovem de idade 900-800 Ma (Pimentel & Fuck, 1992; Laux *et al.* 2005). A porção meridional é denominada Arco de Santa Terezinha de Goiás, um arco continental mais jovem, com sequências vulcano-sedimentares entre 670-630 Ma (Junges *et al.* 2002; Fuck *et al.* 2002, 2006). Há autores (Laux *et al.* 2005) que interpretam uma provável margem continental ativa no final da orogenia Brasileira pelo envolvimento de crosta continental mais antiga, tendo em base razões isotópicas de Sr87/Sr86 iniciais baixas e valores εNd positivas com idade modelo TDM principalmente entre 0,8 e 1,1 Ga.

Dantas *et al.* (2007) acrescentam que na região setentrional do arco as rochas plutônicas são peraluminosas, dados geoquímicos demonstram que houve uma participação de crosta continental antiga misturada às rochas juvenis. Além da presença de rochas máficas e ultramáficas em faixas alongadas e deformadas interpretadas como restos de crosta oceânica estirada e colocada de forma descontínua ao longo do Lineamento Transbrasiliano. A composição predominantemente calcálica dessas rochas magmáticas indica processos progressivos referentes a subducção.

Pimentel (2003) e Della Giustina (2009) descrevem um evento tafrogenético preservado na porção norte do maciço relacionado à abertura de um protoceano, são sucessões vulcano-sedimentares de alto grau metamórfico contendo rochas metavulcânicas bimodais anorogênicas de idade entre 1,3 – 1,25 Ga. Estas rochas recobrem três complexos máfico-ultramáficos, diferenciados e metamorfizados em fácies granulito, são eles: complexos Cana Brava, Barro Alto e Niquelândia. Estes complexos foram formados a partir da cristalização de câmaras magmáticas básicas. Trabalhos de datação com U-Pb em zircões (Pimentel *et al.* 2003 e Ferreira Filho *et al.* 1994) fornecem idades de cristalização em 797 Ma e metamorfismo granulítico de 770 Ma, este último reitera um evento orogênico precoce do neoproterozoico preservado em parte do maciço, porém com grande parte destruída por eventos metamórficos mais expressivos (650-600 Ma)

referidos às colisões que geraram a arquitetura da Faixa Brasília.

2.2 Unidades Estratigráficas da Área de Estudo

O projeto situa-se na Faixa Brasília Meridional. A estratigrafia que aflora na área de estudo é interpretada como pertencente, da base para o topo: Formação Quilombo e grupos Canastra, Paranoá, Bambuí (Moura, 2018). A Tabela 2.2, sintetiza os principais tipos petrográficos representativos de cada unidade (Dardenne, 2000; Campos *et al.* 2013; Campos *et al.* 2021), distribuídas de acordo com a sua idade estimada de deposição e em função das relações tectonoestratigráficas. As descrições regionais destas unidades são apresentadas a seguir com enfoque nos tipos de rochas diagnósticas, dados geocronológicos e ambientes deposicionais (Figura 2.3).

Tabela 2.2: Principais unidades que afloram na área de estudo e principais litotipos de cada formação (baseada em Dardenne, 2000; Moura, 2018; Campos *et al.* 2021).

Grupo	Formação	Litologia Principal	Idade estimada de deposição
Bambuí	Sete Lagoas	Pelitos, calcarenitos e dolomitos	Ediacarano
Paranoá	Córrego Barreiro	Metassiltitos e metargilitos com lentes calcárias e participação arenosa	Esteniano
Canastra	Serra do Landim	Filitos e Quartzitos	Toniano
	Quilombo	Ritmitos e vulcânicas intermediárias a ácidas	Ectasiano

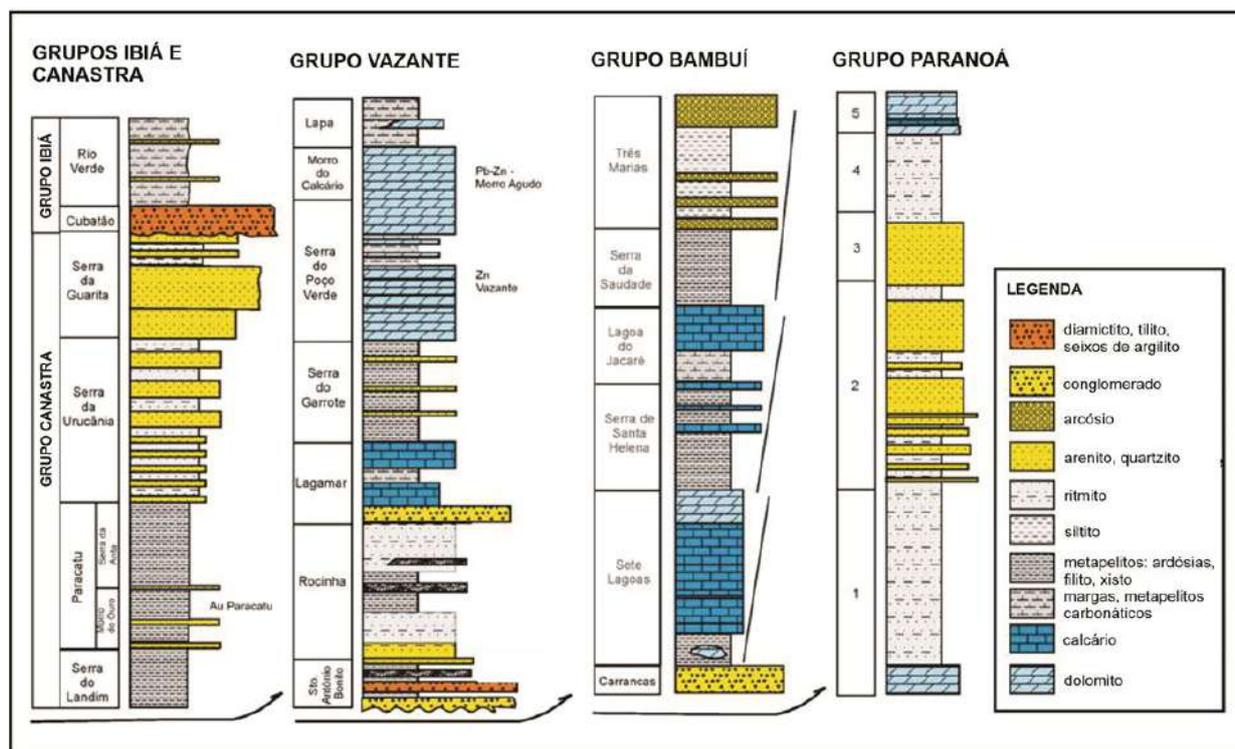


Figura 2.3: Coluna litoestratigráfica representativa das unidades metassedimentares da Faixa Brasília Sul. Grupos Ibiá e Canastra (Dias et al. 2011); Grupos Vazante e Bambuí (Dardenne, 2000) e Grupo Paranoá (Alvarenga et al. 2012). Retirado de Valeriano (2017).

2.2.1 Formação Quilombo

A Formação Quilombo é uma unidade estratigráfica formada por uma sequência vulcano-sedimentar de água profunda, exposta na parte sul da Faixa Brasília em uma faixa de aproximadamente 70 km de comprimento por 10 km de largura de exposição, aflorante próximo à cidade de Unaí. Sua individualização em relação ao Grupo Vazante foi feita através da descrição de rochas vulcânicas e turbiditos nesta região (Moura 2018, Campos et al. 2021).

Moura (2018) subdivide o Grupo Quilombo em duas formações: a Formação Ribeirão da Porteira e a Formação Ribeirão do Franco. Posteriormente, Campos et al. (2021) propõe a designação destas rochas como Formação Quilombo, subdividindo em dois membros, o Membro Ribeirão da Porteira e o Membro Ribeirão do Franco.

O Membro Ribeirão da Porteira é composto por uma sequência psamo-pelítica rítmica representada por litoarenitos finos a grossos e grauvacas líticas com intercalações regulares de ardósias e siltitos. As rochas são de coloração verde quando frescas e variam de avermelhada para amareladas, quando intemperizadas. Localmente apresentam fácies conglomeráticas clasto suportados, intercaladas com arenitos imaturos e camadas de pelitos. A unidade apresenta-se geralmente maciça, e raramente estruturas laminares ou marcas onduladas. O contato desta unidade com as

rochas do Grupo Canastra e Grupo Paranoá é tectônico e ocorre de forma abrupta a oeste, enquanto ocorre de forma gradual e interdigitada com as rochas do Membro Ribeirão do Franco (Campos, 2021).

O Membro Ribeirão do Franco representa uma sequência rítmica de deposição distal, em águas profundas, de camadas finas de litoarenitos finos, intercalados com siltitos e ardósias, seguindo o mesmo padrão deposicional do Membro Ribeirão da porteira, porém com litofácies mais finas. Comumente apresenta fácies de grauvacas líticas finas, intercalados com as demais rochas da unidade. Finas camadas de rochas vulcânicas intermediárias a ácidas ocorrem no topo desta unidade e marcam o intervalo cronoestatigráfico desta unidade (Figura 2.4).

A natureza deste magmatismo é identificada como sub-aquoso. O contato entre as fácies psamíticas, pelíticas e vulcânicas são abruptos e não há evidências de mudança interna de granulometria nas camadas. O contato entre as rochas desta unidade com as rochas do Grupo Bambuí a leste é tectônico por falha reversa.

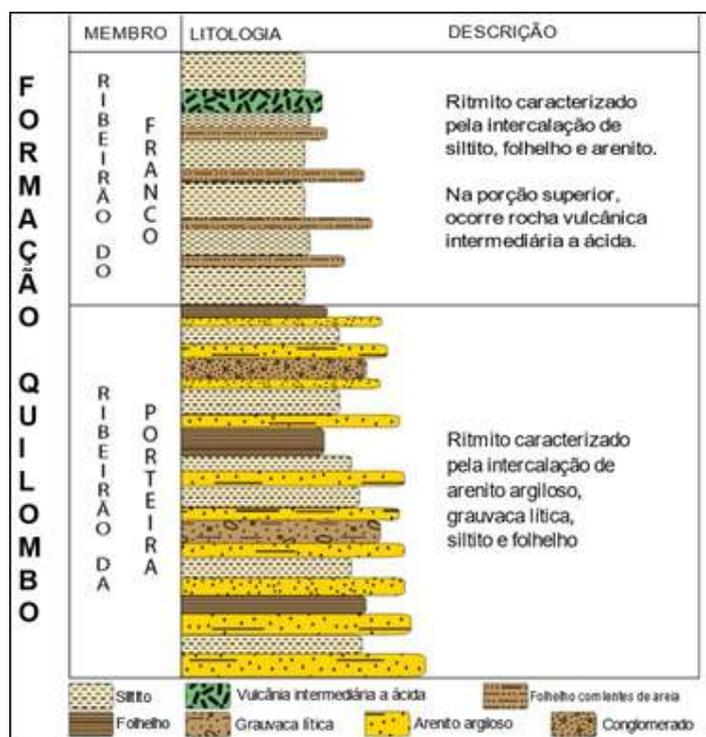


Figura 2.4: Coluna estratigráfica da Formação Quilombo. A espessura aparente da unidade é de 400m, mas é difícil precisar a espessura real, uma vez que as rochas estão fortemente dobradas. (Retirado de Campos et al. 2021)

Do ponto de vista geocronológico, os dados de U-Pb nas rochas vulcânicas da unidade indicam idade mínima de deposição 1394 ± 19 Ma (Moura, 2018).

2.2.2 Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá é uma unidade estratigráfica caracterizada como uma sequência de sedimentos marinhos rasos. A unidade é composta por sedimentos siliciclásticos maduros, com uma camada espessa de arenitos, predominância de siltitos com pelitos subordinados, e pequena contribuição carbonática, que podem aparecer localmente, como calcários e dolomitos. É considerado como a porção superior do Supergrupo Veadeiros, e sobrepõe rochas dos grupos Araí e Traíras, separados destes por contatos erosivos (Marntins-Ferreira *et al.* 2017).

O preenchimento sedimentar da Bacia Paranoá mostra heterogeneidades faciológicas quando diferentes áreas deposicionais são comparadas. Estas variações laterais podem ser explicadas pelas diversidades locais na paleogeografia e nos paleoambientes que influenciam os suplementos e as condições de deposição (Campos, 2012).

Foi subdividido por Faria (1995) em onze unidades, informalmente denominadas por códigos de letras, e posteriormente Campos (2013) propôs a formalização destas unidades como formações sendo da base para o topo: Ribeirão São Miguel, Córrego Cordovil, Serra da Boa Vista, Serra Almécegas, Serra do Paranã, Ribeirão Piçarrão, Ribeirão do Torto, Serra da Meia-Noite, Ribeirão Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro (Figura 2.5).

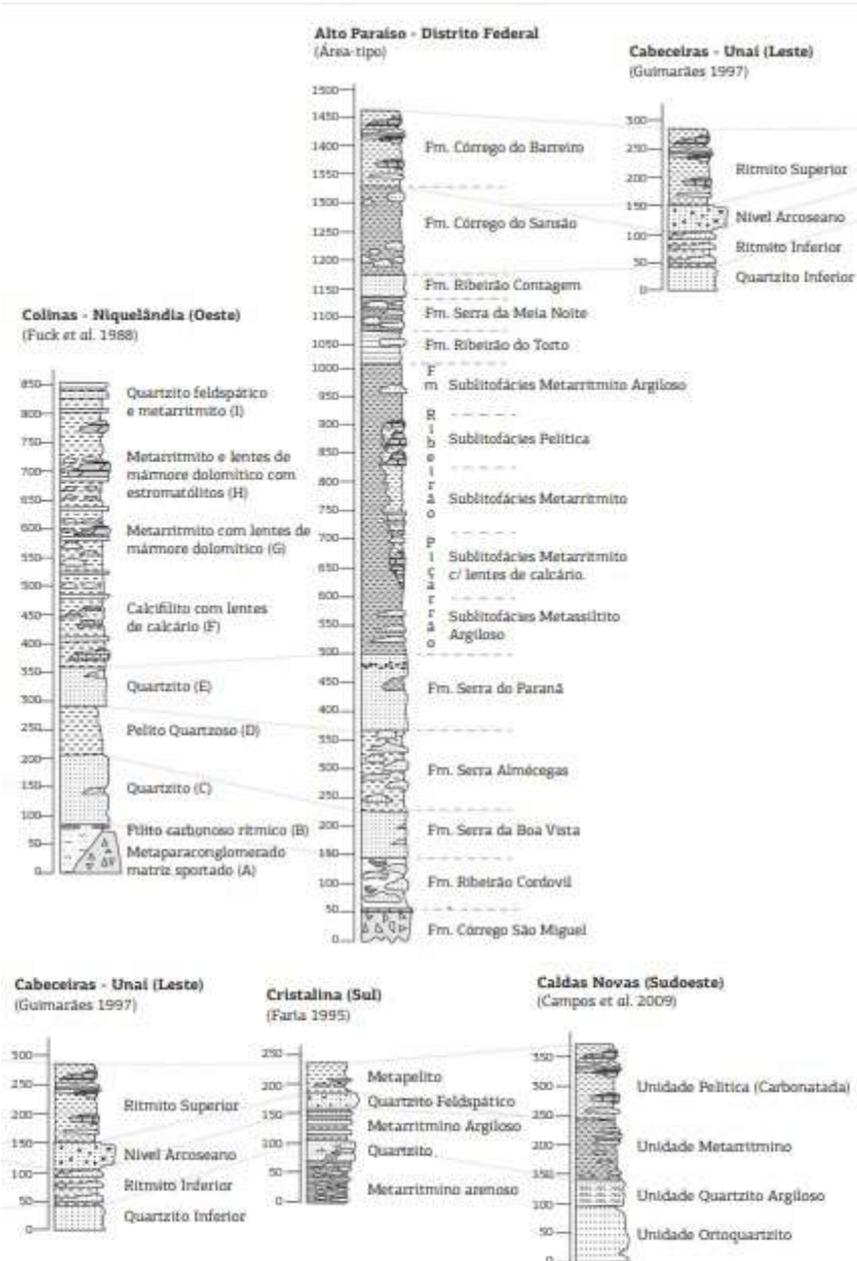


Figura 2.5: Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá, mostrando as correlações regionais em diversas áreas de ocorrência (retirado de Campos 2013).

A Formação Ribeirão São Miguel é representada por conglomerados matriz-suportado com matriz arenosa e cimento carbonático, esta formação está em contato com rochas do Grupo Araí, por meio de discordância erosiva. Aflora como sessão tipo na região de Alto Paraíso- GO.

A Formação Córrego Cordovil apresenta litofácies típica um ritmito com intercalações de quartzito micáceo finos a médios, com camadas e lâminas de siltitos e argilitos. Os quartzitos podem ser feldspáticos e possuem coloração rosada quando intemperizado. Além da laminação plano paralela, podem aparecer estruturas como marcas de sal e gretas de contração, indicando

sedimentação subaérea.

A Formação Serra da Boa Vista é formada por quartzitos finos a médios, com raros horizontes de quartzitos grossos e com grânulos. São rochas brancas quando frescas e amareladas e rosadas quando intemperizadas. Ocorrem camadas subordinadas de pelitos, formando ritmitos. As estruturas presentes são laminação horizontal e ondulada, marcas onduladas assimétricas, estratificações cruzadas tangenciais, tabulares e acanaladas.

A Formação Serra Almécegas é composta por metarritmitos que intercalam lâminas, lentes e camadas de quartzito fino, com metassiltitos argilosos e metagrauvas quartzosas. As rochas são esverdeadas quando frescas, e pouco silicificadas. Localmente são encontradas fácies com grânulos e pequenos seixos de quartzo e quartzito.

A Formação Serra do Paraná é composta por quartzitos médios a grossos, até conglomeráticos, que ocorrem em camadas métricas internamente maciças ou laminadas. São encontradas fácies de ortoquartzitos com grãos arredondados e esféricos e fácies de quartzitos feldspáticos com grãos angulosos. Os quartzitos desta unidade apresentam estratificação cruzada tabular ou acanalada.

A Formação Ribeirão Piçarrão é composta por um conjunto de metassiltitos argilosos homogêneos com coloração cinza esverdeada a amarelada quando frescos, passando a tons rosados e vermelho escuro com o aumento da alteração intempérica. Podem haver fácies com intercalações de quartzitos finos, e fácies carbonáticas na forma de lentes interdigitadas com os ritmitos, que podem ser micríticas ou localmente estromatolíticas com estromatólitos colunares ou conophyton. Podem ocorrer estruturas como laminações plano paralelas, marcas onduladas simétricas e raras climbimb ripples.

A Formação Ribeirão do Torto é composta essencialmente de ardósias cinzas esverdeadas quando fresca e roxas quando alteradas, homogêneas. No topo desta unidade há intercalações de finas camadas de silte e argila com tonalidade vermelha a rosada, marcando a passagem gradual para os ritmitos que recobrem a unidade. A única estrutura encontrada nestas rochas é laminação plano paralela.

A Formação Serra da Meia Noite é caracterizada pela alternância de estratos centimétricos a métricos de quartzitos finos a médios com níveis geralmente mais delgados de metassiltitos argilosos, metalamitos siltosos e metalamitos micáceos. Há maior contribuição neste ritmito de fácies arenosas o que justifica a denominação deste pacote de rochas como metarritmito arenoso.

A Formação Ribeirão Contagem é composta de quartzito fino branco silicificado, contendo estruturas do tipo “fishbones”, estratificações cruzadas tabular e acanalada, além de marcas onduladas simétricas e assimétricas.

A Formação Córrego do Sansão é composta pela intercalação de siltitos com material argiloso e finas camadas de quartzitos avermelhados pela ação intempérica. As partes arenosas apresentam laminação truncadas por ondas, laminações cruzadas, e estruturas do tipo “hummocky”.

A Formação Córrego do Barreiro é predominantemente pelítica com metalamitos siltosos de coloração cinza laminados. Além dos pelitos, ocorrem rochas carbonáticas e quartzíticas. As rochas carbonáticas, apresentam abundantes estromatólitos colunares e cônicos.

A parte superior do Grupo Paranoá, dispõe de uma maior variedade de ambientes deposicionais, refletindo nas significantes variações do nível do mar em diferentes áreas de exposição. Na região de Cabeceiras e Unaí, por exemplo, ocorre uma litofácies denominada de Nível Arcoseano (Guimarães, 1997) que corresponde à Formação Córrego do Barreiro. Seraine *et al.* (2020) em seu trabalho constatou que este nível arcoseano apresenta-se com grãos mais grossos à medida que se aproxima da borda do Cráton São Francisco.

2.2.3 Grupo Vazante

O Grupo Vazante é uma unidade estratigráfica, composta de metassedimentos pelíticos e dolomíticos marinhos plataformais rasos de deposição em ambiente de margem passiva continental, exposta em uma faixa estreita de aproximadamente 250 km de comprimento com orientação N-S que compreende os municípios de Coromandel, Vazante, Lagamar Paracatu e Unaí, no noroeste do estado de Minas Gerais (Dardenne, 2000). Possui espessura de aproximadamente 5000 metros, o que sugere uma bacia de alta subsidência. Seus contatos com os Grupos Canastra a Oeste e com o Grupo Bambuí a Leste são tectônicos e marcados por falhas (Marini, 1984).

A coluna litoestratigráfica do Grupo Vazante passou por diversas mudanças em trabalhos publicados (Marini, 1984; Freitas-Silva, 1994), até que Dardenne (2000) apresentou a forma mais completa subdividindo o grupo em sete formações. Da base para o topo as formações são Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Serra da Lapa. (Figura 2.6)

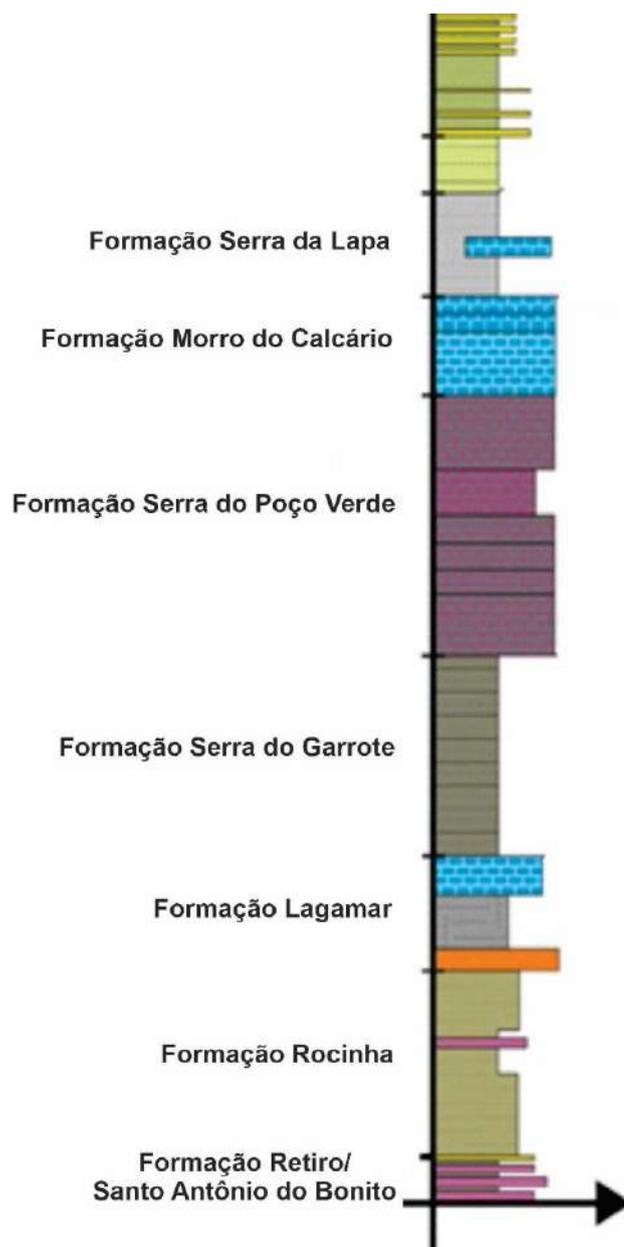


Figura 2.6: Coluna estratigráfica do Grupo Vazante (Retirado de Carvalho, 2019).

A Formação Retiro é a unidade basal, composta de quartzitos brancos que localmente podem ser conglomerados, intercalados com ardósias e com horizontes diamictíticos restritos. Imediatamente acima destes diamictitos, com matriz fosfatada, há siltitos fosfatados e fosforitos encontrados no município de Coromandel-MG que foram identificados por Dardenne (2000), como Fosforito 1.

A Formação Rocinha é composta de uma sucessão rítmica de areais e pelitos sobreposta por ardósias escuras com pirita e finas laminações fosfáticas, que alternam entre fosfoarenitos e fosfolutitos calcíferos (Nogueira, 1993). Dardenne (2000) identifica este nível fosfático como Fosforito 2 e nele se aloja o depósito de classe mundial da Rocinha. Na porção superior ocorrem ritmitos

arenosos com níveis fosfoarenitos, responsáveis pelo depósito de Lagamar e que são identificados por Dardenne (2000) como Fosforito 3.

A formação Lagamar consiste na sua porção basal de um conglomerado sobreposto por uma alternância de quartzitos, metasiltitos e ardósias, pertencentes ao Membro Arrependido. O Membro Lagamar é composto de dolomitos configurados na forma de biohermas estromatolíticas com horizontes de calcários escuros e brechas lamelares com dolomitos no topo. Nos dolomitos desta unidade encontram-se estromatólitos colunares do tipo *Conophyton metula* (Cloud & Dardenne, 1973)

A Formação Serra do Garrote representa a sequência depositada em maior profundidade do grupo, composta majoritariamente por ardósias de coloração cinza escuro a verde escuro, carbonosas e, com raras intercalações de finas camadas de quartzitos ricos em pirita.

A Formação Serra do Poço Verde é uma sequência predominantemente dolomítica, intercalados por pelitos. Da base para o topo é formada por dolomitos cinzas maciços e raros dolarenitos com intercalações de folhelhos carbonosos e piritosos., seguidos de dolomitos cinza escuros com estruturas do tipo “mbr eye”, margas, filitos carbonosos e por fim dolomitos claros com laminações algais subordinadas com níveis dolareníticos, estromatólitos colunares e raras lentes de folhelho escuro.

A Formação Morro do Calcário é composta por dolomitos, biostromos e biohermas com laminações convexas, doloruditos, dolarenitos oolíticos e oncólitos. Nesta unidade está hospedada depósitos de chumbo do tipo MVT. Dardenne (2000) comenta que na região do Morro Agudo, no município de Paracatu-MG, as formações Morro do Calcário e Serra do Poço Verde, representariam a mesma sequência dolomítica, com deposição contínua, e que não seria possível a individualização destas unidades localmente.

A Formação Serra da Lapa é a unidade de topo do Grupo Vazante e é composta por sequência de filitos carbonosos cinzas e metassiltitos carbonáticos intercalados por lentes dolomíticas, com estromatólitos e esteiras algais, além de finos níveis quartzíticos. Há ocorrência de mineralizações de chumbo e zinco nesta unidade. Pode ocorrer também como arenitos líticos e conglomerados, intercalados com ardósia cinza escura.

Do ponto de vista geocronológico, dados de Sm-Nd mostram no Grupo Vazante, TDM variando entre 1,41 e 3,03 Ga (Carvalho *et al.* 2019). Dados de U-Pb mostram idade máxima de deposição de 935 ± 14 Ma nos zircões detríticos da Formação Rocinha.

2.2.4 Grupo Canastra

O Grupo Canastra é uma unidade estratigráfica exposta na parte sul da Faixa Brasília, que aflora de forma contínua desde a proximidade de Brasília (DF) até a região de Passos (MG).

Composto por sedimentos psamo-pelíticos, com restritas contribuições carbonáticas e carbonáceas, metamorizados em condições de fácies xisto verde, embora haja relato de rochas localmente metamorizadas em condições de fácies anfibolito (Silva, 2006).

Na base do grupo, o contato é tectônico uma vez que esta unidade foi empurrada em cima de rochas do Grupo Vazante, Paranoá e Bambuí. No topo há contato erosivo desta unidade com as rochas do Grupo Ibiá (Pereira, 1994). A base do grupo é dificilmente observada devido à tectônica regional, que também faz com que seja difícil definir as relações de contato com os outros grupos. Estruturas sedimentares são mais preservadas na porção norte, onde a deformação ocorreu com menor intensidade. Na porção sul, as estruturas foram obliteradas pela deformação. A espessura média dos sedimentos varia consideravelmente, sendo que na porção norte, há sustentação de chapadões de grandes extensões e na parte sul, parece ter ocorrido encurtamento crustal devido aos esforços tectônicos sofridos na área. A sequência completa pode atingir cerca de 2000m de espessura. (Dias, 2011)

Foi subdividida por Freitas-Silva & Dardenne (1994) e Dardenne (2000) em três Formações, da base para o topo: Formação Serra do Landim, Formação Paracatu e Formação Chapada dos Pilões. (Figura 2.7)

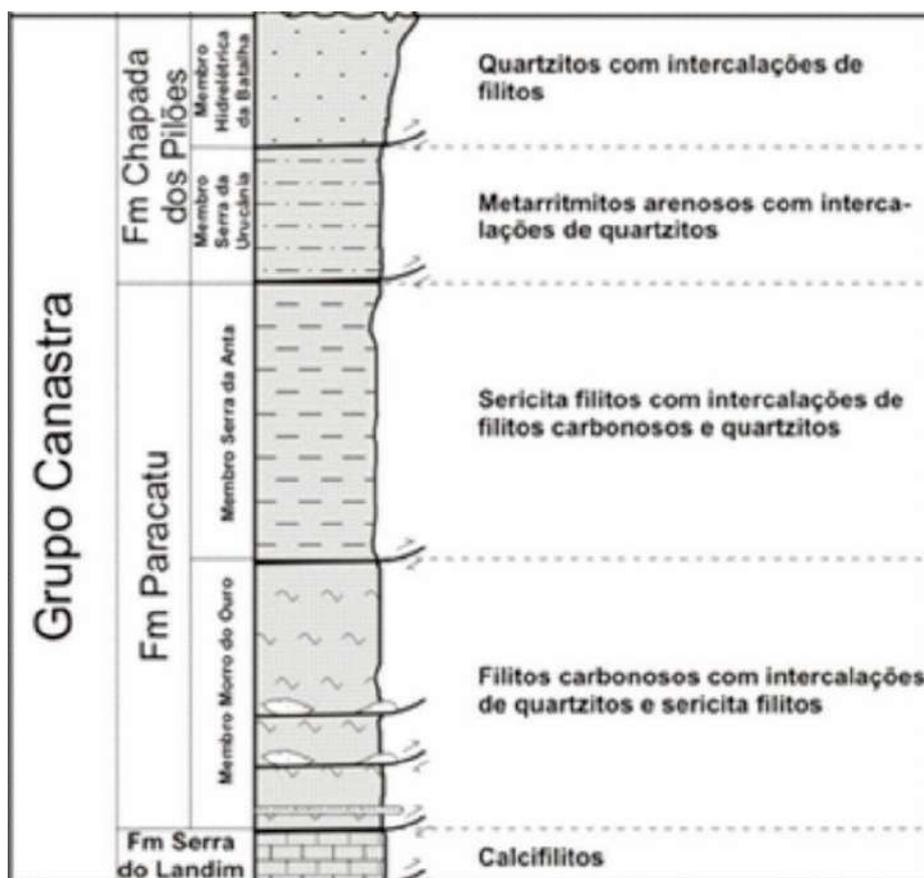


Figura 2.7: Coluna Estratigráfica do Grupo Canastra (Retirado de Rodrigues 2008).

A Formação Serra do Landim, é formada de margas e lentes de calcário na porção basal que gradam pra calci-filitos e calci-xistos que compõem a maior parte da unidade e no topo podem aparecer lentes de quartzito finos. Possui contato tectônico com a Formação Paracatu onde são comumente encontrados nódulos de pseudo-chert (Rodrigues, 2008).

A Formação Paracatu foi individualizada em dois membros (Freitas-Silva, 1994). O membro basal Morro do Ouro é composto de filitos escuros carbonosos com intercalações de quartzitos finos com 100m de espessura. O membro superior Serra da Anta é composto por um espesso filito sericítico de coloração cinza prateado, com intercalação de filito carbonoso e quartzito fino. Os contatos entre os membros, assim como entra as formações, é de caráter tectônico. A Fm Paracatu abriga a maior mina de ouro em operação no Brasil, onde o Au ocorre em veios de quartzo sin-metamórficos, dentro dos filitos carbonáceos. (Freitas-Silva, 1991)

A Formação Chapada dos Pilões, possui dois membros, sendo o membro basal o Membro Serra da Urucânia composta de uma sucessão rítmica de quartzitos e filitos. Os quartzitos possuem granulometria de fina a média que podem ser maciços ou estratificados. O Membro Serra da Batalha, é o topo do Grupo e é composto por ortoquartzitos estratificados com subordinadas intercalações com filitos de ambiente plataformal raso.

Do ponto de vista geocronológico, dados de U-Pb em zircões detríticos, determinam idade de máxima deposição de 1030Ma (Rodrigues *et al.* 2010).

2.2.5 Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é uma sequência psamo-pelítico carbonatada, depositada em ambiente de mar epicontinental, em bacia intracratônica. Aflora em uma ampla área nos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Bahia e Distrito Federal. A divisão do grupo proposta por Dardenne (1979) subdivide a unidade em seis formações da base para o topo: Formação Jequitaí, Formação Sete Lagoas, Formação Serra de Santa Helena, Formação Lagoa do Jacaré, Formação Serra da Saudade e Formação Três Marias, (Figura 2.8).

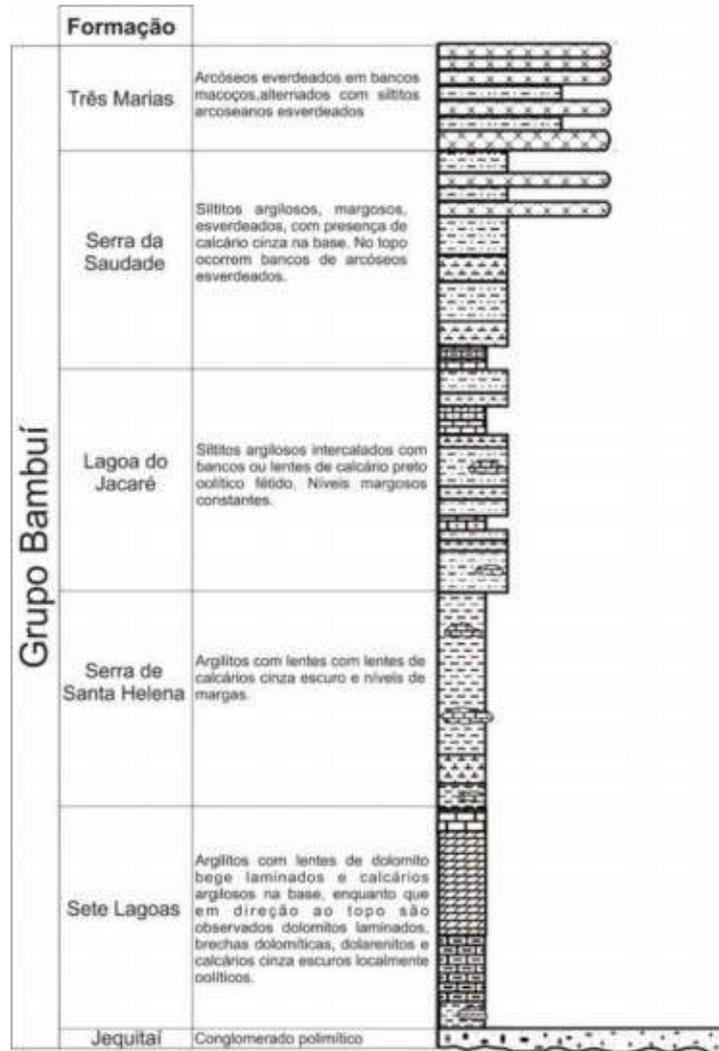


Figura 2.8: Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí (Retirado de Dardenne 2000).

A Formação Jequitai é formada na base por um paraconglomerado matriz suportado, sem seleção de grãos, com clastos angulosos, com detritos de vários tipos de rochas e seixos estriados. Estas rochas registram períodos de sedimentação glacial e periglacial na bacia. A formação está em contato marcado por discontinuidades, com o Grupo Paranoá e com a Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí.

A Formação Sete Lagoas é essencialmente carbonática na porção cratônica e na Faixa Brasília, possui membros pelíticos e margosos (Dardenne, 2000). É caracterizada por rochas carbonáticas pouco dolomitizadas, de granulação crescente para o topo, com intercalações de material terrígeno fino na base, onde calcilitos são predominantes, com estruturas Hummocky e estilólitos. O Topo da formação é composto de calcarenitos com estratificação cruzada e com intraclastos. Apresentam horizontes de fácies calcarenitos oolíticos com estratificação cruzada e fácies com estruturas do tipo Tepees, e evaporitos típicos de ambiente supra-maré. As rochas da unidade são

depositadas em ambiente marinho raso, marcando o afogamento da bacia. A granocrescência indica um raseamento da bacia durante a deposição. A discordância no topo é marcada pelo contato com a Formação Serra de Santa Helena.

A Formação Serra de Santa Helena é caracterizada pela deposição de rochas terrígenas, de silte e argila, intercalados com areias finas. As areias aparecem devido a influência das tempestades. Essas fácies mostram o afogamento da bacia, na transição de deposição das formações e a chegada de aporte terrígeno, por vezes com presença de lama carbonática, evidenciando um ambiente transicional de offshore – shoreface. O contato entre a Formação Serra de Santa Helena e a Formação Lagoa do Jacaré, é gradacional e de difícil determinação de descontinuidade na deposição. Marcado pela intercalação entre carbonatos e argilas, só fica evidente a predominância de carbonatos da Formação Lagoa do Jacaré, quando afloram calcarenitos oolíticos com intraclastos de tamanhos maiores.

A Formação Lagoa do Jacaré é caracterizada pela deposição de rochas carbonáticas e margas, com calcarenitos oolíticos e oncolíticos, e intraclastos. O contato entre a Formação Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade, é abrupto. Uma descontinuidade bem marcada e vista em campo, quando os carbonatos são substituídos abruptamente por sedimentação terrígena. Evidencia novo afogamento da bacia.

A Formação Serra da Saudade compreende deposição de rochas pelíticas, como folhelhos e siltitos, com lentes de carbonatos microcristalinos e arenitos muito finos, com laminação cruzada. São as rochas mais finas do Grupo e evidencia o máximo afogamento da bacia. O contato com as rochas da Formação Três Marias é gradacional.

A Formação Três Marias é formada por arcóseos, arenitos arcoseanos e siltitos. Apresentam comumente estratificações plano paralelas, marcas onduladas e foliações esferoidais. Mostra a deposição mais proximal à fonte dos sedimentos.

Na região de Unaí, afloram apenas rochas das formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena. (Moura 2018)

Do ponto de vista geocronológico Babinski *et al.* (2007) obtiveram uma idade de 740 ± 20 Ma para o dolomito da base da Formação Sete Lagoas, sobrejacente à Formação Jequitaiá. Essa idade foi interpretada como uma estimativa para a deposição dessas rochas. Rodrigues (2008) propõe por meio de dados U-Pb, idade de máxima deposição de 900 Ma para a formação Jequitaiá e 610 Ma para a parte superior do Grupo Bambuí. Dados de Sm-Nd reforçam a ideia de que o Grupo Bambuí seja depositado em uma bacia de antepaís, com proveniência dos sedimentos de rochas da Faixa Brasília (Rodrigues, 2008).

Capítulo 3

Geotecnologias

3.1 Introdução

As geotecnologias têm se tornado recursos substanciais para o estudo da cartografia geológica. As etapas pré- e pós-campo foram realizadas com auxílio da aplicação dos recursos de sensoriamento remoto, aerogeofísica, sísmica de reflexão e inclusive os aplicativos de navegação usados em celulares. Enquanto que, na etapa pós-campo foram empregadas ferramentas próprias para identificar mineralogias (microscopia óptica) e composições químicas (difratometria de raio X) que são de ampla assessoria para tratar dúvidas.

No Projeto Unaí imagens de satélite e produtos aerogeofísicos foram utilizados para concepção de mapas de domínios litológicos e de lineamentos morfoestruturais. Estes mapas foram manuseados tal qual mapas geológicos preliminares da subárea mapeada e colaboraram nos caminhamentos em campo. Os aplicativos de navegação foram facilitadores para localização em campo.

3.2 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é uma ciência que objetiva a captação de imagens da superfície terrestre sem a necessidade de contato físico. Estas imagens são obturadas por equipamentos compostos de sensores capazes de detectar e medir quantitativamente as respostas das interações da radiação eletromagnética com as substâncias terrestres, denominadas de alvos (Meneses & Almeida, 2012).

3.2.1 Sensoriamento Remoto do Projeto Unaí

No projeto Unaí imagens de satélite georreferenciadas foram manejadas em um sistema de informação geográfica (SIG), para geração de produtos como mapas preditivos na etapa pré-campo, e os demais mapas do trabalho. Estes mapas são advindos das variadas respostas espectrais quanto a padrões de relevo, drenagens e estruturas.

As imagens detectadas pelos sensores MSI e PALSAR empregues no Projeto foram processadas a partir do *software* ArcGis 10.3.1.

3.2.1.1 Imagem Sentinel-2

A série de satélites Sentinel, lançada em 2014 foi desenvolvida por um projeto da Agência Espacial Europeia (ESA)/Comissão Europeia em atendimento ao Programa Copernicus. A série Sentinel é composta por pares de satélites especializados, adequados a temas de interesse distintos. O par de satélites Sentinel-2 foi direcionado ao monitoramento da vegetação, solos e áreas costeiras e é dotado com sensor óptico de alta resolução espacial (Figura 3.1) (Embrapa, 2020). O sensor MSI (*Multispectral Imager*) foi lançado a bordo dos satélites Sentinel-2A e Sentinel-2B. Foi desenhado para operar no modo “*Push-broom*” e ter alta resolução espacial (10m) com 13 bandas espectrais (variando de 442 nm até 2.202 nm) (INPE, 2008), como ilustra a Tabela 3.1. Suas aplicações são para o monitoramento da agricultura, florestas, zonas costeiras, águas interiores, desastres naturais e uso e ocupação do solo.

Tabela 3.1: Faixas espectrais e resoluções das bandas do sensor MSI do satélite Sentinel-2 (Fonte: ESA).

Resolução (m)	Banda	Nome da banda	Comprimento de onda (m)	Combinações de banda
10	B02	Blue (azul)	490	Cor verdadeira RGB 4/3/2 Cor falsa 1 e 2 RGB 4/8/3
	B03	Green (verde)	560	
	B04	Red (vermelho)	665	
	B08	NIR	842	
20	B05	Red Edge 1	705	SWIR 1 RGB 10/11/8A
	B06	Red Edge 2	740	
	B07	Red Edge 3	783	
	B08A	Red Edge 4	865	
	B11	SWIR 1	1610	
	B12	SWIR 2	2190	
60	B01	Aerosol	443	-
	B09	Vapor de água	940	
	B10	Cirrus	1375	

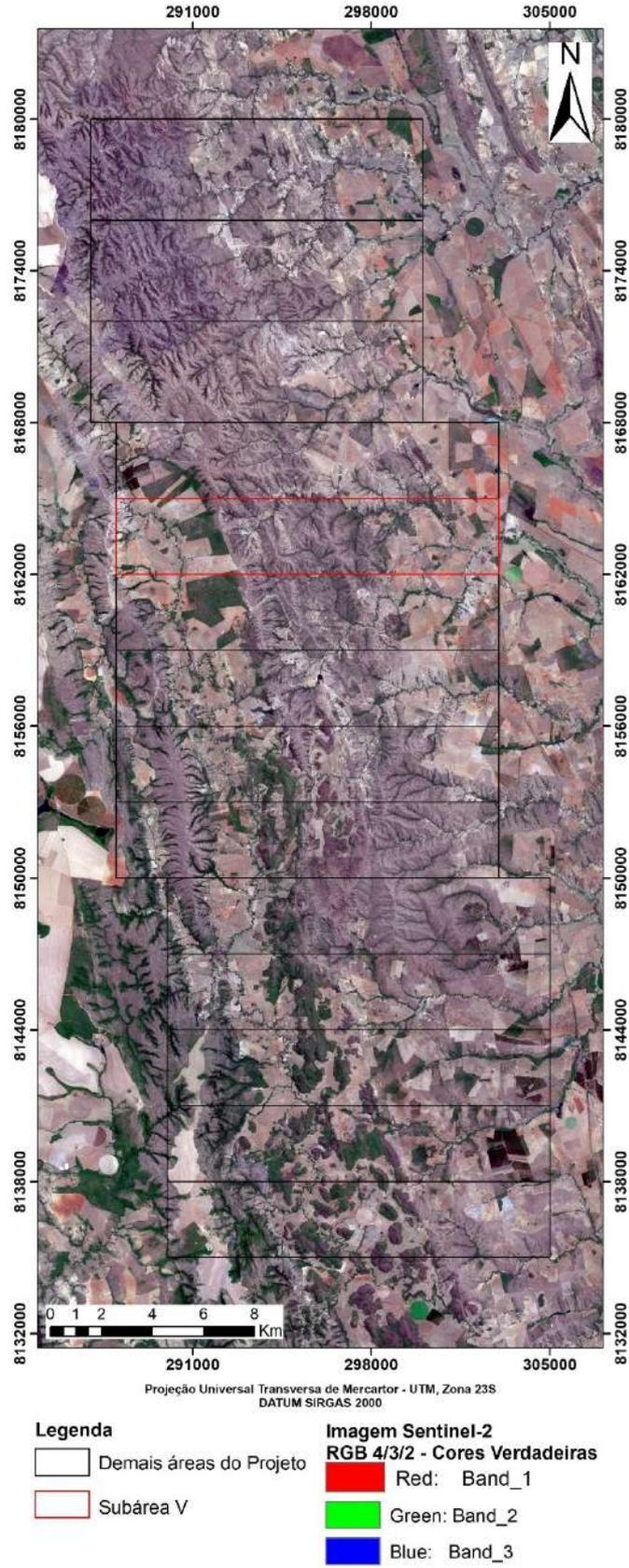


Figura 3.1: Composição de banda RGB 4/3/2 do Projeto Unaí.

3.2.1.2 Imagem ALOS (*Advanced Land Satellite*)

Em operação de 2006 a 2011 e lançado pela empresa japonesa *Japan Aerospace Exploration Agency* - JAXA (Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa), o satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) é equipado com três sensores, sendo um deles o PALSAR (*Phased Array type-L band Synthetic Aperture Radar*), capaz de obter imagens diurnas e noturnas com alta resolução, em quaisquer condições atmosféricas (Embrapa, 2013). O sensor PALSAR possui dois modos de operação, o modo Fine com resolução espacial de até 10 metros e o *ScanSAR*, capaz de imagear largas faixas de observação (entre 205 a 350 km).

Foi confeccionado um modelo digital de elevação – MDE, a partir de uma imagem obtida com resolução espacial de 12,5 metros utilizando 34,3° com ângulo de off-nadir a partir do sistema de radar tipo SAR (*Synthetic Aperture Radar*) interferométrico. As imagens dispõem de correções de terreno e foram obtidas no site da *Alaska Satellite Facility*.

O MDE exprime a altitude da superfície em intervalos específicos, o que permite uma visão geral da declividade do terreno. Esse produto é bastante proveitoso para o estudo geológico da região devido à forte relação entre o relevo e o seu tipo de cobertura, como solos e rochas, além de evidenciar lineamentos estruturais. O processamento utilizado, com base nas imagens digitais e aplicações de ferramentas do *software* ArcGis 10.3 permitiram a geração do *Hillshade* (Figura 3.2), no qual realça estruturas do relevo orientadas, com base em técnicas de aplicações de filtros direcionais com diferentes ângulos de incidência de iluminação. O *Hillshade* elencado foi o referente ao ângulo de 45°, tendo avaliado que este respondia de melhor forma no sombreamento de relevo no sentido de direção oeste-leste, favorecendo a visualização dos principais lineamentos morfoestruturais do Projeto.

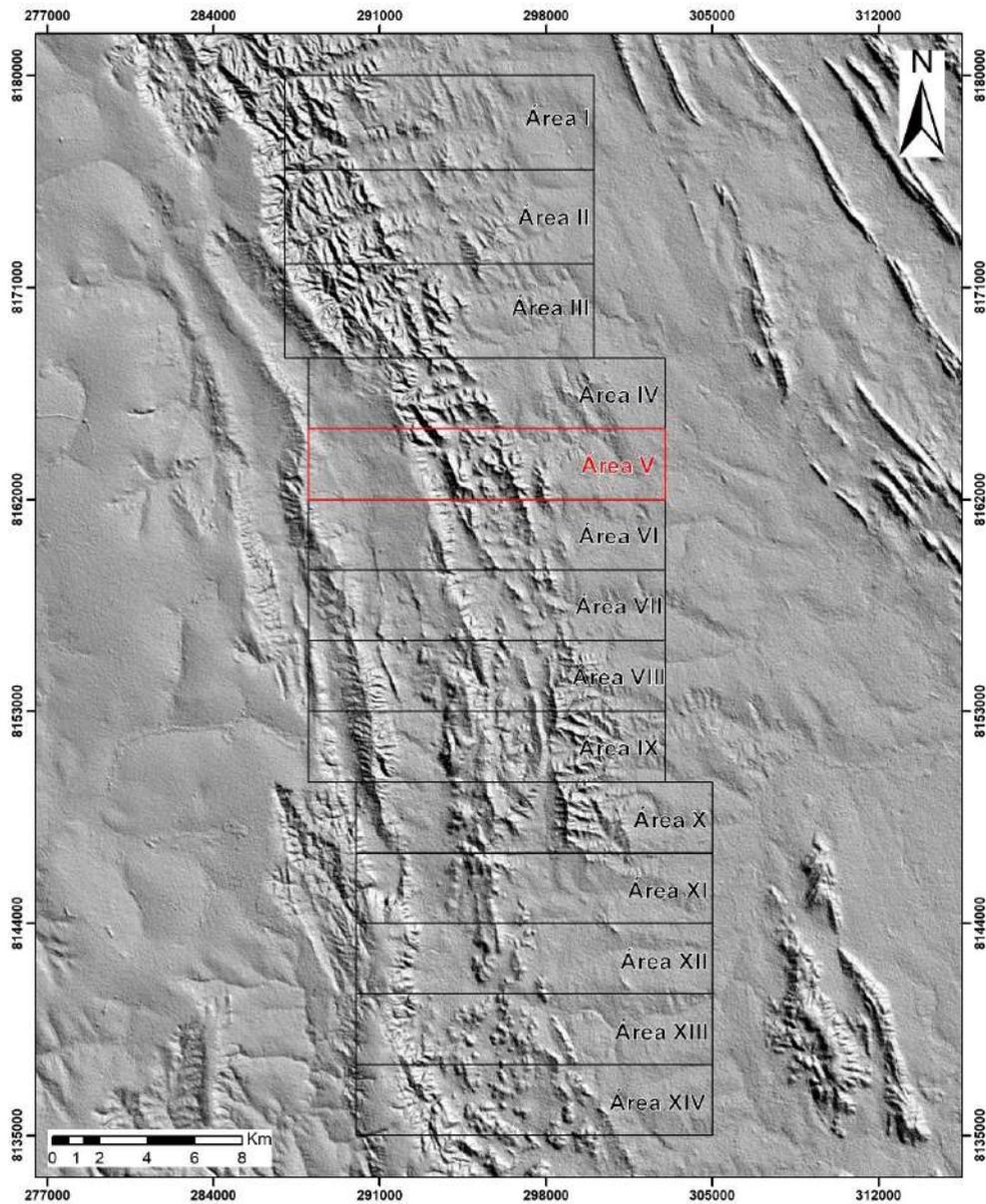


Figura 3.2: Hillshade (ângulo de 45°) gerado a partir do MDE obtido da imagem ALOS Palsar referente a área do Projeto Unaí.

3.2.2 Interpretação local dos Dados de Sensoriamento Remoto

Após os processamentos de dados de sensoriamento remoto e uma interpretação regional, abrangendo todas as 14 áreas do Projeto, foi realizada uma interpretação mais detalhada, conforme cada subárea. A partir de dados relevantes foram extraídas feições essenciais para o desenvolvimento de trabalho de campo, tais como: drenagens principais e secundárias, vias de acesso pavimentadas e não pavimentadas, fazendas e vilarejos.

Embasado nestes dados de sensoriamento remoto, foi confeccionado o mapa base, a fotointerpretação e o mapa dos possíveis lineamentos estruturais da subárea V. A partir destes produtos

foi viável individualizar zonas homólogas, identificar lineamentos e quebras positivas/negativas de relevo da região.

3.2.2.1 Mapa Base

Na elaboração do mapa base (Figura 3.3) utilizou-se duas imagens do satélite Sentinel-2 e a composição RGB – 4/3/2, ambas imagens foram obtidas através do software *Google Earth Engine* referente ao período de estiagem da região de Unaí – MG. A composição RGB – 4/3/2 auxiliou na extração de feições como: drenagens, localidades, marcos geográficos, corpos e cursos d’água e vias de localização, itens fundamentais para a logística nas etapas de campo. As feições contidas no mapa base foram processadas através do ArcGis 10.3.

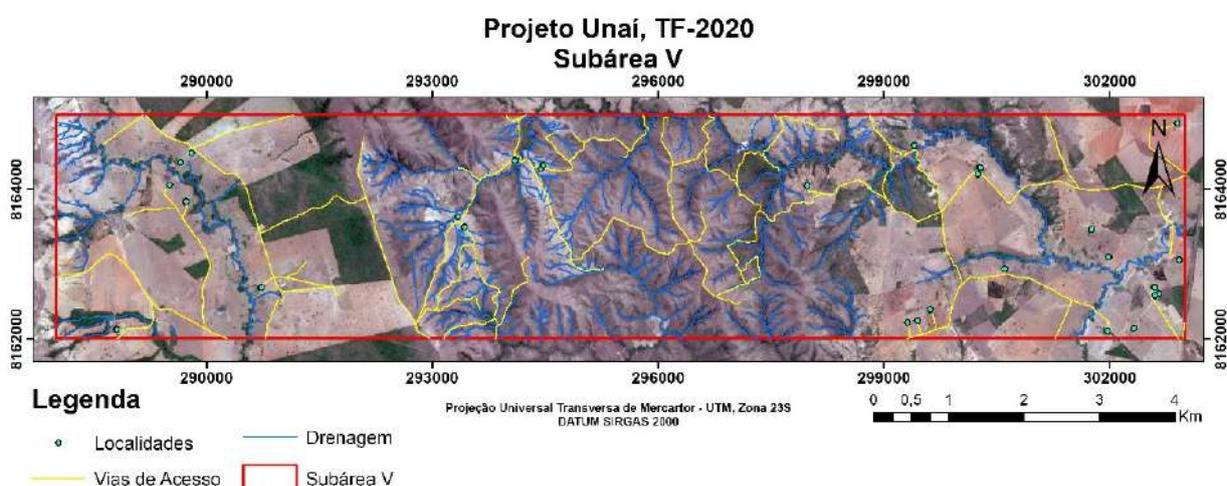


Figura 3.3: Mapa base referente a subárea V do Projeto Unaí.

3.2.2.2 Mapa de Lineamentos Morfoestruturais

Por intermédio da análise feita a partir das imagens Sentinel e do modelo digital de elevação gerado a partir da imagem ALOS, gerou-se um mapa de lineamentos morfoestruturais. Os lineamentos são extraídos a partir de quebras negativas e positivas de relevo, e de drenagens.

Feições principais como alinhamentos e drenagens retilíneas foram evidenciadas, visando buscar tendências estruturais (Figura 3.4).

Por meio do diagrama de rosetas do Projeto Unaí (Apêndice F), identificou-se a orientação das estruturas da região que são preferencialmente NNW-SSE, com alguns domínios para NE-SW.

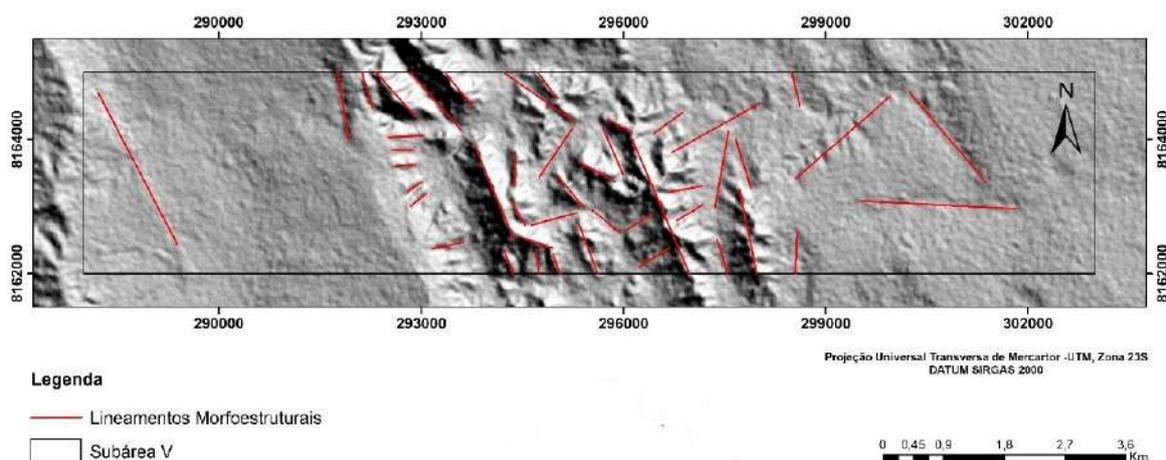


Figura 3.4: *Lineamentos morfoestruturais da subárea V e o diagrama de rosetas regional do Projeto Unaí.*

3.2.3 Aplicativos de Navegação

Durante a etapa campo, o aplicativo Avenza Maps (desenvolvido pela *Avenza Systems Inc*) para aparelhos celulares foi empregado na navegação.

O aplicativo rastreia em tempo real a posição do celular, a partir do GPS do aparelho e plota pontos de interesse no mapa. O Avenza permite baixar o mapa base da subárea e posteriormente exportar as coordenadas dos pontos marcados no formato de arquivos KMZ (compatíveis com o Google Earth e ArcGis) ou *shapefile* (compatível com o ArcGis) o que facilitou a transferência de dados de campo para tratamento e análise na etapa pós-campo.

3.3 Aerogeofísica

Na aerogeofísica, os levantamentos geofísicos são realizados por meio de veículos aéreos em voo baixo, com sensores geofísicos específicos acoplados. Os levantamentos aerogeofísicos cobrem grandes áreas em curto espaço de tempo e com preço relativamente baixo de aquisição de dados, possuem alta resolução espacial e possuem certa uniformidade de amostragem ao longo da linha de voo. Estes métodos são rotineiramente utilizados no auxílio de mapeamentos geológicos e cartográficos, principalmente em fases iniciais, para delimitação de alvos a serem estudados em campo, e provém informações acerca da geologia estrutural e dos limites entre as unidades geológicas.

O Projeto Unaí, contou com dados de aerogamaespectrometria e com dados de aeromagnetometria, para auxiliar no processo cartográfico geológico do projeto.

Os dados utilizados foram cedidos pela CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econô-

mico de Minas Gerais), através do Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais/ Area 1 – Unaí-Paracatu-Vazante-Coromandel. O programa foi coordenado pela Secretaria de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais - SEME, que firmou contrato com a Lasa Engenharia e Prospecções S.A. para realizar a aquisição e processamento dos dados (Lasa, 2001).

Os dados foram coletados entre os meses de agosto e dezembro de 2000. Para a realização do levantamento, foram utilizadas duas aeronaves equipadas com magnetômetro de bombeamento ótico de vapor de césio da Scintrex, modelo CS-2, e gamaespectrômetro multicanal Picodas, modelo PGAM-1000, e sistema de navegação GPS Picodas/Novatel de 12 canais. As informações técnicas dos instrumentos estão listadas abaixo (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Informações técnicas dos instrumentos.

Aeromagnetômetro		Aerogamaespectrômetro				
Sensor	Scintrex CS-2	Canal Radiométrico	Janela de energia (MeV)		Canais Correspondentes	
Resolução	0,001 nT	Contagem Total	0,41	2,81	35	240
Faixa	20.000 – 95.000 nT	Potássio	1,37	1,57	117	134
Montagem	<i>Stinger</i>	Urânio	1,66	1,86	142	159
		Tório	2,41	2,81	206	240
		Cósmico	3	6	255	

As linhas de voo foram orientadas N30E e as linhas de controle N60W e a altura de voo foi fixada em 100 metros sobre o terreno. O espaçamento entre as linhas de voo foi de 250 m e entre as linhas de controle de 2.500 m. O intervalo entre as medições consecutivas foi de 1,0 s para o gamaespectrômetro e de 0,1 s para o magnetômetro. A velocidade aproximada de voo é de 200 km/h, desta forma as leituras do magnetômetro equivalem a aproximadamente 5,5 m no terreno e as leituras do gamaespectrômetro representam intervalos de aproximadamente 55 m do terreno (LASA, 2001).

O fluxograma abaixo apresenta as etapas de processamento realizadas pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A. (Figura 3.5).

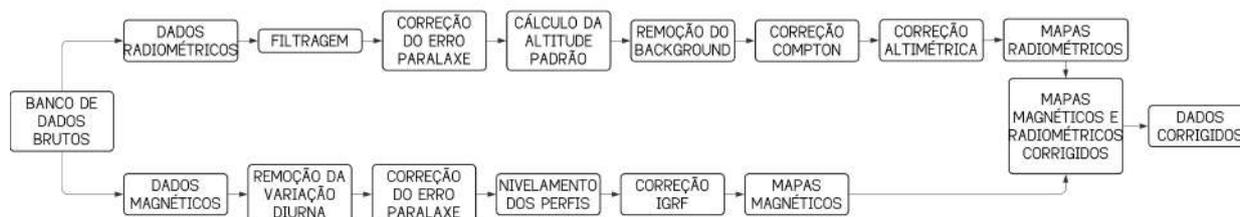


Figura 3.5: Fluxograma com as etapas de processamento dos dados aerogeofísicos realizados pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A (Lasa, 2001).

3.3.1 Gamaespectrometria

O método de gamaespectrometria ou radiométrico, é caracterizado pela detecção de radiação gama (γ) oriunda da desintegração de elementos radioativos na superfície do planeta. As principais fontes de radiação gama provêm da desintegração natural do potássio (^{40}K), urânio (^{238}U) e tório (^{232}Th), presentes na composição da maioria das rochas em superfície. Os isótopos ^{238}U e ^{232}Th não emitem radiação gama, porém seus isótopos decorrentes do decaimento radioativo (^{214}Bi e ^{208}Tl , respectivamente) emitem.

Os dados são adquiridos na forma de contagens por segundo (cps) de potássio, urânio e tório provenientes dos primeiros 30-40 cm de material na superfície, normalmente material intemperizado, solos e rochas aflorantes. Devido aos contrastes de radioatividade natural das diferentes rochas e solos a gamaespectrometria é muito aplicada no mapeamento geológico. A detecção dos raios gama pode ser influenciada por qualquer matéria entre o alvo emissor e o sensor, como cobertura e umidade do solo, densidade da vegetação, variações na temperatura atmosférica, presença de nuvens, umidade relativa e variações topográficas (Jaques *et al.* 1997).

O potássio ocorre de forma significativa nas rochas ígneas ácidas, como granitoides e equivalentes vulcânicos, rochas metamórficas micáceas, feldspáticas e quartzo-feldspáticas, como filitos, xistos e gnaisses e rochas sedimentares, como arcóseos, argilitos e folhelhos (Ferreira *et al.* 2016). O potássio é extremamente móvel durante o intemperismo e alterações hidrotermais, sobretudo em regiões de climas tropicais.

Urânio e tório ocorrem comumente em minerais acessórios em rochas ígneas e metamórficas quartzo-feldspáticas e como resistatos em rochas sedimentares e seus teores são expressos na ordem de ppm. O comportamento do urânio e do tório são diferentes do potássio, por estarem contidos em grande parte em minerais estáveis na superfície. Portanto, podem se acumular em depósitos aluvionares. O urânio em específico pode ter sua mobilidade alterada quando na forma hexavalente, mais solúvel. O U^{+6} é comum em rochas ricas em fosfatos e sulfatos, substituindo o cálcio (Ferreira, 2016).

A partir dos dados radiométricos corrigidos, foram gerados produtos que auxiliaram a cartografia geológica na área do Projeto Unaí, seguindo o fluxograma de processamento dos dados abaixo. (Figura 3.6).

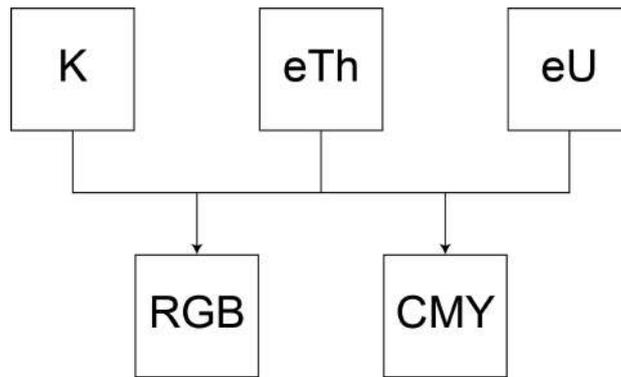


Figura 3.6: Fluxograma dos produtos radiométricos. porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY e composição ternária RGB.

Foram confeccionados mapas coloridos das variáveis básicas (Figura 3.7), porcentagem de potássio (K), tório equivalente (eTh) e urânio equivalente (eU), ambos em ppm, e os mapas de composição ternária (Figura 3.8), um em CMY, em que ciano (C) é atribuído ao K, magenta (M) ao eTh e o amarelo (Y) ao eU, e o outro em RGB, em que vermelho (R) é atribuído ao K, verde (G) ao eTh e o azul (B) ao eU. Em ambas as composições o branco reflete altas concentrações dos três canais, enquanto o preto resulta de baixos teores. As demais cores representam gradações entre as concentrações dos radionuclídeos.

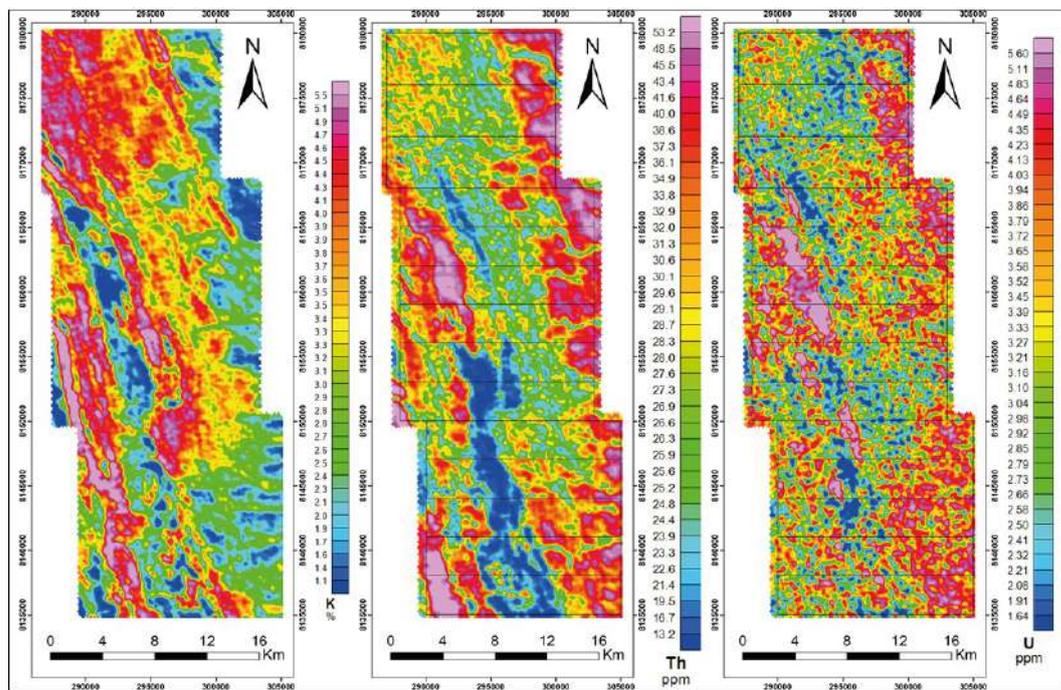


Figura 3.7: Mapa das concentrações de Potássio (%), Tório equivalente (ppm) e Urânio equivalente (ppm).

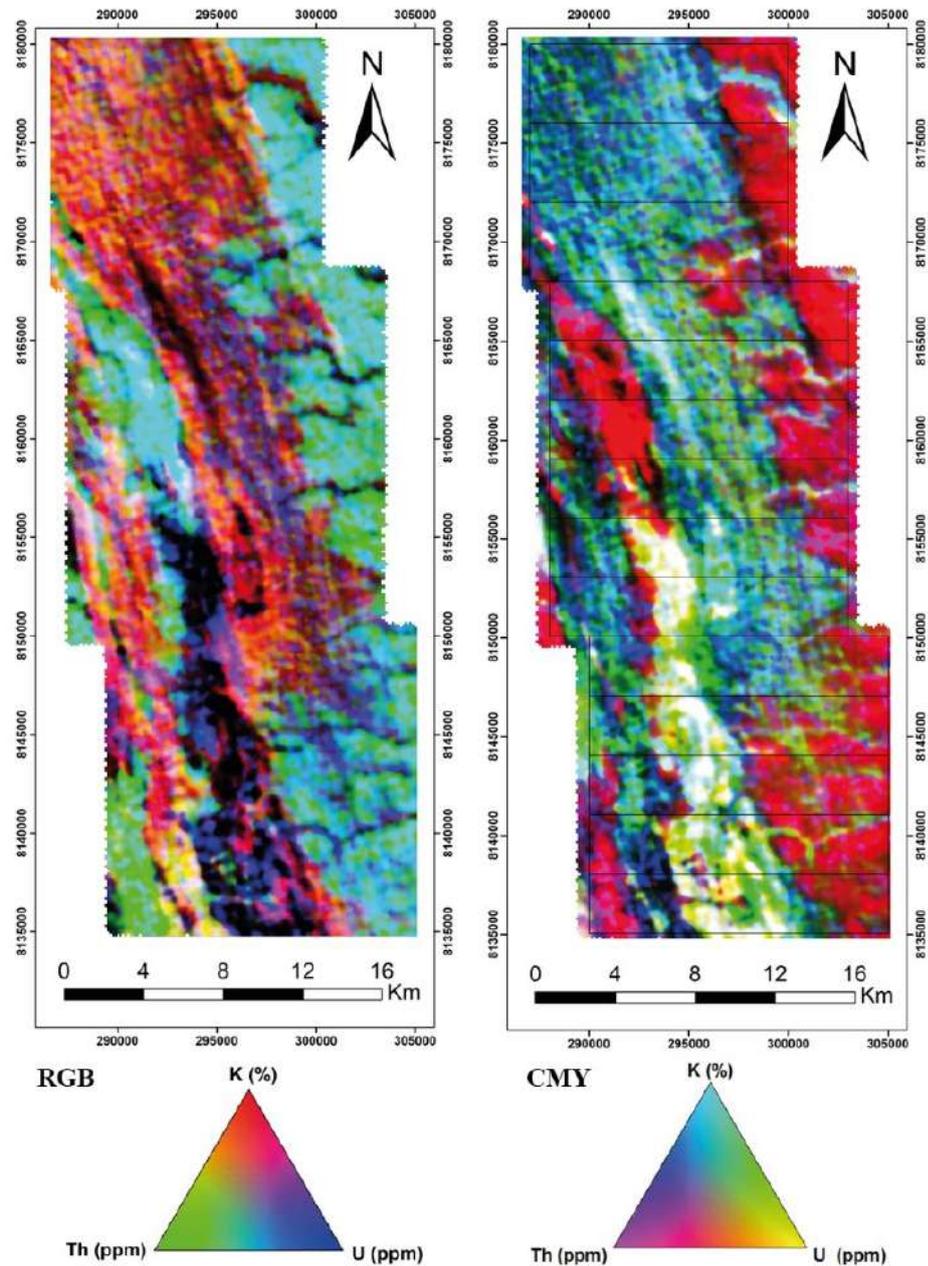


Figura 3.8: Mapas de composição ternárias, RGB e CMY.

O mapa de composição ternária RGB, foi utilizado para delimitação de domínios gamaespectrográficos distintos do Projeto Unaí, nesta interpretação foram separados 5 domínios em que a concentração de K, eTh e eU foi o critério utilizado (Figura 3.9). A tabela 3.3, contém a descrição destes domínios.

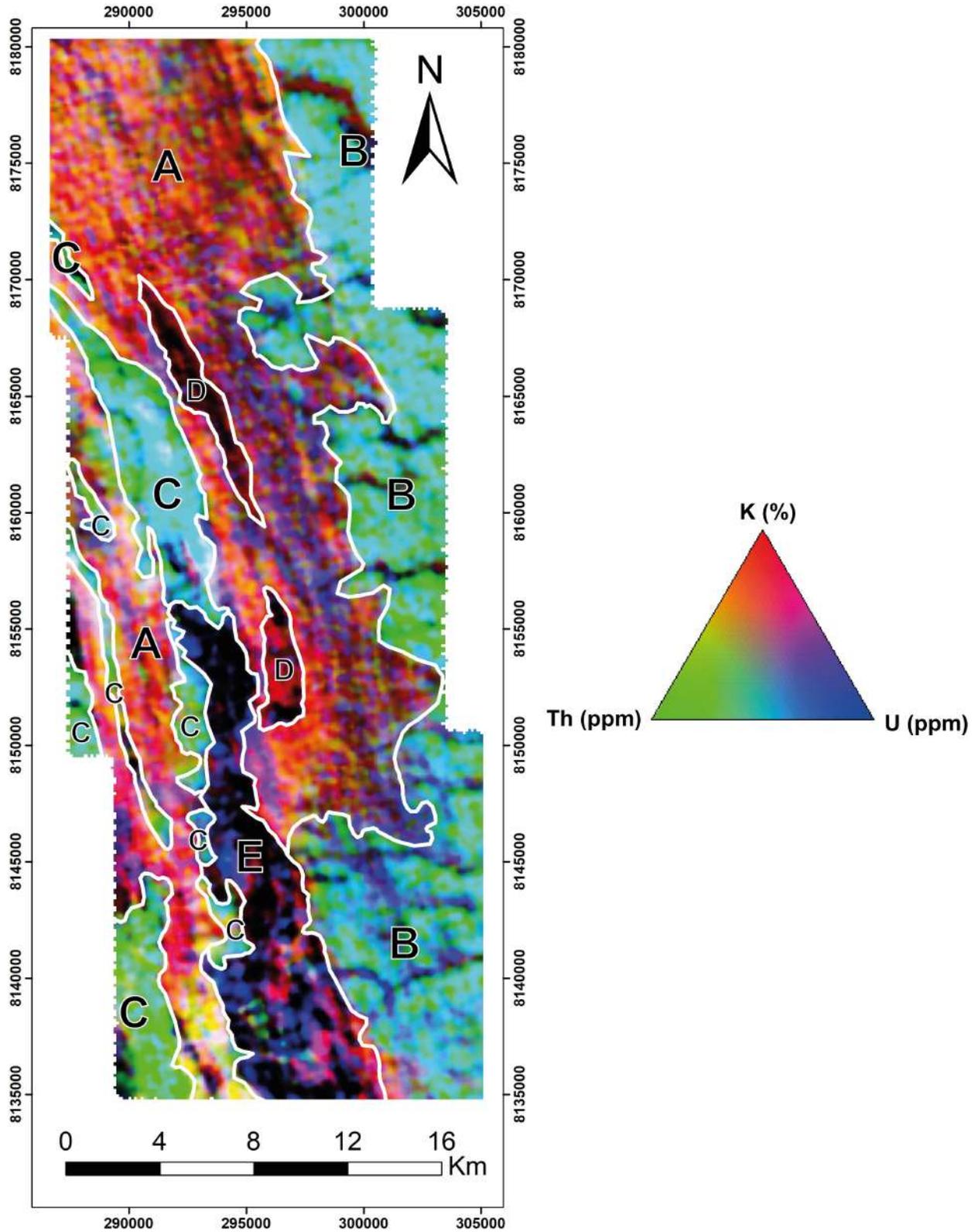


Figura 3.9: Mapa de composição ternária RGB com os domínios gamaespectrométricos interpretados.

Tabela 3.3: Descrição dos domínios gamaespectrométricos.

Domínio	K	eTh	eU	Descrição
A	Alto	Médio baixo	Médio	Cores avermelhadas e amareladas,
B	Médio Baixo	Alto	Alto	Contínuo com cor verde azulada
C	Médio Baixo	Alto	Médio Alto	Descontínuos de cor verde
D	Médio	Baixo	Baixo	Cores vermelho e preto
E	Baixo	Baixo	Médio Baixo	Contínuo de cor preto arroxeadado

3.3.2 Magnetometria

O método potencial da magnetometria, mede a variação espacial do campo magnético da Terra. Esta variação é causada pela heterogeneidade da suscetibilidade magnética dos minerais que compõem os diferentes tipos de rochas. A magnetização das rochas está relacionada à presença de minerais magnéticos, podendo ser causadas por uma magnetização induzida ou remanescente.

A magnetização induzida ocorre quando as rochas são submetidas a um campo magnético externo, sendo variável com a quantidade de seus minerais magnéticos. A magnetização remanescente está relacionada ao resfriamento de rochas ígneas abaixo da temperatura de Curie e transformações de várias naturezas que alteram o estado da rocha durante sua história geológica.

A aeromagnetometria é utilizada na exploração mineral, nos levantamentos regionais para cartografia de detalhe e na detecção de alvos de prospectos. O método é muito utilizado na identificação de feições estruturais em que minerais magnéticos se formaram. Os mapas de anomalias magnéticas, são frequentemente usados para delimitação de falhas e contatos geológicos. Esses mapas evidenciam a distribuição espacial de fontes magnéticas que podem estar a diferentes profundidades e conter propriedades físicas e geométricas distintas (Ferreira *et al.* 2013)

As formas de anomalias magnéticas dependem da direção da magnetização induzida e remanescente, tornando a interpretação de anomalias magnéticas a partir de dados originais muito difícil. Para obter melhores resultados são utilizadas técnicas de filtragem auxiliar para identificação de anomalias de fontes rasas ou profundas e para destacamento de características de interesse (Ferreira *et al.* 2013). A partir dos dados magnéticos pré-processados foram gerados os produtos seguindo o fluxograma presente na figura 3.10.

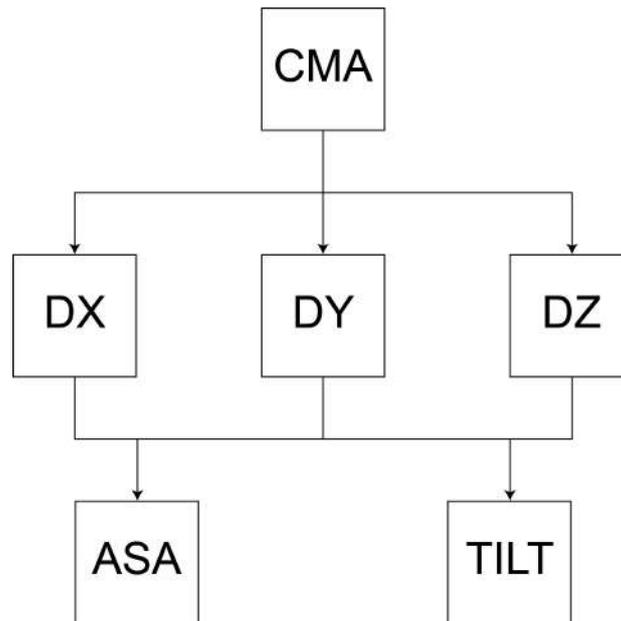


Figura 3.10: Fluxograma dos produtos magnetométricos.

O Campo Magnético Anômalo (CMA) (figura 3.11) apresenta as anomalias sempre como duas respostas, seja um alto e um baixo. Esse caráter dipolar dificulta a sua interpretação, mesmo assim auxilia na interpretação da estruturação geral.

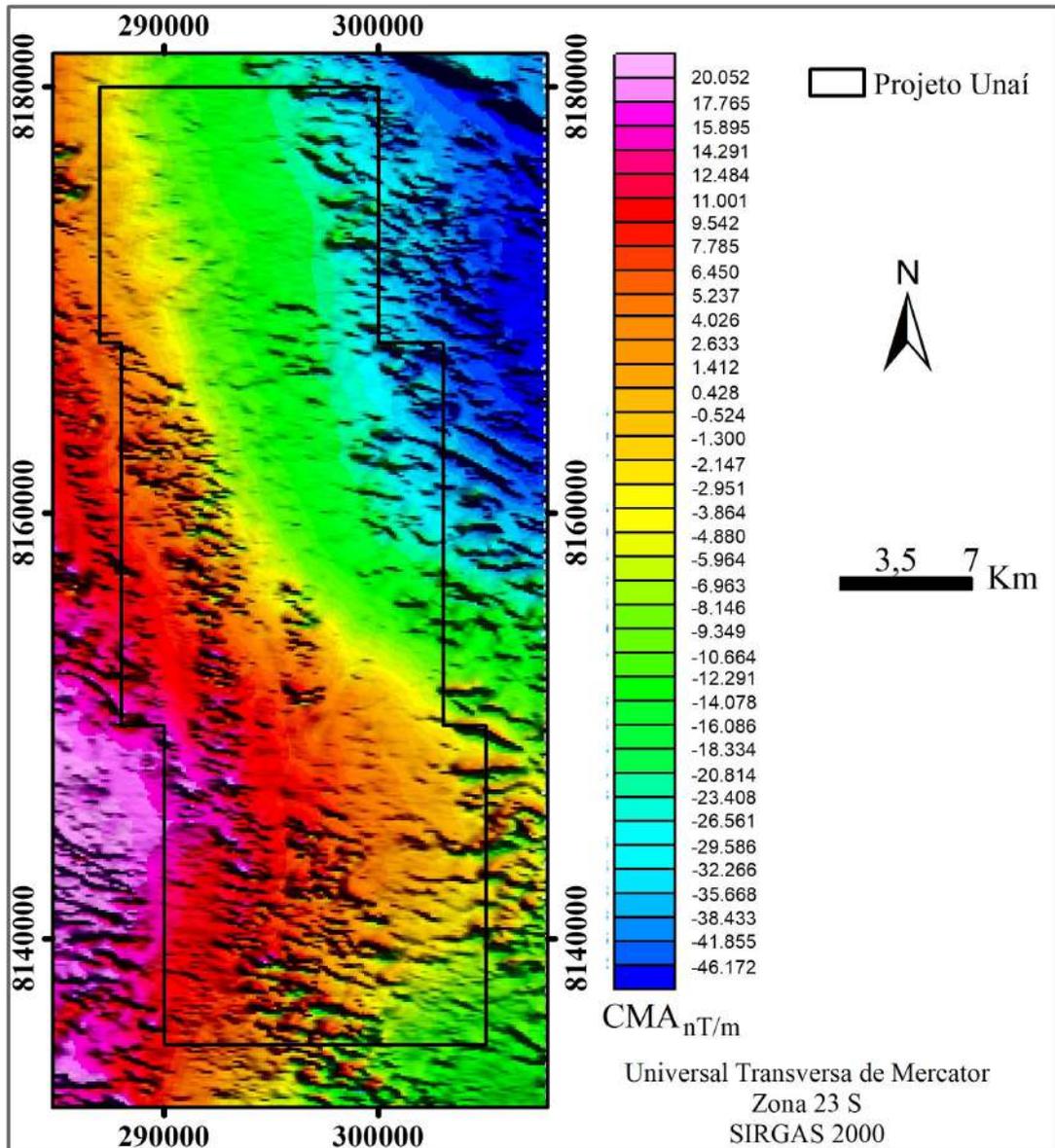


Figura 3.11: *Campo Magnético Anômalo, em destaque a área do Projeto Unaí.*

Com a finalidade de melhorar a visualização das anomalias e realçar mudanças bruscas das propriedades físicas das unidades geológicas, foram gerados novos produtos a partir dos gradientes horizontais e vertical do CMA.

Transformando o campo magnético anômalo (CMA), a primeira derivada da componente vertical z (Dz) em anomalia magnética realça as altas frequências do sinal analítico. O realce das altas frequências pode fornecer informações sobre os contatos, discontinuidades e lineamentos.

A imagem da amplitude do sinal analítico (ASA) apresenta uma assinatura localizada das fontes magnéticas realçando as bordas em corpos largos e o centro em corpos estreitos, independente das direções magnéticas da fonte e do campo magnético da Terra (Blum *et al.* 1999). Além de

posicionar as fontes em sua máxima amplitude, ela pode melhor representar os contatos. (Figura 3.12)

A amplitude do sinal analítico (ASA) pode ser dada por:

$$ASA = \sqrt{(D_x)^2 + (D_y)^2 + (D_z)^2} \quad (3.1)$$

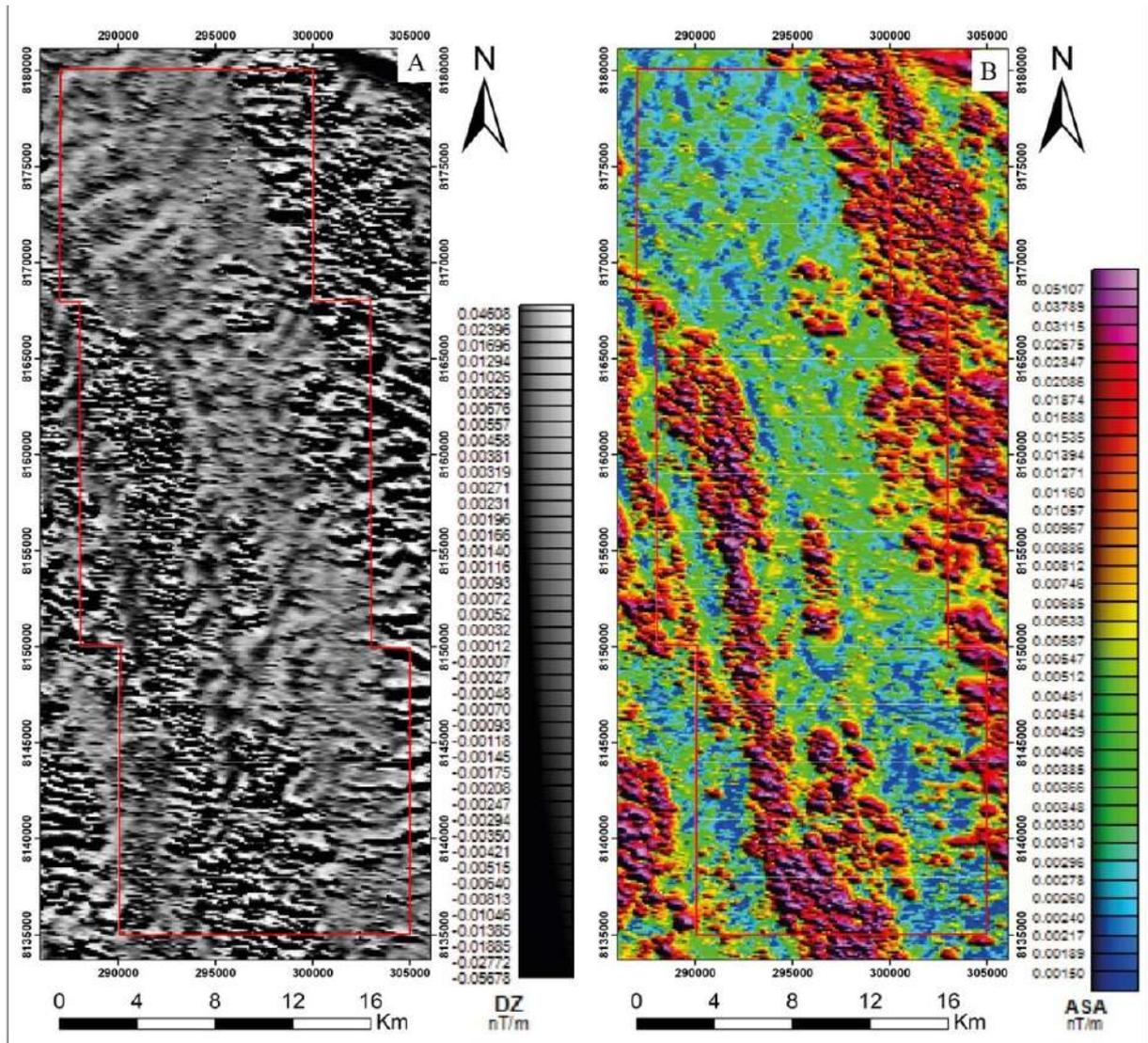


Figura 3.12: A derivada vertical (DZ) e a amplitude do sinal analítico (ASA), foram gerados a partir do campo magnético anômalo (CMA). O polígono em vermelho representa a área do Projeto Uná.

A derivada TILT (TILT) é dada pelo arco tangente da razão entre a primeira derivada vertical pelo gradiente horizontal (Equação 3.2). O produto tem a vantagem de delimitar as bordas de

fontes rasas e profundas de forma equivalente (Miller & Singh, 1994). (Figura 3.13)

$$TILT = \arctan \left(\frac{D_z}{\sqrt{(D_x)^2 + (D_y)^2}} \right) \quad (3.2)$$

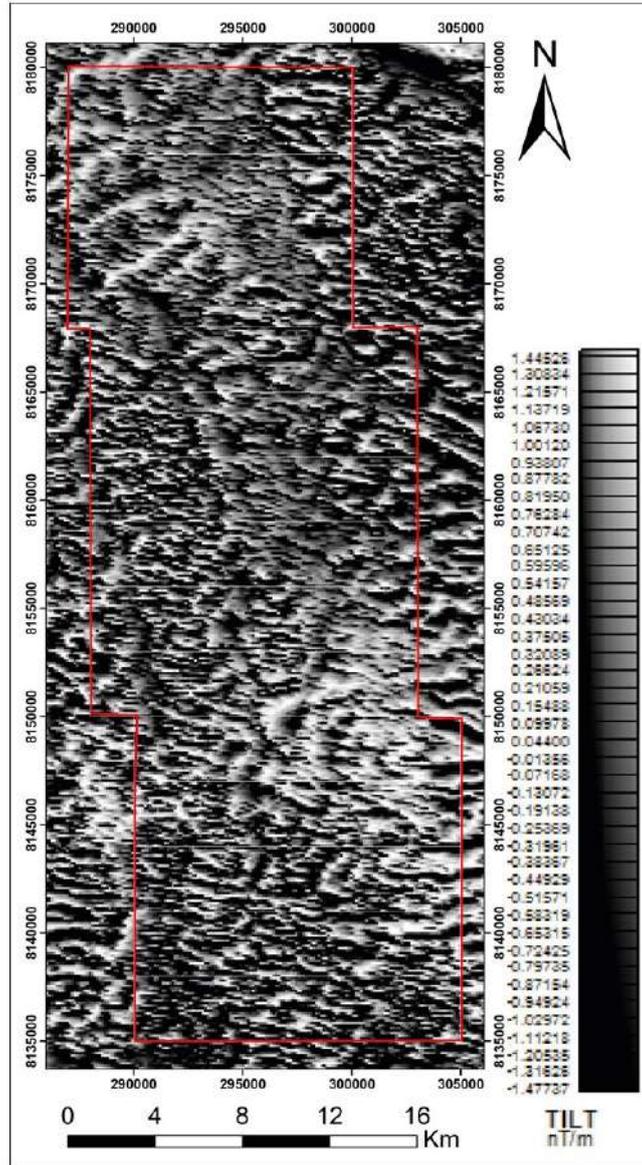


Figura 3.13: Derivada TILT. O polígono vermelho em destaque representa a área do Projeto Unaí.

Com base nos dados da imagem de amplitude de sinal analítico ASA, foram separados 3 domínios distintos magnetométricos com base na intensidade, frequência, orientação e continuidade das anomalias (figura 3.14). Este produto foi escolhido para interpretação por apresentar melhor contraste de gradiente para individualização dos domínios. A Tabela 3.4 apresenta a descrição dos domínios individualizados.

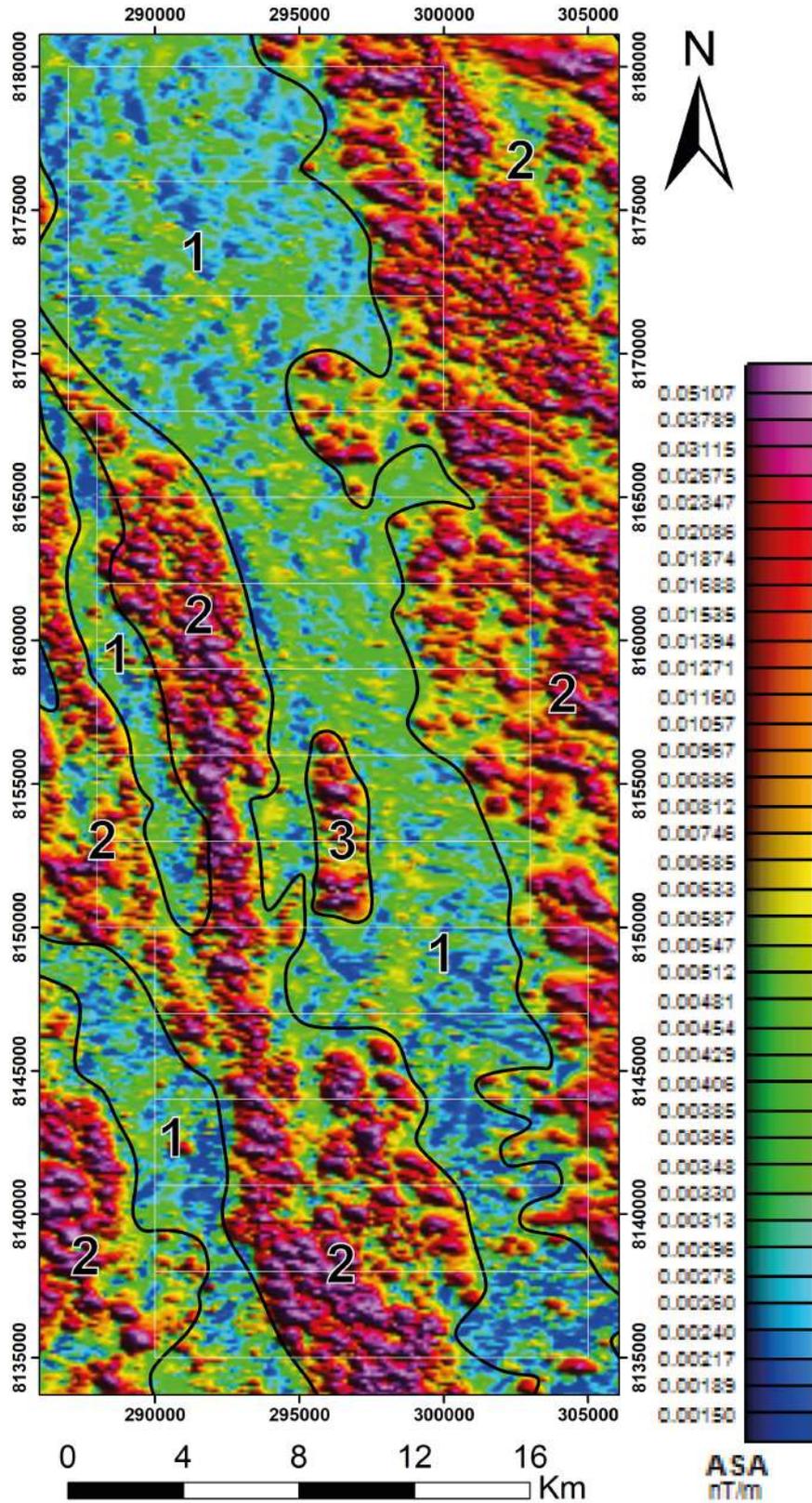


Figura 3.14: Individualização de domínios em mapa de amplitude de sinal analógico (ASA).

Tabela 3.4: Descrição dos domínios individualizados a partir do mapa da imagem de amplitude de sinal analógico.

Domínio	Descrição
1	Gradiente magnético médio a baixo, heterogêneo, orientação NNW-SSE. Na porção sudoeste da área esses domínios se intercalam com domínios de gradiente alta a médio
2	Gradiente Magnético alta a médio, heterogêneo de forma geral, orientação NNW-SSE. Anomalias de gradientes maiores estão alinhadas nesse domínio. Na porção centro-oeste há um alinhamento espesso de gradiente maior, que se bifurca com o aparecimento de um domínio de gradiente médio a baixo
3	Gradiente magnético alta a médio, heterogêneo, orientação NNW-SSE. Domínio único de forma lenticular no meio de um domínio de gradiente médio a baixo.

3.4 Sísmica de Reflexão

A sísmica de reflexão é um método muito utilizado para mapeamento em 2D do arcabouço geológico regional. O levantamento de dados sísmicos de reflexão, utiliza ondas que viajam mais verticalmente do que horizontalmente e usa diretamente o campo de onda refletido, para formar uma imagem da refletividade da área de estudo. Ondas sísmicas que chegam às interfaces sub-horizontais com ângulo de incidência pré-ângulo crítico resultam em reflexões reais (Levander *et al.* 1991).

O dado a ser analisado é o campo de onda refletido pré-crítico. O processamento da sísmica de reflexão é baseado no método de ponto médio comum (CMP), combinado com formulações do campo de onda para gerar um mapa de refletividade que melhor representa a estrutura do subsolo quanto à impedância acústica.

Em relação ao Projeto Unaí, os dados sísmicos utilizados para auxiliar nos trabalhos de campo e interpretações sob a evolução tectônica local, foram adquiridos e processados pela PETROBRAS no ano de 1995. Os dados referem-se a linha “R0240_São_Francisco_045_PSTM” e aos poços “1-BRSA-871-MG” e “9-PSB-10-MG”. (Figura 3.15)

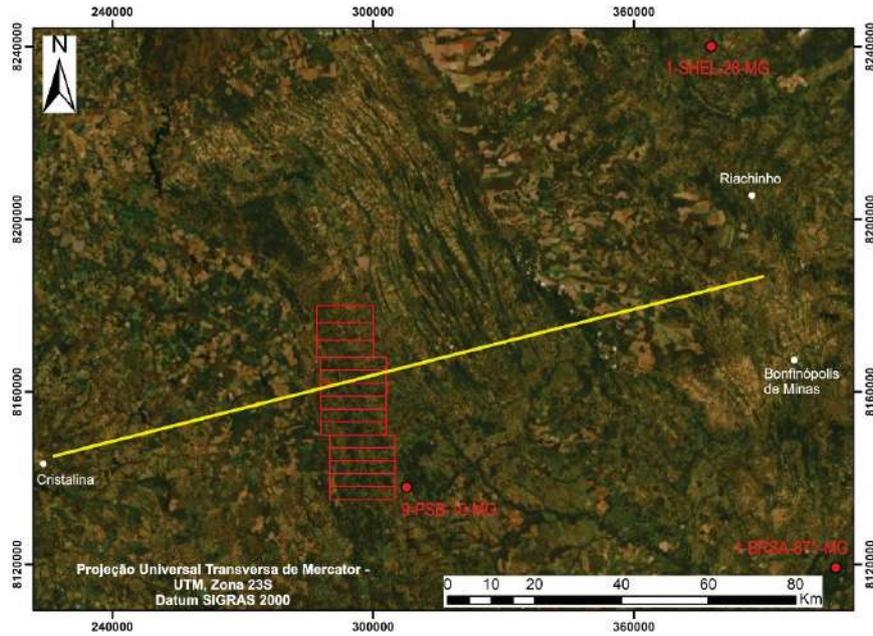


Figura 3.15: Localização da linha sísmica R0240_São_Francisco_045_PSTM. Em destaque a área do Projeto Unaí. Os pontos vermelhos se referem aos poços próximos, que podem ser utilizados na amarração estratigráfica da seção sísmica.

A linha sísmica utilizada possui 168,28 km de extensão e corta a área do Projeto Unaí nas subáreas 4,5 e 6. A interpretação dos dados sísmicos auxiliará no capítulo específico de Evolução Geológica e Correlações Regionais, que serão apresentados posteriormente (Figura 3.16).

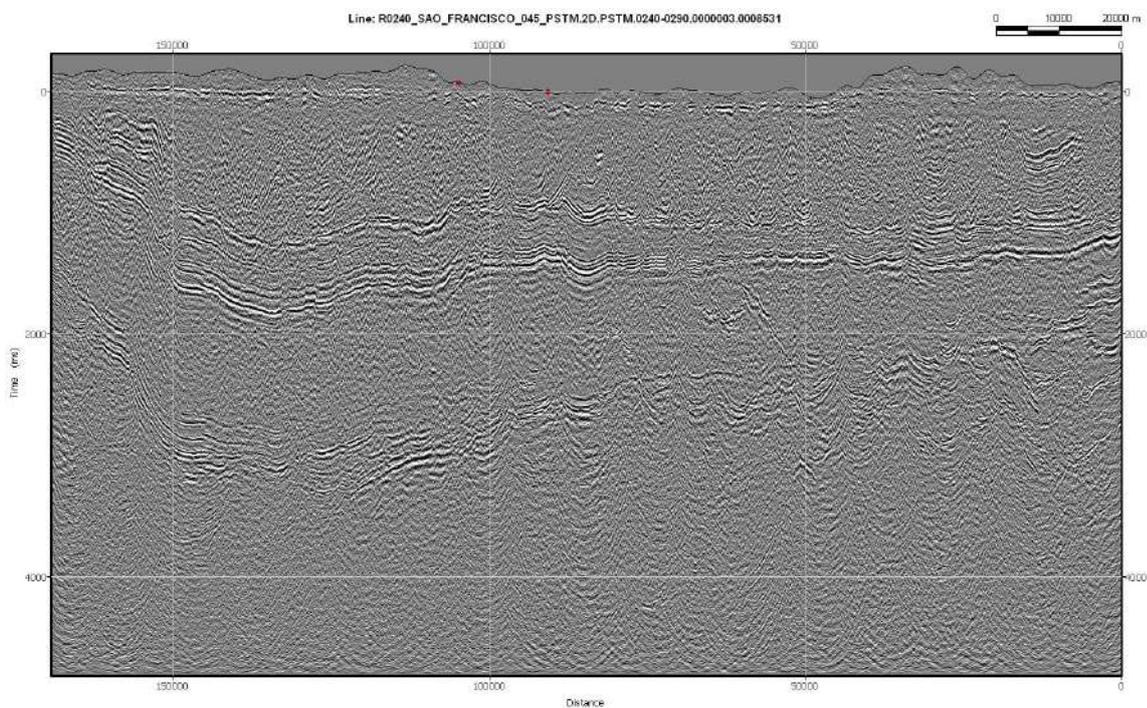


Figura 3.16: Dados da linha sísmica R0240_São_Francisco_045_PSTM.

A ANP defende que todos os dados técnicos das bacias sedimentares *onshore* seja de domínio público, desde março de 2021. Todavia não há relatórios disponíveis referentes a aquisição e processamento destes dados. O arquivo SEG-Y utilizado nesse capítulo é referente ao dados pós-empilhamento "MIG-FIN", disponíveis no banco de dados online BDEP.

Capítulo 4

Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais

4.1 Introdução

O produto cartográfico gerado pela subárea V (Apêndice E) e pela integração dos dados de todas as subáreas do Projeto Unaí (Apêndice F), contam com a individualização de quatro unidades litoestratigráficas: Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra e Grupo Bambuí, respectivamente empilhadas de maneira cronoestratigráfica.

Com o auxílio de dados geocronológicos foi confeccionada a tabela esquemática com a estratigrafia integrada do Projeto Unaí (Figura 4.1).

Éon	Era	Período	Unidades Litoestratigráficas
PROTEROZOICO	Neoproterozoico	Ediacarano	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas  Siltito, siltito argiloso, folhelho, marga, dololuto, compondo sucessão estratigráfica em camadas centimétricas a decimétricas. Litotipos tem cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas e ocre/amarela/rosada quando alteradas.
	Mesoproterozoico	Esteniano	Grupo Paranoá - Idade máxima de deposição de 1100 Ma por zircão detrítico Formação Córrego do Barreiro  Arenito fino a grosso, localmente conglomerático ou feldspático de cor escura quando fresco e cinza claro a esbranquiçado quando alterado.  Siltito laminado, siltito argiloso, marga laminada de cor escura quando não alterada e amarelada a rosada quando alterada.  Dolutito micrítico, dolutito estromatótico, dololuto intraclástico e oncolítico, dolarenito intraclástico e oolítico, litotipos de cor cinza claro a escuro.
			Grupo Canastra Formação Serra do Landim  Clorita filito, clorita-fengita-filto, clorita-fengita-quartzo-filto, calcifilto, mármore dolomítico de granulação fina, quartzito fino micáceo. Dolutito micrítico, dolutito estromatótico, dololuto intraclástico e oncolítico, dolarenito intraclástico e oolítico, litotipos de cor cinza claro a escuro.
Mesoproterozoico	Ectasiano	Formação Quilombo  Membro Ribeirão da Porteira: Ritmito pelito-arenoso com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaca fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos.	
		 Membro Ribeirão do Franco: Ritmito pasamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaca lítica fina, grauvaca lítica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarelada, ocre e rosada quando não alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.	

Figura 4.1: Tabela esquemática com a estratigrafia integrada do Projeto Unaí.

4.2 Fundamentação Teórica

Será primeiramente apresentado um referencial teórico, o qual fundamentará as interpretações faciológicas da Formação Quilombo, baseadas em Mutti (1991). Posteriormente serão apresentadas as descrições da estratigrafia local.

4.2.1 Análise de Fácies e Associação de Fácies

A definição de fácies sedimentar é feita através da análise de geometria, composição, estruturas sedimentares, padrão de paleocorrentes e a casual presença de fósseis (Selley, 1982).

Estes fatores estão intimamente relacionados a processos deposicionais que geram estes litossomas, e por meio destes, permitem supor condições ambientais da sedimentação. Todavia a associação de fácies equivale a reunião de fácies geneticamente relacionáveis, as características de contato entre essas fácies concedem interpretar o ambiente de deposição. Portanto cada fácies

equivale a um registro do processo deposicional (ETCHEBEHERE, 2003).

4.2.2 Turbiditos

A presença de hidrocarbonetos em leques submarinos de diversas partes do mundo gera uma motivação econômica na produção de artigos científicos voltados aos sedimentos gerados por correntes de turbidez e processos associados. Os estudos resultaram na formulação de modelos e mais recentemente na interpretação faciológica das seqüências, sendo, portanto, os turbiditos as seqüências litológicas melhor estudadas no presente (Pires, 1993).

Os turbiditos formam-se pela ação de correntes turbidíticas que se caracterizam por um regime turbulento e extremamente rápido, que transportam uma carga sólida composta por uma mistura de sedimentos e água. Os sedimentos grosseiros (areias e seixos) são transportados como carga de fundo por arraste enquanto a fração fina (argilas, lamas e siltes) é transportada em suspensão. Tendo em vista os diversos estudos realizados, os trabalhos que tiveram destaque mundial na classificação e modelo de turbiditos são Bouma (1964) e Mutti (1992).

A seqüência Bouma (Bouma, 1964) consiste em um modelo faciológico para turbiditos clássicos, no qual compõe cinco fácies: A - areia compacta, com base bem definida e topo passando gradualmente ao nível seguinte; B - areia estruturada em lâminas paralelas; C - areia afetada por estruturas sedimentares onduladas; D - silte e argila depositados em lâminas paralelas e; E - argilas correspondentes a acumulação calma e lenta (Figura 4.2).

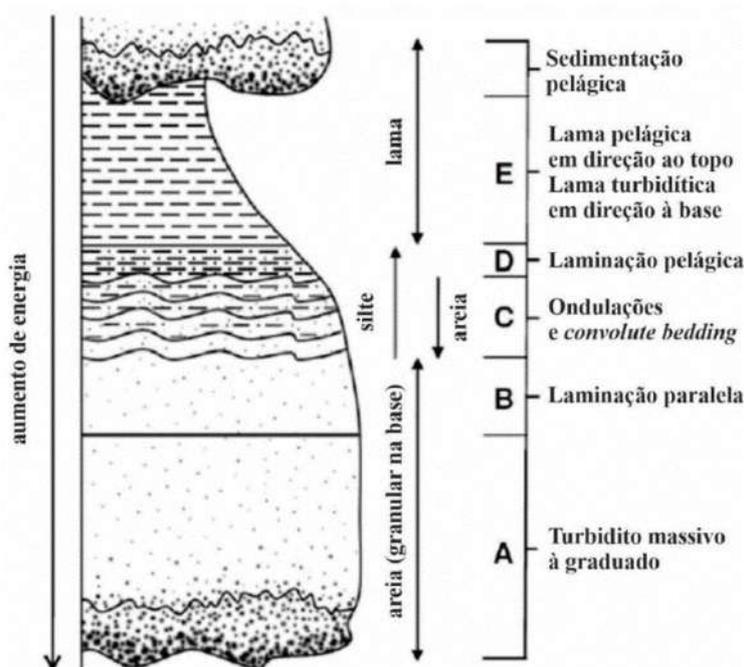


Figura 4.2: Tabela esquemática com a estratigrafia integrada do Projeto Unaí.

Mutti (1991), por sua vez, desenvolve um modelo de classificação de depósitos turbidídicos de nove fácies – F1 a F9 (Tabela 4.1 e Figura 4.3), a partir de alguns conceitos como: i) a corrente turbidídica possui uma base altamente concentrada e topo mais diluído; ii) diferentes populações de grãos se relacionam ao longo da evolução de um fluxo; iii) a deposição se dá por ciclos repetidos de tração e suspensão (correntes de turbidez de alta e baixa densidade); iv) as correntes de turbidez causam uma segregação de carga sedimentar; v) o salto hidráulico atua no desenvolvimento das fácies, pois através dele a corrente ganha um “novo fôlego” ao passar de trechos confinados para desconfinados do sistema turbidídico; vi) os fluxos apresentam maior ou menor habilidade de distribuir os sedimentos bacia adentro.

Tabela 4.1: Principais características dos depósitos sedimentares formados em cada fácies considerada por Mutti (1992) e Mutti et al. (1999). Retirado de Moura et al. (2018).

Fácies	Características
F1	- Feições de fluxo plástico, composta por matriz argilosa com clastos (de granulometria calhau até matacão) flutuantes. - Clastos maiores tendem a acumular-se em direção ao topo da camada e a se projetar além dela. A presença de clastos muito maiores do que a média.
F2	- Presença de grandes intraclastos de argila removidos do substrato - Clastos maiores flutuam em matriz composta de lama, cascalho e areia - A rocha é grão suportada - Preferencialmente, os clastos maiores ocorrem na parte inferior da camada.
F3	- Conglomerados suportados por clasto, em geral sem matriz, limitados por superfícies erosivas na base. - Organização interna variável, em geral sem estratificação ou com gradação inversa - Forma de lentes limitadas por superfícies erosivas.
F4	- Carpetes de tração com grãos grossos, identificados por nítida estratificação plano-paralela
F5	- Arenitos grossos conglomeráticos, muito mal selecionados; - São comuns feições de escape de fluidos - Não apresentam estratificação interna, mas podem mostrar gradação normal
F6	- Granulação média a grossa - Formas de leito de <i>Megaripples</i>
F7	- Areia fina a grossa organizadas em delgados carpetes de tração; - Gradação normal; - Formam um conjunto de lâminas com adelgaçamento progressivo para cima.
F8	- Camadas de areia fina e maciça, depositadas principalmente por suspensão.
F9	- Granulometria muito fina e siltica; - Divisão laminadas por corrente; - Capeamento por argilito maciço.

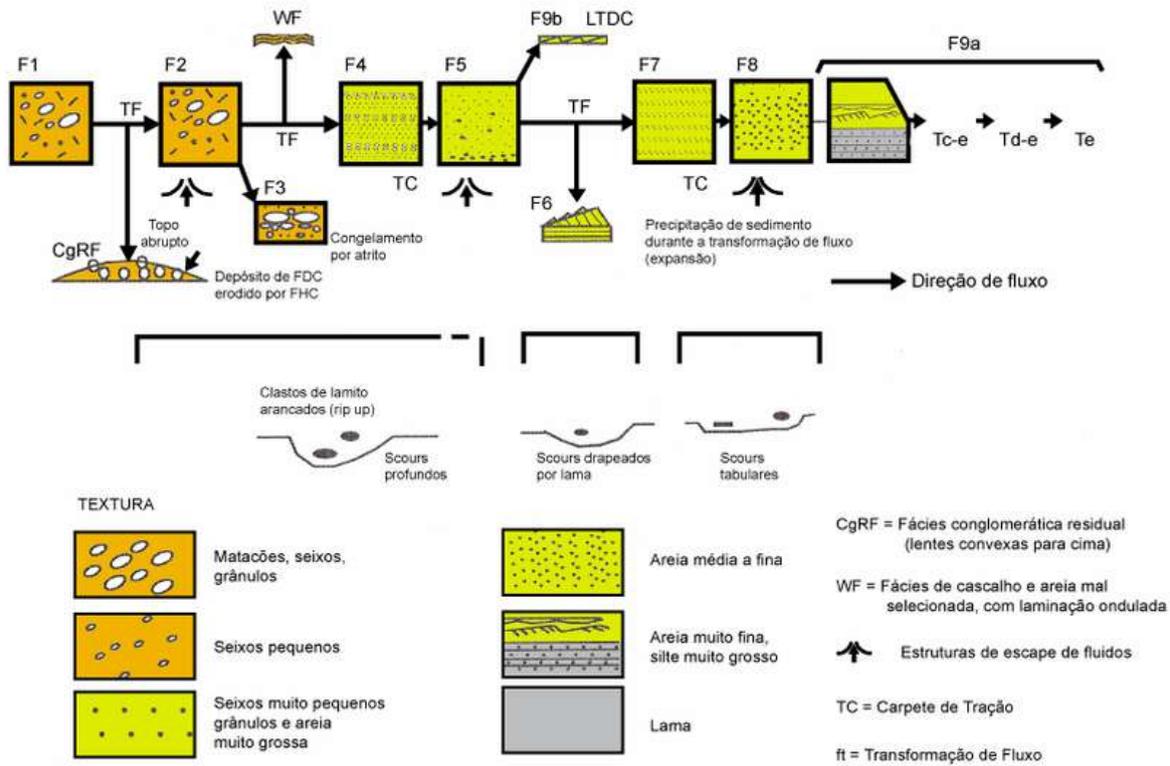


Figura 4.3: Classificação das nove fácies turbidíticas de Mutti (1991).

As fácies de Mutti representam os diversos estágios de deposição de um fluxo turbidítico: debris flow (fácies F1); congelamento de um fluxo hiperconcentrado (fácies F2); perda de velocidade de um fluxo hiperconcentrado (fácies F3); perda de competência das correntes supercríticas (fácies F4, F5 e F6), no qual F4 apresenta carpetes de tração, F5 é gerada por congelamento de fluxo supercrítico de turbidez e F6 é o resíduo basal que transforma o fluxo supercrítico em subcrítico por meio do salto hidráulico; fluxo subcrítico gera fácies de granulação fina (fácies F7 e F8); e por fim fluxo subcrítico em esgotamento e deposição por processos de tração e suspensão (Fácies F9) - Moura *et al.* (2018).

As sequências turbidíticas que afloram na área de estudo, foram caracterizadas considerando a divisão de fácies de acordo com Mutti (1992) e Mutti *et al.* (1999).

4.3 Geologia do Projeto Unai

As rochas mais antigas mapeadas são as rochas da Formação Quilombo. Estas rochas se apresentam como sequências turbidíticas, caracterizadas por ritmitos com partes psamíticas com estruturas de fluxo trativo em intercalações com pelitos tipicamente decantados. Esta unidade possui idade ectasiana (Moura, 2018), e aflora em cerca de 60% da área do projeto, em uma faixa

contínua de direção NW-SE. O membro Ribeirão da Porteira, não aflora nas subáreas mais ao sul do projeto.

As rochas do Grupo Paranoá, compreendem fácies psamíticas e carbonáticas em contato abrupto. Três litotipos foram individualizados: a primeira com arenito fino a grosso, a segunda com siltito, siltito argiloso e siltito margoso e a terceira com dolomitos. Aflora em cerca de 25% da área do projeto, de forma contínua na direção NW-SE e também como klippe no meio das rochas da Formação Quilombo. Somente o topo do grupo aflora na área do projeto, como Formação Córrego do Barreiro, de idade ectasiana (Seraine, 2020).

As rochas do Grupo Canastra, afloram no extremo oeste em aproximadamente 10% da área do projeto. Estas rochas foram individualizadas por se encontrarem metamorizadas em fácies xisto verde. Na área do projeto, apenas a Formação Serra do Landim aflora, com rochas compostas de filititos, por vezes carbonosos, e rochas carbonáticas marmorizadas. A unidade possui idade máxima de deposição ectasiana (Rodrigues, 2008).

As rochas mais jovens cartografadas são pertencentes aos Grupo Bambuí. Na área do projeto, são raramente aflorantes, compondo regiões individualizadas com auxílio das geotecnologias. Com cerca de 5% da área do projeto, esta unidade ocorre de forma restrita na porção norte da área, e apenas no extremo leste das subáreas I a V. A unidade possui idade máxima de deposição ediacarana (Babinski *et al.* 2007).

4.4 Geologia Local da Subárea V

Foram cartografadas na subárea V as seguintes unidades mesoproterozoicas, da base para o topo: (i) Formação Quilombo - Membro Ribeirão da Porteira e Membro Ribeirão do Franco, (ii) Grupo Canastra – Formação Serra do Landim, (iii) Grupo Paranoá – Formação Córrego do Barreiro, e (iv) a unidade neoproterozoica: Grupo Bambuí – Formação Sete Lagoas.

4.4.1 Formação Quilombo

Na subárea V, a Formação Quilombo, apresenta o seguinte empilhamento estratigráfico (Figura 4.4):

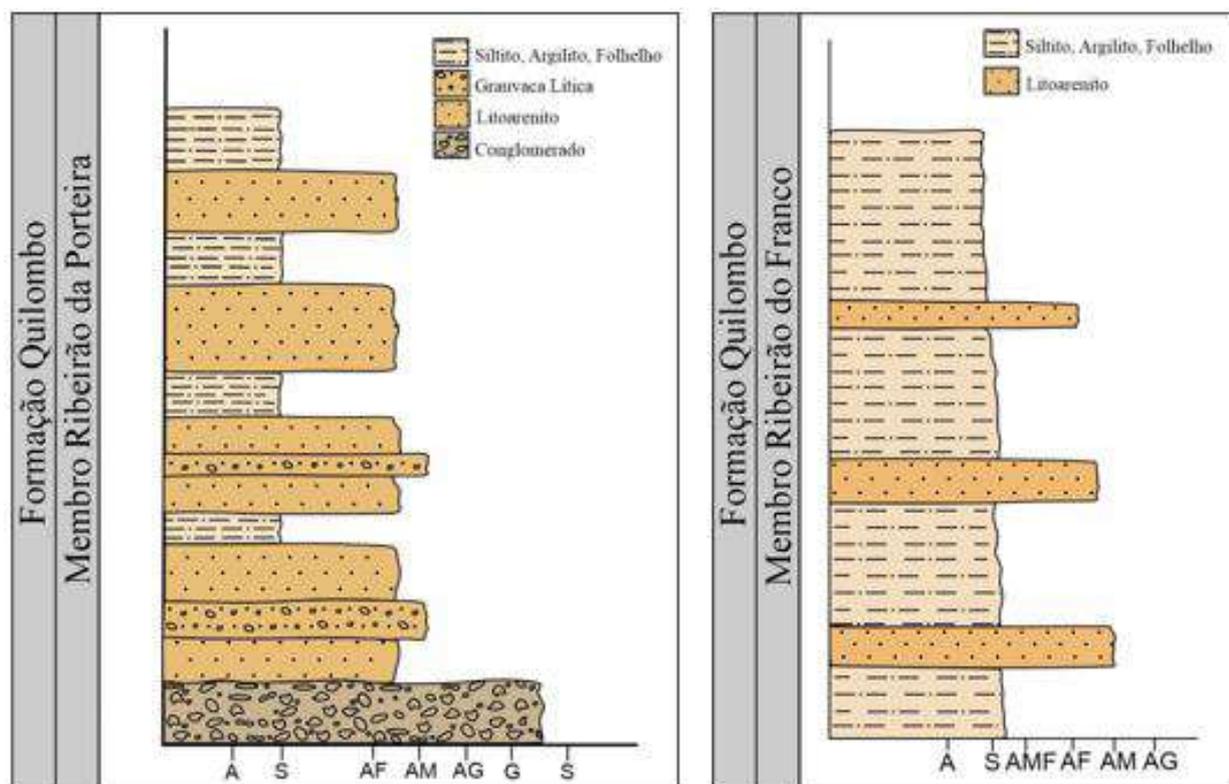


Figura 4.4: Coluna estratigráfica da Formação Quilombo, membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco.

Inicialmente serão apresentados os aspectos gerais da unidade e em seguida, o detalhamento da estratigrafia da unidade a partir de suas fácies e das associações destas fácies.

A Formação Quilombo corresponde a cerca de 65% da extensão total da subárea V e se divide em dois membros: o Membro Ribeirão da Porteira (MPQrp) e o Membro Ribeirão do Franco (MPQrf). O MPQrp encontra-se na parte centro-leste da área, está em contato tectônico reverso com a Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá a leste, e em contato interdigitado com o Membro Ribeirão do Franco a oeste, que por sua vez está em contato com a Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí ao extremo oeste da área, por meio de uma falha reversa. Os afloramentos destas unidades ocorrem em drenagens, córregos, valas e chão de trilhas. As rochas menos alteradas são comumente encontradas em afloramentos de drenagens encaixadas.

As unidades litoestratigráficas da Formação Quilombo apresentam baixo grau metamórfico, de forma que as estruturas e texturas sedimentares estão preservadas, apesar de indícios de deformação pós-deposicional.

O Membro Ribeirão da Porteira encontra-se em um local de relevo serrano, ondulado a médio ondulado e possui as maiores altitudes da área de estudo. Os solos encontrados são neossolos e plintossolos. Os afloramentos deste membro também são mais abundantes, tendo em vista pacotes psamíticos (que partem de 15 cm até 1 m) espessos que se alteram com maior dificuldade em

relação a pacotes pelíticos (podem chegar até 30 cm) que se apresentam mais delgados neste membro (Figura 4.5) e por isso preservam a unidade de forma mais eficaz, estes pacotes também são responsáveis por sustentar o relevo acidentado característico. As rochas do Membro Ribeirão da Porteira são caracterizadas por rochas rítmicas de predomínio psamítico e conglomerados que ocorrem de forma mais limitada. Estas rochas configuram uma sequência de empilhamento com granodecrescência ascendente.



Figura 4.5: *Afloramento em drenagem, rocha rítmico-psamítica do Membro Ribeirão da Porteira. Intercalações de pacotes psamíticos (variando de 15 a 60 cm) com pacotes pelíticos (variando de 3 a 7 cm). Cor vermelha representando as espessuras dos pacotes pelíticos.*

O Membro Ribeirão do Franco está associado a relevos planos a suavemente ondulados. Os solos comumente encontrados são latossolos vermelhos a amarelados e plintossolos. Os afloramentos se encontram mais fortemente alterados e por isso são incipientes comparado ao outro membro. a alteração se dá pela predominância de pacotes pelíticos em relação aos psamíticos nesta unidade (Figura 4.6).

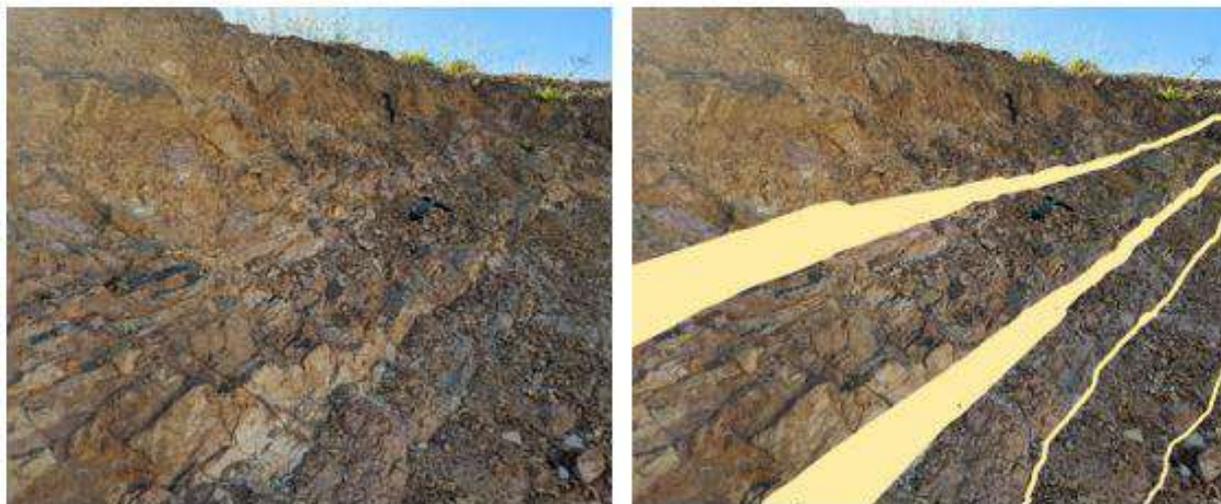


Figura 4.6: Afloramento de rocha rítmico-pelítica do Membro Ribeirão do Franco. Intercalações de pacotes pelíticos (variando de 20 a 80cm) e níveis psamíticos (variando de 7 a 20cm). Cor em amarelo representando a espessura dos pacotes psamíticos.

As rochas do Membro Ribeirão do Franco são caracterizadas por uma sucessão rítmica mais pelítica, também com granodecrescência ascendente. Há também rochas vulcânicas intermediárias a ácidas que ocorrem na porção superior do seu empilhamento litoestratigráfico.

4.4.1.1 Caracterização de Fácies

A distinção entre os membros obtida por meio da análise faciológica leva em consideração além de textura, estruturas sedimentares e granulometria, a espessura e predominância dos pacotes psamíticos em relação aos pelíticos. Há fácies que coincidem em ambos os membros da Formação Quilombo e fácies que são exclusivas de cada membro. O contato interdigitado entre os membros evidencia a relação coeva das litoestratigrafias.

Conglomerados

Estas fácies apresentam coloração cinza escuro, com clastos pretos, e alguns fragmentos amarronzados quando fresca. A fácies ortoconglomerado polimítico (Op) é mal selecionada e clasto suportada, com arcabouço formado por fragmentos líticos e fragmentos minerais de granulometria até seixo. Os fragmentos líticos representam por volta de 70% do arcabouço e são de variadas fontes, como arenito de granulometrias areia fina a grossa, siltito laminado e argilito. (Figura 4.7). Apresentam forma alongada e estão orientados segundo uma direção preferencial. Os fragmentos minerais são de quartzo, nas formas monocristalina e policristalina, e micas que geralmente ocorrem rodeando os fragmentos líticos. Apresenta também, sinais de compactação mecânica e química, com clastos deformados e contatos entre os clastos suturados.



Figura 4.7: *Fácies conglomerado polimítico (Op) da Formação Quilombo*

Litoarenitos

Estas fácies se apresentam com coloração cinza escuro quando frescas, e podem variar em tons de verde a marrom, dependendo do grau de alteração. Os litoarenitos têm espessura centimétrica e podem ter laminação plano-paralela. São compostos por grãos de quartzo de granulometria fina a média, fragmentos líticos de granulometria areia grossa a seixo, por vezes grãos de feldspatos mais localizados, além de matriz pouco expressiva. Incluem os litoarenitos médio maciço (Lmm) e os litoarenitos médio laminado (Lml).

O Lmm é moderadamente selecionado de granulometria areia média, porém, em menor quantidade, com clastos de tamanho areia fina e grossa. É clasto-suportado com arcabouço formado por quartzo, fragmentos líticos e feldspato, e apresenta até 10% de matriz pelítica. O quartzo representa aproximadamente 75% do arcabouço, ocorre principalmente na forma monocristalina, entretanto cerca de 5% estão na forma policristalina ou com a presença de subgrãos, em geral é anguloso com esfericidade baixa a moderada. Os fragmentos líticos correspondem a cerca de 20% do arcabouço, sua principal fonte são rochas pelíticas e em geral apresentam forma subelíptica a elíptica. O feldspato ocorre moderadamente alterado, é anguloso e com baixa esfericidade.

A fácies Lml é muito similar composicionalmente e texturalmente à fácies Lmm, porém apresenta laminação plano-paralela, e localmente, laminação cruzada (Figura 4.8).

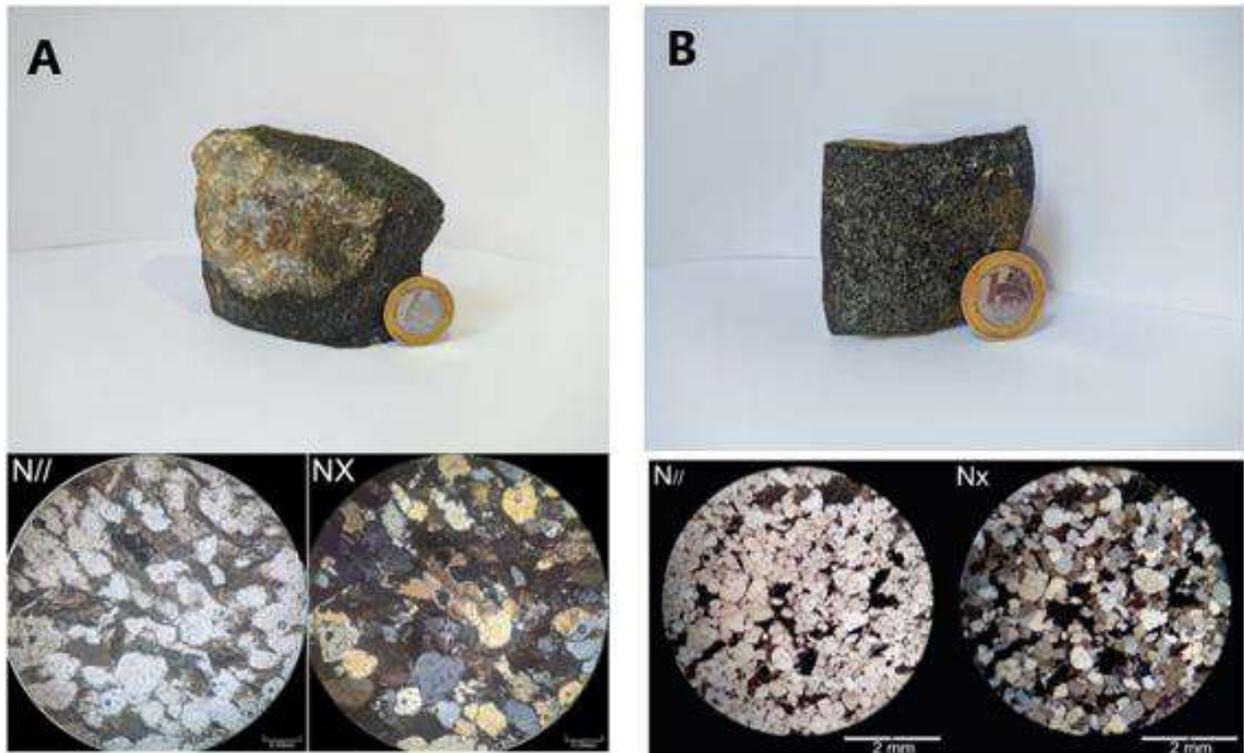


Figura 4.8: (A) *Fácies Lmm da Formação Quilombo. Amostra macroscópica evidenciando o arcabouço com predominância de quartzo. Na fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX) é possível observar o formato irregular dos grãos de quartzo e de fragmentos líticos, indicando uma imaturidade composicional.* (B) *Fácies Lml da Formação Quilombo. Amostra macroscópica ilustra sua estrutura maciça. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX) mostra os contatos planares entre grãos de quartzo e grãos líticos deformados, indicando compactação mecânica.*

Grauvacas

Estas fácies são divididas em grauvaca lítica maciça (Glm) e grauvaca quartzosa maciça (Gqm). A fácies Glm é formada por clastos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos e com grande percentual de matriz argilosa (35%). Os fragmentos líticos são de rochas pelíticas e além disso, de forma restrita, há a presença de micas detríticas e minerais opacos disseminados. Trata-se de rochas de granulometria silte a areia média, por vezes com grãos que chegam a grânulos, com grau de esfericidade e arredondamento variado. Apresenta estrutura maciça e como um todo é matriz suportada, mas há domínios clasto-suportado com contatos que variam de planares, côncavo-convexo a suturados.

A fácies Gqm é mal selecionada de granulometria predominantemente no tamanho areia fina, porém com variação de silte à areia média. É matriz suportada com e o contato entre os clastos é flutuante. Podem ocorrer contatos pontuais ou planares de acordo com a quantidade de matriz no domínio. O arcabouço é formado por clastos subagulosos de quartzo, feldspato (plagioclásio), mica, clorita e opacos. Os grãos de quartzo (60%) predominam em relação aos grãos de

feldspatos (5%), e apresentam tanto clastos monocristalinos quanto policristalinos (Figura 4.9).

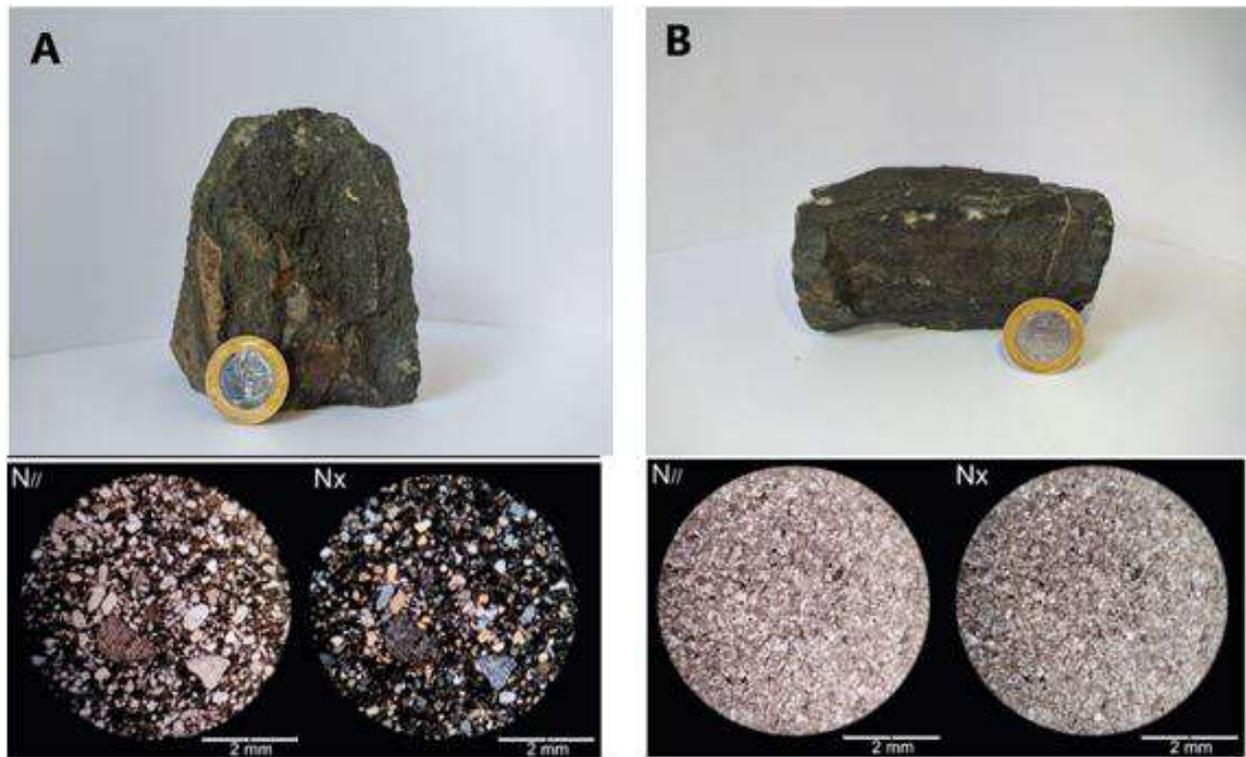


Figura 4.9: (A) *Fácies G_{lm} da Formação Quilombo. A amostra macroscópica ilustra a má seleção de grãos, mostrando os visíveis grânulos em meio a uma granulometria mais fina. Na fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX) nota-se a grande variedade granulométrica (de silte a grânulos) que evidencia o processo de congelamento de fluxo de carga de fundo e sedimento em suspensão.*

Lamitos

Estas fácies estão divididas em pelitos maciços (Pm) e pelitos laminados (Pl). A fácies Pm consiste em argilitos e siltitos com estrutura maciça. E a fácies Pl é formada por folhelhos caracterizados pela laminação plano paralela milimétrica.

A Figura 4.10, mostra um afloramento de camadas centimétricas, da fácies Pl, em intercalação com as fácies.



Figura 4.10: *Folhelhos em escala de afloramento, evidenciando laminação plano- paralela e variação descontínua de cores. fácies Pl da Formação Quilombo.*

4.4.1.2 Associação de fácies

As fácies descritas na Formação Quilombo estão sumarizadas na Tabela 4.2, no qual foram categorizadas dez fácies que foram relacionadas as fácies de Mutti a fim de propor um modelo deposicional.

Tabela 4.2: *Fácies sedimentares descritas pelo Projeto Unaí referente a Formação Quilombo.*
**Fácies não observadas na subárea V.*

Código	Fácies	Descrição	Processos	Associação de fácies	Fácies de Mutti
Op	Ortoconglomerado polimítico	Maciço	Fluxo gravitacional de alta densidade e erosão	Leque submarino superior/ canal	F3
Qmg*	Quartzarenito médio a grosso	Laminação plano-paralela localmente laminações cruzadas.	Início de fluxo turbulento de baixa densidade.	Leque submarino médio	F6
Lml	Litoarenito médio laminado	Laminação plano-paralela.			
Lmm	Litoarenito médio maciço	Maciço.			
Glm	Grauvaca lítica média	Maciço.	Fluxo turbulento de baixa densidade.	Leque submarino inferior	F7
Glf	Grauvaca lítica fina	Maciço.			
Sm	Siltito maciço	Maciço.			
Sl	Siltito laminado	Laminação plano-paralela.			F8
A	Argilito	Maciço.	Fluxo turbulento diluído	Leque submarino inferior/planície	F9
F	Folhelho	Laminação plano-paralela.			

4.4.1.3 Modelo Depositional

O modelo deposicional proposto para as rochas da MPQrp e MPQrf é o de leque turbidítico de águas profundas, com canais turbidíticos que escavam o talude e se depositam nas planícies abissais. Estas sucessões deposicionais de água profunda são representadas por ritmitos com contatos abruptos entre as camadas psamíticas e pelíticas. A associação de fácies descritas neste projeto se encaixa no sistema turbidítico proposto por Mutti (1992) que representa os diferentes estágios evolutivos de deposição do fluxo gravitacional em uma sequência turbidítica. A Figura 4.11 ilustra este sistema proposto.

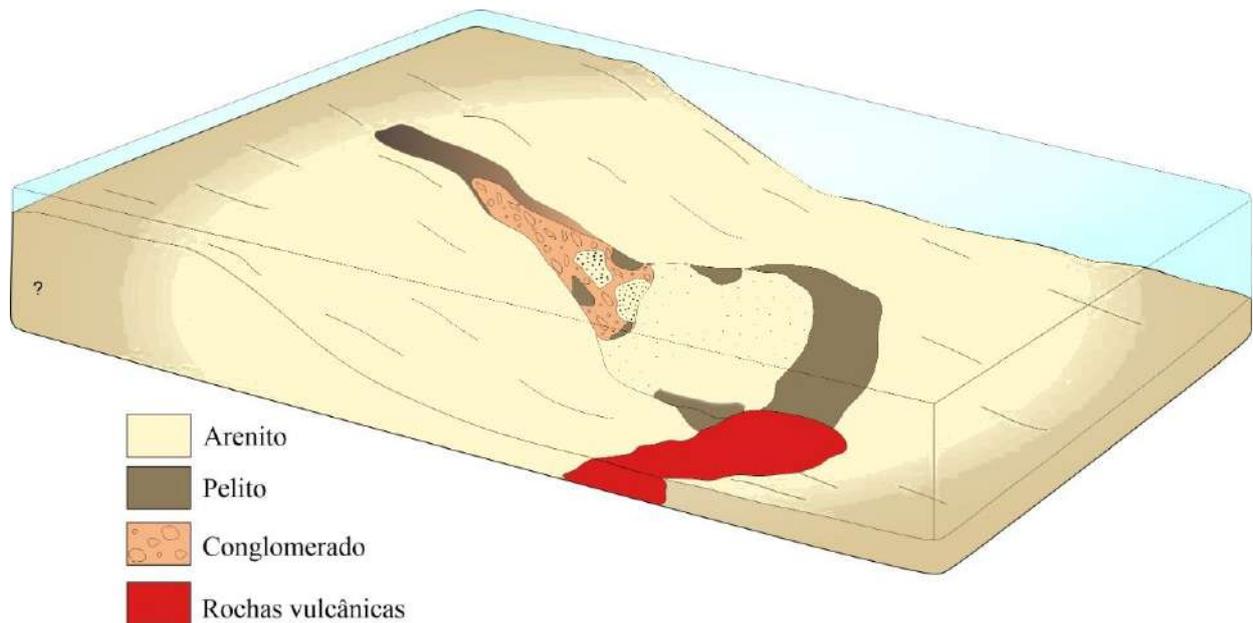


Figura 4.11: *Modelo deposicional proposto para as rochas da Formação Quilombo.*

O Membro Ribeirão da Porteira está relacionado as porções mais proximais ao talude em que há a deposição de conglomerados, arenitos imaturos grossos e grauvacas médias. Por sua vez, o Membro Ribeirão do Franco trata-se da sequência mais fina e distal em relação ao pé do talude, com a predominância de arenitos e grauvacas finas e siltitos laminados e folhelhos. A presença de rochas vulcânicas intermediárias a ácidas intercaladas com as sucessões turbidíticas indicam a presença de vulcanismo subaquoso associado a esse sistema deposicional.

4.4.2 Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá, apresenta o seguinte empilhamento estratigráfico (Figura 4.12):

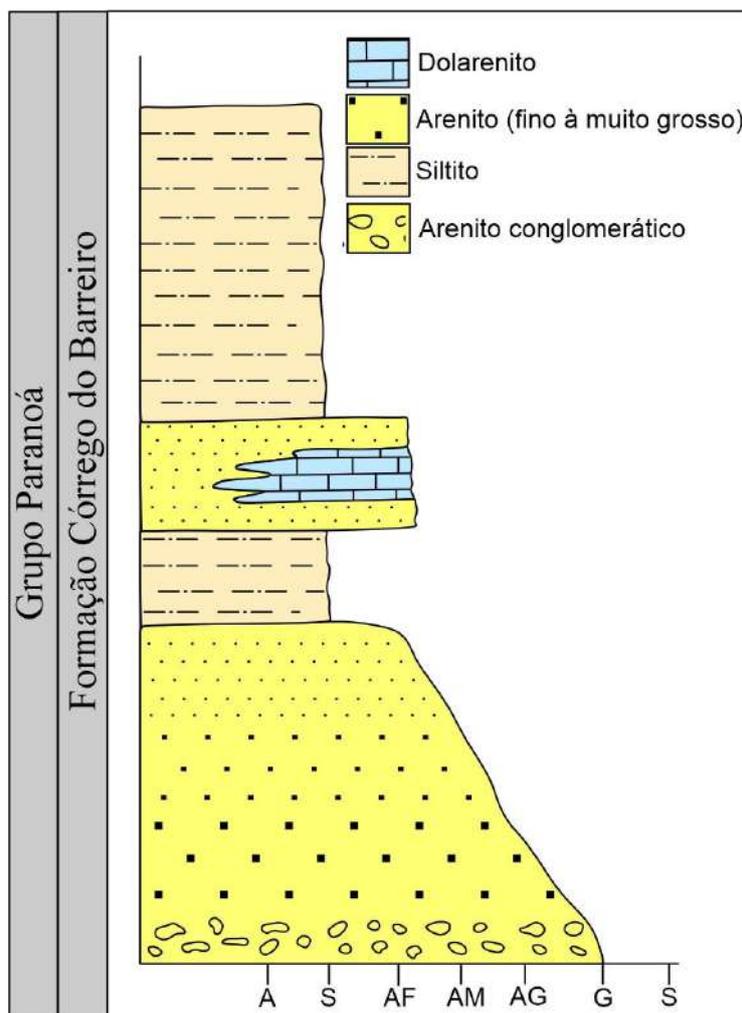


Figura 4.12: Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá – Formação Córrego do Barreiro, com base nos afloramentos das demais subáreas do Projeto Unaí.

O Grupo Paranoá, Formação Córrego do Barreiro (MPPcb), corresponde a cerca de 20% da extensão total da subárea V. Encontra-se na parte oeste da subárea, em contato tectônico com as rochas do Grupo Canastra à esquerda e com as rochas da Formação Quilombo à direita.

Não foram encontrados afloramentos, apenas blocos rolados destas rochas foram amostrados na subárea V. Estes blocos se encontram muito alterados, e são essencialmente siltitos e arenitos finos.

As rochas da Formação Córrego do Barreiro apresentam resposta de alta intensidade magnética, e resposta de alta intensidade radiométrica usadas para auxiliar a demarcação dos contatos, devido ao contraste com as rochas vizinhas (Figura 3.9; Figura 3.14).

A correlação entre a unidade e o relevo é parte determinante para delimitação da mesma. A Formação Córrego do Barreiro, nas fácies siltosas e silto-argilosas, possui relevo plano, arrasado, com uso antrópico acentuado para práticas pecuárias, coberto de pastagens.

Amostras de rochas coletadas em outras subáreas vizinhas são usadas para individualização e associação faciológica da unidade, com a finalidade de desenvolver um modelo deposicional da mesma.

As fácies siliciclásticas, foram separadas em: 1) Arenito finos a grossos, por vezes conglomeráticos; 2) Arenitos feldspáticos; 3) Siltitos e siltitos-argilosos e 4) Siltitos margosos.

As fácies carbonáticas foram separadas em: 1) Dololuto micrítico e dololuto estromatolítico; 2) Doloarenito intraclástico e Doloarenito com extraclastos e 3) Dolorudito intraclástico

4.4.2.1 Modelo Depositional

O modelo deposicional proposto para as rochas da MPPcb é o de plataforma marinha rasa, com fábrica carbonática do tipo M (Schlager, 2005), com geometria carbonática montiformal (mounds) e controle deposicional paleogeográfico das fácies mais grossas com retrabalhamento dos sedimentos por ondas. A figura 4.13 ilustra de forma esquemática o ambiente deposicional da MPPcb na área do projeto.

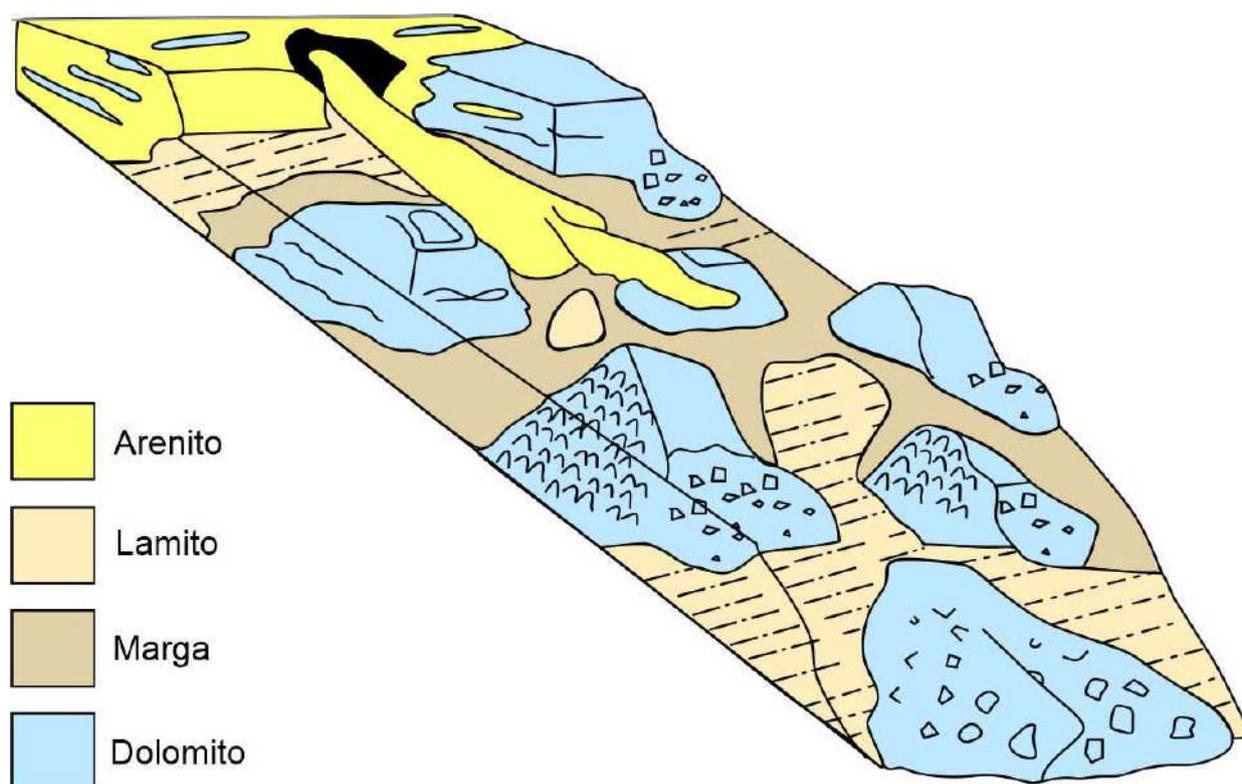


Figura 4.13: Bloco diagrama ilustrando sistema deposicional do Grupo Paranoá na região do Projeto Unaí.

As fácies carbonáticas que eventualmente possuem extraclastos (Amostra: 20-XI-125; Figura 4.14) são depositadas em ambiente proximal e mais rasos. As fácies carbonáticas micríticas

são mais distais. Os estromatólitos colunares e dômicos formam bioconstruções que crescem verticalmente e evidenciam as deposições carbonáticas em mounds mais distantes. Estas fácies não apresentam intraclastos.

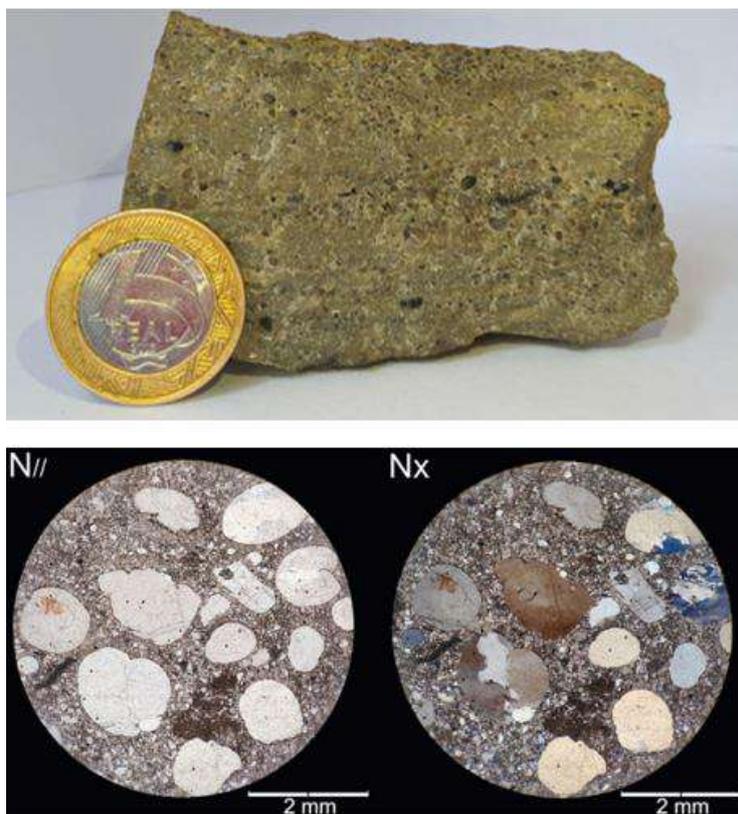


Figura 4.14: *Macroscopia mostrando aspecto das fácies carbonáticas de ambiente proximal, presença de grânulos de extraclastos de quartzo que se destacam a olho nu. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX) revela a presença dos extraclastos em meio a matriz micrítica.*

A deposição das fácies siliciclásticas mais finas ocorre entre os mounds carbonáticos, ou nas partes mais distais e profundas da plataforma, locais onde há menor energia.

As fácies siliciclásticas mais grossas como os arenitos são depositados em canais que escavaram a plataforma, e podem chegar até os mounds carbonáticos dependendo da intensidade do fluxo, geralmente estes arenitos podem ser imaturos composicionalmente e texturalmente e vão formando leques que se empilham lateralmente ou verticalmente aos carbonatos.

4.4.3 Grupo Canastra

Na subárea V, o Grupo Canastra, apresenta o seguinte empilhamento estratigráfico (Figura 4.15):

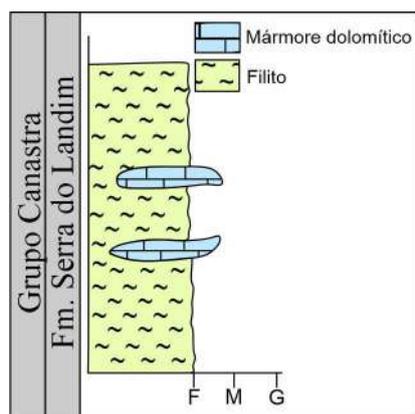


Figura 4.15: Coluna estratigráfica do Grupo Canastra – Formação Serra do Landim, na subárea V.

O Grupo Canastra, Formação Serra do Landim (MPCsl), corresponde a cerca de 5% da subárea V, na região extremo oeste da área. Estas rochas se encontram em contato tectônico com as rochas do Grupo Paranoá.

Os afloramentos encontrados, ocorrem geralmente no chão das estradas, e nas drenagens (Figura 4.16). Nos lugares onde a declividade é maior, ocorrem afloramentos do tipo lagedo e nas partes mais planas, são raros os afloramentos, com grande parte da unidade sendo coberta por pastagens.



Figura 4.16: Aspecto geral dos filitos da Formação Serra do Landim – Grupo Canastra, em escala de afloramento.

A unidade ocorre relacionada ao relevo de maior altitude da área, com relevo moderadamente ondulado, e com uma parte plana. A formação de plintossolos e crosta laterítica sobre as rochas da unidade, é o que sustenta as maiores altitudes.

As rochas da Formação Serra do Landim apresentam resposta de baixa intensidade magnéticas, e resposta de média intensidade radiométricas. Estes dados ajudaram a delimitar os contatos desta unidade com a unidade vizinha (Figura 3.9; Figura 3.14).

4.4.3.1 Caracterização de Litologias

Formada prevalentemente de filitos, esta unidade conta também com quartzitos finos micáceos e lentes de mármore calcítico.

Os filitos são divididos em duas litologias distintas, o filito mais abundante da área (Amostra: 20-XIII-33; figura 4.17) é uma rocha com paragênese mineral de fengita, clorita albita e quartzo, possuem foliação tipicamente filítica, textura lepidoblástica marcada pela orientação preferencial da fengita e da clorita. O metamorfismo é caracterizado em fácies xisto verde baixo, com protólito provavelmente pelítico.

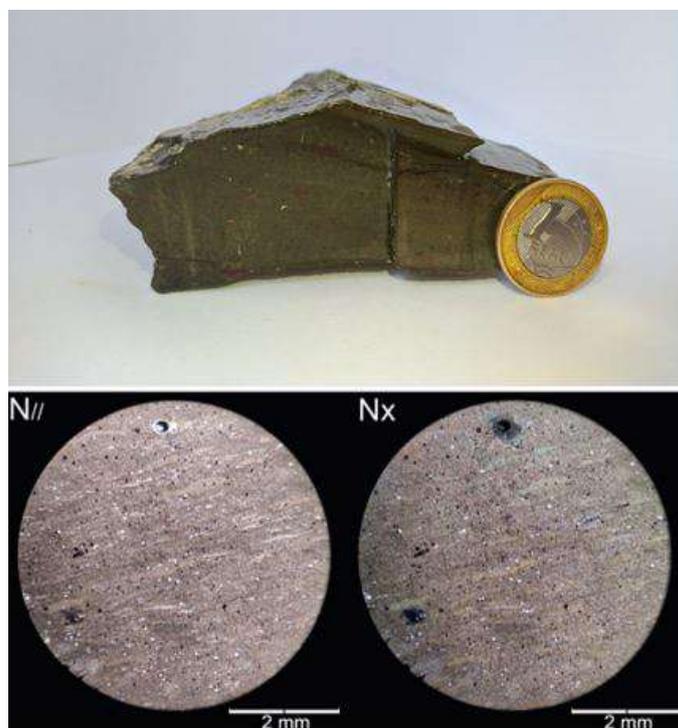


Figura 4.17: Amostra macroscópica de fengita-clorita-filito apresentando granulação muito fina, a qual não permite a identificação de minerais. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX) evidencia a textura lepidoblástica marcando a foliação filítica presente na rocha.

A segunda litologia filítica é composta por fengita-clorita filito, com pseudopórfiros de pirita, que se alteraram para óxidos (Amostra: 20-XIV-28; Figura 4.18; Figura 4.19). Texturalmente porfiroblástica, essa rocha possui matriz muito fina de lamelas de fengita e clorita, que compõe mais de 70% da amostra. Poderia ter sido texturalmente lepidoblástica, mas as orientações da

fengita e clorita já não estão mais evidenciadas. Anisotrópica com domínios onde os pseudopórfiros são abundantes e apresentam sombras de pressão. Os pseudopórfiros por vezes formam amígdalas que são preenchidas nas bordas por fengita e clorita.

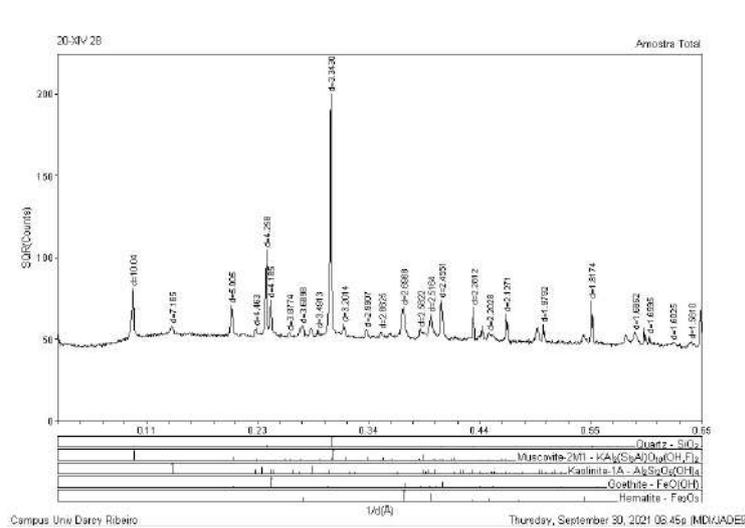


Figura 4.18: Difratoograma de raio-x de rocha total da amostra 20-XIV-28

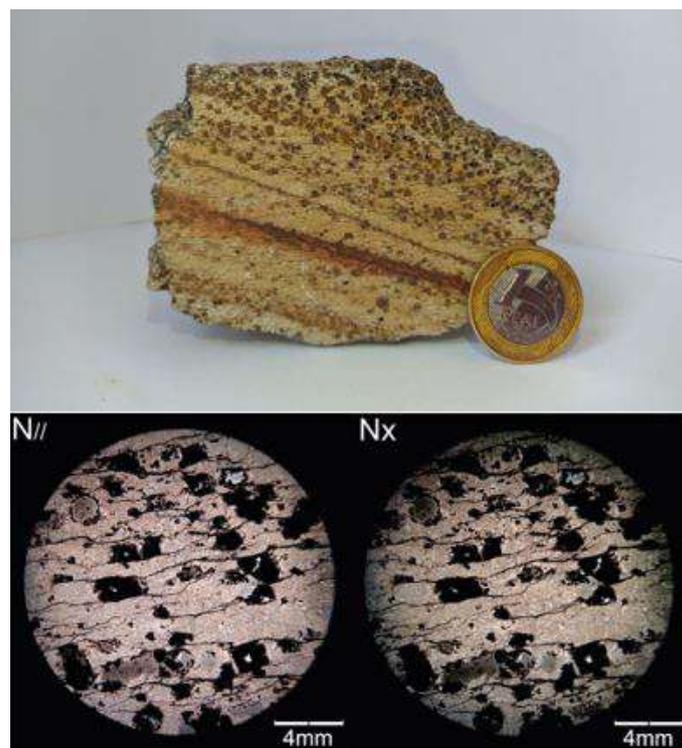


Figura 4.19: Amostra macroscópica de fengita-clorita-filito exibindo textura porfiroblástica, com pseudopórfiros de aproximadamente 2mm, em formas cúbicas. A fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX), mostrada da porção inferior, evidencia a foliação filítica e mostra a presença dos pseudoporfiroblastos de pirita.

O arenito micáceo se encontra em lentes no meio dos filitos, formando camadas descontínuas. Possui clivagem espaçada, bem marcada pelo plano de orientação das micas.

O mármore calcítico (Amostra: 20-X-117; figura 4.20) é composto essencialmente de carbonato (>95%), com textura granoblástica, de granulação média entre 0,5 e 1,5 mm, e domínios onde esses grãos são bem mais finos (<0,1 mm). Grãos de quartzo ocorrem de forma restrita. A recristalização do material carbonático é evidenciada nos domínios mais finos, com cristais mais equigranulares e com junções tríplexes. A paragênese é formada principalmente por carbonato, e subordinadamente por quartzo, o que indica uma associação de minerais primários oriundos de metamorfismo localizado de um protolito essencialmente carbonático em fácies xisto-verde ou de áreas anquimetamórficas.

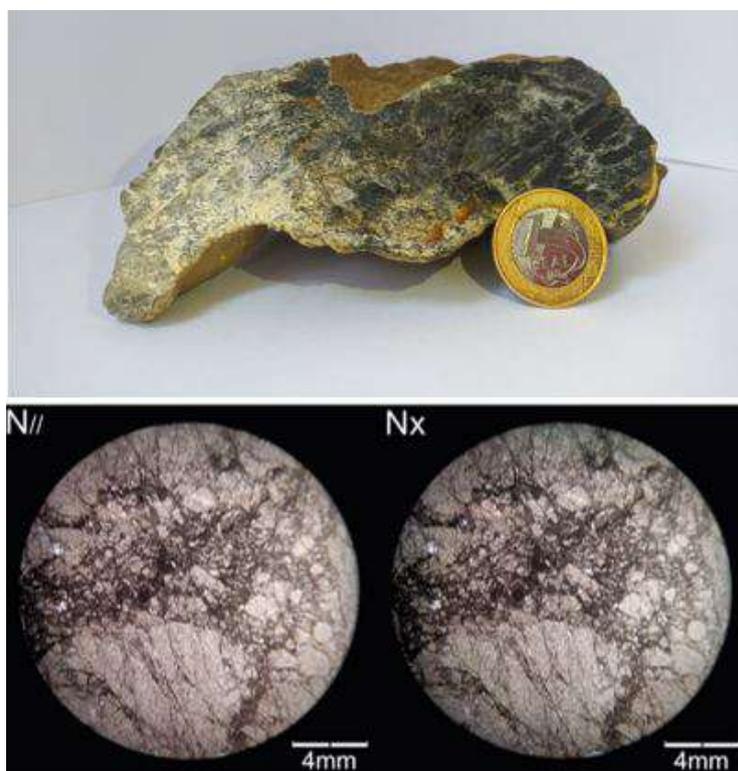


Figura 4.20: Amostra macroscópica de mármore calcítico, composto essencialmente de carbonato, maciço, denso, bem compactado e com recristalizações evidentes. Fotomicrografia sob nicóis paralelos (N//) e nicóis cruzados (NX), evidenciando a recristalização do material carbonático em domínios com cristais equigranulares e com junções tríplexes.

4.4.4 Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas (NPBst), corresponde a cerca de 10% da extensão total da subárea V, encontra-se no extremo leste da área, em contato tectônico à esquerda com a Formação Quilombo.

Não foram encontrados afloramentos desta unidade na subárea V, uma vez que esta região da área está toda coberta por pivôs de plantação, que foram feitos pela ação antrópica. Para a individualização desta unidade dentro da subárea V, foram usadas relações de campo, com informações de áreas vizinhas e o auxílio dos produtos gerados pelas geotecnologias.

As rochas da Formação Sete Lagoas apresentam resposta de alta intensidade magnética e resposta radiométrica com alto eU e alto eTh e com baixo K (Figura 3.9; Figura 3.14). O relevo plano desta área está relacionado com a facilidade que esta unidade tem de se intemperizar.

Durante o trabalho de geologia regional, foi visitado um afloramento da unidade usada para caracterização da mesma na área (Figura 4.21). As rochas se encontram muito alteradas e não foram coletadas amostras, pela imensa dificuldade de se retirar porções coesas o suficiente para confecção de lâminas delgadas para estudos petrográficos.



Figura 4.21: Afloramento de pelitos e margas da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí.

Formada essencialmente de pelitos e margas, na região do Projeto Unaí, as rochas do Grupo Bambuí podem ser relacionadas à deposição em plataforma carbonática marinha epicontinental, com deposição pelítico carbonática, controlada por fatores paleogeográficos.

Capítulo 5

Geologia Estrutural

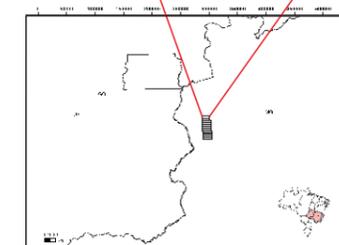
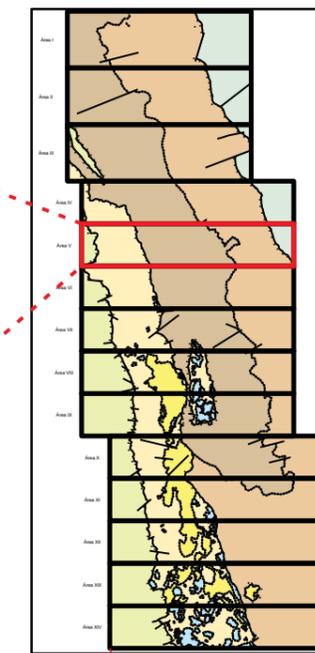
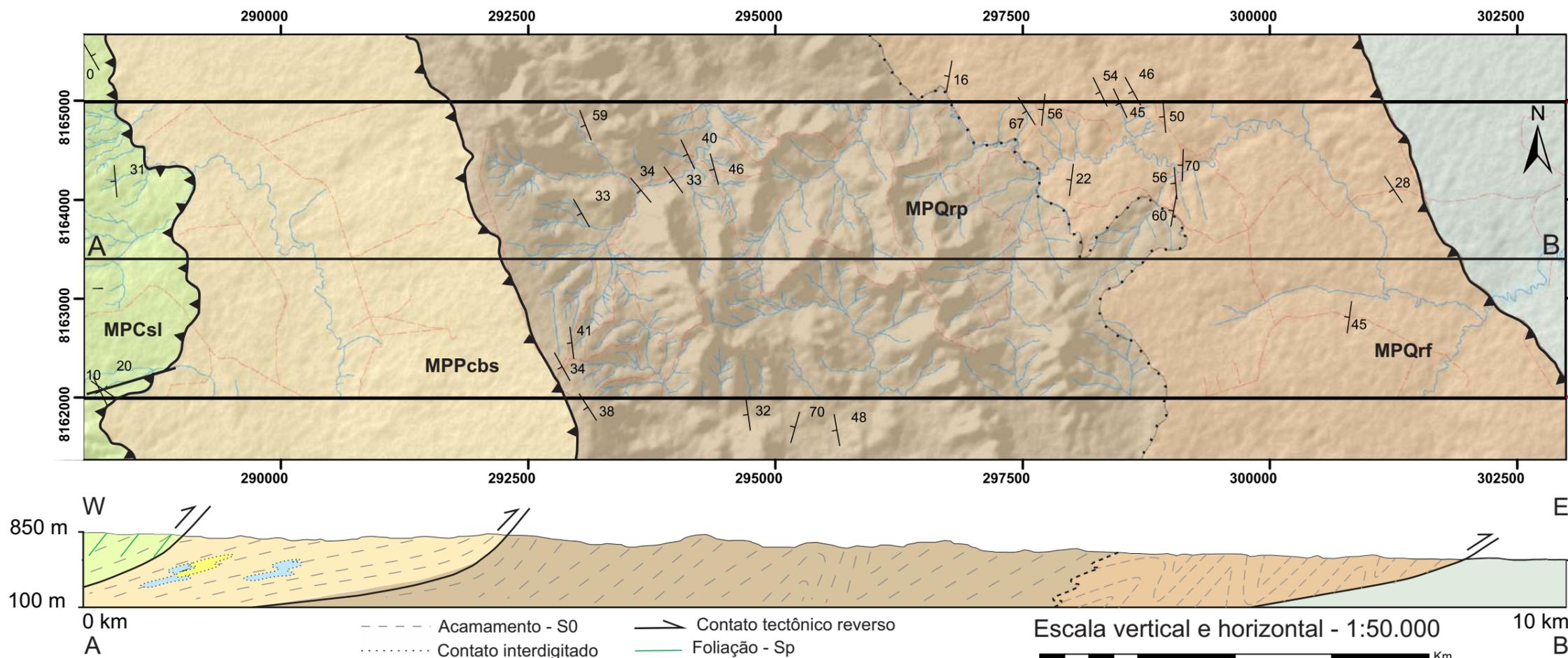
5.1 Introdução

Apresentam-se neste capítulo as principais características do arcabouço estrutural da área mapeada pelo Projeto Unaí, com enfoque na área VI. O trabalho situa-se na porção externa da Faixa Brasília Sul, em seu cinturão de dobras e cavalgamentos (Valeriano, 2017). O sistema deformacional local é predominantemente compressivo, localmente com variações para transpressivo sinistral. De uma maneira geral, a estruturação possui direção NNW-SSE e manifesta-se por falhas reversas, dobras suaves a fechadas, simétricas a ligeiramente assimétricas, com vergência para leste. Às dobras está associada uma foliação plano-axial, de alto mergulho para oeste predominantemente. Localmente, ocorrem retroempurrões e dobras com vergência oposta.

O contato entre as unidades é dado por falhas reversas, no sentido apresentado por van der Pluijm & Marshak (2004) “uma falha reversa é uma superfície com mergulho e deslocamento ao longo de seu máximo declive, onde a capa move-se para cima em relação à lapa”. Assim, interpreta-se, através de dados de campo, dados sísmicos e contexto regional, que houve um movimento reverso relativo entre o Grupo Canastra, o Grupo Paranoá e o Grupos Quilombo, embora a ordem estratigráfica tenha se mantido (mapa e perfil do Apêndice E). Por este mesmo motivo, este contato por vezes é referido como contato tectônico reverso. Especificamente a sobreposição do Grupo Canastra sobre o Grupos Paranoá, na região, parece envolver a colocação de níveis crustais mais profundos sobre níveis mais rasos, dado o grau metamórfico do primeiro ligeiramente maior que do segundo. Uma inversão estratigráfica é observada apenas na colocação do Grupo Quilombo, mais velho, sobre o Grupo Bambuí, mais jovem, na falha mais a leste (Apêndice E).

Em relação ao metamorfismo associado à deformação, o Grupo Canastra apresenta condições de grau ligeiramente maior que os demais (Dardenne, 2000).

Mapa Geológico - Subárea V - Projeto Unaí - 2020



Éon	Era	Período	Unidades Litoestratigráficas
PROTEROZOICO	Neoproterozoico	Ediacarano	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas NPBs Siltito, siltito argiloso, folhelho, marga, dololuto, compondo sucessão estratigráfica em camadas centimétricas a decimétricas. Litotipos tem cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas eocra/amarera/rosada quando alteradas.
		Mesoproterozoico	Esteniano
	Grupo Canastra Formação Serra do Landim MPCsl Clorita filito, clorita-fengita-filto, clorita-fengita-quartzo-filto, calcifilto, mármore dolomítico de granulação fina, quartzito fino micáceo. Doluito micritico, doluito estromatótico, dololuto intracástico e oncolítico, dolooarenito intracástico e oolítico, litotipos de cor cinza claro a escuro.		
	Ectasiano	Formação Quilombo MPQrf Membro Ribeirão da Porteira: Ritmito pelito-arenoso com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaca fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos. MPQrp Membro Ribeirão do Franco: Ritmito pasamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaca litica fina, grauvaca litica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarelada, ocre e rosada quando não alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.	

LEGENDA

Convenções geológicas

- Atitude da camada
- Contato interdigitado
- Contato tectônico reverso
- Falha transcorrente

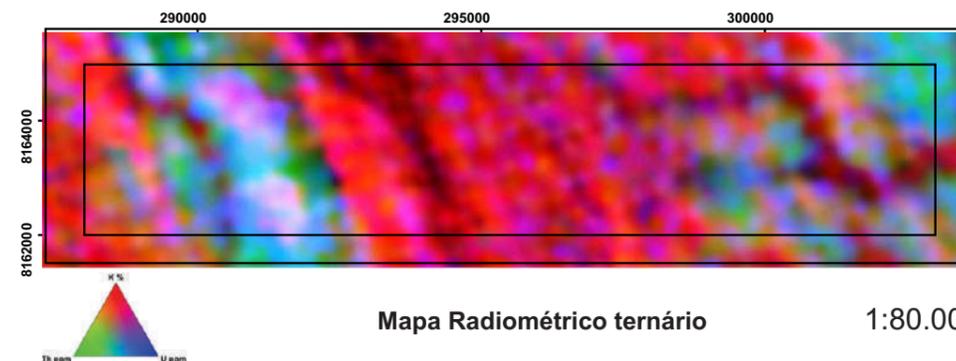
Convenções cartográficas

- Hidrografia
- Vias de acesso não pavimentadas
- Limite da subárea XI

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Zona UTM 23S



Declinação Magnética de Almas: 22°11'±0°23'
Decresce 0°5' por ano - Modelo WMM-2020
Fonte: NOAA - National Geophysical Data Center
Obtido em 03/09/2021



Projeto Unaí - 2020 - Subárea V

Universidade de Brasília - UnB

Instituto de Geociências - IG

Autores: João Carlos Figueiredo e

Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

Por fim, as fraturas manifestam-se na área como juntas, veios e fraturas de cisalhamento. Todo este arcabouço é detalhadamente descrito a seguir.

As estruturas primárias são aquelas desenvolvidas junto com a formação das rochas sedimentares.

Como estrutura primária, temos o acamamento sedimentar, que fica preservado nas rochas do Grupo Paranoá e da Formação Quilombo. Nos filitos do Grupo Canastra, por vezes, o acamamento é obliterado, principalmente em rochas pelíticas, onde a foliação passa a ser a estrutura mais penetrativa e marcante das rochas.

5.2 Arcabouço Estrutural Local

Como estruturas secundárias, temos as estruturas tectônicas subdivididas em dois grupos: O arcabouço estrutural dúctil e o arcabouço estrutural rúptil.

5.2.1 Arcabouço Estrutural Dúctil

As estruturas dúcteis observadas são as foliações e as dobras encontradas na subárea mapeada.

Foliação

As rochas da Formação Serra do Landim possuem foliação filítica e as rochas rítmicas da Formação Quilombo, apresentam clivagem espaçada, normalmente paralelas aos planos axiais das dobras a qual estão inseridas. Dois tipos de foliação foram individualizadas.

A foliação S_s , é encontrada essencialmente nas rochas do Grupo Canastra e possui sua geometria concordante com o acamamento. A foliação S_p é ubíqua, pervasiva e paralela aos planos axiais das dobras encontradas no projeto. Contando com dados das subáreas IV e V, as foliações S_p apresentam direção variando entre NNE-SSW e NNW-SSE, mergulhos moderados a altos, com com máximo em aproximadamente 291/38 (Figura 5.1).

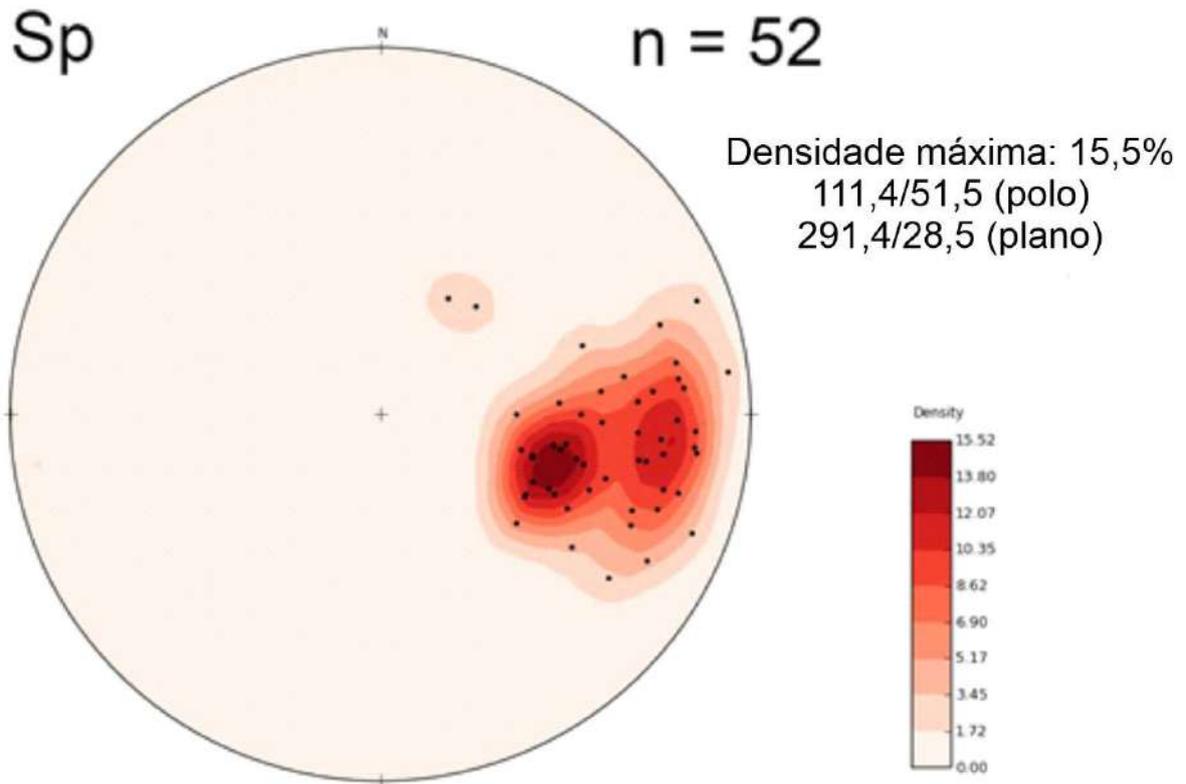


Figura 5.1: *Estereograma com as medidas da foliação S_p amostradas.*

Dobras

As dobras observadas na região mapeada foram encontradas na Formação Quilombo, são dobras assimétricas, abertas e fechadas, de escala centimétrica a métrica, geralmente com eixo N-S e com caimento tanto para N quanto para S. Ocorre também uma sequência de sinclinais e anticlinais em ambos os Membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco, de forma que essas estruturas são identificadas apenas através da mudança do sentido de mergulho das camadas. O máximo do acamamento está em 248/38, que reflete a direção preferencial do flanco longo das dobras enquanto o flanco curto exibe uma concentração em 077/57 (Figura 5.2).

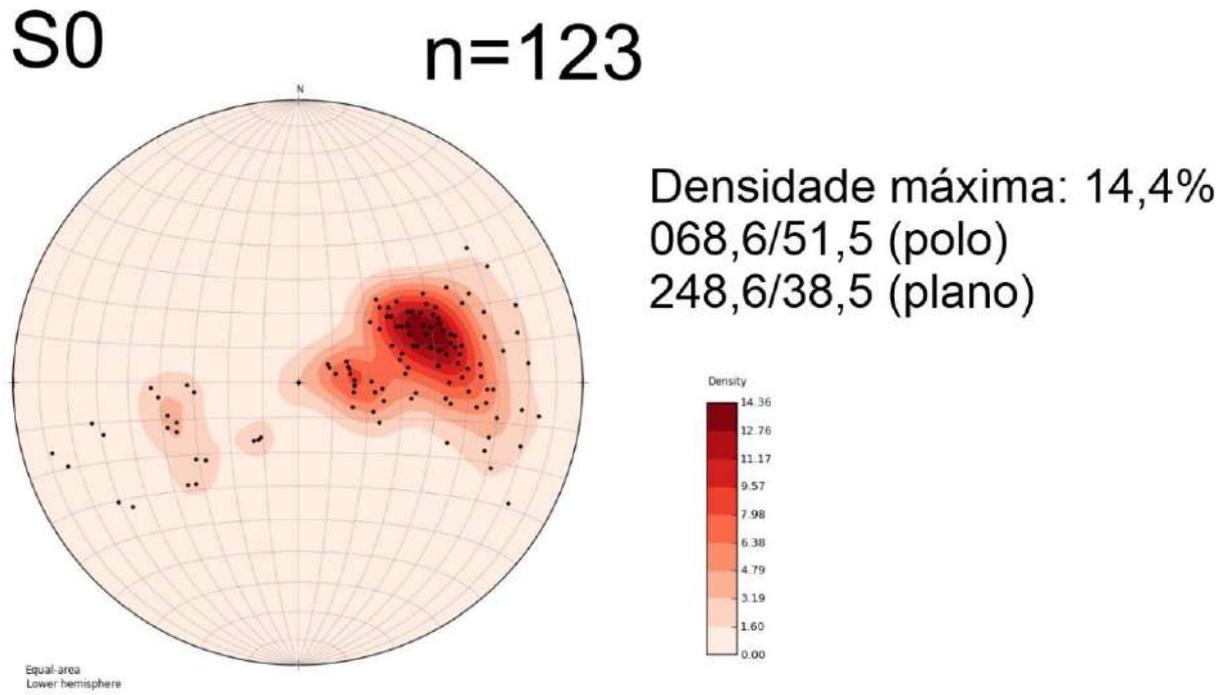


Figura 5.2: *Estereograma com as medidas de acamamento S_0 amostrada.*

Algumas poucas dobras encontradas no Membro Ribeirão da Porteira, possuem vergência oposta ou são simétricas (Figura 5.3).

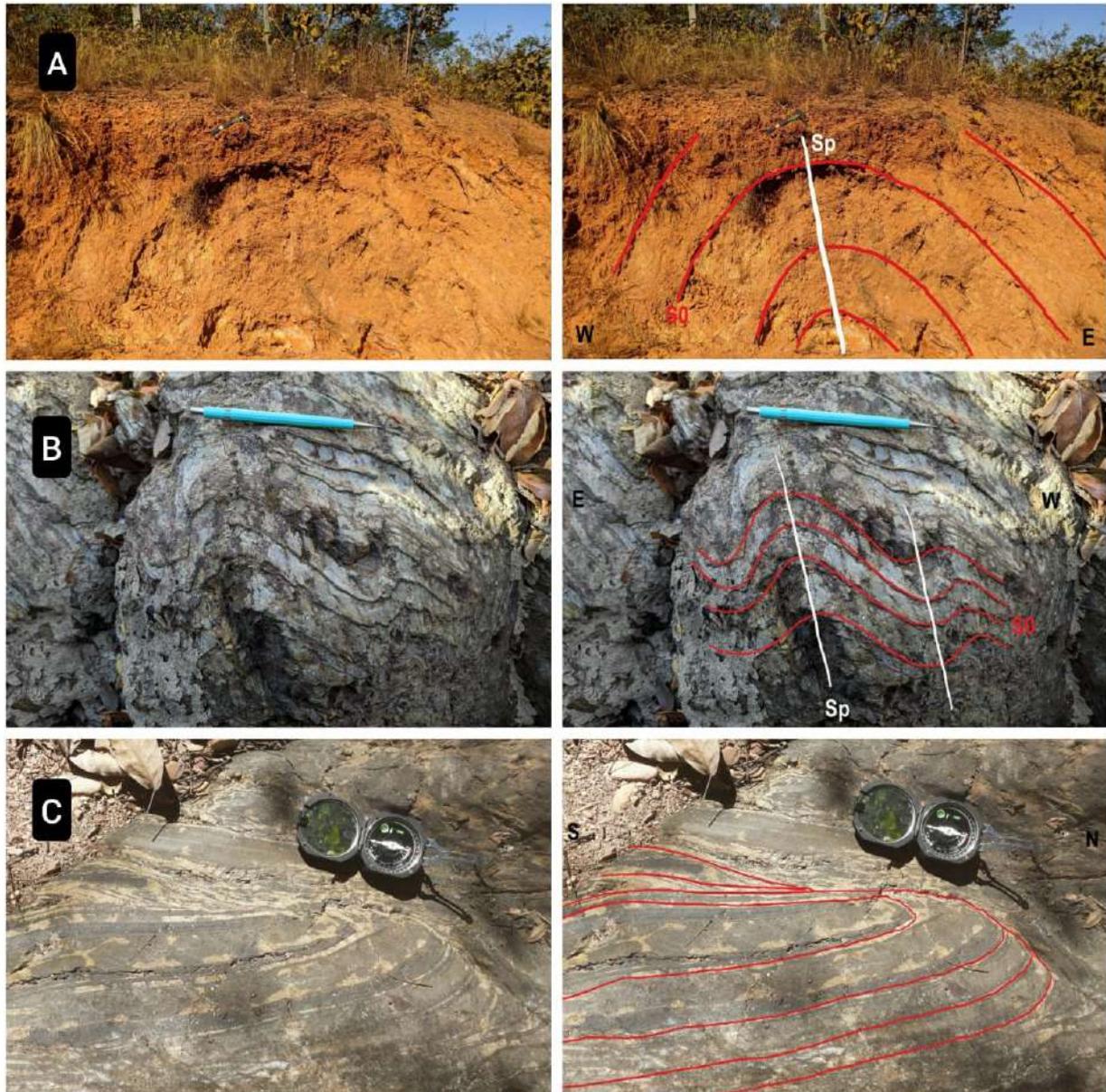


Figura 5.3: (A) Dobra levemente assimétrica com vergência para W, encontrada no Ribeirão do Franco. (B) Dobras assimétricas com vergência para E, encontradas no Ribeirão da Porteira. (C) Dobra subhorizontal com flanco rompido encontrada no Ribeirão da Porteira.

5.2.2 Arcabouço Estrutural Rúptil

Na área mapeada, as estruturas rúpteis comumente encontradas são as falhas, às quais estão associadas as lineações de deslizamento, e as fraturas.

As falhas reversas de baixo ângulo, apresentam direção variando entre N-S e NNW-SSE, com mergulho para W e cinemática transpressiva sinistral e movimento do topo para ESE. A falha reversa que coloca o Grupo Canastra sobre o Grupo Paranoá é cortada por falhas transcorrentes

de rasgamento, na porção sudoeste da área, sua geometria com direção NE-SW e cinemática transcorrente dextral.

Foram identificadas em campo, lineações de deslizamento contidas em planos de falhas com caimento alto a moderado para NW presentes na Formação Quilombo. Juntamente com os degraus indicam cinemática reversa a reversa sinistral (Figura 5.4).



Figura 5.4: *Lineação de deslizamento e steps, em rocha da Formação Quilombo, indicando cinemática transpressiva sinistral, com topo para sudeste.*

Os lineamentos morfoestruturais extraídos do mapa integrado do Projeto Unaí são quebras positivas e quebras negativas do relevo, e alinhamentos de drenagens, principalmente em canais de primeira e segunda ordem, indicam estruturação preferencial das estruturas rúpteis em escala de mapa em duas direções: NW-SE e W-E (Figura 5.5).

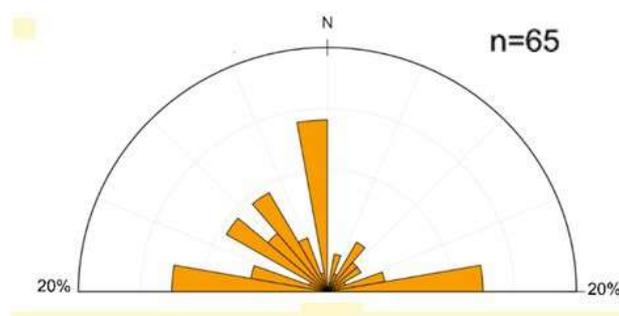


Figura 5.5: Diagrama de roseta dos lineamentos morfoestruturais integrados da área do Projeto Unaí.

As fraturas observadas na área apresentam a mesma direção dos lineamentos morfoestruturais obtidos de forma integrada na área do Projeto Unaí.

As fraturas de cisalhamentos encontram-se sempre em pares conjugados, formando uma família de fraturas com direção preferencial NW-SE e NE-SW, enquanto as fraturas extensionais, encontram-se formando uma família de fraturas com direção preferencial N-S e E-W.

5.3 Discussões

Na área do Projeto Unaí, as falhas reversas e demais estruturas compressivas, são formadas durante a Orogenia Brasileira, que atua como única fase deformacional identificada. As falhas reversas, as dobras e as foliações foram formadas, portanto, de forma concomitante.

As rochas da Formação Quilombo foram empurradas sobre as rochas do Grupo Bambuí, por meio de esforços compressivos, que soergueram também as unidades litoestratigráficas superiores a esta unidade (Figura 8.1).

Uma falha reversa de baixo ângulo colocou as rochas do topo do Grupo Paranoá, em contato direto com a Formação Quilombo, que sugere presença de um descolamento basal interno ao Grupo Paranoá entre a unidade superior e as mais basais. Uma possibilidade é que este descolamento tenha surgido devido a uma grande diferença de competências entre estas camadas.

O Grupo Canastra apresenta metamorfismo nas fácies xisto verde, o que caracteriza um grau maior que os demais encontrados no projeto. Esse fato admite a hipótese de que estas rochas não são depositadas no mesmo sistema bacinal das demais rochas mapeadas, sendo metamorfizadas em partes crustais mais profundas, e posteriormente soerguidas tectonicamente sobre as demais formando um grande sistema de nappes que podem ter percorrido distâncias quilométricas, até o local onde hoje se encontram.

A falha reversa de baixo ângulo mais a oeste descrita área do Projeto Unaí, entre as rochas desta unidade e as rochas do Grupo Paranoá, corrobora para esta hipótese. Esse transporte quilo-

métrico seria resultado de algumas possibilidades, como a presença de um coeficiente de fricção basal muito baixo ou uma grande presença de fluidos no descolamento.

Podemos inferir que a tectônica local é do *tipo thin skinned* com deformação prevalentemente rasa.

A foliação S_s , encontrada apenas no Grupo Canastra pode ter sido gerada pelo soterramento e deslocamento das rochas do grupo, durante o metamorfismo, ao qual estas rochas foram submetidas. A foliação S_p , presente em todas unidades do Projeto caracteriza o sistema de deformação progressiva. O espaçamento desta foliação varia, podendo ser caracterizada como clivagem espaçada ou nas rochas com grau anquimetamórfico dos Grupo Paranoá e Formação Quilombo.

A relação geométrica e cinemática das estruturas na área, levam a uma interpretação de um sistema transpressivo sinistral, com movimento de topo para ESE com apenas uma fase deformacional progressiva formadora de todas as estruturas mapeadas, ocorrido durante a Orogenia Brasileira.

Capítulo 6

Zoneamento Hidrogeológico

6.1 Introdução

Neste capítulo será apresentado o potencial hidrogeológico da região e a caracterização geral de seus respectivos aquíferos. A ausência de dados quantitativos suficientes como a caracterização dos aquíferos, incluindo informações de poços, testes de bombeamentos, ensaios de infiltração, dentre outros, não permite uma descrição hidrogeológica detalhada. Os resultados apresentados baseiam-se em dados geológicos, pedológicos, estruturais (reologia das rochas), de vazão, de regularização e de perenidade de cursos d'água superficiais, a partir dos quais foi confeccionado o mapa de zoneamento hidrogeológico. Aspectos geomorfológicos e climáticos também contribuem para a descrição do meio físico, e conseqüentemente, agregam nos resultados do estudo hidrogeológico.

O zoneamento hidrogeológico é essencial nos estudos de gestão e de planejamento do uso de recursos hídricos (Campos *et al.* 2000). A caracterização desse tipo de zoneamento requer uma compartimentação baseada no potencial hídrico subterrâneo da área, levando em consideração o arcabouço hidrogeológico, os domínios e as propriedades dos materiais, como porosidade, permeabilidade, transmissividade e coeficiente de armazenamento.

A área de estudo é de 651 km², localizada em Unaí, encontra-se hidrograficamente na Bacia do Rio Preto, região que apresenta forte sazonalidade climática. No período anual de estiagem, a descarga de base tem importante participação na manutenção das vazões das nascentes e da perenidade das drenagens superficiais. Os aquíferos são fonte alternativa de abastecimento para a comunidade que reside nesta região.

Os ribeirões da Aldeia e do Franco e alguns córregos configuram os principais cursos de água superficiais presentes na região. Durante a realização do trabalho de campo foi observado que diversas drenagens que alimentam estes cursos principais encontravam-se secas ou com baixíssimo

nível de água durante o período de estiagem, evidenciando o déficit hídrico sazonal da região (Figura 6.1).

O índice de precipitação pluvial média anual da região é de 1.400 mm, e temperatura média anual de 24°C, com médias máximas e mínimas de 31 e 18°C, respectivamente (INMET, 2021). Dados fornecidos pelo INMET da estação de superfície convencional de Unaí, indicam que a evapotranspiração média da região é de 3,74 mm d-1; a deficiência hídrica anual acumulada é de 383,6 mm, distribuída entre abril e outubro; e o excedente hídrico é de 338,5 mm entre novembro e março (Figura 6.2).

A região apresenta uso e ocupação de solo voltado para o agronegócio, o que demanda um consumo crescente de insumos agrícolas e, conseqüentemente, uso de água em sistemas de irrigação.

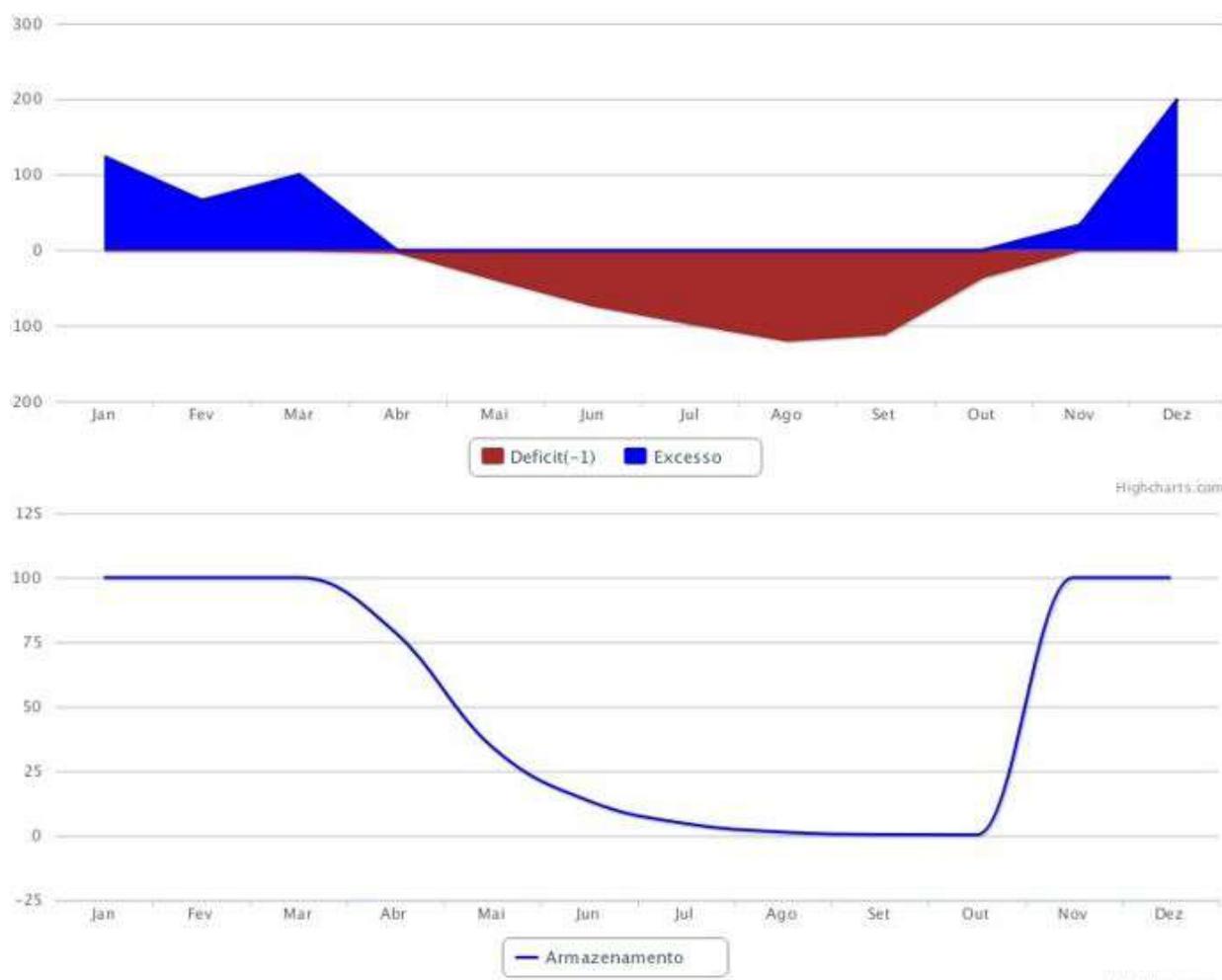


Figura 6.1: Gráficos mensais de balanço hídrico climatológico (mm) e de armazenamento (%) da região de Unaí referente aos anos de 1981 a 2010.

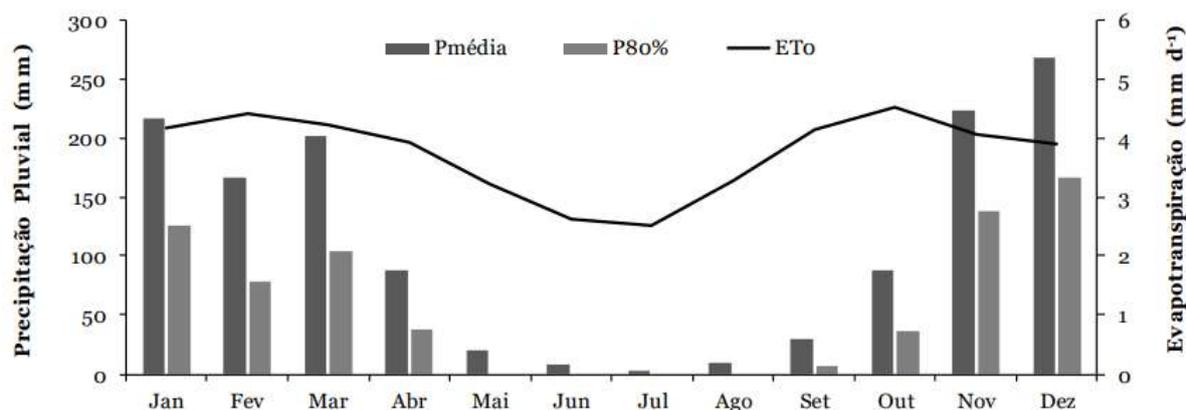
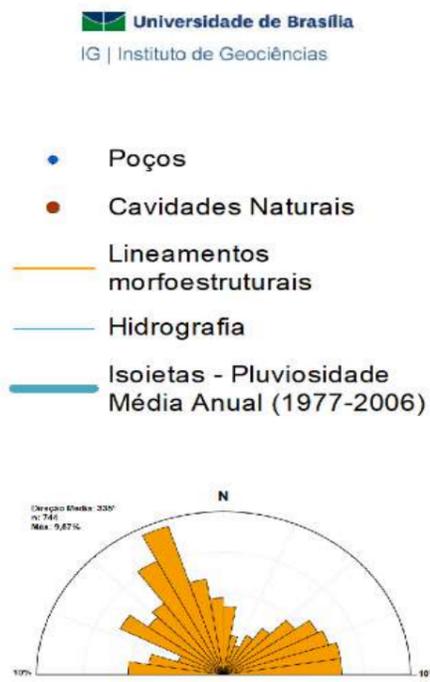
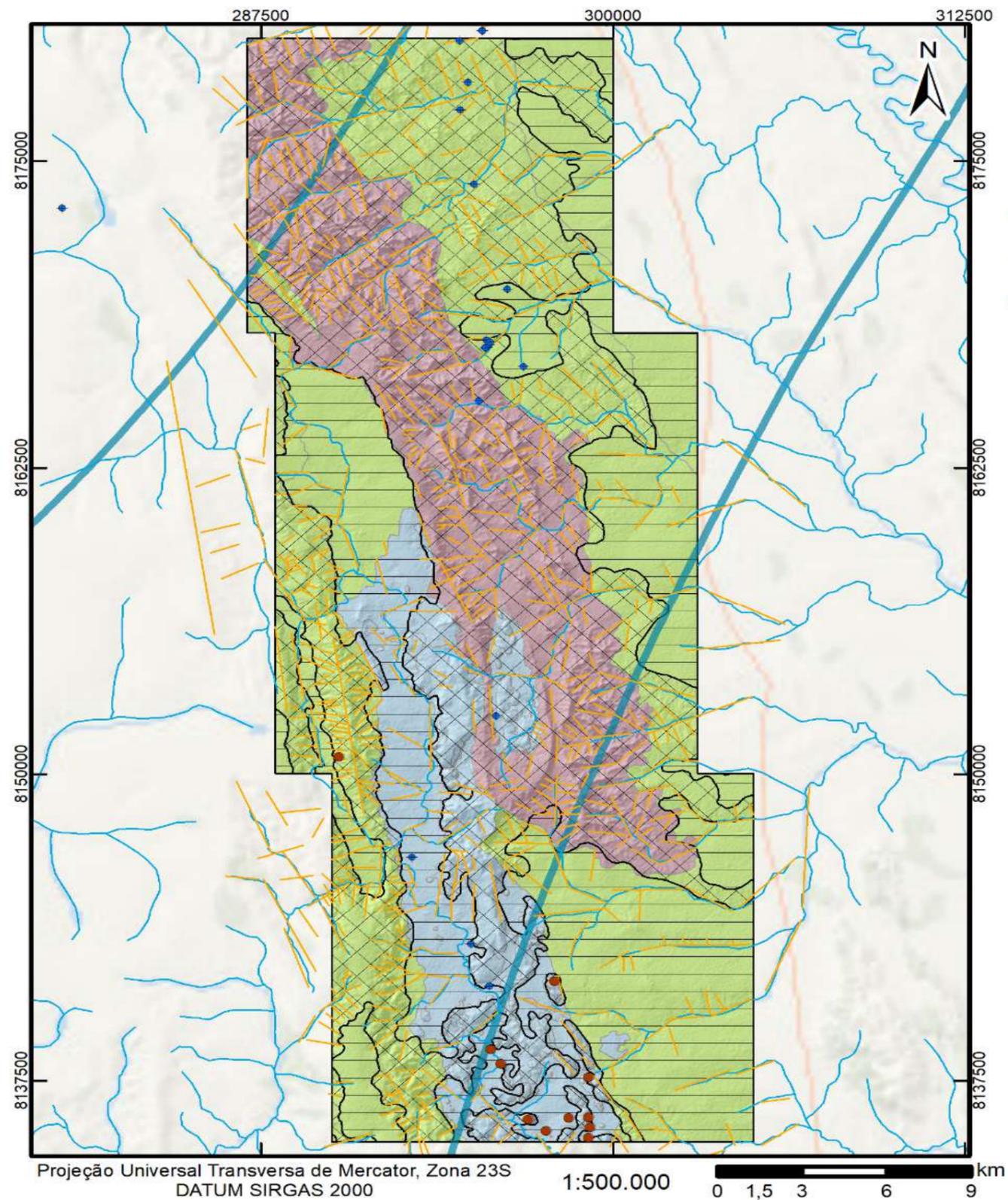


Figura 6.2: Distribuição de valores de precipitação ao longo dos meses, evidenciando grande volume pluviométrico de novembro a janeiro e estiagem de maio a setembro. Dados referentes aos anos de 1978 a 2013, retirado de Silva et al. (2017).

O uso descontrolado de agrotóxicos e o desmatamento são preocupantes quando se trata da gestão de recursos hídricos de forma geral, portanto, sendo essencial o estudo dos recursos hídricos subterrâneos desta região.

6.2 Classificação e Caracterização dos Aquíferos

A classificação e caracterização das unidades hidroestratigráficas podem ser observadas no mapa de zoneamento hidrogeológico (Figura 6.2) e apresentam caráter qualitativo, fundamentado nos diversos aspectos geológicos e fisiográficos. Uma vez caracterizados os aquíferos seus parâmetros hidráulicos em cada unidade são estimados, a fim de se ponderar seus possíveis potenciais hidrogeológicos.



Dominios	Sistema	Características
Freático ou intergranular	FI1	Aqüíferos relacionados a solos espessos: latossolos, argissolos e nitossolos. Apresentam alta condutividade hidráulica (K), da ordem de 10^{-5} m/s e alta transmissividade (T), da ordem de 10^{-5} m ² /s.
	FI2	Aqüíferos relacionados a solos pouco espessos: cambissolos, neossolos litólicos e plintossolos. Apresentam condutividade hidráulica variável (K), da ordem de 10^{-7} a 10^{-8} m/s. Comumente não possuem zona saturada.
Fraturado	FP1 (rúptil)	Aqüíferos homogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica ($K \approx 10^{-7}$ m/s) e transmissividade ($T \approx 10^{-5}$ m ² /s) moderados. O fluxo é laminar. As principais rochas reservatório são os ritmitos psamo pelíticos do Membro Ribeirão da Porteira (MPQrp)/Formação Quilombo.
	FP2 (dúctil)	Aqüíferos homogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica ($K \approx 10^{-3}$ m/s) e transmissividade ($T \approx 10^{-6}$ m ² /s) baixos, onde ($K_x = K_y$) < K_z . O fluxo é laminar. As principais rochas reservatório são: <ul style="list-style-type: none"> • Os filitos, quartzitos, e mármore da Formação Serra do Landim (MPCsl)/Grupo Canastra; • Os siltitos (MPPcbS - localizados na parte norte) da Formação Córrego do Barreiro/Grupo Paranoá; • Os ritmitos pelito-psamíticos do Membro Ribeirão do Franco (MPQrf)/Formação Quilombo; • Os siltitos, margas, e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas (NPBsl)/Grupo Bambuí.
Fissuro-Cárstico	FC	Aqüíferos heterogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica ($K \approx 10^{-6}$ m/s) e transmissividade ($T \approx 10^{-4}$ m ² /s) altos, dependendo da dissolução e conectividade entre as fissuras. O fluxo laminar e turbulento. As principais rochas reservatório são os dolomitos (MPPcbD), arenitos (MPPcbA) e siltitos (MPPcbS - localizados na parte sul) da Formação Córrego do Barreiro/Grupo Paranoá.

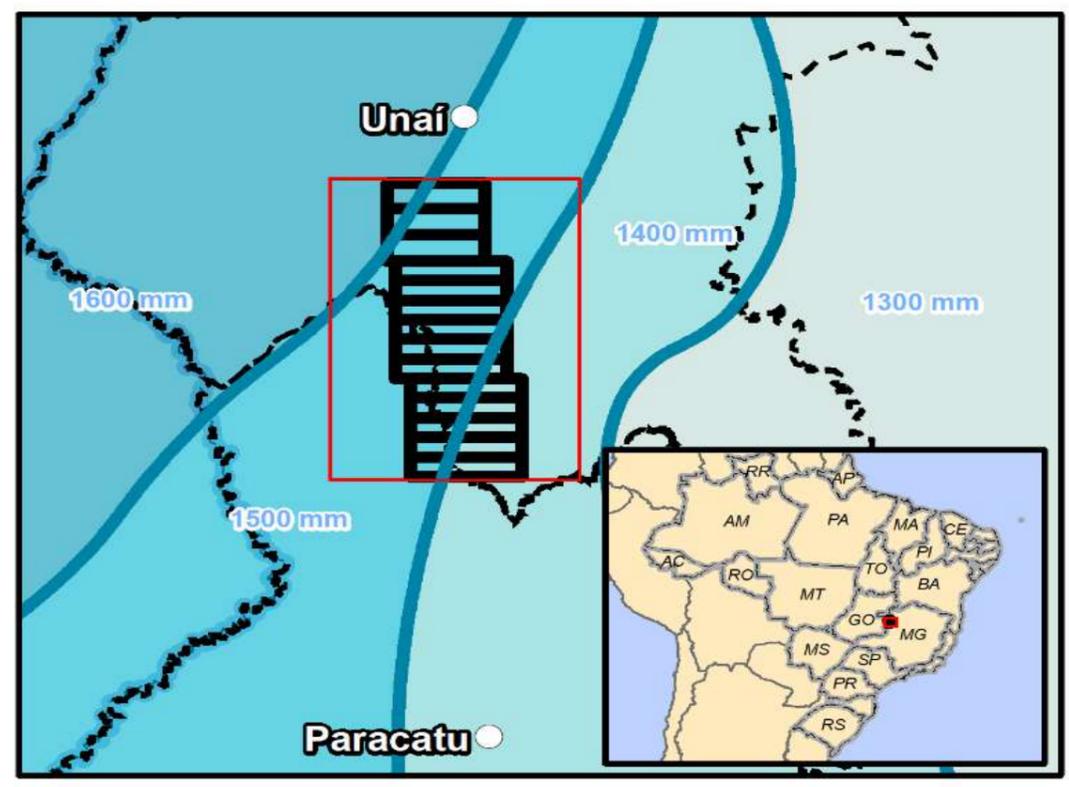


Figura 6.3: Mapa de zoneamento hidrogeológico do Projeto Unaí.

Desta forma, são propostos três diferentes domínios de aquíferos para a área Projeto, incluindo: o Domínio Intergranular relacionado aos solos locais, o Domínio Fraturado relacionado às rochas sedimentares/metassedimentares terrígenas e o Domínio Físsuro-Cárstico relacionado às rochas dolomíticas em associação com rochas siliciclásticas. Em razão das diferenças nas propriedades desses aquíferos, os domínios freático e fraturado foram subdivididos. As principais características dos sistemas aquíferos estão sintetizadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.1: Sistematização dos aquíferos presentes no Projeto Unaí.

Domínio/Sistema	Material	$K^1(m.s^{-1})$	Demais características
Domínio Intergranular			
<i>Sistema F1</i>	Latossolos, nitossolos e argissolos	$\sim 10^{-5}$	Estrutura granular e alta porosidade efetiva
<i>Sistema F2</i>	Cambissolos, plintossolos e neossolos litólicos	10^{-7} a 10^{-8}	Sem estruturação
Domínio Fraturado			
<i>Sistema FP1 (rúptil)</i>	Ritmitos psamo-pelíticos	$\sim 10^{-7}$	Homogêneos e anisotrópicos
<i>Sistema FP2 (dúctil)</i>	Filitos, quartzitos, mármore, siltitos, ritmitos pelito-psamíticos, margas e calcários micríticos	$\sim 10^{-3}$	Homogêneos e anisotrópicos
Domínio Físsuro-cárstico			
<i>Sistema FC</i>	Dolomitos, arenitos e siltitos	$\sim 10^{-5}$	Heterogêneos e anisotrópicos

6.2.1 Aquíferos do Domínio Intergranular

Este domínio é vinculado aos solos observados na região, são sistemas aquíferos livres e intergranulares, de porosidade primária e em geral livres. São regidos por parâmetros físicos e hidrodinâmicos do elemento inconsolidado como estrutura e textura dos solos, espessura, granulometria, condutividade hidráulica, transmissividade e coeficiente de armazenamento. É subdividido nos sistemas F1 e F2, os quais apresentam condutividade hidráulica variável de 10^{-7} a 10^{-8} m/s, baixa transmissividade.

Sistema F1: são aquíferos compostos de solos espessos, incluindo latossolos, nitossolos e argilossolos. Apresentam elevada porosidade efetiva, a qual permite um fluxo moderado em profundidades rasas. Os parâmetros de condutividade hidráulica e transmissividade são considerados elevados (na ordem 10^{-6} m/s e 10^{-5} m²/s, respectivamente). Este sistema possui a função de filtrar e recarregar os aquíferos sotopostos, por vezes garantindo sua manutenção ao longo dos períodos de estiagem. Além de recarregar os aquíferos fraturados este sistema aquífero é fundamental para garantir a regularização das vazões dos cursos d'água que são alimentados por sua

descarga.

Sistema F2: são aquíferos compostos por solos delgados e sem estruturação, incluindo cambissolos, plintossolos e neossolos litólicos, comumente encontrados em regiões com padrão de relevo ondulado. Apresentam condutividade hidráulica variável (em torno de 10^{-7} a 10^{-8} m/s) e transmissividade baixa e frequentemente não exibem zona de saturação. Seus parâmetros indicam uma capacidade de infiltração baixa a moderada, o que não favorece a acumulação de água subterrânea. A maior questão que limita a importância hidrogeológica e potencial destes aquíferos é sua restrita porosidade efetiva.

6.2.2 Aquíferos do Domínio Fraturado

Este domínio é vinculado a rochas com porosidade secundária, que neste caso é representada por fraturas conectadas, que compõe as principais estruturas de controle hídrico. O fluxo neste domínio é controlado por lineamentos preferencialmente com direção N25W. Os pontos de intersecção destas fraturas com a direção N40-50E equivalem aos locais de maior concentração hídrica. Fatores que controlam o potencial hídrico desses aquíferos são a densidade, frequência, abertura, tamanho e conectividade das fraturas. Este domínio subdivide-se em dois sistemas, a seguir descritos:

Sistema FP1: são rochas psamo-pelíticas que ocorrem em relevos bastante ondulados (morriarias), em que a drenagens encontram-se encaixadas e bem definidas, favorecendo condições de recarga. São aquíferos de caráter homogêneo e anisotrópico com fluxo laminar. Possuem parâmetros de condutividade hidráulica e transmissividade elevados. Devido a cobertura de solo pouco espessa e de baixa condutividade, a água escoia superficialmente e é direcionada para os cursos d'água superficiais. Apesar das características pouco susceptíveis a recarga, estes aquíferos apresentam elevado potencial de armazenamento, por seu comportamento rúptil quando submetido a tensões compressivas.

Sistema FP2: são filitos, quartizitos, siltitos, ritmitos pelito-psamíticos, e margas e distribuídas por grande parte da área de estudo. É considerado um sistema homogêneo e anisotrópico com fluxo do tipo laminar. Os índices de condutividade hidráulica e transmissividade são variáveis. Estes aquíferos apresentam menor potencial hídrico, em razão de baixos valores de condutividade hidráulica e transmissividade, que estão associadas a grande quantidade de rochas pelíticas, que se comporta de maneira mais dúctil e, portanto, absorvem as tensões gerando mais dobramentos que fraturamentos. As fraturas geradas têm maior tendência de serem lisas e por isso maior tendência de se fecharem com o aumento da pressão litostática. Conseqüentemente, este sistema aquífero tem menor capacidade de armazenamento em relação às rochas fraturadas do Sistema FP2.

6.2.3 Aquíferos do Domínio Físsuro-Cárstico

São aquíferos associados a rochas reservatórios que incluem dolomitos, arenitos e siltitos. Apresentam caráter heterogêneo e anisotrópico com fluxo, simultaneamente, do tipo laminar e turbulento. Os parâmetros condutividade hidráulica e transmissividade são variáveis devido aos diferentes graus de dissolução e interconexão de fraturas. A dissolução da região cárstica favorece a circulação da água e uma rápida recarga do aquífero.

6.3 Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos

A água é um bem ambiental essencial à vida e fundamental para o desenvolvimento das culturas (Rosa *et al.* 2020). A partir do momento em que se agrega a ela valor econômico passa a ser denominada como recurso hídrico (Cantelle *et al.* 2018). A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos refere-se à mecanismos de controle dos usos da água e constitui um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (Deus & Latuf, 2019).

O município de Unaí tem suas principais atividades econômicas relacionadas à produção agropecuária (Ribeiro *et al.* 2018). Contribui expressivamente na produção de grãos para o estado de Minas Gerais, se sobressai por possuir a maior área equipada por pivôs centrais do país (ANA, 2019). Está entre os primeiros colocados no ranking de maior Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário de Minas Gerais (IBGE, 2018). O zoneamento hidrogeológico é essencial nos estudos de gestão e de planejamento do uso dos recursos hídricos (Campos *et al.* 2000). O uso crescente de irrigação por sistemas de pivôs centrais na região, torna o conhecimento sobre os recursos hídricos indispensável, possibilitando o planejamento de uma gestão eficiente, que vise preservar este recurso e estimular agricultura local.

6.3.1 Segurança e Proteção de Poços Tubulares

Durante a realização do trabalho de campo foram identificados poços sem a devida vedação e proteção, culminando na exposição dos aquíferos, permitindo a entrada de partículas contaminantes presentes na superfície.

É de grande importância a instalação de barreiras e proteções sanitárias dos poços já existentes. Esses sistemas de proteção podem ser realizados a partir da introdução de concreto no espaço anelar situado entre o tubo de revestimento e a parede de perfuração do poço, uso de laje de proteção na porção superficial imediatamente próxima ao poço e o seu tamponamento com cap de PVC ou tampa de aço galvanizado, além de cercas de proteção, a fim de preservar a integridade física do poço. Desta forma, evita-se a contaminação do aquífero por falta de isolamento superficial e proteção.

6.3.2 Construção de Novos Poços Tubulares

Na região do Projeto Unaí, a captação de águas para fins agrícolas se dá predominantemente por águas superficiais, representando 90% das outorgas vigentes. Já as águas subterrâneas são pouco exploradas, a porcentagem captada é de cerca de 23% do potencial total dos aquíferos.

Há o total de 29 poços tubulares cadastrados na área do Projeto, segundo dados do SIAGAS (CPRM). Prevalece o uso dos poços tubulares para abastecimento doméstico e rural (pecuária e irrigação). O cadastro de todos os poços é inacabado, há alguns dados faltantes, sobre a construção, a geologia, os testes de bombeamento e as análises químicas.

Considerando este cenário, sabe-se que as águas superficiais fazem parte do ciclo hidrológico, e que a demasiada captação destas águas pode afetar na preservação deste recurso, tanto em superfície quanto em subsuperfície. A construção de novos poços tubulares e, portanto, a maior captação de águas subterrâneas, visando diminuir uma parcela da captação superficial pode acarretar uma gestão mais consciente e sustentável do recurso hídrico na região. A construção dos poços deve seguir as normas técnicas e, principalmente incluir a proteção sanitárias e a realização de testes de bombeamento.

6.3.3 Construção de “Barraginhas”

Barraginhas são bacias escavadas no solo com média de 20 metros de diâmetro e 3 a 4 metros de profundidade. Sua construção apresenta baixo custo viabilizando sua instalação em diversos locais das propriedades rurais (Figura 6.4). Sua função é captar água das enxurradas, o que provoca infiltração de água da chuva recarregando assim o lençol freático prevenindo contra a erosão e formação de voçorocas no terreno. A prática tende a minimizar os efeitos da estiagem possibilitando o cultivo de hortas e lavouras no período seco.



Figura 6.4: *A esquerda barraginha em construção utilizando pá-carregadeira e a esquerda barraginha já inundada (Barros et al. 2013).*

6.3.4 Aplicação de Técnicas de Recarga Artificial dos Aquíferos

A recarga artificial dos aquíferos tem a objetivo de minimizar os efeitos da compactação e interceptação dos solos, recuperando a área útil de recarga para os aquíferos da região. Uma medida eficiente e simples, que consiste em instalação de calhas em telhados de residências conectadas a tubos PVC que por sua vez direcionam a água até a caixa de infiltração, que são construídas com distância de aproximadamente 3 metros das edificações, em terrenos com solos espessos e permeáveis. As caixas de infiltração são cilíndricas, construídas com 1 metro de diâmetro de 2,5 metros de profundidade, preenchidas com cascalho médio a grosso (Figura 6.5).



Figura 6.5: *Caixa de infiltração preenchida por cascalho (Cadamuro & Campos, 2005).*

6.4 Considerações Finais

Dados como vazão, nível estático e nível dinâmico de um poço tubular, obtidos a partir de testes de bombeamento e ensaios de infiltração são essenciais para uma boa caracterização hidrogeológica. Tendo em vista que os poços da região não são cadastrados em um padrão sistemático, não é possível obter tais dados e, portanto, a caracterização é estimada e se dá de forma qualitativa.

A partir das classificações e caracterizações de aquíferos obtidas pode se dizer que, regionalmente, o sistema F1 apresenta o maior potencial hídrico e a maior relevância para a manutenção das drenagens perenes. Apesar deste fato importante, este sistema possui a maior área de uso e ocupação, associado a um relevo rebaixado e aplainado, resultando em ocupação rural, e consequentemente, a compactação do solo, influenciando diretamente na recarga natural destes aquíferos.

O sistema FP2 apresenta potencial hidrogeológico promissor, encontra-se em localidades de relevo bastante acidentado em que a ocupação se torna difícil e por essa razão o uso desses aquíferos para abastecer a comunidade local não é significativa.

O sistema FC possui o menor potencial hídrico se comparado aos outros, contudo a comunidade local utiliza-se da água subterrânea, pois é considerada de boa qualidade. Devido a dissolução cárstica, a água possui íons de Ca^{2+} e Mg^{2+} , a presença de índices elevados destes íons pode tornar o consumo desta água prejudicial à saúde humana, todavia pode ser conveniente para o uso agrícola. A dissolução também implica em vazões anômalas (variáveis), devido as cavidades irregulares que se desenvolvem ao longo dela.

Os poços tubulares da região não são devidamente conhecidos, porém aqueles que foram cadastrados (SIAGAS, CPRM), encontram-se em sua maioria nos sistemas F1 e FP2.

O uso de superfície voltado à agropecuária na região do Projeto Unaí, concorre para a remoção da cobertura vegetal, compactação e impermeabilização dos solos desfavorecendo a recarga natural dos aquíferos. A extração contínua de água por meio de poços, pode vir a acarretar a sobreexploração das águas subterrâneas da região. Tendo em vista este cenário, sugere-se a construção de sistemas de captação de água pluvial, para obter uma recarga artificial que favoreça a manutenção da quantidade de água infiltrada na zona saturada do aquífero. Além de medidas de segurança e proteção dos poços tubulares.

É sugerida a construção de novos poços tubulares devido a captação demasiada de águas superficiais para fins agrícolas extensivos, o que implica na regulação do ciclo hidrológico e, portanto, na preservação de recursos hídricos. A construção de “barraginhas” pode evitar a ocorrência de processos erosivos, além de proporcionar água para irrigação de culturas e para o consumo pecuário.

Capítulo 7

Potencialidades Econômicas

7.1 Introdução

A área do Projeto situada ao sul de Unaí está inserida na Província Mineral Vazante-Paracatu (Figura 7.1), principal província plumbo-zincíferas do Brasil, localiza-se no noroeste do Estado de Minas Gerais e está inserida na porção externa da Faixa de Dobramento Brasília, próximo ao limite com o Cráton do São Francisco e suas coberturas (CPRM, 2018). A província denota uma faixa de orientação N-S com cerca de 250 km de extensão.

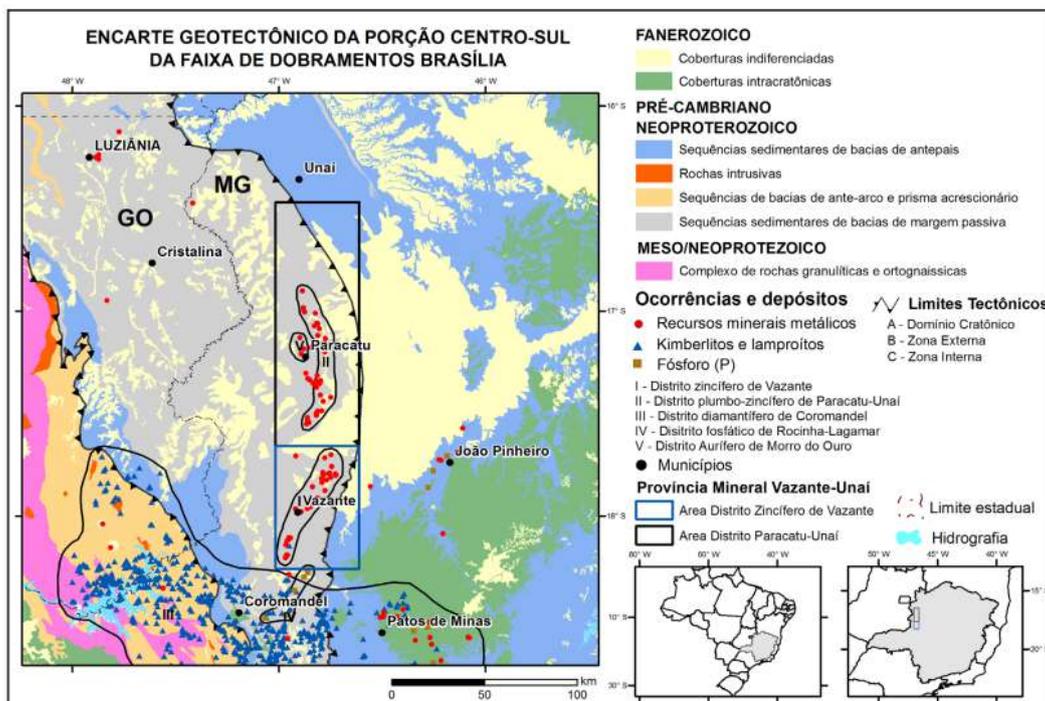


Figura 7.1: Arcabouço geotectônico da porção centro-sul da Faixa Brasília (adaptado de Leite et al. 2004) com localização da Província Vazante-Paracatu.

A Província Mineral Vazante-Paracatu é formada por sequências sedimentares de bacias de margem passiva neoproterozoica, expressa pelos grupos Canastra, Paranoá e Vazante, e sequências sedimentares depositadas em bacias de antepaís caracterizada pelo Grupo Bambuí. Esta província pode ser subdividida em três distritos minerais: o Distrito Zincífero de Vazante, o Distrito Mineral Paracatu-Unaí (Zn-Pb-Cu) e o Distrito Aurífero de Morro do Ouro.

7.2 Potencialidades Geoeconômicas Mineraias

No Distrito de Paracatu-Unaí (DPU) há ocorrência e indícios de zinco e chumbo sulfetados, os depósitos denominados são: Fagundes, Morro do Capão, Bento Carmelo, Santa Rita-Poções e Serra da Pindaíba. Todavia, os depósitos tipo do DPU são principalmente a Mina de Morro Agudo e os depósitos da região de Ambrósia (CPRM, 2018). No DPU há também depósitos de cobre, exprimidos principalmente por minerais como malaquita e por sulfetos de cobre, além de água mineral, areia, argila, calcário, fosfato, potássio e por vezes até diamante.

7.2.0.1 Potencial para Pb e Zn ± Cu

Na região a ocorrência de Pb e Zn ± Cu exibe depósitos do tipo sedimentar exalativo (SEDEX) e/ou do tipo Mississippi Valley (MVT).

Os depósitos tipo SEDEX possuem associação de Au, Ba e Cu, se apresentam com geometria estratiforme, disposta com lentes de sulfetos maciços de Pb e Zn. Formados essencialmente em áreas de sedimentação com atividade hidrotermal expressiva, na qual é presente a associação com matéria orgânica redutora. Existem analogias destes depósitos com sistemas vulcano-sedimentares exalativos, embora não tenha evidências de associação direta nos SEDEX com rochas vulcânicas.

Entretanto, depósitos tipo MVT constituem concentrações de zinco e chumbo em rochas sedimentares carbonáticas (calcários e dolomitos), em que os minerais minério são a esfalerita e a galena, geralmente associadas à sulfetos de ferro (pirita e marcassita). Estes depósitos têm geometria estratiforme e os sulfetos são disseminados principalmente em poros, cavidades e zonas de veios. Os minerais acessórios encontrados são barita, gipsita e fluorita.

As rochas dolomíticas referentes a Formação Córrego do Barreiro, Grupo Paranoá observadas na área do Projeto Unaí, proeminentes nas subáreas IX e XIV, foram descritas, interpretadas e classificadas como doloarenitos, dololutitos e brechas carbonáticas maciças e, portanto, podem vir a apresentar potencial econômico por meio de depósitos tipo MVT de Pb e Zn.

7.2.0.2 Potencial para Argila

A extração de argila é uma atividade viável a ser desenvolvida na região, pode ser realizada nos pelitos das formações Sete Lagoas e Córrego do Barreiro que se apresentam de forma expressiva dentre as outras unidades litológicas presentes na área de estudo do Projeto. A pedogênese proeminente nestas rochas formam solos que permitem a extração de argila. A argila é matéria-prima básica para as indústrias ceramistas e para confecção de telhas, tijolos e revestimentos.

7.2.0.3 Potencial para Substrato Agrícola

As rochas dolomíticas associados ao Grupo Vazante ocorrem em uma faixa que vai do município de Coromandel ao município de Vazante, no estado de Minas Gerais. A exploração destas rochas visa o interesse agrícola para correção de acidez do solo, fornecimento de nutriente às plantas, além de diminuir efeitos tóxicos do alumínio e do manganês.

Os dolomitos da Formação Córrego do Barreiro e da Formação Serra do Landim presentes no Projeto Unaí possuem características favoráveis que o configuram como alvo econômico para estes fins agrícolas.

7.2.0.4 Potencial para Fosfato

O grupo Vazante é constituído por uma espessa sequência marinha dolomítica-pelítica, as quais estão associados importantes depósitos de fosfato. Os principais depósitos de fosfatos ocorrentes no estado de Minas Gerais estão inseridos na Formação Rocinha, porção basal do Grupo Vazante e são denominados Rocinha e Lagamar.

Os fosforitos da região correlacionam-se às ardósias carbonosas e carbonáticas microdobradas, na forma de fosforuditos, fosfarenitos, e principalmente fosfolutitos. Os fosfarenitos são a parte essencial do minério. O mineral preponderante é uma fluorapatita, que resulta da lixiviação do CO₂ do carbonato-fluorapatita original por fluidos relacionados ao metamorfismo e ao intemperismo.

Na área Projeto, as subáreas II a V, podem vir a ter um potencial econômico em termos de fosfato, tendo em vista que afloram siltitos, folhelhos e margas da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí. Estas rochas podem ser correlacionadas aos depósitos do tipo Campos Belos – GO e Arraias – TO, nos quais ocorre mineralização de fosfato em ambientes de sedimentação de água rasa em rochas como fosforitos e siltitos fosfatados. Entretanto, devido a pedogênese avançada é possível que este potencial econômico seja baixo.

7.2.1 Potencial para Ouro

No município de Paracatu encontra-se um dos maiores depósitos auríferos do Brasil, a Mina Morro do Ouro. Embora seja um depósito de grande escala, os teores de ouro são considerados baixos. Este depósito do tipo orogênico, neoproterozoico, abriga filitos carbonosos e quartzitos da Formação Paracatu, Grupo Canastra (Freitas-Silva *et al.* 1991).

Nas subáreas IX e XIV ocorrem filitos como lentes carbonosas e quartzitos da Serra do Landim, Grupo Canastra, de forma mais proeminente comparado às demais áreas do Projeto. Estas rochas podem ser associadas às rochas-depósitos de baixo teor de ouro descrita por Freitas-Silva (1991).

7.3 Potencialidades Geoeconômicas Não Mineraias

Na área do Projeto há também potenciais econômicos não relacionados aos bens minerais da região, como a possível prática de geoturismo que visa explorar as paisagens naturais por meio do turismo ou ecoturismo e integração com a comunidade local. Processos naturais formaram diversos cursos d'água, cachoeiras e cavernas, as quais podem ser exploradas para estes fins.

7.3.0.1 Potencial para Geoturismo

O geoturismo é o turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes, vinculado diretamente à promoção da geodiversidade e do patrimônio geológico, além do conhecimento do meio ambiente (Moreira, 2014).

Cachoeiras são potenciais locais de ecoturismo. Na subárea XIV, encontra-se a cachoeira Água Boa e Doce, a qual dispõe de cerca de 35 metros de queda d'água (Figura 7.2). Esta queda d'água está geologicamente situada na Formação Serra do Landim do Grupo Canastra. O acesso a cachoeira se dá por uma trilha a pé de aproximadamente 1,5 km.

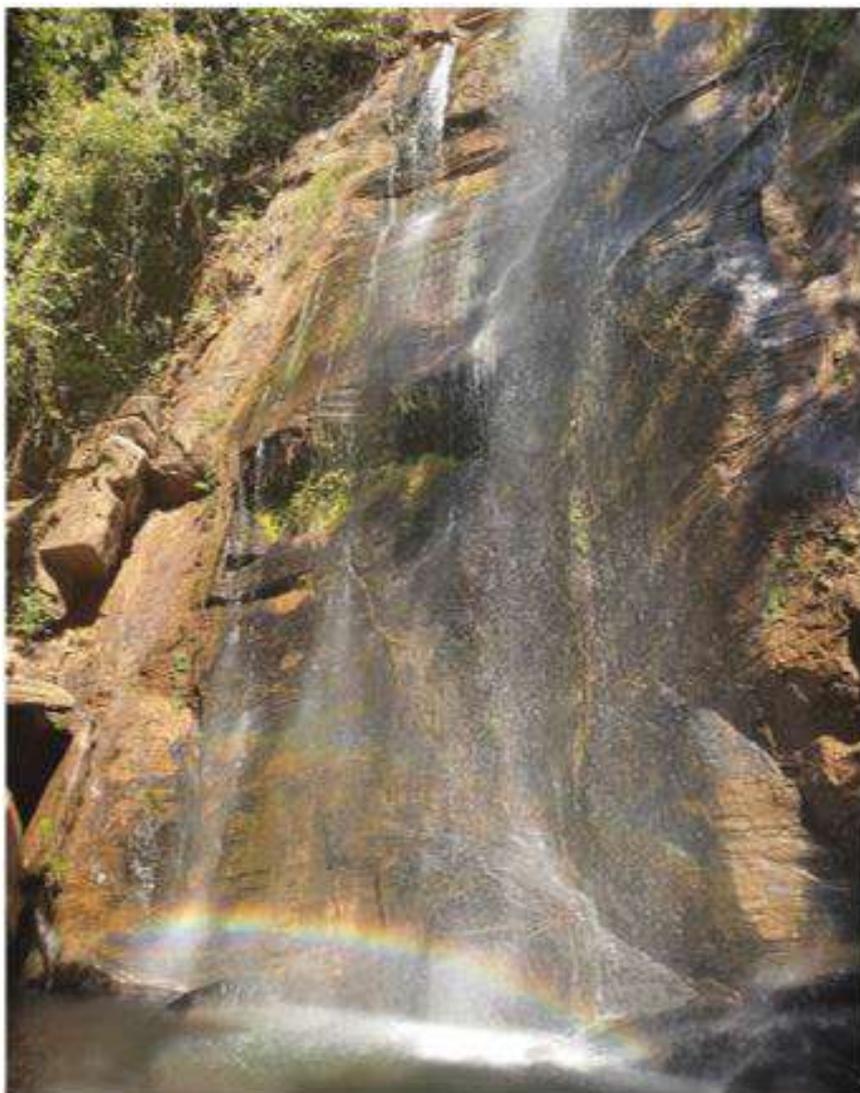


Figura 7.2: : *Cachoeira Água Boa e Doce, localizada na subárea XIV, Projeto Unaí.*

Para o desenvolvimento deste tipo de turismo é essencial o treinamento de guias, abertura e manutenção de trilhas de acesso, placas de localização e de conscientização da preservação do ambiente e recipientes para o descarte adequado de lixos, além de parcerias com a comunidade local.

A região do Projeto Unaí dispõe de vários registros de caverna que podem ser potenciais atrativos geoturísticos. De acordo com o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Caverna (CECAV) do ICMBio há 27 cavidades naturais catalogadas na região. Na subárea XII encontra-se a Gruta Sapezal (Figura 7.3), localizada geologicamente na Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá. Esta gruta está situada na comunidade Sapezal na região da Vila da Aldeia, em que comumente são realizadas festas de cunho religioso com visitas a este atrativo.

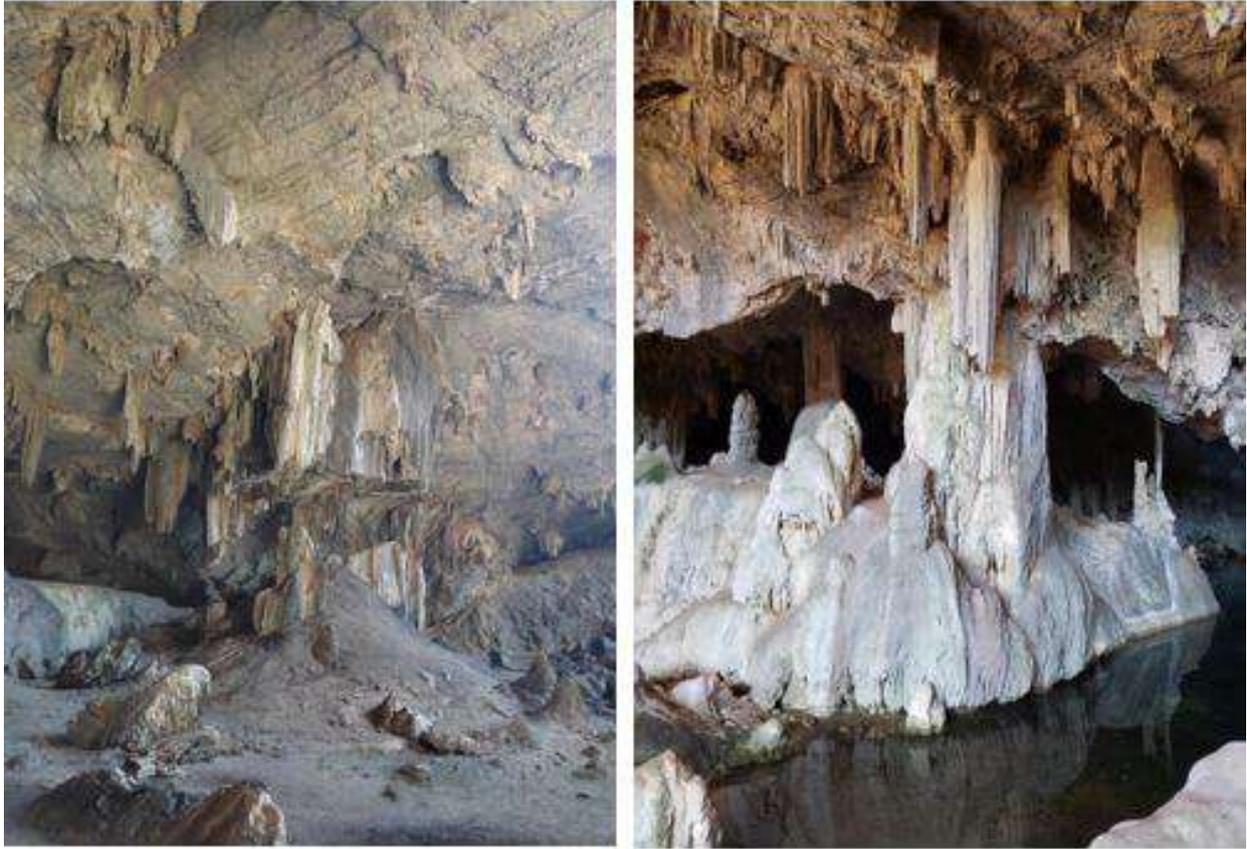


Figura 7.3: *Espeleotemas da Gruta Sapezal, localizada na subárea XII, Projeto Unaí.*

Para desenvolver o potencial geoturístico das grutas da região é recomendado as mesmas orientações propostas para as cachoeiras locais, o treinamento de guias, conscientização da preservação do ambiente e a orientação ao descarte adequado dos lixos. Além disso é imprescindível a etapa de registro no CECAV, para que seja realizada pesquisas e monitoramentos da cavidade registrada, para fins de estudos espeleológicos.

Capítulo 8

Evolução Geotectônica

8.1 Introdução

A partir dos dados integrados de campo do Projeto Unaí e trabalhos anteriores propõe-se um modelo de evolução geotectônica para a região de estudo.

Mediante a utilização de dados de natureza direta e indireta o contexto geológico pode ser fragmentado em contexto não aflorante e aflorante. De forma que o contexto não aflorante ampara-se na interpretação de sísmica de reflexão (Figura 8.1), seção R0240-São-Francisco-045-PSTM que apresenta a sequência do empilhamento litológico em subsuperfície, isto é, o embasamento cristalino riaciano e os grupos Araí e Traíras, os quais não afloram na área mapeada. O contexto aflorante, baseia-se nas interpretações de dados coletados no mapeamento geológico a partir de unidades aflorantes, a Formação Quilombo, e os Grupos Paranoá, Canastra e Bambuí.

A evolução geotectônica iniciou-se com o rifteamento do Estateriano, no qual posteriormente depositaram-se as rochas sedimentares e intrudiram as rochas de magmatismo bimodal do Grupo Araí. No Calimiano depositaram-se as rochas do Grupo Traíras configurando uma bacia tipo SAG, rochas que serviram de embasamento para a deposição do sistema turbidítico da Formação Quilombo subsequentemente. As bacias intracratônica dos Grupos Paranoá e Canastra foram depositadas durante o Esteniano. E por fim no Neoproterozoico houve a deposição do Grupo Bambuí durante o Ciclo Brasileiro, caracterizando uma bacia de antepaís gerada em plataforma marinha mista.

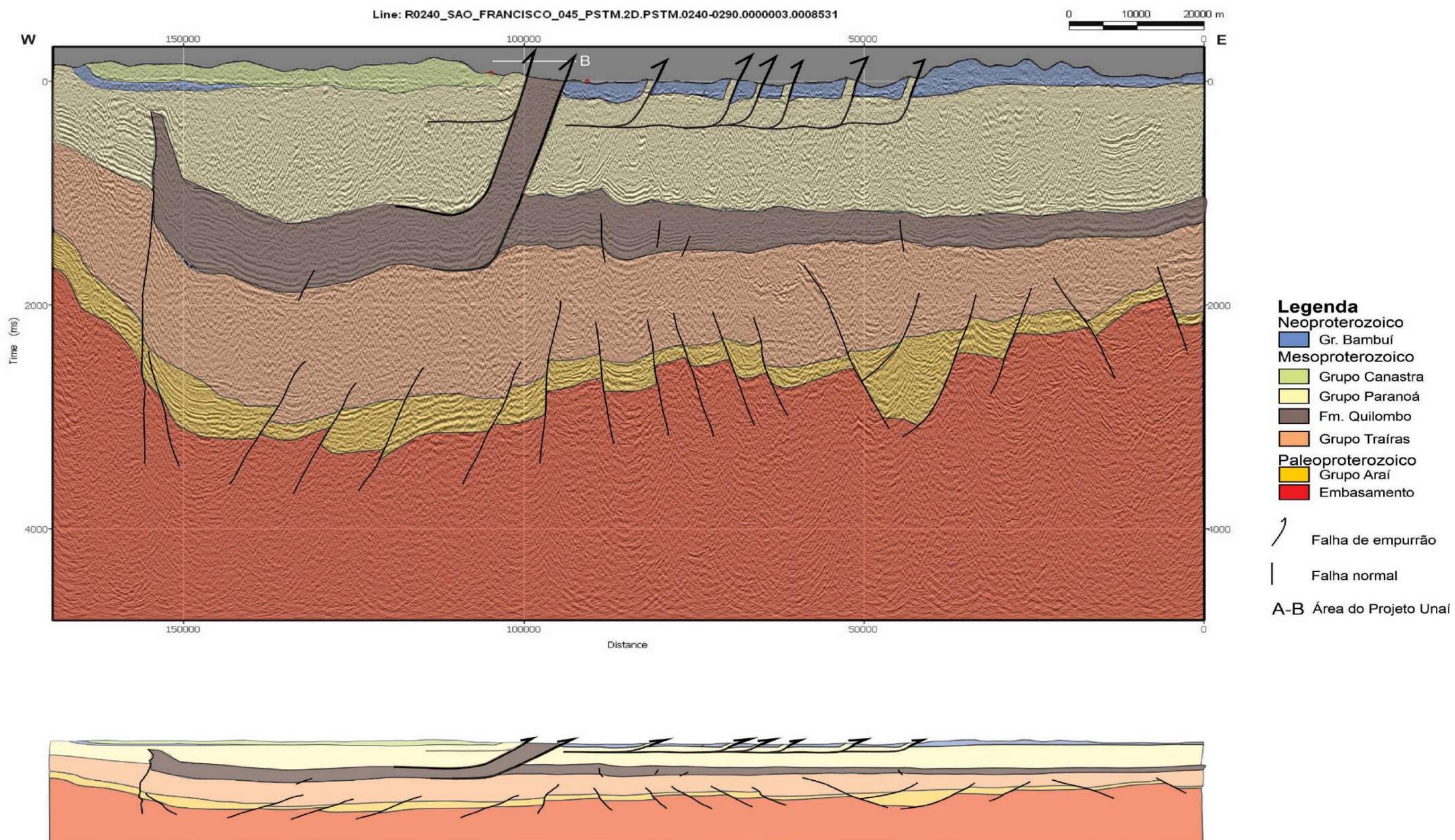


Figura 8.1: Seção sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM interpretada.

8.2 Embasamento Cristalino (Riaciano)

Na área do Projeto Unaí, não afloram rochas do embasamento da bacia a qual estão inseridas as rochas aflorantes. Segundo Moura (2018), esta unidade aflora a oeste da cidade da Unaí, como uma janela estrutural, no meio das rochas dos grupos Canastra e Bambuí.

O embasamento é formado por paragneisses e xistos da Formação Ticunzal, e intrusões peraluminosas de composição granítica e tonalítica / granodiorítica, da suíte Aurumina.

A Formação Ticunzal não possui uma datação muito precisa, mas a unidade é sempre retratada como pertencente ao baixo Paleoproterozoico (Riaciano), idade esta sugerida por TDM variando entre 2.0 e 2.8 Ga. (Botelho, 2006/2006)

A suíte intrusiva Aurumina, é uma suíte peraluminosa granítica do tipo S, com assinatura geoquímica de arco magmático. Formada por intrusões que variam de sin a pós-cinemáticas, com rochas foliadas entre as foliações da Formação Ticunzal e com rochas com pouca ou nenhuma deformação. Possui idade entre 2.12 e 2.18 Ga. (Cuadros, 2017)

8.3 Rife Araí (Estateriano / Calimiano)

As rochas do Grupo Araí e Grupo Traíras (Martins-Ferreira, 2017), não afloram na área do projeto. A correlação entre os dados sísmicos e a interpretação de que estes pertencem a essas rochas, se dá devido às feições estruturais identificadas no sismograma, marcando o período de rife, com falhas normais extensionais de alto rejeito interpretadas previamente como pertencentes ao Grupo Araí. A deposição destas rochas foi separada em quatro tectonossequências: i) pre-rift (Formação Água Morna) e ii) rife (Formação Arraias) iii) transicional (Formação Caldas) e iv) pós-rift (Grupo Traíras), As rochas do Grupo Araí, compreendem as Formações Água Morna e Arraias. A Formação Água Morna, representa uma sucessão de rochas depositadas durante a fase pré-rife da bacia, no início da tafrogênese estateriana. Esta unidade é pouco espessa tendo no máximo 175m (Tanizaki, 2015).

A Formação Arraias, representa a deposição da bacia na fase rife. A unidade representa espesso pacote de sedimentos continentais, subdivido nos membros: Cubículo, Prata, Mutum, Ventura e Buracão. Essas unidades apresentam-se interdigitadas, com variações laterais e verticais, e com espessuras de centenas de metros.

Intercaladas às rochas da Formação Arraias, encontram-se sequências vulcanossedimentares basálticas e rochas intrusivas ácidas e granitos anarogênicos do tipo A. Estes registros indicam um importante evento magmático bimodal, com características vulcano-plutônicas, que ocorreram durante a fase sin-rife continental. Dados de U-Pb datam esta unidade com idade 1783 ± 17 Ma (Silva, 2021).

A Formação Caldas, representa a deposição na fase transicional formada por uma série de conglomerados intraformais. O contato com a Formação Arraias é marcado por uma discordância erosiva sugerindo um lapso de tempo suficiente para litificação, soerguimento e erosão das rochas na bacia, antes do restabelecimento da subsidência da bacia e deposição das rochas do Grupo Traíras (Tanizaki, 2015).

O Grupo Traíras, foi separado do Grupo Araí por Martins-Ferreira (2017) que datou zircões desta unidade e encontrou uma idade máxima de deposição 1543 ± 31 Ma, o que resulta em um hiato deposicional de mais de 220 Ma entre estas unidades. A unidade representa a deposição na fase pós-rifte, em bacia do tipo SAG.

O Rifte Araí é um rifte abortado, formando um aulacógeno, onde não há registros de crosta oceânica e deposição em fase drifte, marcando o primeiro pulso tafrogênico na área.

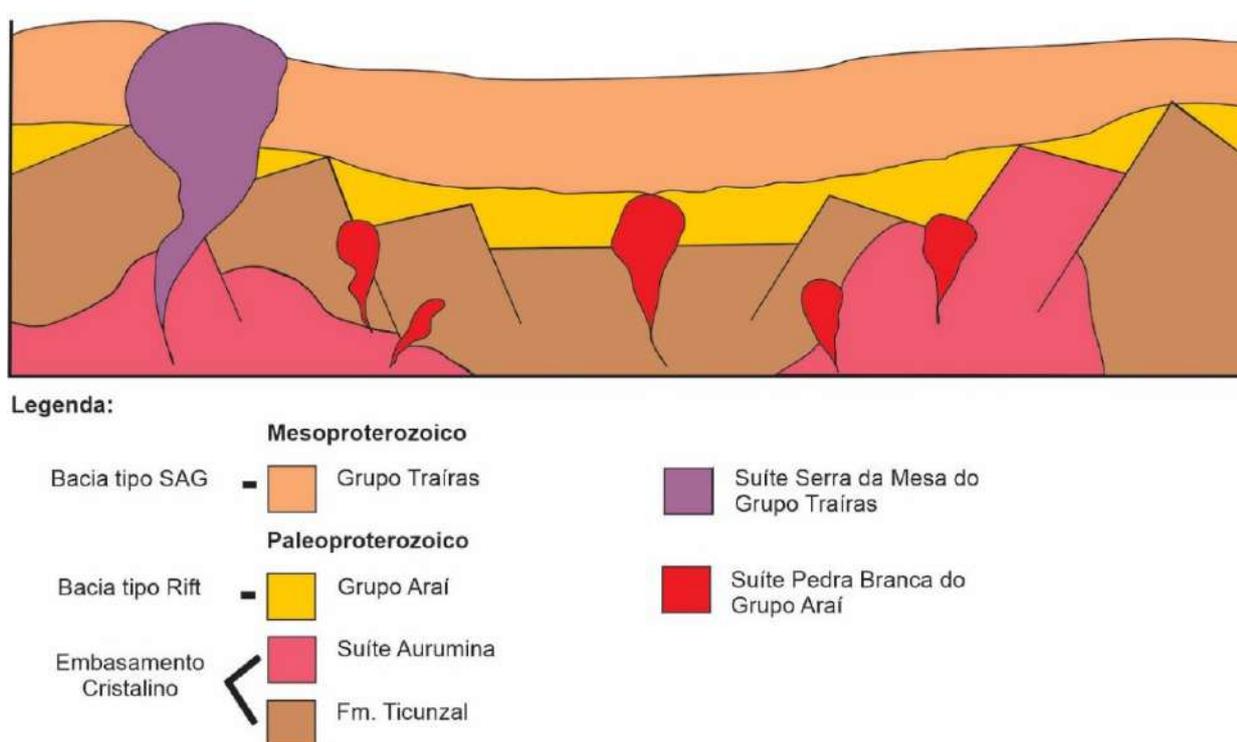


Figura 8.2: Seção ilustrativa do contexto não aflorante, englobando as unidades da base para o topo: Embasamento Cristalino, Grupo Araí e Grupo Traíras

8.4 Sistema Turbidítico (Calimiano)

Primordialmente as rochas da sequência turbidítica desta região foram interpretadas como constituintes dos grupos Paranoá e Vazante (Laranjeira, 1992; Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.* 20112011). Baseado em Moura (2018) que inicialmente define esta sequência como Grupo Quilombo e dados deste Projeto, este sistema turbidítico pode ser considerado e denominado como

rochas da Formação Quilombo.

Esta associação pode ser fundamentada a partir da presença de processos de tração, suspensão e modificação de fluxo impressos nestas rochas, caracterizando os critérios de Mutti (1992).

A presença de rochas vulcânicas ácidas, com feições de magmatismo subaquoso, datadas por U-Pb com idade de 1394 ± 8 Ma, intercaladas as rochas tanto do Membro Ribeirão da Porteira, quanto no Membro Ribeirão do Franco, indica que esta deva ser a idade máxima de deposição da unidade.

Os turbiditos, são comumente depositados em águas profundas, mas a ausência de evidências quanto à presença de crosta oceânica na região, faz com que a situação de deposição dessas rochas ainda não seja claramente compreendida. Para caráter comparativo, temos uma situação de deposição parecida entre os turbiditos da Formação Quilombo e os turbiditos da Formação Salinas, localizada no Orógeno Araçuaí.

Santos *et al.* (2009) descreve que na condição de formação dos turbiditos da Formação Salinas, a bacia, precursora do orógeno, seria integralmente de natureza ensiálica. Corresponderia a um rifte amplo, com duas margens bem desenvolvidas, mas sem a participação de litosfera oceânica. Durante o seu fechamento, não existiria, portanto, uma zona de subducção, nem tão pouco, o arco magmático a ela associado. Este processo, que poderia ser descrito como de inversão de uma bacia rifte muito desenvolvida, causaria, entretanto, a formação de uma cunha de empurrões na margem da bacia adjacente à placa superior da zona de subducção e a migração do front orogênico de leste a oeste. À frente da cunha, formar-se-ia uma antefossa, na qual se acumulariam os turbiditos.

Os indícios mais prováveis é de que os turbiditos da Formação Quilombo tenham sido depositados em bacia intracratônica, de idade calimiana, caracterizando um período de fechamento da bacia durante a evolução bacinal.

8.5 Bacia do Paranoá / Canastra (Ectasiano / Esteniano)

O Grupo Paranoá foi individualizado por Dardenne (1978) que a princípio atribuiu a esta unidade uma deposição em bacia de margem passiva. Dividir frase, porém Martins-Ferreira (2017) estabelece a deposição destas rochas em ambiente intracratônico, sobre riftes antigos, com reativação tectônica de falhas, na margem oeste do paleocontinente São Francisco.

Na área do Projeto Unaí, a descrição e associação de fácies das rochas do Grupo Paranoá, corroboram com a ideia de deposição da unidade em bacia marinha epicontinental, com sedimentos depositados durante uma transgressão marinha em plataforma marinha mista dominada por maré, cortada por canais fluviais com forte controle paleogeográfico. O Grupo Paranoá, representa uma

segunda fase tafrogênico da bacia, com idade ectasiana.

A priori, a CPRM - Serviço Geológico do Brasil (Pinho *et al.* 2017) mapeou a sequência de rochas psamo-pelito carbonatadas da área do projeto como pertencentes a Formação Serra do Poço Verde, do Grupo Vazante. Contudo, pelas evidências de campo e petrográficas a sequência se enquadra melhor na Formação Córrego do Barreiro, do Grupo Paranoá. Os estudos facirológicos realizados, propõem o mesmo ambiente deposicional destas unidades e fácil diferenciação da unidade anteriormente descrita, por conta da quantidade de arenitos aflorantes em porções contínuas, contrastantes com a literatura do Grupo Vazante.

A deposição das rochas dos grupos Vazante e Paranoá, ocorrem de forma coeva por datações em estromatólitos do tipo Conophyton (Cloud & Dardenne, 1973) porém o Grupo Vazante apresenta maior taxa de subsidência e possui mineralizações de chumbo e zinco dos tipos sedex e Mississippi Valley.

Os arenitos feldspáticos encontrados na área do projeto, podem ser correlacionados, com o nível arcoseano, estudado por Guimarães *et al.* (1997) e Seraine *et al.* (2020) na região do município do Bezerra-Cabeceiras. Contudo na área do Projeto Unaí, não há registros de deposição em ambientes fluviais e transicionais.

A deposição da unidade de topo do Grupo Paranoá, data do final do Esteniano, com idade máxima de deposição de 1.1 Ga, datado por U-Pb em zircões detríticos (Seraine *et al.* 2021).

O Grupo Canastra é cronocorrelato ao Grupo Paranoá, com idade máxima de deposição de 1.03 Ga (Rodrigues, 2010). Carvalho *et al.* (2019) propõem que o Grupo Canastra tenha proveniência mista com fontes de rochas do Arqueano e Paleoproterozoico do interior do Cráton São Francisco, com contribuição de fontes mais juvenis, de idade toniana.

Mais a sul na Faixa Brasília, o Grupo Canastra faz parte do sistema da nappe de Passos, e seu metamorfismo invertido, onde as rochas aumentam o seu grau metamórfico da base para o topo, é interpretado por Simões (1995) como decorrente da deflexão das isotermas na zona de subducção, juntamente à contínua expulsão das rochas de mais alta pressão para níveis crustais mais rasos, ocasionado pelo intenso cisalhamento não coaxial, típico do processo de subducção.

Neste contexto, as rochas do Grupo Canastra são então depositadas em bacia de margem continental passiva, na borda sudoeste do paleocontinente São Francisco, e metamorfizadas numa zona de subducção e posteriormente expulsas tectonicamente para níveis crustais mais rasos durante a Orogenia Brasileira (Simões, 1995).

Carvalho *et al.* (2016/2016), porém, propõem que o metamorfismo ao qual o Grupo Canastra foi submetido está relacionado ao pico de atividade da Orogenia Brasileira, sendo assim, um metamorfismo regional.

A imagem (Figura 8.3) esquematiza o contexto em que os grupos Paranoá e Canastra são

depositados.

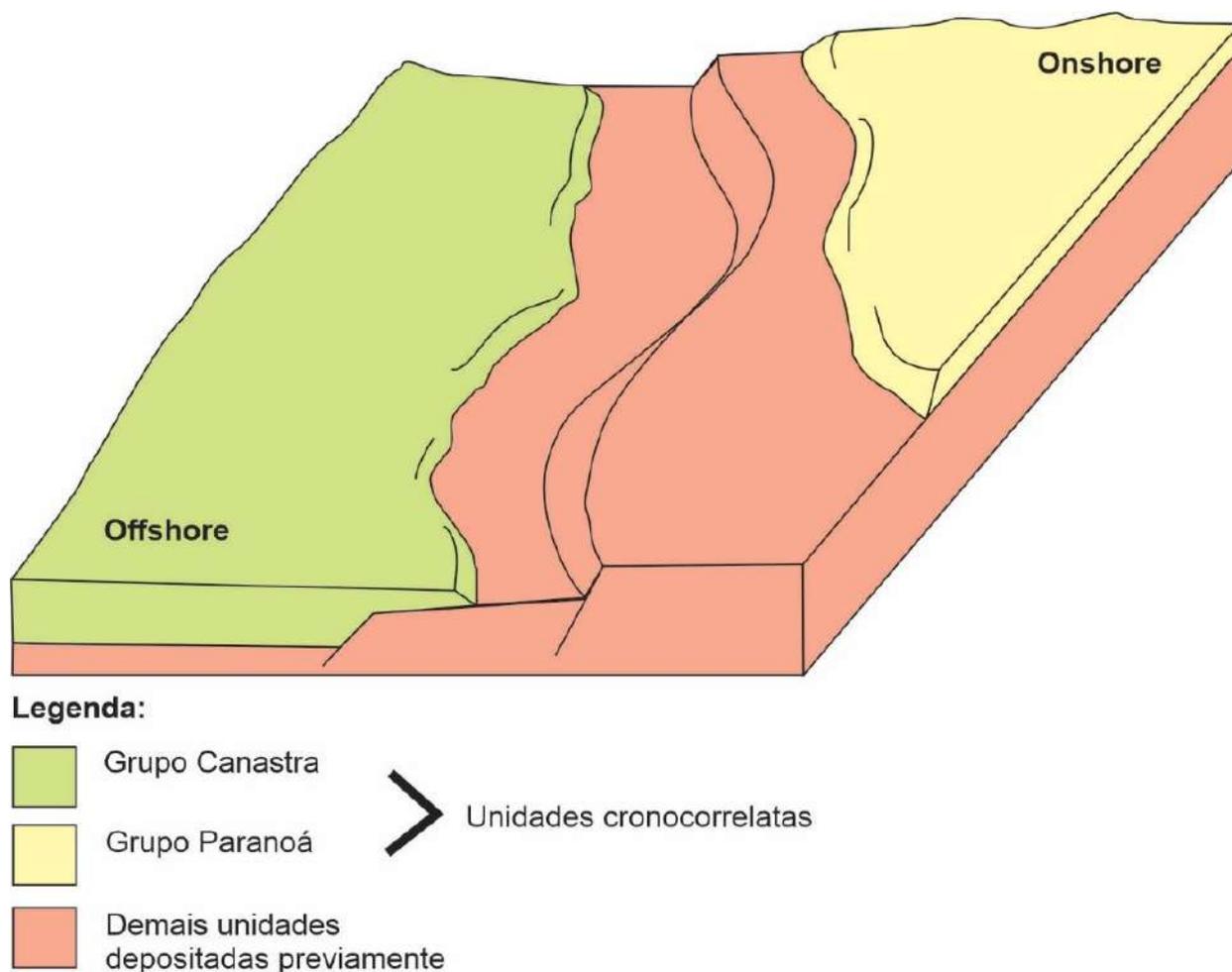


Figura 8.3: Bloco diagrama ilustrando a deposição cronocorrelata das bacias referentes aos grupos Paranoá e Canastra.

8.6 Bacia de Antepaís (Ediacarano)

O Grupo Bambuí representa as rochas mais jovens depositadas na área do Projeto Unaí. Sua deposição ocorre em bacia do tipo foreland, formada durante a Orogenia Brasileira.

Quanto a idade, o Grupo Bambuí foi originalmente atribuído ao Cretáceo (Liais, 1872 in Couto *et al.* 1981) e, posteriormente, passou por várias unidades geocronológicas até a mais atual, Neoproterozoico (Babinski *et al.* 2007; Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.* 2011). A formação basal do Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas, foi datada em 740 Ma pelo método Pb-Pb em dolomito (Babinski *et al.* 2007). A Formação Três Marias foi datada em 620 Ma pelo método U-Pb de zircões detríticos (Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.* 2011). Foi relatada a ocorrência

de fósseis-guia do Ediacarano superior, *Cloudina sp.* e *Corumbella weneri*, na Formação Sete Lagoas (Warren *et al.* 2014; Perrela-Júnior *et al.* 2017). Novas datações de zircão detrítico sugerem uma idade máxima de deposição da Formação Sete Lagoas em torno de 557 Ma (Paula-Santos *et al.* 2015) corroborando com a ideia de que estas rochas possuam máxima deposição no Ediacarano (Denezine, 2018).

8.7 Tectônica Compressional (Cambriano)

A Orogenia Brasileira que ocorreu entre 790 - 540 Ma (Pimentel & Fuck, 1992), inverteu a estratigrafia local, colocando rochas da Formação Quilombo e as unidades superiores, em cima do Grupo Bambuí. De forma coeva ocorre também o imbricamento tectônico do Grupo Canastra sobre o Grupo Paranoá (Figura 8.4).

Segundo Reis *et al.* (2015), a região sofreu deformação do tipo *thin skinned*, com descolamentos cada vez mais rasos, a medida que se aproxima do cráton.

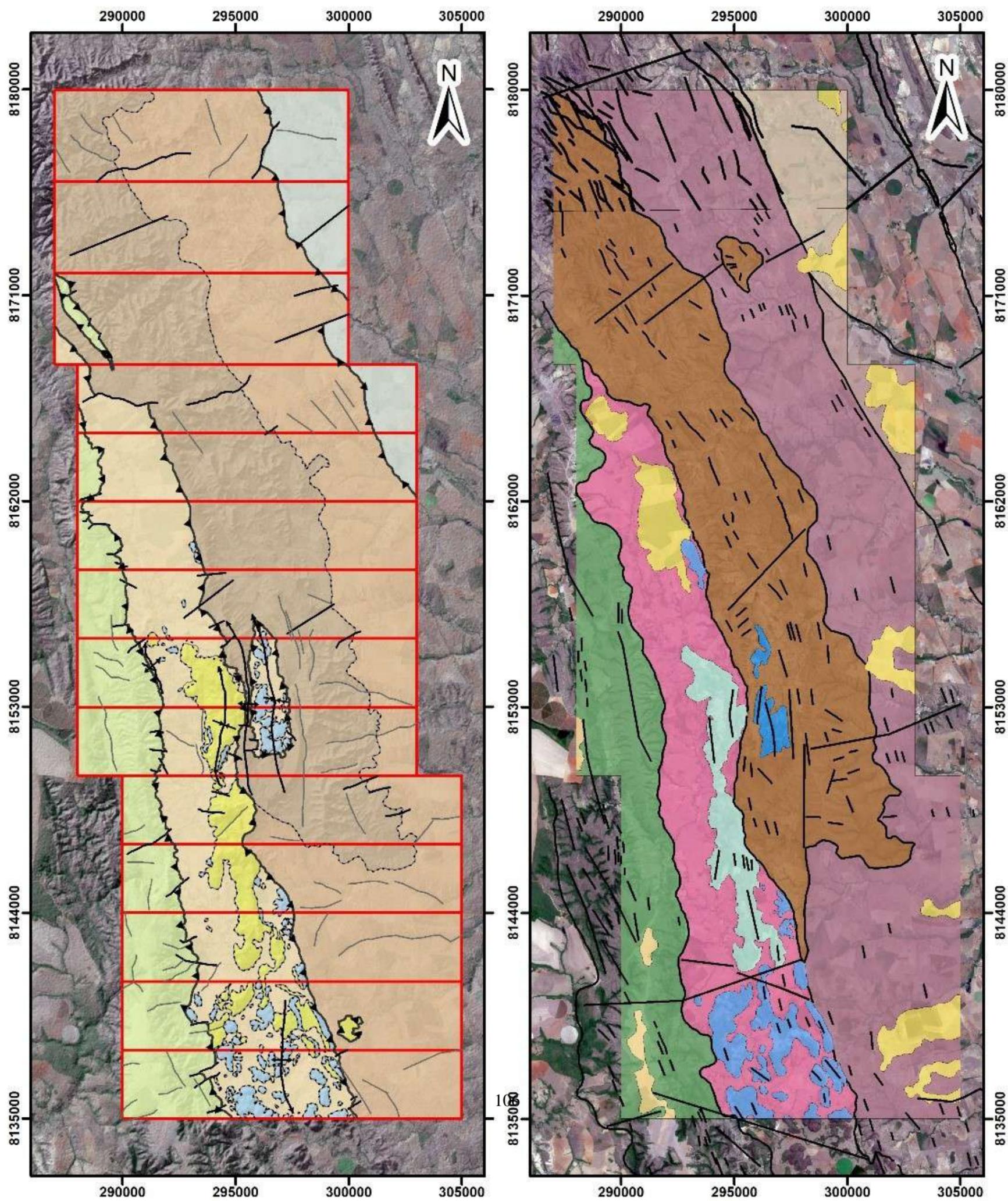
Capítulo 9

Considerações Finais, Conclusões e Recomendações

9.1 Arcabouço estratigráfico

Um dos principais objetivos da confecção de um mapa em escala 1:50000 neste projeto é o detalhamento cartográfico e delimitação da recém proposta unidade geológica Formação Quilombo (Campos *et al.* 2021) e sua contextualização na Faixa Brasília. Para tanto, compara-se a seguir os resultados apresentados com um mapeamento anterior, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, na escala 1:100.000, e denominado Vazante-Paracatu II. Neste, a área do Projeto Unaí corresponderia a parte das folhas Unaí SE.23-V-A-III e Serra da Aldeia SE.23-V-A-VI (Pinho *et al.* 2017). As principais mudanças são ilustradas na Figura 9.1 e resumidas a seguir:

- i: O Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo, aqui proposto, é associado ao Membro Serra do Andrequicé da Formação Serra do Garrote, Grupo Vazante.
- ii: O Membro Ribeirão do Franco da Formação Quilombo, é associado a Unidade B (NP1vb), descrita como uma unidade de posicionamento indefinido dentro do Grupo Vazante.
- iii: A Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá é associada à Formação Serra do Poço Verde e Membro Sumidouro da Formação Serra do Garrote, Grupo Vazante.
- iv: A Formação Serra do Landim do Grupo Canastra é associada à Formação Serra da Lapa, do Grupo Canastra
- v: A Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí é associada à Formação Serra de Santa Helena do Grupo Bambuí e à Unidade A (NP1va) descrita como uma unidade de posicionamento indefinido dentro do Grupo Vazante.



Projeção UTM, Zona 23S DATUM SIRGAS 2000 1:350.000

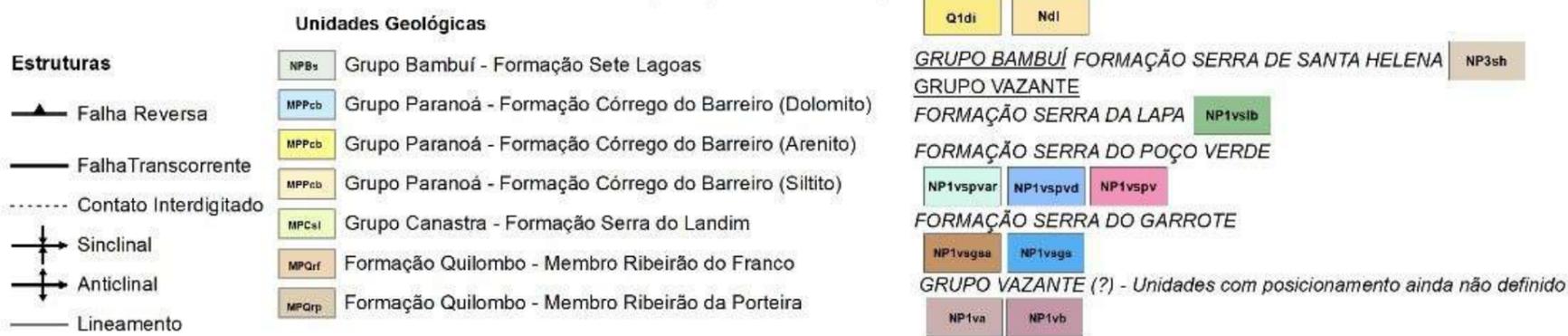


Figura 9.1: Seção sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM interpretada.

A Formação Serra da Lapa do Grupo Vazante é formada por ardósias carbonatadas com lentes de dolomito (Madalosso e Vale, 1978; Madalosso, 1980) e neste projeto foi substituída pela Formação Serra do Landim, do Grupo Canastra. Foram mapeados filitos, filitos carbonosos e mármores metamorfizados em fácies xisto verde baixo (zona da clorita), os quais se encaixam melhor na unidade Serra do Landim segundo as descrições de Rodrigues (2008).

A Formação Serra do Poço Verde do Grupo Vazante apresenta certa semelhança descritiva com a Formação Córrego do Barreiro, do Grupo Paranoá. Na área do projeto, as descrições petrográficas (Apêndice D) das rochas mapeadas e o estudo faciológico das mesmas, com proposição de deposição destas em plataforma mista com forte controle paleotopográfico, optou-se por correlacionar esta unidade à Formação Córrego do Barreiro, descrita por Campos (2013).

A correlação entre as rochas mapeadas e sua definição como topo do Grupo Paranoá se dá pelo fato dos arenitos ocorrerem de forma expressiva e contínua e a porção carbonatada aflorar em morrotes com pouca continuidade lateral, o que diverge com as descrições bibliográficas das formações Serra do Poço Verde e Serra do Garrote do Grupo Vazante, em que os pacotes de areia são inexpressivos e os carbonatos são abundantes e com continuidade lateral.

O que no mapa de Pinho *et al.* (2017), foi cartografado como Formação Serra do Garrote, do Grupo Vazante e unidades com posicionamento ainda não definido, foi então caracterizado como Formação Quilombo, descrita anteriormente por Moura (2018) e Campos (2021), em função das evidências de uma sequência turbidítica com magmatismo vulcânico associado e que não se enquadra no contexto do Grupo Vazante.

O mapa anterior também define a Formação Serra de Santa Helena do Grupo Bambuí como aflorante na área, porém as fácies cartografadas se encaixam melhor nas descrições da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí (Dardenne, 2000), sendo estas rochas formadas por margas e carbonatos.

Em termos estruturais, os contatos e demais estruturas também estão cartografadas em maior detalhe neste trabalho, como dobras regionais, falhas de rasgamento, de empurrão e reversas, estruturas não abrangidas na escala de mapeamento de Pinho *et al.* 2017.

No Projeto Unaí são reconhecidas as seguintes estruturas, em escala de mapa: i) o empurrão da Formação Quilombo sobre a Formação Sete Lagoas; ii) as falhas reversas que colocam a Formação Serra do Landim sobre a Formação Córrego do Barreiro e este sobre a Formação Quilombo; iii) a dobra de propagação de falha regional, que colocou a Formação Córrego do Barreiro sobre a Formação Quilombo, entre as subáreas VII e IX; e iv) a *klippe* da Formação Serra do Landim sobre a Formação Quilombo, na subárea III.

Os produtos geofísicos usados para auxiliar o mapeamento não apresentaram resultado satisfatório na individualização prévia das unidades, devido ao baixo contraste dos parâmetros geofísicos medidos nas rochas aflorantes, por serem predominantemente rochas sedimentares e por intensivo processo pedogenético a que estas rochas estão submetidas.

Entre os principais resultados do Projeto se destacam:

- A associação das fácies psamíticas e pelíticas da Formação Quilombo permite interpretar a deposição da unidade em leques turbidíticos de águas profundas, seguindo a proposição de Mutti (1992), nas fácies F3, F6, F7, F8 e F9.
- A associação das fácies carbonatadas e siliciciclásticas da Formação Córrego do Barreiro permite a interpretação de deposição da mesma em plataforma carbonática mista, fortemente controlada pela paleotopografia.
- A petrografia dos filitos da Formação Serra do Landim, com paragênese mineral típica de metamorfismo em fácies xisto verde baixo, zona da clorita, juntamente com a trama estrutural com duas foliações, conferem a esta unidade uma destoante evolução geotectônica das demais unidades do projeto, onde estas rochas não pertenceriam ao mesmo sistema bacinal das demais unidades e seria trazido para a região mapeada através de um sistema de *nappes* (Valeriano, 2017).
- Deformação regional rasa, caracterizada por deformação do tipo *thin skinned* inserida na Zona Externa da Faixa Brasília, com descolamentos cada vez mais rasos, à medida que se aproxima do cráton. (Reis *et al.* 2015)
- Há apenas um domínio estrutural de um único evento compressivo, dividido em duas fases. O arcabouço estrutural inclui: planos de foliação principal – S_p (clivagens disjuntivas); foliação paralela ao acamamento – S_s (penetrativa, desenvolvida apenas na Formação Serra do Landim); dobras assimétricas, falhas reversas e de empurrão vergentes para leste; fraturas; lineação de deslizamento com degraus associados e lineação de crescimento mineral. De forma geral, todo o arcabouço indicaria transporte de massa de oeste para leste, em direção ao Cráton São Francisco.
- As lineações de deslizamento juntamente com os degraus, serviram de indicador cinemático para caracterização do sistema tectônico transpressivo sinistral com movimento do topo para ESE, na área do Projeto Unaí.

9.2 Recomendações

O zoneamento hidrogeológico da área do projeto carece de um adensamento de dados hidrogeológicos na região. Para melhorar as condições de exploração da água subterrânea e facilitar o acesso dos moradores a este recurso, recomendam-se trabalhos para caracterização das unidades hidroestratigráficas, incluindo testes de infiltração, instalação de poços para perfilagem e monitoramento dos parâmetros hidroquímicos destas unidades.

A nova proposta litoestratigráfica da área do Projeto Unaí exclui a unidade Grupo Vazante do mapa geológico local. O limite e separação entre essa unidade e a Formação Quilombo podem ser mais bem esclarecidos a partir de mapeamentos a sul da área, até o contato com o Grupo Vazante. Outra ferramenta que pode ser utilizada neste intuito são estudos isotópicos e de proveniência sedimentar.

Como apontado em Campos *et al.* (2021), a Formação Quilombo requer mais estudos relacionados a datação das rochas vulcânicas, tendo em vista a possibilidade de os zircões utilizados para datação U-Pb com idade de cristalização de 1394 ± 19 Ma, serem herdados. A restrição de uma idade para a unidade pode significar sua individualização, correlação ou inclusão em outra unidade.

Recomenda-se, por fim, que sejam realizados estudos de prospecção mineral que comprovem a existência de ocorrências minerais dos tipos supracitados.

Referências Bibliográficas

- ALKMIM, F. F.; TEIXEIRA, W. The paleoproterozoic mineiro belt and the quadrilátero ferrífero. In: **São Francisco Craton, Eastern Brazil**. [S.l.]: Springer, 2017. p. 71–94.
- ALMEIDA, F. O cráton do são francisco. **Revista Brasileira de geociências**, v. 7, n. 4, p. 349–364, 1977.
- ALMEIDA, F. et al. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, Elsevier, v. 17, n. 1-2, p. 1–29, 1981.
- ALMEIDA, F. d. Evolução tectônica do centro-oeste brasileiro no proterozóico superior. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 40, p. 285–295, 1968.
- ALMEIDA, F. F.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. de B. The upper precambrian of south america. **Boletim IG**, v. 7, p. 45–80, 1976.
- ALVARENGA, C. J. S. de et al. Estratigrafia da borda ocidental da bacia do são francisco. 2012.
- ANA. Relatório conjuntura agência nacional de águas, informe anual, acesso em <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. 2019.
- BABINSKI, M.; VIEIRA, L. C.; TRINDADE, R. I. Direct dating of the sete lagoas cap carbonate (bambuí group, brazil) and implications for the neoproterozoic glacial events. **Terra Nova**, Wiley Online Library, v. 19, n. 6, p. 401–406, 2007.
- BARBOSA, O. et al. **Geologia e Inventário dos Recursos Minerais do Projeto Brasília-Relatório**. [S.l.]: Rio de Janeiro: PROSPEC/DNPM, 1969.
- BLUM, M. L. et al. Gamaespectrometria aérea como discriminante geológico: Arco magmático e maciço de goiás. In: EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS. **6th International Congress of the Brazilian Geophysical Society**. [S.l.], 1999. p. cp–215.
- BOTELHO, N. F. et al. The paleoproterozoic peraluminous aurumina granite suite, goiás and tocantins, brazil: geological, whole rock geochemistry and u-pb and sm-nd isotopic constraints. **Alkmin, FF & Noce, CM The Paleoproterozoic record of the São Francisco Craton, Ouro Preto, Brasil, Field Guide and Abstracts**, p. 92, 2006.

- BOUMA, A. Turbidites. In: ELSEVIER (Ed.). **Desenvolvimentos em sedimentologia**. [S.l.: s.n.], 1964. v. 3.
- CAMPOS, J. E. G. et al. Geologia do grupo paranoá na porção externa da faixa brasílica. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 461–476, 2013.
- CAMPOS, J. E. G. et al. Discovery of precambrian deep-water turbidites and submarine volcanism in the brasílica belt, central brazil: The quilombo formation. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 108, p. 103226, 2021.
- CANTELE, T. D.; LIMA, E. de C.; BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1259–1282, 2018.
- CARVALHO, M. d. O. et al. The thrust contact between the canastra and vazante groups in the southern brasílica belt: structural evolution, white mica crystallinity and implications for the brasiliano orogeny. **Brazilian Journal of Geology**, SciELO Brasil, v. 46, p. 567–583, 2016.
- CARVALHO, M. d. O. et al. The vazante and canastra groups revisited: Sm-nd and sr isotopes-evidence for contribution from tonian intraplate magmatism during passive margin development along the sw são francisco margin, brazil. **Brazilian Journal of Geology**, SciELO Brasil, v. 49, n. 1, 2019.
- CLOUD, P.; DARDENNE, M. Proterozoic age of the bambuí group in brazil. **Geological Society of America Bulletin**, Geological Society of America, v. 84, n. 5, p. 1673–1676, 1973.
- CORDANI, U. G. et al. The significance of the transbrasiliano-kandi tectonic corridor for the amalgamation of west gondwana. **Brazilian journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 583–597, 2013.
- COUTO, J. P. Consideracoes sobre a idade do grupo bambui com bases em analises isotopicas de sr e pb. **Revista Brasileira de Geociências**, 1981.
- CUADROS, F. A. et al. The peraluminous aurumina granite suite in central brazil: An example of mantle-continental crust interaction in a paleoproterozoic cordilleran hinterland setting? **Precambrian Research**, Elsevier, v. 299, p. 75–100, 2017.
- DANTAS, E. L. et al. Geologia da folha porangatu sd. 22-xdi. CPRM; UnB, 2007.
- DARDENNE, M. et al. The brasílica fold belt. **Tectonic Evolution of South America**, Fólio Produção Editorial, Rio de Janeiro, Brazil, v. 1, p. 231–263, 2000.
- DARDENNE, M. A.; WALDE, D. H.-G. A estratigrafia dos grupos bambuí e macaúbas no brasil central. **1º Simpósio de Geologia de Minas, Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte**, p. 43–54, 1979.

- DENEZINE, M. Microfósseis orgânicos da formação sete lagoas, município de januária, estado de minas gerais, brasil: taxonomia e análise bioestratigráfica. 2018.
- DEUS FO E LATUF, M. d. O. e. o. de. Outorga e suas implicações na piscicultura no entorno do reservatório de furnas. v. 29, 2019.
- DIAS, P. H. A. Estratigrafia dos grupos canastra e ibiá (faixa Brasília meridional) na região de ibiá, minas gerais: caracterização e estudo de proveniência sedimentar com base em estudos isótopos u-pb e sm-nd. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- DUNHAM, R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional textures. AAPG Special Volumes, 1962.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R. Fácies e associações de fácies em depósitos neokuaternários de terraço na bacia do rio do peixe, região ocidental paulista. **Geociências**, v. 22, n. 1, p. 5–16, 2003.
- FARIA, A. D. Estratigrafia e sistemas deposicionais do grupo paranoá nas áreas de cristalina, distrito federal e são joão d’aliança-alto paraíso de goiás. **Unpublished PhD thesis, Universidade de Brasília**, p. 199, 1995.
- FERREIRA, F. J. F. **Gamaespectrometria Aérea e sua Aplicação na Cartografia Geológica**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Paraná, 2016.
- FERREIRA-FILHO, C. F. et al. Zircon and rutile u-pb geochronology of the niquelândia layered mafic and ultramafic intrusion, brazil: constraints for the timing of magmatism and high grade metamorphism. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 68, n. 3-4, p. 241–255, 1994.
- FERREIRA, M. A. C. M. Evolução tectônica das bacias arai, traíras e paranoá na faixa Brasília norte. 2017.
- FERREIRA, M. V. d. S.; ROSALES, M. J. T. Processamento e integração de dados magnetométricos terrestres e aéreos: uma correlação com dados de susceptibilidade magnética aplicados ao mapeamento geológico na região de vila nova do sul-rs. In: SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS AND BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY. **13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, Rio de Janeiro, Brazil, 26–29 August 2013**. [S.l.], 2013. p. 331–336.
- FILHO, J. O. de A. The pirineus syntaxis: An example of the intersection of two brasiliano fold-thrust belts in central brazil and its implications for the tectonic evolution of western gondwana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 144–148, 2000.
- FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks**. [S.l.]: Hemphill publishing company, 1980.
- FONSECA, M. Estilos estruturais e o arcabouço tectônico do segmento setentrional da faixa Brasília. **Unpublished Thesis, UnB, 172p**, 1996.

- FREITAS-SILVA, F.; DARDENNE, M. Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo canastra no oeste de minas gerais e leste de goiás. **Simp. Geol. Centro Oeste**, v. 4, p. 164–165, 1994.
- FREITAS-SILVA, F.; DARDENNE, M.; JOST, H. Lithostructural control of the morro do ouro, paracatu, minas gerais, gold deposit. In: **Symposium Brazil Gold'91**. [S.l.: s.n.], 1991. p. 681–683.
- FUCK, R. et al. Crosta continental paleoproterozóica no embasamento da porção norte da faixa brasília: novos dados sm-nd e u-pb. In: **SBG, Congresso Brasileiro de Geologia. João Pessoa, Anais**. [S.l.: s.n.], 2002. p. 308.
- FUCK, R. et al. Compartimentação da faixa brasília. **SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste**, v. 9, p. 26–27, 2005.
- FUCK, R. A. et al. The santa terezinha sequence, goias magmatic arc, central brazil: constraints from u-pb and sm-nd data. 2006.
- GIUSTINA, M. E. S. D. et al. Neoproterozoic magmatism and high-grade metamorphism in the goiás massif: new la-mc-icmps u–pb and sm–nd data and implications for collisional history of the brasília belt. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 172, n. 1-2, p. 67–79, 2009.
- GUIMARÃES, E. Estudos de proveniência e diagênese com ênfase na caracterização dos filossilicatos dos grupos paranoá e bambuí, na região de bezerra-cabeceiras (go). **Brasília-DF (Doctoral thesis, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília)**, 1997.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F. **Geocronologia do centro-oeste brasileiro: Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 19. 1970.
- IBGE. Relatório censo 2018 - instituto brasileiro de geografia e estatística, informe anual, acesso em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/unai/panorama>>. 2018.
- JQUES, A. et al. High-resolution geophysics in modern geological mapping. **AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics**, v. 17, n. 2, p. 159–173, 1997.
- JOST, H. et al. Uvá complex, the oldest orthogneisses of the archean-paleoproterozoic terrane of central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 47, p. 201–212, 2013.
- JOST, H.; SCANDOLARA, J. E. Características estruturais, petrográficas e geoquímicas de enxame de diques máficos intrusivo em rochas metassedimentares do greenstone belt de crixás, goiás. **Geologia USP. Série Científica**, v. 10, n. 3, p. 118–134, 2010.
- JUNGES, S. L.; PIMENTEL, M. M.; MORAES, R. de. Nd isotopic study of the neoproterozoic mara rosa arc, central brazil: implications for the evolution of the brasília belt. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 117, n. 1-2, p. 101–118, 2002.

JÚNIOR, P. P. et al. Facies analysis, sequence stratigraphy and chemostratigraphy of the sete lagoas formation (bambui group), northern minas gerais state, brazil: Evidence of a cap carbonate deposited on the januária basement high. **Braz. J. Geol.**, v. 47, n. 1, p. 59–77, 2017.

LARANJEIRA, N. **Geologia do Grupo Paranoá na região de Unaí: uma plataforma siliciclástica-carbonática no Proterozóico de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) — Dissertação de Mestrado, IG/UnB, Brasília, 165p, 1992.

LASA, E. e P. S. Relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. levantamento aerogeofísico de minas gerais, área 01. projeto unaí-vazante-paracatu-coromandel. secretaria de estado de minas e energia - seme - governo de minas gerais. 2001.

LAUX, J. H. et al. Two neoproterozoic crustal accretion events in the brasília belt, central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 18, n. 2, p. 183–198, 2005.

LEITE, C. et al. Carta geológica do brasil ao milionésimo: folha sf-23. **Brasília, DF: Programa Geologia do Brasil**, 2004.

LEVANDER, A. R.; GIBSON, B. S. Wide-angle seismic reflections from two-dimensional random target zones. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, Wiley Online Library, v. 96, n. B6, p. 10251–10260, 1991.

MARINI, O. et al. As faixas de dobramentos brasília, uruaçu e paraguai-araguaia e o maciço mediano de goiás. **Geologia do Brasil**, Ministério das Minas e Energia—Departamento Nacional da Produção Mineral, p. 251–303, 1984.

MARTINS, F. B. et al. Classificação climática de köppen e de thornthwaite para minas gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 2018.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. d. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. **Universidade de Brasília, Brasília**, 2012.

MILLER, H. G.; SINGH, V. Potential field tilt—a new concept for location of potential field sources. **Journal of applied Geophysics**, Elsevier, v. 32, n. 2-3, p. 213–217, 1994.

MOURA, F. d. G. Geologia do grupo quilombo e seu embasamento cristalino na região de unaí-mg. 2018.

MOURÃO, M. A. A. et al. Caracterização hidrogeológica do município de unaí. CPRM; COMIG, 2001.

MUTTI, E. **Turbidite sandstones**. [S.l.]: AGIP, Istituto di geologia, Università di Parma, 1992.

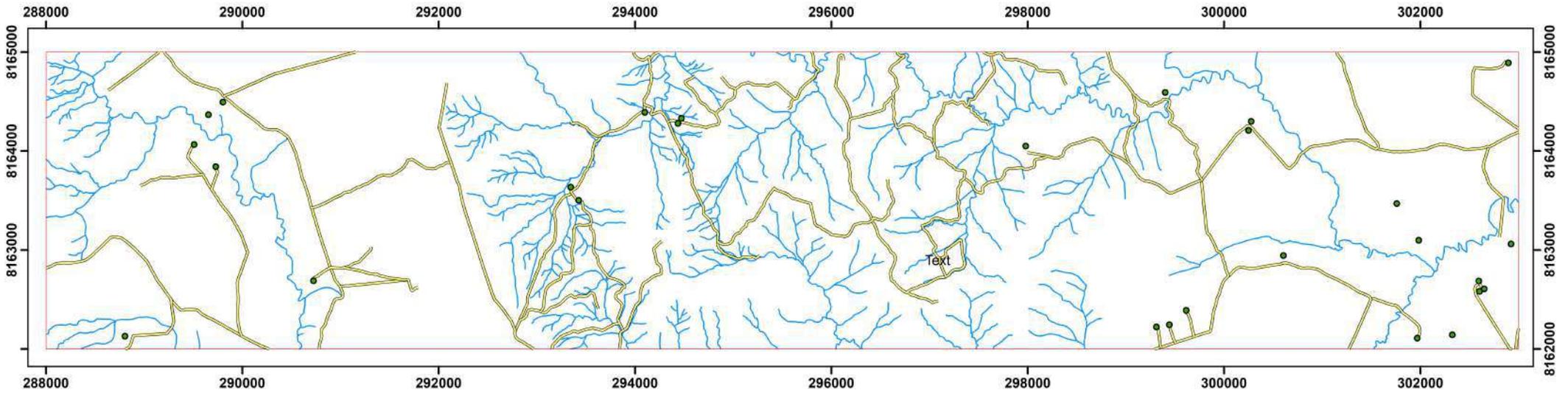
MUTTI, E. e. o. **Uma Introdução à Análise de Antigas Bacias Turbidíticas de uma Perspectiva de Afloramento: AAPG Continuing Education Course Note, No. 39**. [S.l.: s.n.], 1999.

- MUTTI EMILIANO E NORMARK, W. R. Uma abordagem integrada para o estudo de sistemas turbidíticos. In: SPRINGER (Ed.). **fácies sísmica e processos sedimentares de ventiladores submarinos e sistemas turbidíticos**. [S.l.: s.n.], 1991. p. 75–106.
- NAIME, U. J. et al. Solos e avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões paracatu e unaí-minas gerais. **Embrapa Solos-Livro científico (ALICE)**, Belo Horizonte: Epamig, 2014., 2014.
- NOGUEIRA, G. **Enquadramento litoestratigráfico, sedimentologia e evolução geoquímica do depósito fósil de Lagamar (MG), Formação Vazante**. Tese (Doutorado) — MSc Thesis, 1993.
- PAULA-SANTOS, G. M. et al. New evidence of an ediacaran age for the bambuí group in southern são francisco craton (eastern brazil) from zircon u–pb data and isotope chemostratigraphy. **Gondwana Research**, Elsevier, v. 28, n. 2, p. 702–720, 2015.
- PEREIRA, L. F. et al. Evolução geológica dos grupos canastra e ibia na região entre coromandel e guarda-mor, mg. **Geonomos**, 1994.
- PIMENTEL, M. M. et al. The neoproterozoic goiás magmatic arc, central brazil: a review and new sm–nd isotopic data. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 35–39, 2000.
- PIMENTEL, M. M.; HOLLANDA, M. H.; ARMSTRONG, R. Shrimp u–pb age and sr–nd isotopes of the morro do baú mafic intrusion: implications for the evolution of the arenópolis volcano-sedimentary sequence, goiás magmatic arc. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, SciELO Brasil, v. 75, n. 3, p. 331–339, 2003.
- PIMENTEL, M. M. et al. The tectonic evolution of the neoproterozoic brasília belt, central brazil, based on shrimp and la–icpms u–pb sedimentary provenance data: a review. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 31, n. 4, p. 345–357, 2011.
- PINHO, J. M. M. et al. Geologia e recursos minerais das folhas: Cabeceira grande, unaí, ribeirão arrojado, serra da aldeia, serra da tiririca, paracatu, guarda-mor, arrenegado, coromandel, lagamar, monte carmelo e patos de minas. CPRM, 2017.
- PINTO, C. P. Caracterização hidrogeológica da microrregião de unaí. CPRM; COMIG, 2001.
- PIRES, F. A. O "estado de arte" dos depósitos de turbiditos. **Revista do Instituto Geológico**, v. 14, n. 1, p. 55–64, 1993.
- REIS, H. L.; ALKMIM, F. F. Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: The três marias salient, são francisco basin, brazil. **Marine and Petroleum Geology**, Elsevier, v. 66, p. 711–731, 2015.
- RIBEIRO, I. D. B.; MOURA, M. L. F. Xxiii simpósio brasileiro de recursos hídricos. 2018.
- RODRIGUES, J. et al. Age, provenance and tectonic setting of the canastra and ibiá groups (brasília belt, brazil): Implications for the age of a neoproterozoic glacial event in central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 29, n. 2, p. 512–521, 2010.

- RODRIGUES, J. B. Proveniência de sedimentos dos grupos canastra, ibiá, vazante e bambuí: um estudo de zircões detríticos e idades modelo sm-nd. 2008.
- SANTOS, R. F. d.; ALKMIM, F. F. d.; SOARES, A. C. P. A formação salinas, orógeno arauaí (mg): história deformacional e significado tectônico. 2009.
- SELLEY, R. C. Uma introdução à sedimentologia. 1982.
- SERAINE, M. et al. Tectonic significance of abrupt immature sedimentation in a shallow cratonic margin basin: The arkose level, mesoproterozoic paranoá group. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 97, p. 102397, 2020.
- SERAINE, M. et al. Multi-dimensional scaling of detrital zircon geochronology constrains basin evolution of the late mesoproterozoic paranoá group, central brazil. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 365, p. 106381, 2021.
- SILVA, C. C. et al. Contribution to petrogenesis of the paleoproterozoic basaltic magmatism from the arai continental rift, central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 110, p. 103345, 2021.
- SILVA, C. H. d. Evolução geológica da faixa Brasília na região de Tapira, sudoeste de Minas Gerais. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2006.
- SIMÕES, L. S. A. **Evolução tectonometamórfica da nappe de Passos, sudoeste de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 1995.
- STRIEDER, A. J.; NILSON, A. A. Estudo petrológico de alguns fragmentos tectônicos da melange ofiolítica em Abadiânia (GO): Iii-texturas e composição química dos corpos máficos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 363–371, 1992.
- TANIZAKI, M. L. N.; CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia do grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil central. **Brazilian Journal of Geology**, SciELO Brasil, v. 45, p. 95–108, 2015.
- UHLEIN, A. et al. Tectônica da faixa de dobramentos Brasília–setores setentrional e meridional. **Geonomos**, 2012.
- VALERIANO, C. d. M. et al. Southern Brasília belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K–Ar data and evolution during the Neoproterozoic Brazilian orogeny. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 195–199, 2000.
- VALERIANO, C. de M. The southern Brasília belt. In: **São Francisco Craton, Eastern Brazil**. [S.l.]: Springer, 2017. p. 189–203.
- VALERIANO, C. M. et al. U–Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 130, n. 1–4, p. 27–55, 2004.

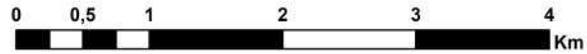
WARREN, L. V. et al. The puzzle assembled: Ediacaran guide fossil cloudina reveals an old proto-gondwana seaway. **Geology**, Geological Society of America, v. 42, n. 5, p. 391–394, 2014.

Mapa Base



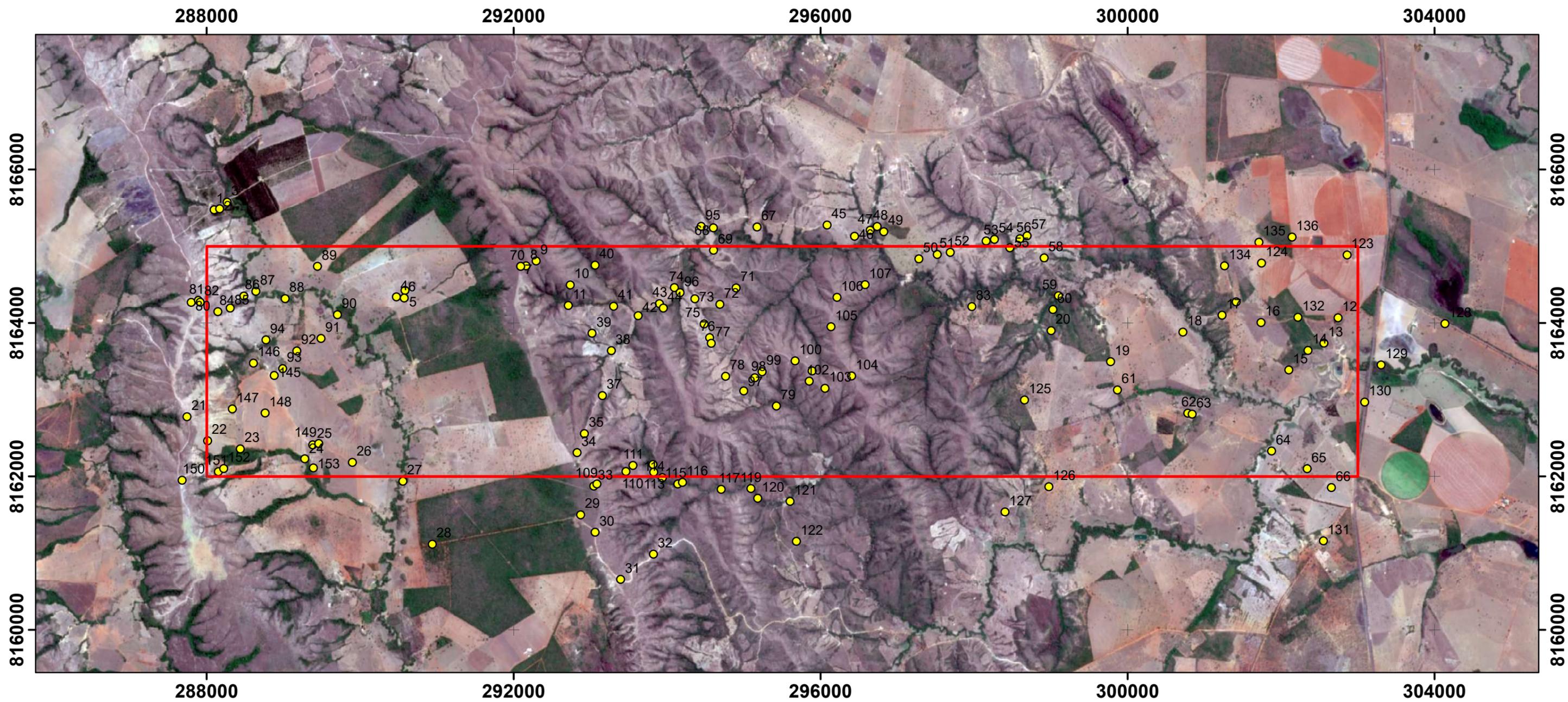
Legenda

-  Drenagem
-  Fazenda
-  Vias de Acesso
-  Subária V



**Autores: João Carlos Figueiredo
Paloma Amorim**

Mapa de Pontos - Área V



● Pontos marcados em campo

▭ Subárea V



Universal Transversa de Mercator Zona 23S
Sirgas 2000



Autores: João Carlos Figueiredo
Palloma Amorim

Apêndice C - Tabela de pontos

Ponto	X	Y	Altitude	Data	Dimensão do afloramento	Litotipos	Unidade Geológica	Descrição do Afloramento	Fotografias
1	288098	8165474	797	July 6, 2021	PC				
2	288169	8165487	786	July 6, 2021	In situ, drenagem seca	Calcilutito dolomítico, grauvaça e microconglomerado lítico em blocos	Paranoá/Córrego do Barreiro	Rocha 1: Dolomito micrítico cinza escura homogêneo, na parte fresca há bandas claras descontínuas, de espessura milimétrica. Bandas claras oxidadas, também há laminação plano paralela deposicional. Calcilutito dolomítico laminado. Rocha 2: Rocha de coloração bege e granulometria areia média de grãos bem selecionados e arredondados, com matriz carbonática, grauvaça, aparece em camadas centimétricas, contínuas. Rocha 3: microconglomerado com líticos de escala milimétrica, rocha de cor rosada. Líticos subangulosos e arredondados a alongados.	
3	288266	8165573		July 6, 2021	In situ, drenagem molhada	Dolomito e pelito	Paranoá/Córrego do Barreiro		
4	290472	8164340	798	July 6, 2021	PC	Latossolo, e blocos lateríticos			
5	290585	8164424		July 6, 2021	Blocos rolados	Arenito grosso e pelito		Seixos angulosos de lamitos com mica, e blocos de arenito grosso	
6	290575	8164325		July 6, 2021	Blocos rolados	Ritmito		Rocha rítmica intercalações milimétricas a centimétricas com porções vermelhas esbranquiçadas e cinza metálico, alterada.	
7	292093	8164736	876	July 6, 2021	Blocos rolados	Ritmito		Rocha rítmica com magnetita euédricas milimétricas e veios de quartzo milimétricos	
8	292162	8164744	895	July 6, 2021	Blocos rolados	Arenito		Rocha de coloração vermelho rosado, granulometria areia fina a média, quartzo com grãos arredondados e esféricos, micas e óxidos.	
9	292294	8164807	871	July 6, 2021	Blocos rolados	Arenito		Rocha de coloração bege rosado com quartzo micas e óxidos, magnética.	
10	292738	8164494	855	July 6, 2021	Blocos rolados	Arenito		Rocha de coloração bege rosado com quartzo micas e óxidos, magnética.	
11	292714	8164227	677	July 6, 2021	In situ, drenagem molhada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha de coloração cinza, com bancos de areia intercalados com porções milimétricas de pelitos.	
12	302744	8164066		July 7, 2021	PC			Solo esbranquiçado	
13	302559	8163735		July 7, 2021	Blocos rolados	Laterito		Solo cheio de blocos de laterito, algumas com cristais de quartzo.	
14	302353	8163641		July 7, 2021	Lagoa Seca			Solo amarelado	
15	302102	8163386		July 7, 2021	Blocos rolados	Laterito			
16	301740	8164004		July 7, 2021	PC			Solo avermelhado	
17	301233	8164100		July 7, 2021	PC				
18	300723	8163880		July 7, 2021	In situ	Ritmito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha com camada de areia milimétricas intercaladas com pelitos centimétricos, dobrada, com redobramento. Pelos menos 2 fases deformacionais.	
19	299780	8163495		July 7, 2021	PC			Solo amarelado	
20	299006	8163899		July 7, 2021	In situ	Pelito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha pelítica siltosa, com duas direções de clivagem. Rocha quebradiça.(bolachas)	
21	287745	8162777	890	July 8, 2021	Blocos rolados	Pelito		Rocha de coloração rosada, pelito com laminação plano paralela com variação de cor, foleação no plano do acamamento com micas.	
22	288013	8162464	860	July 8, 2021	PC			Cupinzeiro marrom claro.	
23	288439	8162358	827	July 8, 2021	PC			Drenagem seca, com solo arenoso e fragmentos de cascalho.	
24	289279	8162229	782	July 8, 2021	PC			Solo marrom claro, alaranjado. Barragem da drenagem com laterito no fundo.	
25	289382	8162410	792	July 8, 2021	Blocos rolados	Laterito		Blocos de laterito, com vegetação cercado de pasto.	
25b				July 8, 2021	Corte de estrada	Pelito		Rocha pelítica com foleação no penetrativa no plano do acamamento. Placosa. Laminação variegada.	
26	289899	8162181	769	July 8, 2021	Chão de estrada	Siltito	Paranoá/Córrego do Barreiro	Rocha amarelada, bastante alterada, despedaçante, de granulometria silte.	
27	290557	8161936	757	July 8, 2021	Leito de rio	Laterito			
28	290940	8161114	778	July 8, 2021	PC			Solo avermelhado	
29	292873	8161498	835	July 8, 2021	Drenagem de erosão	Pelito		Exposição de rocha pelítica nas drenagens de erosão, na beira da estrada. Solo amarelado.	
30	293063	8161271	852	July 8, 2021	Corte de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com camadas centimétricas de psamitos finos bem selecionados e pelitos argilosos de coloração rosa.	
31	293395	8160657	831	July 8, 2021	Corte de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha com coloração bege camadas mais espessas de psamitos intercaladas com finas camadas milimétricas de pelitos.	
32	293822	8160985	828	July 8, 2021	Corte de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Ritmito dobrado.	
33	293045	8161873	851	July 9, 2021	PC				
34	292827	8162308		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha com variação de cor, cinza escuro, cinza claro e avermelhado. A porção cinza escuro possui granulometria de areia fina, e a parte vermelha é argilosa. Camadas centimétricas laminadas da rocha cinza, e camadas maciças centimétricas da rocha vermelha.	
35	292923	8162557		July 9, 2021		Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira		
36	283032	8162840		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha encontra-se dobrada.	
37	293157	8163051		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Presença de uma foleação de crenulação.	
38	293273	8163638		July 9, 2021	PC				
39	293023	8163864		July 9, 2021	In situ, drenagem seca	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha com variação de cores em camadas descontínuas, de espessura centimétrica, na parte branca, a granulometria é de argila e na parte cinza escuro é arenito fino, bem selecionado e maciço.	
40	293062	8164752		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com camadas milimétricas de argila e camadas centimétricas de arenito.	
41	293304	8164217		July 9, 2021	PC				
42	293624	8164094		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha com coloração rosada, intercalada com camadas descontínuas de cor esbranquiçada de granulometria areia média.	
43	293900	8164251		July 9, 2021	Chão de estrada	Ritmito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com veios de quartzo milimétricos.	
44	293951	8164193		July 9, 2021	PC				
45	296086	8165274		July 10, 2021	Corte de estrada	Litoarenito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha de coloração marrom rosada de granulometria areia média a grossa. Com grãos líticos.	
46	296444	8165129		July 10, 2021	Drenagem seca			Neossolo	
47	296646	8165206		July 10, 2021	Blocos rolados	Quartzito, arenito médio e siltito		Rocha de coloração rosada, de granulometria média, recristalizada e um arenito médio de coloração avermelhada. Siltito escuro, de espessura milimétrica.	
48	296737	8165256		July 10, 2021	In situ, drenagem molhada	Arenito fino		Rocha de arenito de granulometria areia fina, de coloração bege, maciço, bem selecionado.	
49	296825	8165187		July 10, 2021	Drenagem Seca	Siltito-arenoso		Rocha de coloração cinza escuro, com camadas centimétricas de granulometria silte com porções arenosas.	
50	297282	8164834		July 10, 2021	Barranco	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Camadas rítmicas de rochas pelíticas milimétricas abundantes, e com raras camadas centimétricas de arenito maciço, geralmente no topo do afloramento.	

Apêndice C - Tabela de pontos

51	297522	8164892		July 10, 2021	Drenagem seca	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha de coloração rosa a bege, de granulometria silte e argilosa, com domínios onde há camadas centimétricas de arenito, e com domínios alterados.	
52	297690	8164919		July 10, 2021	Barranco	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rochas pelíticas com camadas centimétricas menos abundantes de arenito e por vezes litoarenito. Encontra-se dobrada em escala de afloramento.	
53	298158	8165068		July 10, 2021	Blocos rolados			Blocos rolados de cristais de quartzo e veios de quartzo quebrados, com steps.	
54	298266	8165088		July 10, 2021	Drenagem seca	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha no fundo da drenagem, em blocos in situ de litoarenito, de espessura centimétricas, intercalados com rochas pelíticas, de espessura milimétrica	
55	298468	8164978		July 10, 2021	In situ, drenagem molhada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rochas rítmicas com camadas pelíticas, intercalados com camadas arenosas, de espessura centimétricas.	
56	298599	8165097		July 10, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha rítmica com predominância de camadas pelíticas.	
57	298692	8165135		July 10, 2021	Blocos rolados		Quilombo/Ribeirão do Franco	Blocos rolados de veios de quartzo quebrados com cristais grandes, e steps nos blocos.	
58	298914	8164847		July 10, 2021	Drenagem Seca	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Blocos rolados de rochas rítmicas, com predominância de pelitos.	
59	299101	8164353		July 10, 2021	Chão de estrada	Arenito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha de coloração rosada, com granulometria areia média, com segregações de quartzo em finas agulhas de diversas direções.	
60	299029	8164174		July 10, 2021	Chão de estrada	Pelitos e litoarenito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rochas pelíticas, intercaladas com camadas de litoarenito médio.	
61	299868	8163125		July 10, 2021	PC			Solo vermelho, magnético.	
62	300786	8162824		July 10, 2021	Chão de estrada	Arenito médio	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha de coloração bege, granulometria areia média.	
63	300843	8162810		July 10, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha rítmica dobrada com medidas.	
64	301877	8162330		July 10, 2021	PC			Solo vermelho.	
65	302341	8162100		July 10, 2021	PC			Solo vermelho, pasto.	
66	302658	8161854		July 10, 2021	PC				
67	295172	8165249		July 11, 2021	PC				
68	294604	8165238		July 11, 2021	In situ, drenagem molhada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com dompinios psamíticos decimétricos de coloração cinza esbranquiçada. Intercalados com pelitos que são abundantes.	
69	294606	8164947		July 11, 2021	Blocos rolados	Laterito			
70	292093	8164736		July 11, 2021	Blocos rolados	Laterito			
71	294901	8164456		July 11, 2021	In situ	Arenito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha de coloração branca, maciça, de arenito bem selecionado e com granulometria de areia média	
72	294688	8164242		July 11, 2021	In situ	Arenito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento na descida da serra, de rocha branca, maciça de arenito bem selecionado de granulometria areia média	
73	294363	8164314		July 11, 2021	In situ, drenagem seca	Pelito argiloso	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha argilosa, de coloração escura, com camadas em espessuras centimétricas.	
74	294096	8164460		July 11, 2021	PC			Solo amarelado	
75	294482	8163986		July 11, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha in situ no chão da estrada, com steps, onde foram realizadas medidas.	
76	294555	8163807		July 11, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com predominância de pelitos intercalados com camadas centimétricas de arenitos maciços.	
77	294575	8163734		July 11, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com predominância de pelitos intercalados com camadas centimétricas de arenitos maciços. Apresentam fraturas marcantes que foram medidas.	
78	294763	8163304		July 11, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira		
79	295424	8162917		July 11, 2021	Drenagem molhada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha com predominância de pelitos, de coloração cinza escuro, com segregação de quartzo, intercaladas com camadas finas centimétricas de arenito maciço.	
80	287799	8164266		July 12, 2021	PC				
81	287893	8164293		July 12, 2021	In situ	Filito	Canastra	Rocha filítica, com dobras suaves, 2 foliações e bastante quebradiço. Rocha um pouco alterada.	
82	287916	8164269		July 12, 2021	In situ	Filito e Quartzito	Canastra	Rocha filítica, intercalado com camadas métricas de quartzito maciço.	
83	297971	8164211		July 12, 2021	In situ	Filito	Canastra		
84	288147	8164147		July 12, 2021	In situ	Filito	Canastra	Coletado amostra	
85	288307	8164193		July 12, 2021	In situ	Filito ou grauvacca?	Canastra		
86	288485	8164350		July 12, 2021	In situ	Filito	Canastra		
87	288641	8164411		July 12, 2021	Drenagem molhada			Solo de cor amarelada muito espesso na margem do rio.	
88	289023	8164315		July 12, 2021	Drenagem molhada			Solo espesso de cor amarelada na margem do rio	
89	289445	8164738		July 12, 2021	PC			Solo cor marrom na estrada.	
90	289705	8164106		July 12, 2021	Drenagem molhada			Solo espesso de cor amarelada na margem do rio	
91	289491	8163798		July 12, 2021	PC				
92	289176	8163633		July 12, 2021	PC			Solo avermelhado	
93	288991	8163404		July 12, 2021	Chão de estrada	Filito	Canastra	Rocha filítica alterada, com amostra. Apresenta variação de cor com domínios mais roxos em rochas predominantemente avermelhada. Rocha muito quebradiça de difícil manejo pra retirada de amostra.	
94	288772	8163778		July 12, 2021	PC			Solo avermelhado	
95	294444	8165258		July 13, 2021	PC			Ponto de início do dia	
96	294169	8164393		July 13, 2021	Drenagem mohada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira		
97	294999	8163113		July 13, 2021	PC			Topo do morro	
98	295143	8163285		July 13, 2021	In situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica, com pelitos, de espessura milimétricas intercalados com arenitos de espessura centimétrica, onde há predominância dos pelitos.	
99	295238	8163362		July 13, 2021	In situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com steps in situ nas cmadas arenosas	
100	295669	8163504		July 13, 2021	PC				
101	295890	8163373		July 14, 2021	PC				
102	295852	8163241		July 14, 2021	In situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento de rocha rítmica com camadas pelíticas predominantes de espessura centimétrica, intercaladas com camadas pouco espessas (5cm) de arenito maciço. Topo do morro	
103	296059	8163148		July 14, 2021	PC				
104	296406	8163308		July 14, 2021	In Situ	Quartzito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento no topo do morro no chão da trilha, de quartzito, de granulação média, e maciço.	
105	296136	8163949		July 14, 2021	In situ	Quartzito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Quartzito maciço de granulação média.	
106	296214	8164332		July 14, 2021	PC				
107	296580	8164497		July 14, 2021	PC				

Apêndice C - Tabela de pontos

108	296683	8195002		July 14, 2021	Drenagem molhada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento no leito do rio, de rocha rítmica com predominância de camadas psamíticas de espessura decimétricas, intercalados com finas camadas milimétricas de argilitos maciços, ou com laminação plano paralela.	
109	293085	8161900	754	July 15, 2021	In Situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Topo do morro, início do dia. Rocha rítmica, de arenito maciço intercalado com pelitos maciços.	
110	293465	8162062	696	July 15, 2021		Grauvaca Lítica, siltito e folhelho	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento em drenagem seca, com três litologias, grauvaca lítica, siltito maciço e folhelho acinzentado.	
111	293555	8162141		July 15, 2021	In situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento evidenciando uma fratura de alívio de baixo ângulo, em ritimitos da Formação Quilombo.	
112	293815	8162154		July 15, 2021	Drenagem seca			Solo avermelhado no fundo da drenagem seca.	
113	293826	8162054		July 15, 2021	PC				
114	293939	8161983		July 15, 2021	In situ, drenagem molhada	Grauvaca lítica e arenito grosso	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento de contato de camada de espessura decimétricas de grauvaca lítica, com camadas métricas de arenito de granulometria areia grossa, laminado. Apresenta dobra com eixo rompido, em escala de afloramento.	
115	294139	8161900		July 15, 2021	In situ, drenagem molhada	Folhelho, siltito arenoso e grauvaca lítica	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento com rochas indicando fluxo de turbidez, em águas profundas. A grande presença de argilas indica deposição distal ao leque turbidítico.	
116	294201	8161921		July 15, 2021	In situ, drenagem molhada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento de camadas decimétricas de arenito, intercalados por pelitos de espessura milimétrica.	
117	294706	8161830		July 15, 2021	In situ, drenagem molhada	Arenito, grauvaca e pelito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Afloramento para usar como exemplo de espessura. Contato entre arenito, grauvaca e pelito.	
118	295012	8191881		July 15, 2021	Drenagem molhada	Grauvaca lítica e siltito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Camadas espessas decimétricas de grauvaca lítica, em contato com finas camadas centimétricas de siltitos amostra	
119	295092	8161840		July 15, 2021	PC				
120	295181	8161714		July 15, 2021	In situ, drenagem molhada	Grauvaca lítica e pelitos	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Dobra de escala de afloramento, grauvacas líticas de espessura centimétricas intercalados com pelitos de espessura decimétricos.	
121	295603	8161673		July 15, 2021	In situ	Arenito lítico	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Arenito com grãos líticos grandes, alguns com tamanho superior a 1 cm.	
122	295686	8161153		July 15, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão da Porteira	Rocha rítmica com predominância de pelitos com camadas centimétricas, intercalados com camadas de arenitos maciços.	
123	302862	8164886		July 16, 2021	PC				
124	301746	8164780		July 16, 2021	PC			Pivo de plantação	
125	298658	8162994		July 16, 2021	In situ	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha rítmica com predominância de pelitos, intercalados com camadas centimétricas de arenito branco maciço.	
126	298976	8161864		July 16, 2021	Chão de estrada	Ritimito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Afloramento no chão da estrada de intercalação de rochas pelíticas, em camadas centimétricas com camadas de arenito médio, de espessura centimétrica.	
127	298404	8161535		July 16, 2021	PC				
128	304136	8163990		July 16, 2021	PC			Solo espesso de cor marrom avermelhado.	
129	303305	8163451		July 16, 2021	Drenagem molhada			Solo espesso na margem da drenagem, de coloração avermelhada.	
130	303092	8162968		July 16, 2021	PC			Solo avermelhado	
131	302553	8161158		July 16, 2021	PC				
132	302222	8164073		July 17, 2021	Blocos rolados	Laterito		Blocos rolados de laterito na beira da estrada.	
133	301416	8164274		July 17, 2021	In situ	Pelito	Quilombo/Ribeirão do Franco	Rocha pelítica, com duas foliações.	
134	301265	8164743		July 17, 2021	PC			Solo amarelado	
135	301712	8165051		July 17, 2021	PC			Pivo de plantação, solo vermelho.	
136	302144	8165117		July 17, 2021	PC			Pivo de plantação, solo vermelho.	
137R1	297547	8142912		July 18, 2021	In situ	Dolomito e Calcarenito intraclástico		Rocha de coloração cinza, com esteiras microbianas, há partes bioconstruídas e partes maciças micrítica. A parte bioconstruída é dolomítica e a parte maciça é um calcarenito intraclástico. As esteiras podem ser paralelas ou sinuosas. Algumas cavidades foram preenchidas por quartzo.	
138R2	297344	8143260		July 18, 2021	In situ	Dolomito e Quartzito		Contato de rochas dolomíticas com extraclastos de quartzo interdigitado com quartzitos médios.	
139R3	295997	8139769		July 18, 2021	In situ	Dolomito intraclástico		Rocha dolomítica com textura bioconstruída com esteiras microbianas sinuosas e contínuas e intraclastos micríticos, há domínios com estromatólitos dômicos. Ambiente mais profundo com espaço para crescimento dos estromatólitos, sem extraclastos, correspondendo a uma plataforma distal.	
140R4	294994	8138912		July 18, 2021	In situ	Brecha dolomítica		Brecha carbonática com intraclastos de esteiras microbianas e micríticos.	
141R5	294952	8137828		July 18, 2021	In situ	Brecha dolomítica		Brecha dolomítica com intraclastos centimétricos em contato interdigitado com rocha dolomítica bioconstruídas por esteiras microbianas e estromatólitos colunares.	
142R6	294254	8136340		July 18, 2021	In situ	Dolomito		Rochas estromatólíticas colunares, em contato interdigitado com outras rochas carbonáticas. Indicativo em afloramento de ambiente proximal plataformar carbonático.	
143R7	295604	8137169		July 18, 2021	In situ	Brecha dolomítica, estromatólitos e tufos carbonáticos		Afloramento em um paredão de carbonato, com contato de brechas carbonáticas dolomíticas, com estromatólitos colunares e dômicos e tufos carbonáticos com estrias.	
144R8	299012	8138594		July 18, 2021	In situ	Calcarenito dolomítico		Rocha dolomítica de coloração cinza esbranquiçado, com intraclastos micríticos, domínios bioconstruídos com esteiras microbianas, cavidades alongadas, paralelas ao acamamento, preenchidas por cimento isópaco, e com domínios silicificados.	
145	288881	8163315		July 19, 2021	Chão da trilha	Filito		Rocha de coloração variegada, em camadas centimétricas com 2 foliações penetrativas, muito alterada.	
146	288610	8163475		July 19, 2021	Drenagem seca			Solo vermelho-amarelado	
147	288335	8162878		July 19, 2021	PC				
148	288762	8162825		July 19, 2021	PC			Pasto com cupinzeiros vermelhos	
149	289460	8162428		July 19, 2021	Blocos rolados	Laterito		Blocos de laterito na beira da estrada.	
150	287680	8161949	900	July 19, 2021	Lajedo	Pelito		Rocha de coloração rósea a bege com intercalações milimétricas a centimétricas de camadas gravaqueanas finas e pelíticas. Presença de mica. Rocha foliada, com foliação mais penetrativa em domínio pelítico.	
151	288153	8162060	846	July 19, 2021	Drenagem seca	Pelito		Rocha pelítica de coloração rosada intercalada com domínios centimétricos psamíticos.	
152	288222	8162101	840	July 19, 2021	Drenagem seca	Ritimito			
153	289391	8162109	790	July 19, 2021	Lajedo				



**Universidade de Brasília
Instituto de Geociências**

**Descrições Petrográficas
Projeto Unai - Área V**

João Carlos Figueiredo
Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

Novembro de 2021



Mapeamento Geológico Final

Projeto Unai 2020 - Área V



SUMÁRIO

TF20-XI-110	2
TF20-VI-110	4
TF20-IX-42	6
TF20-IV-95	8
TF20-XI-116	10
TF20-XI-125	12
TF20-XIII-32A	14
TF20-XIII-32C	16
TF20-XII-54	18
TF20-XIII-33	20
TF20-II-108B	22
TF20-XIV-28	24
TF20-X-117	26

Amostra

TF20-XI-110

Localização - coordenadas UTM

23S E 301281 N 8146546

Unidade Litológica

Membro Ribeirão da Porteira - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

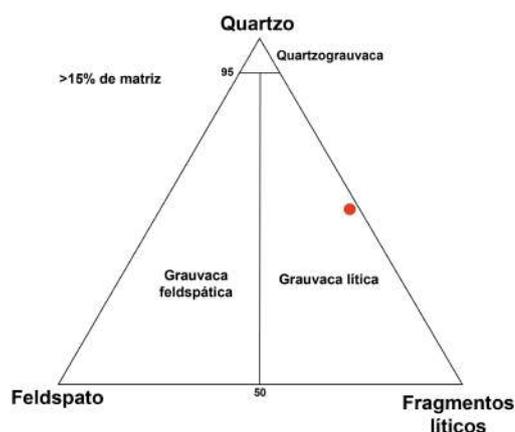
Rocha de coloração cinza escura, maciça. A granulometria varia de areia média a grânulos. Mal selecionada. e arcabouço formado por fragmentos líticos, quartzo e feldspato.

Descrição Microscópica

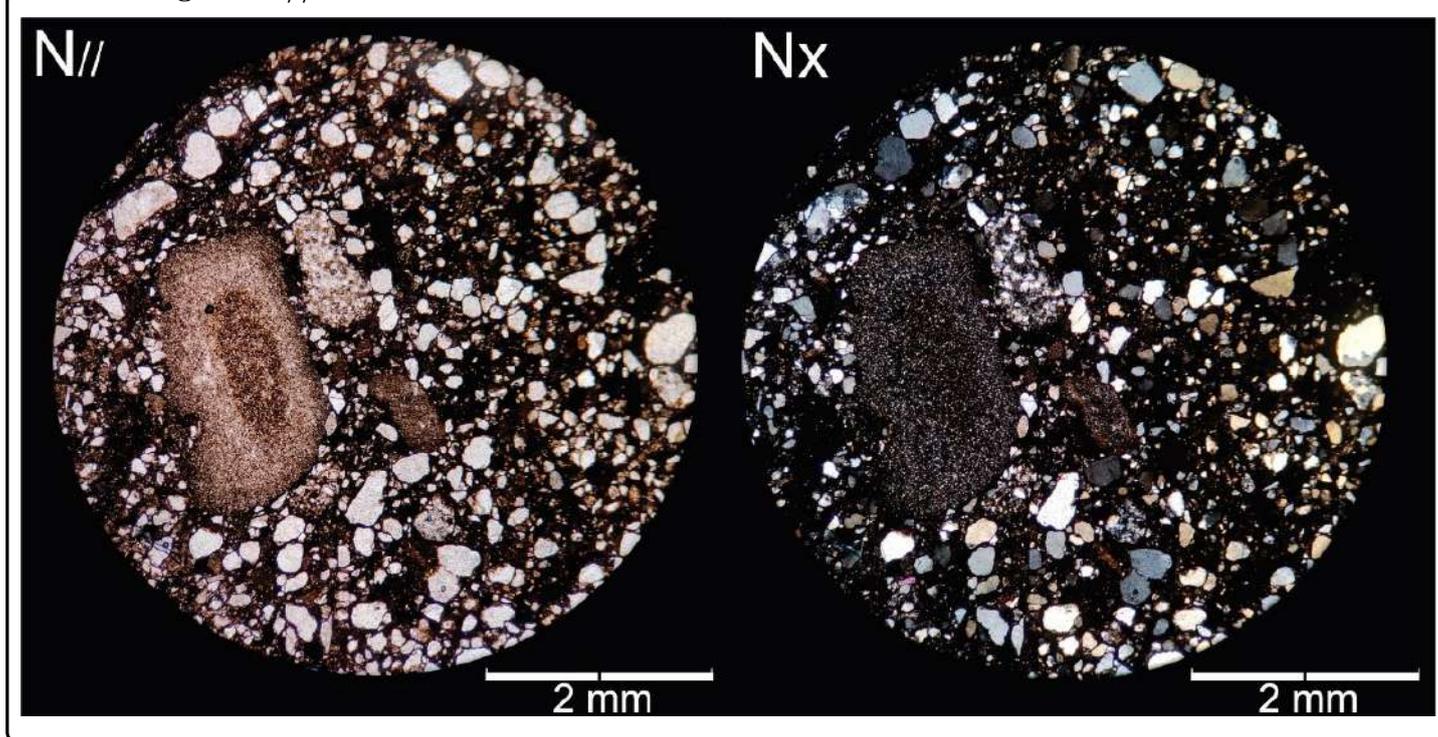
Arcabouço apresenta granulometria entre silte a grânulos com quartzo (0,04 a 0,8mm) subarredondados; feldspato (0,3 a 2,0 mm) subangulosos; fragmentos líticos (0,05 a 2,5mm) subarredondados a angulosos; micas detríticas (0,5 mm) subarredondadas e alta esfericidade. O suporte é clasto suportado. O contato entre os grãos são planares e, também, côncavo/convexo, em poucos domínios é pontual. Rocha imatura textural e composicional.

Composição Mineral

Mineral	%
Quartzo	50
Feldspato	5
Fragmentos Líticos	25
Mica	2
Matriz	18

Fotomacrografia**Seção para micrografia****Diagrama composicional**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Rocha formada pelo congelamento de fluxo de carga de fundo e sedimento em suspensão. Apresenta baixa porosidade e alguns clastos deformados pela compactação. Os clastos de quartzo são de fontes variadas.

Classificação

Grauvaca litica

Amostra

TF20-VI-110

Localização - coordenadas UTM

23S E 294313 N 8161865

Unidade Litológica

Membro Ribeirão da Porteira - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

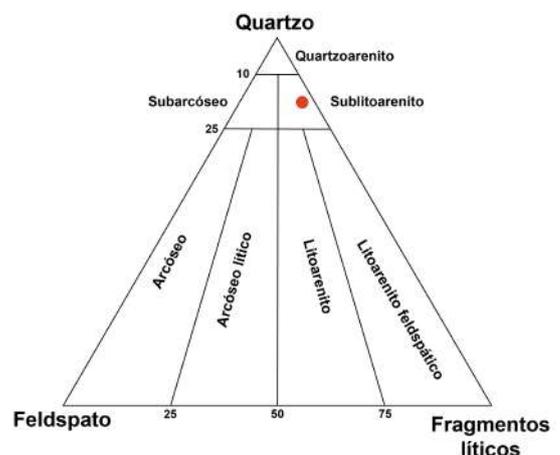
Rocha de coloração preta a cinza escuro quando fresca, marrom esverdeado quando alterado. De estrutura maciça composta por quartzo e fragmentos líticos. Grãos de quartzo com brilho vítreo e tamanho que varia de areia média a fina. Os fragmentos líticos possuem coloração escura e são arredondados com baixa esfericidade, seu tamanho varia de granulo a areia media.

Descrição Microscópica

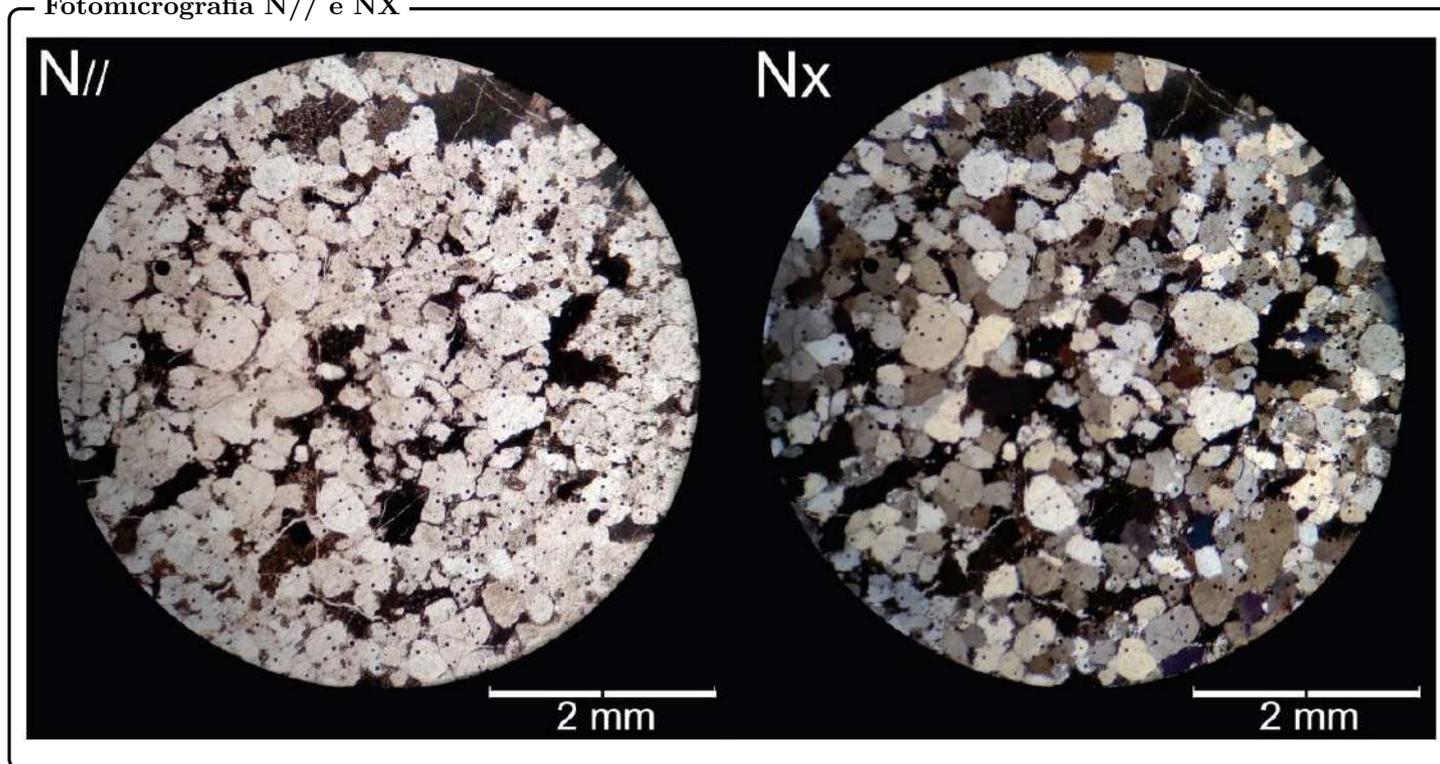
Rocha formada em sua maioria por grãos de quartzo e fragmentos líticos, possível observar em menor quantidade feldspatos, matriz e cimento silicoso. Os grãos de quartzo são na maior parte monocristalinos, de extinção reta, em alguns grãos ondulante. Possuem tamanho areia média a areia muito fina (1 a 0,08 mm) com tamanho médio de 0,4 mm. Distribuição uniforme pela amostra. Os contatos entre os grãos são predominantemente côncavos convexos e planares. Os fragmentos líticos observados são fragmentos de rochas pelíticas de tamanho areia muito grossa a areia média (2 a 0.3 mm), com frequentes inclusões de grãos de quartzo de tamanho areia fina a silte. São observados contornos cúspides. Os feldspatos se encontram levemente alterados, tem tamanho areia media a fina (0.3 a 0.1 mm) e tamanho médio de 0.3 mm. São subangulosos com alta esfericidade. Porções opacas que se assemelham a matriz, podendo ser uma pseudomatriz, com poucas ou nenhuma inclusão, está distribuído pela seção de maneira uniforme. Matriz lamosa que também pode estar sendo confundida com pseudomatriz. Observa-se cimento silicoso preenchendo fraturas e cavidades. Fabrica isotrópica.

Composição Mineral

Mineral	%
Quartzo	75
Fragmentos Líticos	15
Feldspato	3
Matriz Lamosa	3
Opacos	2
Cimento silicoso	2

Fotomacrografia**Seção para micrografia****Diagrama composicional**

Fotomicrografia N// e NX



Interpretação e Discussão

Rocha imatura composicionalmente e submatura texturalmente. Os fragmentos líticos estão deformados pela compactação e formam uma pseudomatriz, sendo confundida com matriz em lâmina. Estariam próximos a área fonte pois os fragmentos estão pouco alterados, o que evidencia menor transporte. Predominam grãos de quartzo monominerálicos plutônicos (comum), a compactação mecânica é observada no contato planar entre os grãos de quartzo.

Classificação

Sublitoarenito

Amostra

TF20-IX-42

Localização - coordenadas UTM

23S E 297467 N 8153089

Unidade Litológica

Membro Ribeirão da Porteira - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro extremamente fina de composição modal de difícil definição apenas com lupa. Com uma grande quantidade de matriz, descrita inicialmente em campo como sendo uma grauvaca.

Descrição Microscópica

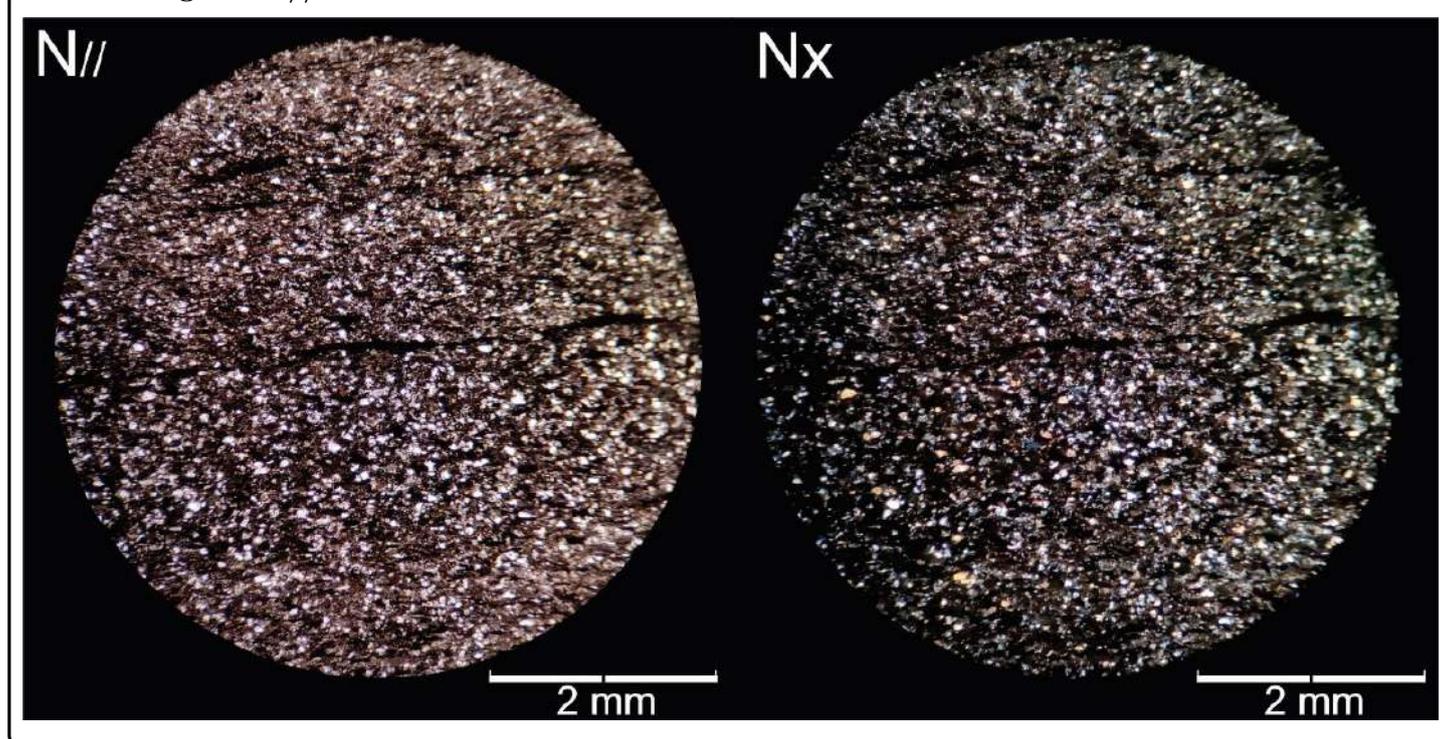
Rocha fina bem selecionada de arcabouço composto por essencialmente quartzo, raros opacos e fragmentos líticos de fração granulométrica entre areia fina e silte, variando entre 0,06 a 0,02 cm. Destaca-se a presença de um foliação pervasiva que atravessa toda a lâmina, responsável pela formação de um leve alinhamento mineral dos grãos de quartzo, que possuem baixa esfericidade, mas são bastante arredondados. A matriz compõe uma parte majoritária da rocha, ocupando os interstícios entre os grãos (35% a 40% do volume total), sendo. Os componentes do arcabouço no geral não se tocam e estão imersos em uma matriz argilosa em que se observam minerais opacos alongados e com orientação preferencial que parecem formar planos anastomosados, indicando uma deformação.

Composição Mineral

Mineral	%
Quartzo	47
Fragmentos Líticos	10
Matriz	40
Opacos	3

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Grauvaca lítica de submatura tanto textural quanto composicional, formada pelo congelamento do fluxo de carga de fundo e sedimento em suspensão, comum em um sistema turbidítico. A maturidade textural e composicional da rocha sugere um retrabalhamento moderado. A orientação de minerais indica uma foliação incipiente.

Classificação

Grauvaca lítica

Amostra

TF20-IV-95

Localização - coordenadas UTM

23S E 291872 N 8166520

Unidade Litológica

Membro Ribeirão da Porteira - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza-escuro, maciça. Granulometria varia de areia fina a areia média.

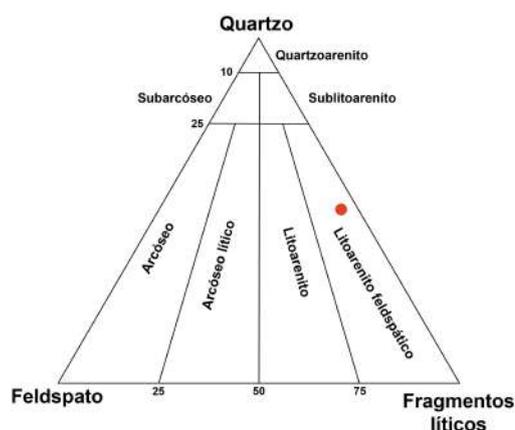
Composta por grãos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos subarredondados e alta-média esfericidade. Predominam grãos de fragmentos líticos (>40%) e quartzo (>40%).

Descrição Microscópica

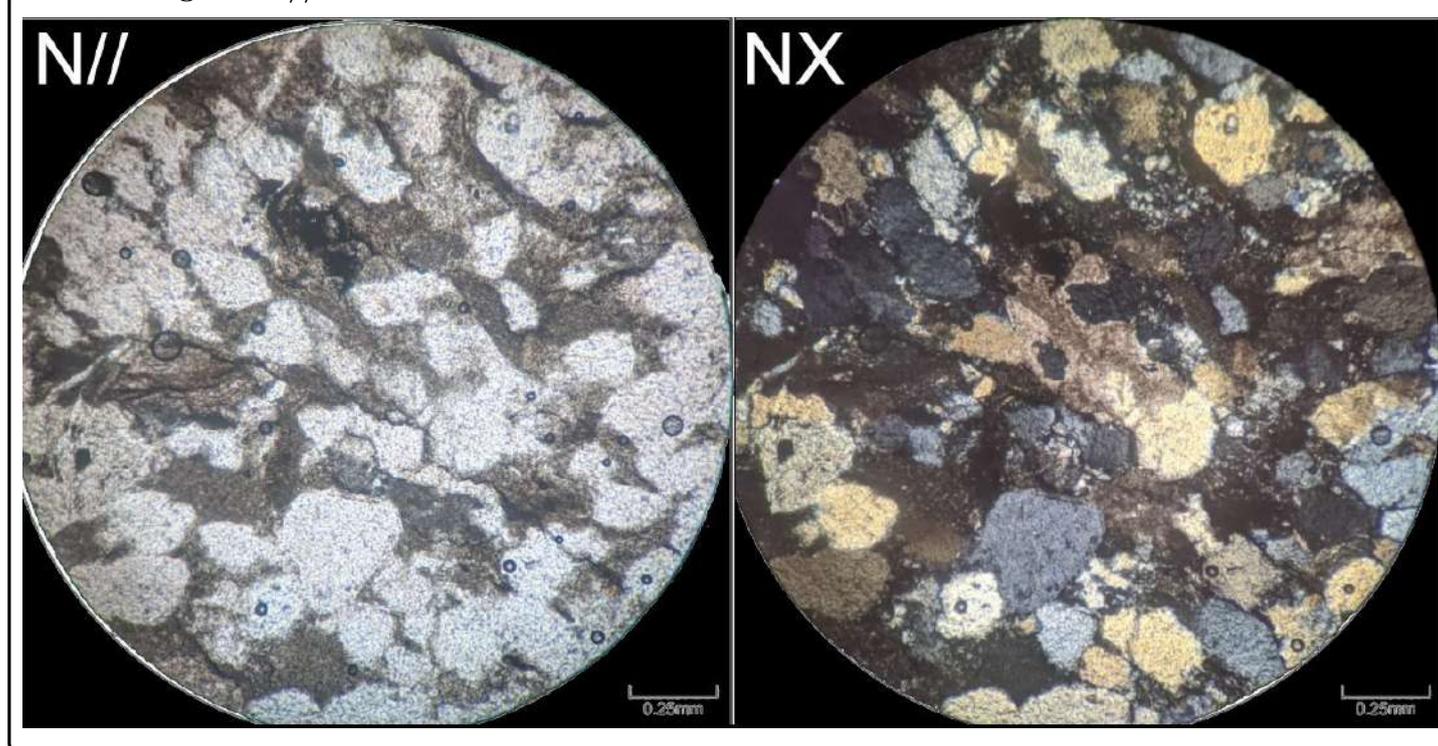
Rocha composta por quartzo, feldspato e fragmentos líticos (fragmentos de rochas pelíticas). Em volta dos grãos de quartzo há uma película de cimento silicoso (indica diagenese precoce), nos interstícios dos grãos há matriz. Há um porcentual aproximado de 10% de matriz. Paralela a direção de orientação dos grãos imbricados, há um plano preenchido por cimento opaco. Há veios de espessura de 0,12mm de quartzo que cortam os grãos. Há titanitas com pleocroísmo cor de interferência anômala, o grão aparece com o habito típico losangular de tamanho 0,23- 0,4 mm. Micas detriticas, presença de pleocroísmo, mas parece muito alterada - o habito alongado parece de mica, mas a nicóis cruzados a cor de interferência está de acordo com a da matriz. Quartzo com baixa a moderada extinção ondulante, apresentam granulometria areia, moderadamente selecionado, arredondados e esféricos a subelípticos. Em menor proporção quartzo com forte extinção ondulante, subgrãos e novos grãos formados em seu interior que indicam origem metamórfica. Em alguns domínios, os grãos subelíticos apresentam-se imbricados. Essencialmente a rocha é clasto suportada, no entanto há domínios em que há mais matriz e um clasto ou outro apresentam contato fluante. Os contatos entre os grãos são côncavo-convexo a suturados e em algumas partes em que há mais matriz, os grãos apresentam contatos flutuantes ou pontuais.

Composição Mineral

Mineral	%
Fragmentos líticos	30
Quartzo	50
Feldspato	5
Matriz	10
Titanita	<1
Micas	<1

Fotomacrografia**Seção para micrografia****Diagrama composicional**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Como em termos composicionais, predomina em toda a rocha fragmentos líticos, a imaturidade composicional indica que a área fonte é relativamente próxima ao sítio deposicional ou que a taxa de intemperismo ao longo do transporte dos fragmentos é baixa.

Classificação

Litoarenito feldspático

Amostra

TF20-XI-116

Localização - coordenadas UTM

23S E 297748 N 8147300

Unidade Litológica

Membro Ribeirão do Franco - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escuro quando fresca, apresentando-se com coloração marrom escuro quando alterada. Apresenta laminação plano-paralela descontínua (1 a 10 mm) entre níveis cinza claro e cinza escuro (acamamento). Granulometria areia fina.

Descrição Microscópica

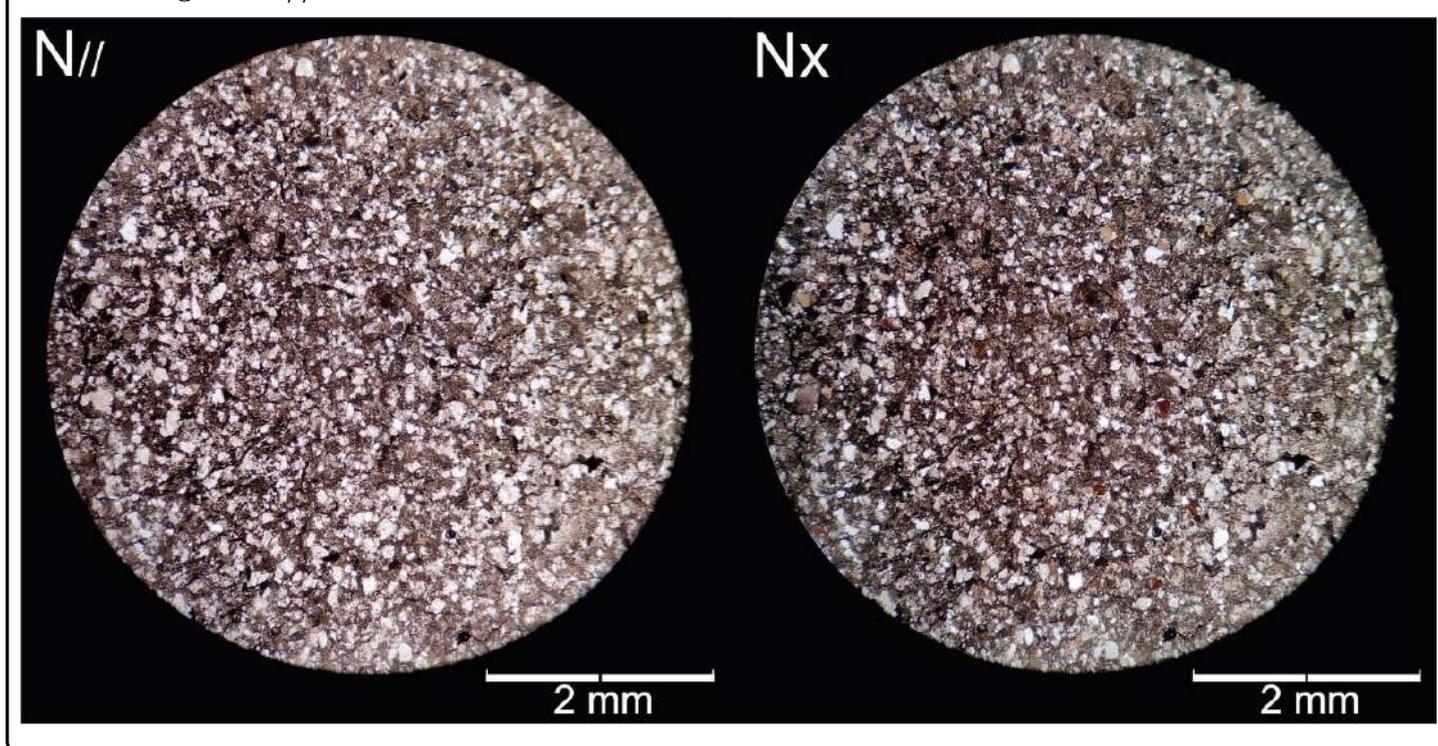
Granulometria de silte médio até areia média (0,01 a 0,33 mm), com média granulométrica areia muito fina a fina (0,12mm). A rocha composta por clastos de quartzo, feldspato (plagioclásio), mica, clorita e matriz. A matriz é suportada, mal selecionada, com moderada a baixa esfericidade e os clastos no geral são sub angulosos. Os contatos são flutuantes, pontuais ou planares, dependendo da quantidade de matriz no domínio. A presença de minerais opacos é o que causa a variação de coloração observada na macro. Os níveis de tonalidade cinza escuro apresentam uma maior quantidade de opacos que o mais claro. Os opacos aparecem orientados de forma planar concordantes ao acamamento. Além de ter planos de opacos paralelos ao acamamento, também há planos perpendiculares. Há a presença de cloritas de aproximadamente 0,05mm identificadas por meio do pleocroísmo característico e da cor verde a nicóis paralelos, além da cor de interferência alta. Há micas detríticas bastante alteradas imersas na matriz identificadas por meio do hábito e cor de interferência alta a nicóis cruzados.

Composição Mineral

Mineral	%
Quartz	60
Feldspato	5
Matriz	20
Mica	<10
Clorita	<5
Opacos	<5

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e Nx



Interpretação e Discussão

Os quartzos com baixa extinção ondulante podem ser indicar uma fonte sedimentar ou ígnea. Enquanto que os quartzos com forte extinção ondulante remetem a uma área fonte metamórfica. A coexistência de outros minerais com quartzo evidencia uma relativa proximidade entre a área fonte e a área de deposição. Os clastos subangulosos demonstram processos de retrabalhamento de grãos. Os contatos planares em porções de pouca presença de matriz indica processo de compactação mecânica. Área de deposição relaciona-se com congelamento do fluxo de carga de fundo e sedimento em suspensão, típico de sistema turbidídico.

Classificação

Grauvaca quartzosa

Amostra

TF20-XI-125

Localização - coordenadas UTM

23S E 296055 N 8145404

Unidade Litológica

Formação Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração acinzentada, nas porções alteradas possui tonalidades amareladas. Apresenta textura maciça e zonas com clastos de quartzo de tamanho granulo a areia muito grossa, sub-arredondados a sub-angulosos com esfericidade variável. Dolomitizada, reage levemente ao HCL.

Descrição Microscópica

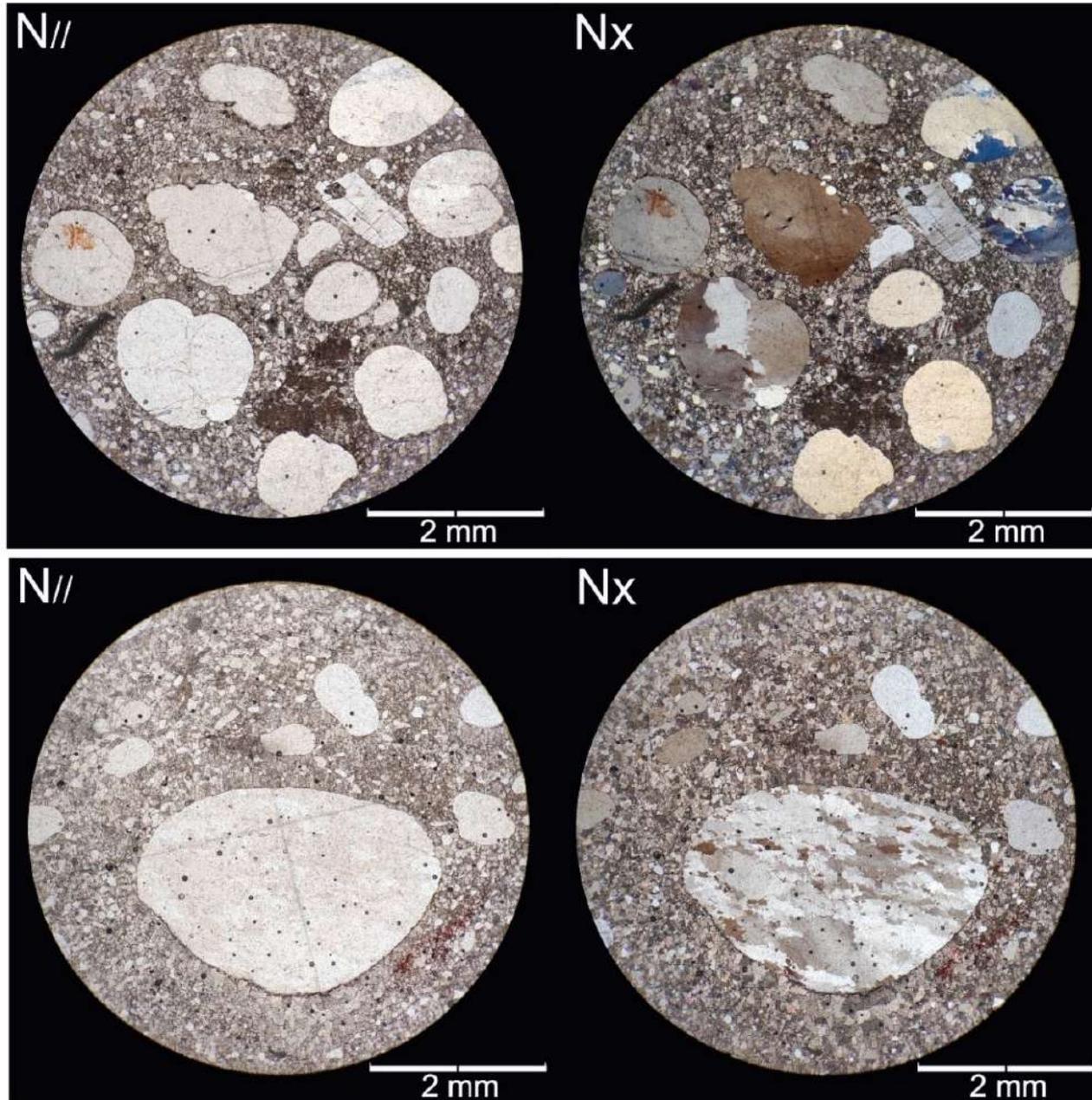
Rocha formada por micrita e extraclastos de quartzo. .
 A maior parte é formada micrita pouco recristalizada com raros extraclastos(0,1 a 0,8mm). São observadas duas distribuições nos extraclastos, uma com clastos de tamanho areia muito grossa a granulo e outra com tamanho areia muito fina a areia grossa.
 Na fração de maior granulação observa-se clastos de quartzo, que apresentam tamanho médio de 2,4mm (1 a 3,6 mm), arredondados. Na menor foram observados extraclastos de quartzo menores(0,1 a 1,2mm) e subarredondados. Os grãos de quartzo observados são tanto monocristalinos(70%) quanto policristalinos, alguns apresentam extinção ondulante.

Composição Mineral

Mineral	%
Extraclastos	55
Matriz micrítica recristalizada	25
Cimento espático	20

Fotomicrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

A presença de grande quantidade de extraclastos em meio a matriz micrítica pode ser interpretada como ocasionadas por fluxos episódicos. A deposição pode ter ocorrido devido a evolução da deposição de um rio, em que a medida em que a deposição do rio evolui, atinge porções mais distais. Diagenese marcada pela precipitação de cimento espático entre os extraclastos e recristalização da matriz micrítica provocada pelo soterramento. Os extraclastos de quartzo são de diferentes fontes, plutônica e metamórfica.

Classificação

Doloespárito extraclástico ou rudstone

Amostra

TF20-XIII-32A

Localização - coordenadas UTM

23S E 299113 N 8138547

Unidade Litológica

Formação Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza claro a escuro quando fresca, quando alterada apresenta coloração marrom avermelhada. Brecha intraclástica dolomitizada. Presença de cimento espático e intraclastos micríticos recristalizado para esparita (dolomitização). Observa-se porosidade em forma de *vugs*.

Descrição Microscópica

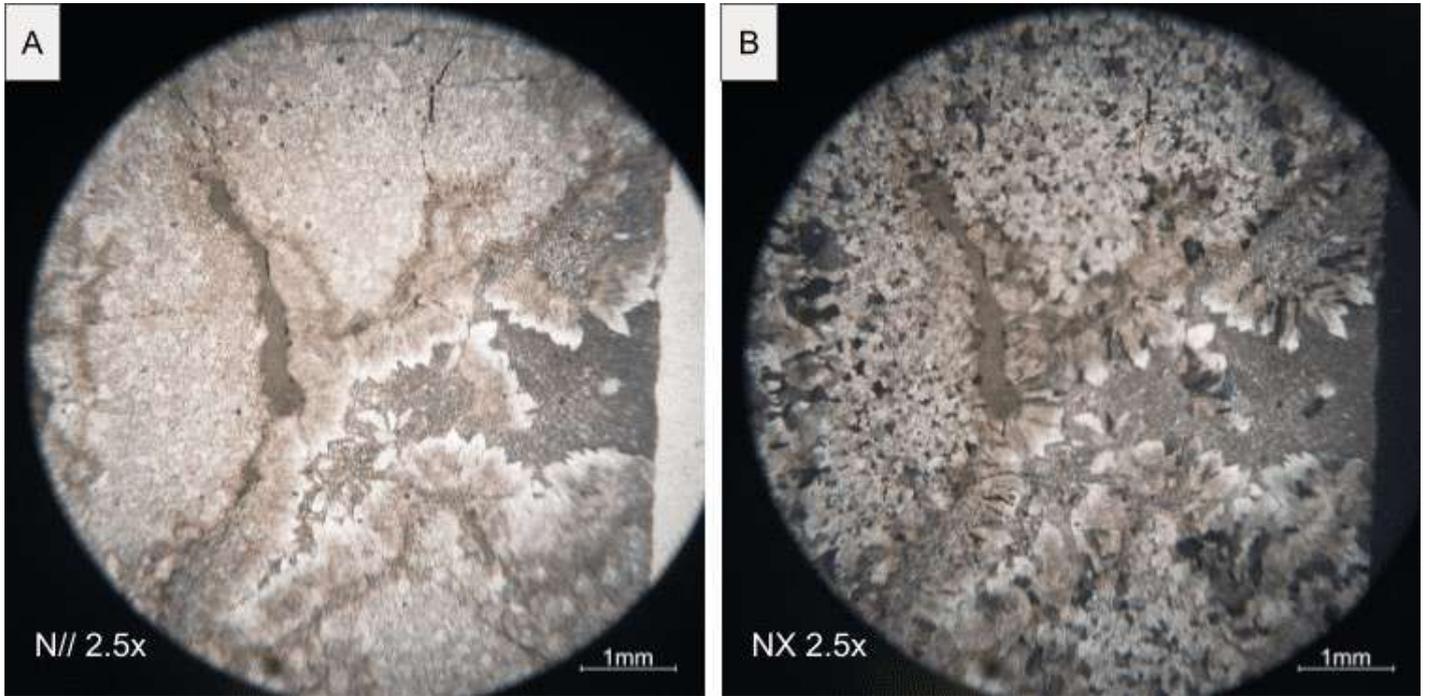
Brecha intraclástica composta por intraclastos centimétricos em que a micrita foi totalmente recristalizada para dolomita (esparitização), a granulometria é de areia fina a média. Presença de cimento espático fibrorradial em torno dos intraclastos, com granulação areia grossa; e cimento espático placoso de tamanho areia média a grossa entre os espaços do cimento fibrorradial. Por vezes é observada micrita de infiltração. Presença de *vugs* (0,1-0,3 mm).

Composição Mineral

	%
Dolomita	55
Esparita	45
Matriz residual	5

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX



Interpretação e Discussão

Rocha micrítica foi brechada em ambiente de alta energia, posteriormente o cimento espático fibrorradial foi precipitado em torno dos intraclastos. Depois, um cimento placoso precipitou-se entre os espaços do cimento fibrorradial. O processo de compactação pelo soterramento gerou a esparitização dos intraclastos.

Classificação

Intradoloesparito ou grainstone intraclástico

Amostra

TF20-XIII-32C

Localização - coordenadas UTM

23S E 294254 N 8136340

Unidade Litológica

Formação Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza esbranquiçada, nas porções alteradas adquire tonalidade amarronzada. Rocha bioconstruída formada por esteiras microbianas com presença de material entre as camadas com tamanho areia fina e com alguns extraclastos de quartzo. Reage levemente ao HCL, dessa forma se encontra dolomitizada.

Descrição Microscópica

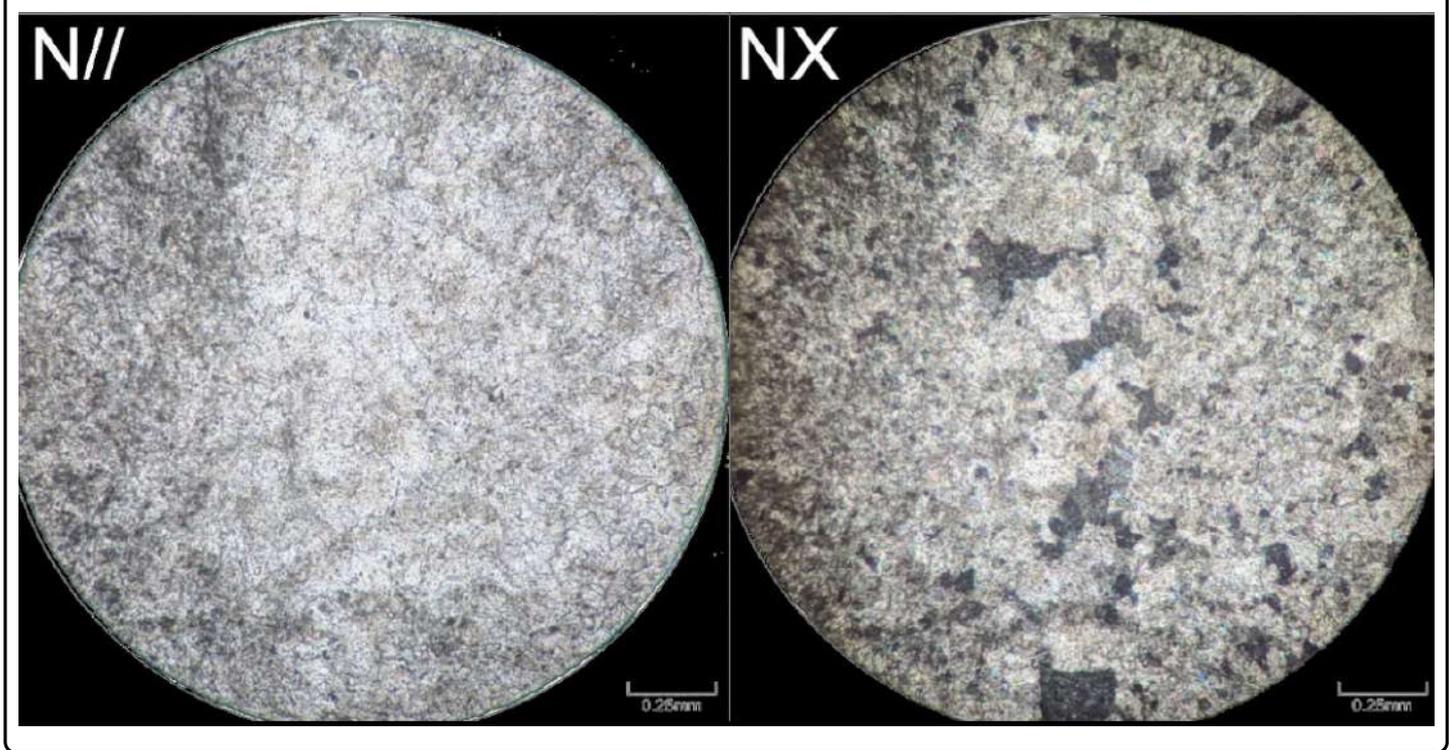
A trama é definida por uma intercalação de níveis descontínuos mais escuros e mais claro. Rocha bioconstruída formada por esteiras algais. A parte micrítica que constituía a bioconstrução foi recristalizada e dolomitizada (esparitização). O material interlamelar é micrítico parcialmente recristalizado. No material micrítico interlamelar são observados intraclastos (0,5-1,6 mm) e extraclastos (0,2-0,5 mm) com contatos flutuantes. São observados poros preenchidos por cimento.

Composição Mineral

Mineral	%
Micrita	50
Esparita	40
Intraclastos	7
Extraclastos	3

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Diagênese marcada primeiramente pelo crescimento de cimento espático entre as lamelas bioconstruídas, posteriormente crescimento de cimento carbonático entre os grãos do cimento espático. Pós diagênese ocorre o preenchimento de cavidades por calcita e e quartzo. Retrabalhamento marcado pela presença de intraclastos.

Classificação

Biolitito estromatolítico ou boundstone microbial

Amostra

TF20-XII-54

Localização - coordenadas UTM

23S E 292997 N 8142507

Unidade Litológica

Formação Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Descrição Macroscópica

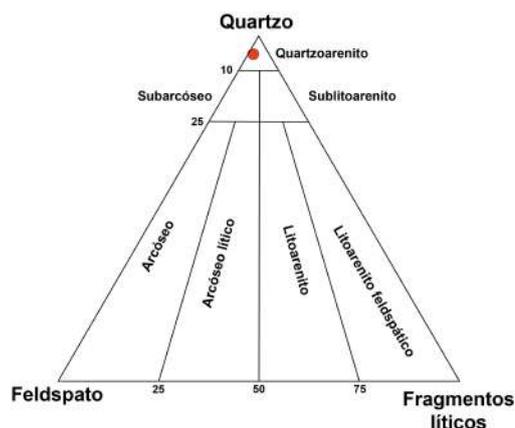
Rocha de coloração cinza-escuro, maciça. Granulometria varia de areia grossa a areia muito grossa. Composta por grãos recristalizados de quartzo e feldspato, também ocorrem sulfetos como piratas euédricas. Predomina grãos de quartzo (>90%) e feldspato (>5%). Grãos moderadamente selecionados. Apresenta uma textura sacaroidal.

Descrição Microscópica

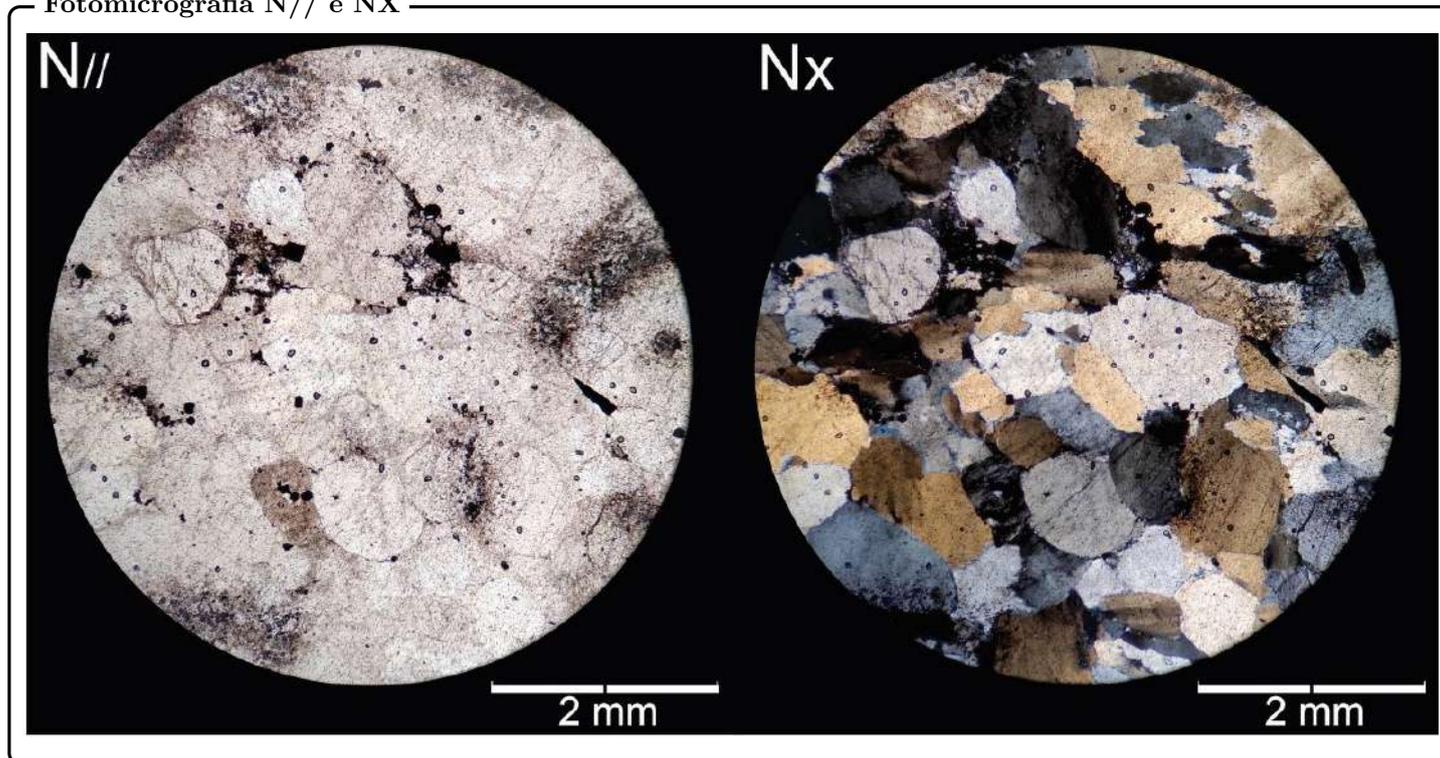
Rocha de granulometria que varia de areia fina a areia muito grossa. Composta por grãos de quartzo recristalizados (tamanho varia de 0,3 a 2,0 mm), esfericidade média a alta; plagioclásio e microclínio (tamanho varia de 0,4 a 1,6 mm); minerais opacos euédricos (pirita) (tamanho varia de 0,05 a 0,6mm) O contato entre os grãos são suturados e côncavo/convexo, contatos planares são restritos. Grãos bem selecionados e maturidade textural e composicional.

Composição Mineral

Mineral	%
Quartzo	95
Feldspato	5
Opacos	< 1

Fotomacrografia**Seção para micrografia****Diagrama composicional**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Em termos composicionais, com o predomínio de quartzo, a alta maturidade composicional e textural sugere intenso retrabalhamento. A presença de microclínio e quartzo com baixa extinção ondulante sugere uma área fonte ígnea.

Classificação

Quartzoarenito

Amostra

TF20-XIII-33

Localização - coordenadas UTM

23S E 291812 N 8138942

Unidade Litológica

Formação Serra do Landim – Grupo Canastra

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza esverdeada, apresenta granulação muito fina, a qual não permite a identificação de minerais. A rocha exibe uma foliação milimétrica pervasiva e crenulada. Óxidos são observados ao longo do plano de foliação e em volta de grãos. Foi aplicado resina na amostra para a confecção da lâmina, pois se desagrega com facilidade.

Descrição Microscópica

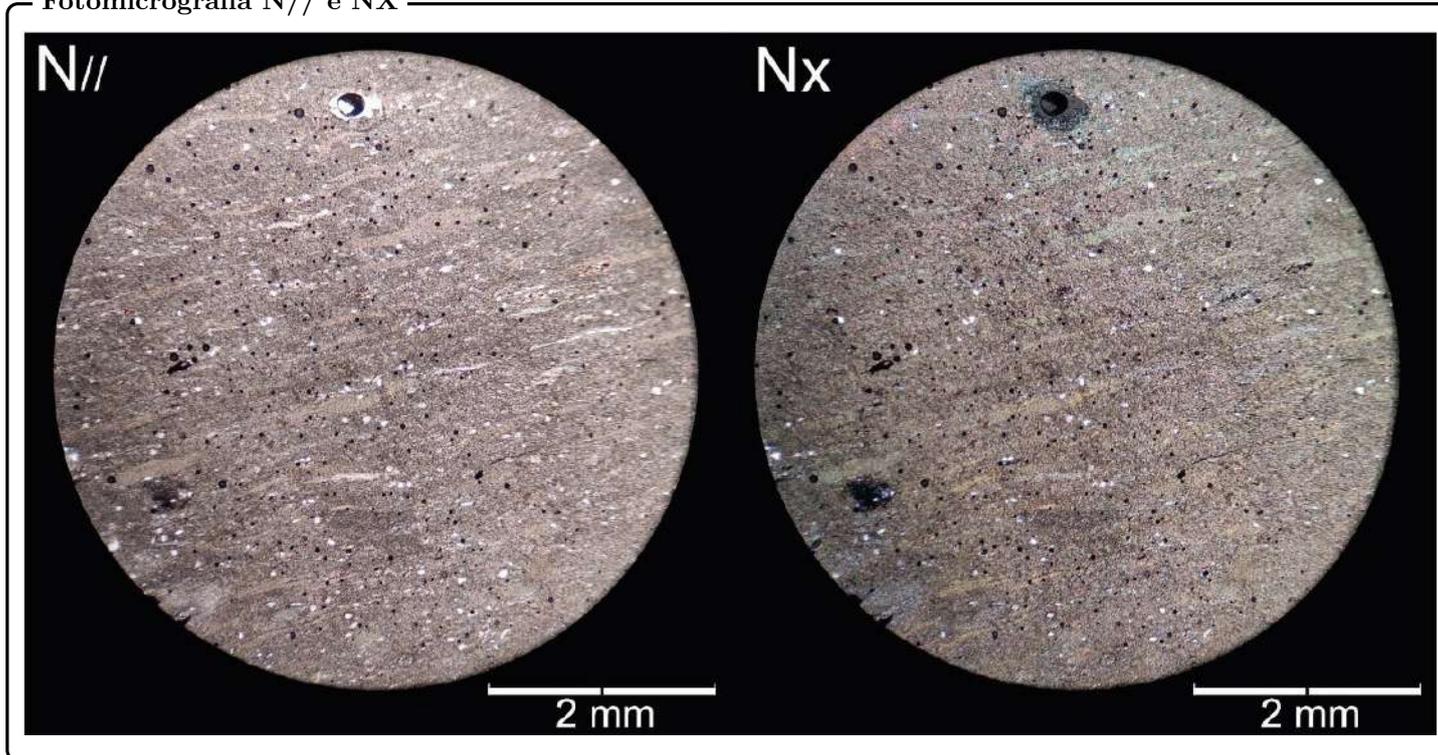
A amostra apresenta grãos de quartzo (0,01 até 1,2 mm) imersos em matriz fina flossilicática de fengita e em menor proporção de clorita. A fengita e a clorita se apresentam com orientação preferencial, caracterizando uma textura lepidoblática. Esta matriz está orientada segundo uma direção preferencial e constitui a foliação principal. A foliação apresenta espaçamento milimétrico e em algumas porções está crenulada. Há presença de alguns clastos maiores de fragmentos líticos que estão totalmente ou parcialmente alterados com uma película de óxido vermelho (identificação da cor a nicóis paralelos).

Composição Mineral

Mineral	%
Quartzo	<5
Fengita	55
Clorita	35
Fragmentos Líticos	<5

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

A rocha apresenta foliação característica de um filito. A presença de foliação pouco espaçada e os minerais presentes como clorita, fengita e quartzo caracterizam um metamorfismo de baixo grau referente a zona da clorita da Fácies Xisto Verde baixo.

Paragênese: clorita-fengita-quartzo-albita corresponde a zona da clorita.

Classificação

Clorita-fengita filito.

Amostra

TF20-II-108B

Localização - coordenadas UTM

23S E 297669 N 8173166

Unidade Litológica

Membro Ribeirão do Franco - Formação Quilombo

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza com domínios de coloração levemente esverdeado, quando fresca e nas porções intemperizadas a coloração marrom e avermelhada predominam. Apresenta textura afanítica, sendo possível apenas identificar alguns pseudos pórfiros de coloração branca. Rocha com alguns bandamentos compactuais/fluidais e com densidade média a alta.

Descrição Microscópica

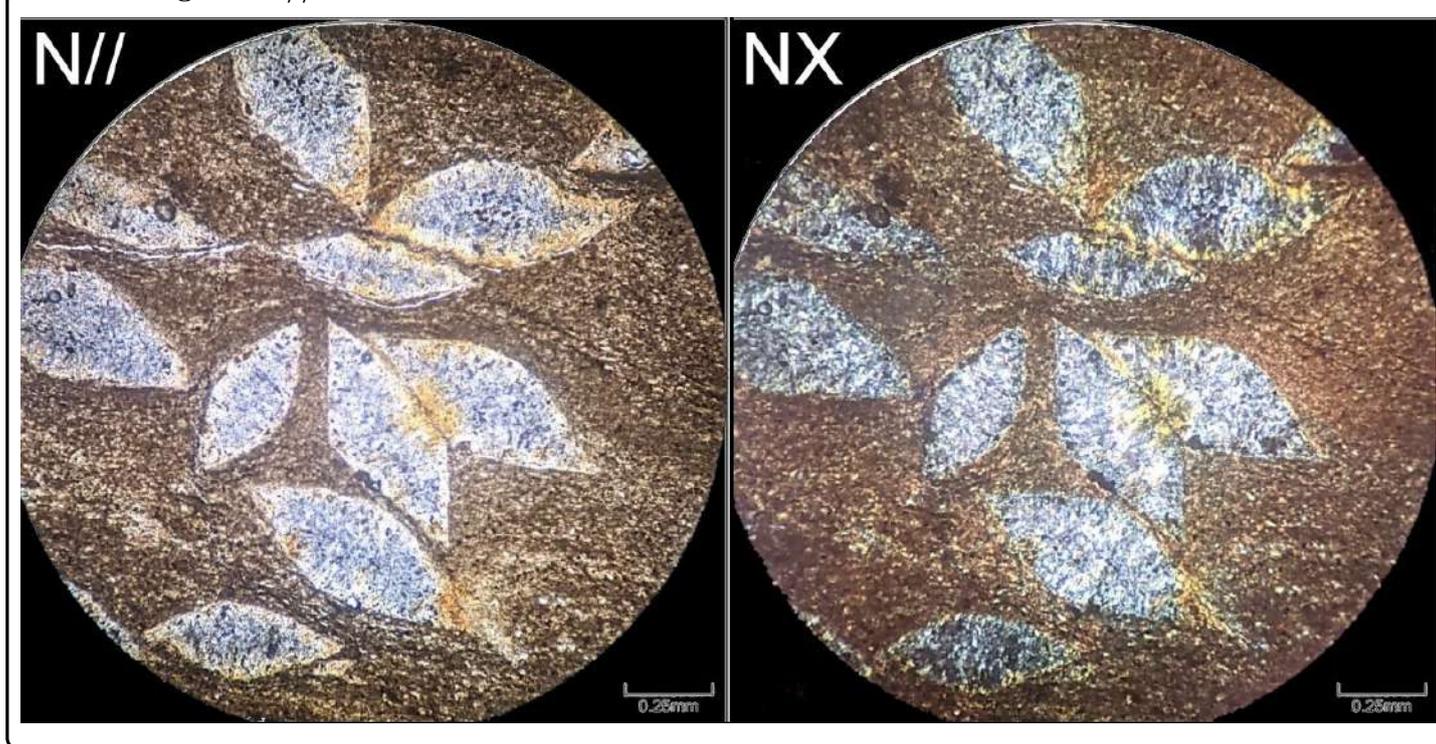
Rocha hipocristalina, com matriz extremamente fina composta de vidro e microcristais de quartzo, textura microporfírica com os microfenocristais de quartzo levemente alongados, e textura do tipo “olho”, representando amígdalas que, por vezes, estão preferencialmente alinhadas, e que foram parcialmente preenchidas por microcristais de quartzo. Há domínios com maior concentração de óxidos, como minerais opacos.

Composição Mineral

Mineral	%
Vidro vulcânico	50
Cristalitos	30
Microamígdalas	20
Opacos	< 1

Fotomacrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

As rochas vulcânicas intermediárias observadas na área foram interpretadas como dacitos, formados em ambiente subaquoso em locais pontuais durante o processo de sedimentação das fácies dos turbiditos, apresentam uma alta interação magma-água, formando acamamentos maciços, localmente com laminação, e planares.

Classificação

Dacito

Amostra

TF20-XIV-28

Localização - coordenadas UTM

23S E 292628 N 8134788

Unidade Litológica

Formação Serra do Landim - Grupo Canastra

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração branca avermelhada quando fresca, e os domínios onde há alteração possui coloração marrom e mais esbranquiçada. Textura porfiroblástica, com pseudoporfíros de aproximadamente 2mm, em formas cúbicas, alterado para óxidos e por vezes, formando amígdalas. Rocha com bandas onde há um domínio maior concentração de porfiroblastos, em matriz fengítica, e outra banda onde há menos pseudoporfiroblastos ou eles são ausentes.

Descrição Microscópica

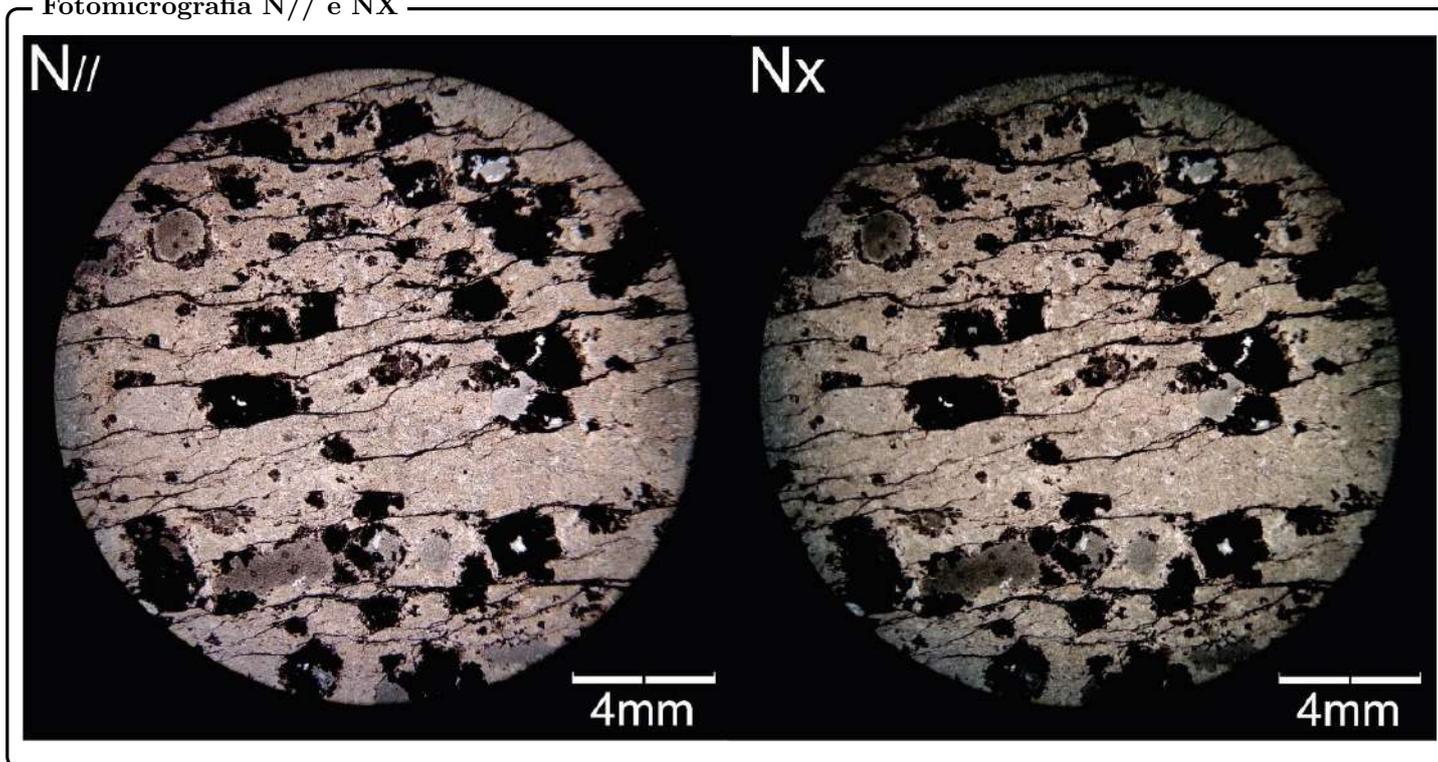
Rocha porfiroblástica, com matriz muito fina de lamelas de fengita e clorita, que compõe mais de 70% da amostra. Poderia ter sido lepidoblástica, mas as orientações da fengita e clorita já não estão mais evidenciadas. Anisotrópica com domínios onde os pseudoporfíros são abundantes e apresentam sombras de pressão. Pode-se identificar a foliação pela orientação das fengitas na matriz (S_s). Os pseudoporfíros por vezes formam amígdalas que são preenchidas nas bordas por fengita e clorita.

Composição Mineral

Mineral	%
Matriz (fengita + Clorita)	> 70
Porfiroblastos	< 30

Fotomicrografia**Seção para micrografia**

Fotomicrografia N// e NX

**Interpretação e Discussão**

Rocha com foliação pervasiva. A presença de clorita indica metamorfismo em fácies xisto verde baixo. Sua composição sugere protólito pelítico.

Classificação

Clorita-fengita filito

Amostra

TF20-X-117

Localização - coordenadas UTM

23S E 291327 N 8147174

Unidade Litológica

Formação Serra do Landim - Grupo Canastra

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza escuro com domínios de coloração cinza claro, que não reagem ao ácido clorídrico. Composta essencialmente de carbonato, compondo brechas de composição dolomítica. A rocha é maciça, densa bem compactada e com recristalizações evidentes. Há veios de cimento silicoso visíveis em domínios restritos.

Descrição Microscópica

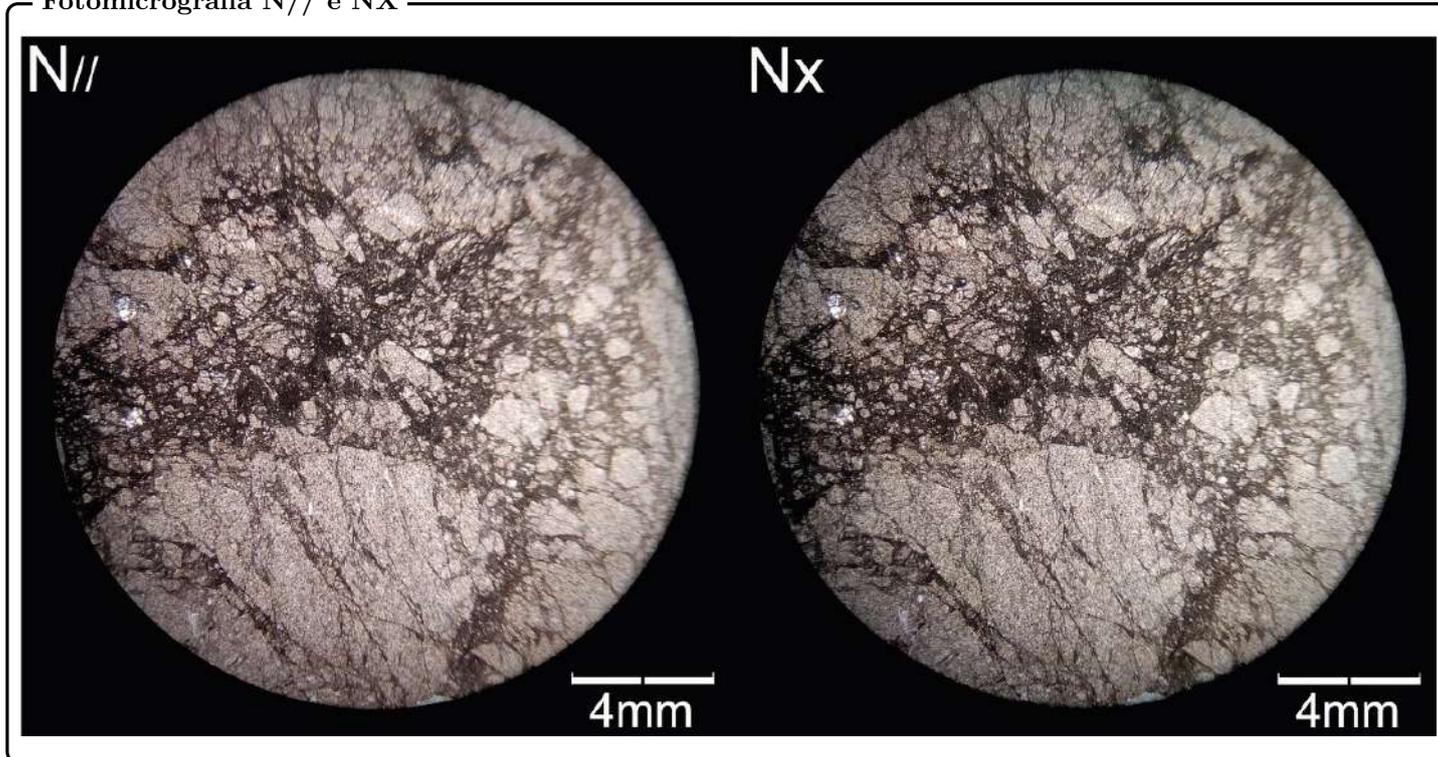
Rocha composta essencialmente do carbonato (> 95%), com textura granoblástica, de granulação média entre 0,5 e 1,5mm, e domínios onde esses grãos são bem mais finos (< 0,1mm). Há grãos de quartzo que ocorrem de forma restrita. A recristalização do material carbonático, é evidenciada nos domínios mais finos, com cristais mais equigranulares e com junções triplíceis.

Composição Mineral

Mineral	%
Carbonato	> 95
Quatzo	< 5

Fotomacrografia

Fotomicrografia N// e NX



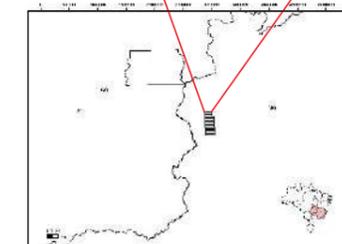
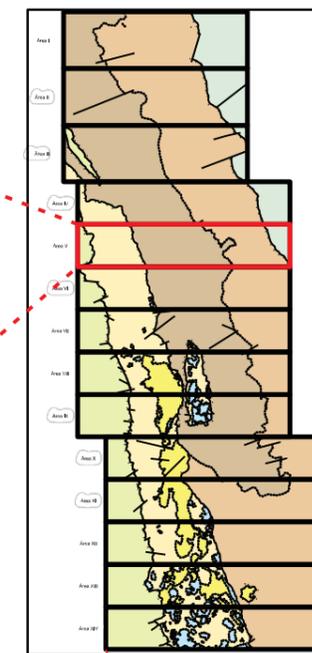
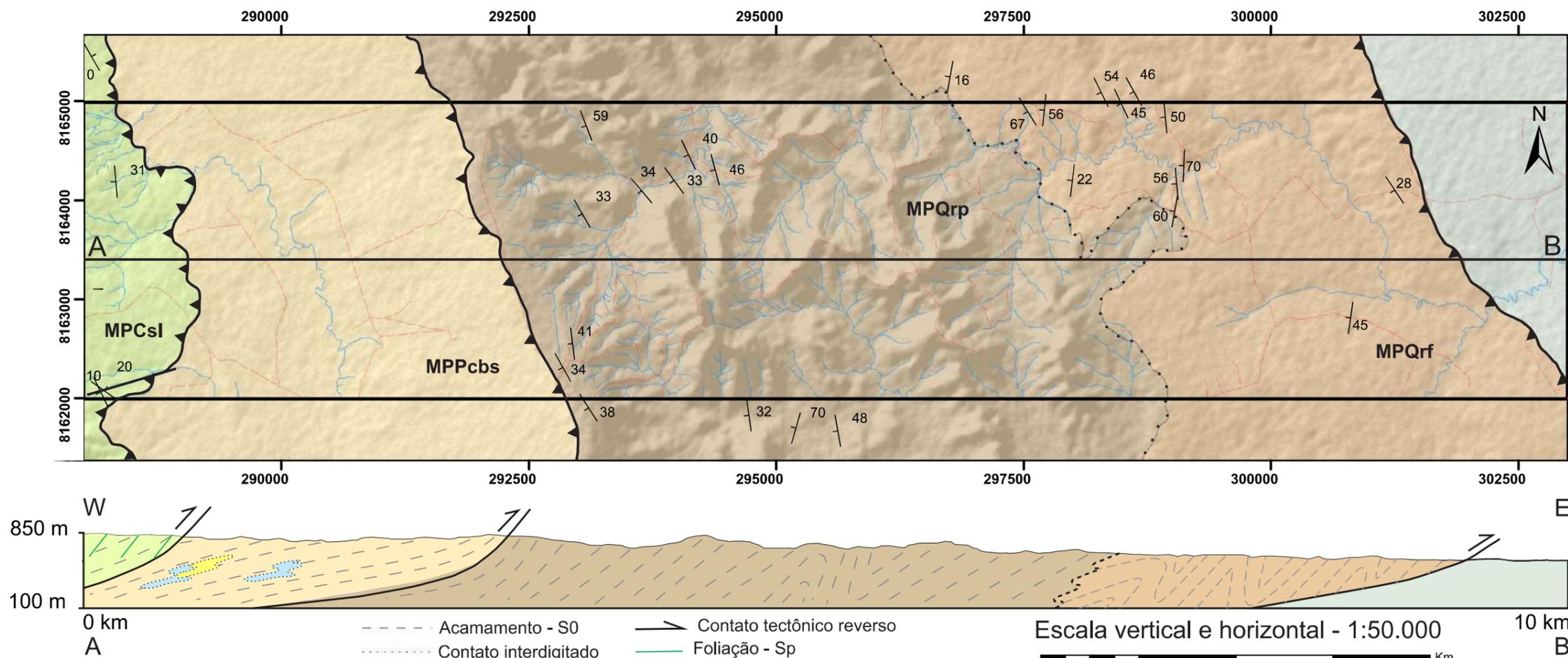
Interpretação e Discussão

Rocha em fácies anquimetamófica, com pouca recristalização de carbonato quase puro.

Classificação

Mármore calcítico

Mapa Geológico - Subárea V - Projeto Unaí - 2020



Éon	Era	Período	Unidades Litoestratigráficas
PROTEROZOICO	Neoproterozoico	Ediacarano	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas NPBs Siltito, siltito argiloso, folhelho, margá, dololuto, compondo sucessão estratigráfica em camadas centimétricas a decimétricas. Litotipos tem cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas e/ou amarelada/rosada quando alteradas.
		Esteniano	Grupo Paranoá - Idade máxima de deposição de 1100 Ma por zircão detrítico Formação Córrego do Barreiro MPPcb Arenito fino a grosso, localmente conglomerático ou feldspático de cor escura quando fresco e cinza claro a esbranquiçado quando alterado. Siltito laminado, siltito argiloso, margá laminada de cor escura quando não alterada e amarelada a rosada quando alterada. Dololuto micrítico, dololuto estromatótico, dololuto intracástico e oncolítico, dololuto intracástico e oolítico, litotipos de cor cinza claro a escuro.
	Mesoproterozoico	Esteniano	Grupo Canastra Formação Serra do Landim MPCsl Clorita filito, clorita-fengita-filto, clorita-fengita-quartzo-filto, calcifilto, mármore dolomítico de granulação fina, quartzito fino micáceo. Dololuto micrítico, dololuto estromatótico, dololuto intracástico e oncolítico, dololuto intracástico e oolítico, dololuto intracástico e oolítico, litotipos de cor cinza claro a escuro.
		Ectásiano	Formação Quilombo MPQrf Membro Ribeirão da Porteira: Ritmito pelito-arenoso com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, gravaca fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos. MPQrp Membro Ribeirão do Franco: Ritmito pasamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, gravaca litica fina, gravaca litica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarelada, ocre e rosada quando não alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.

LEGENDA

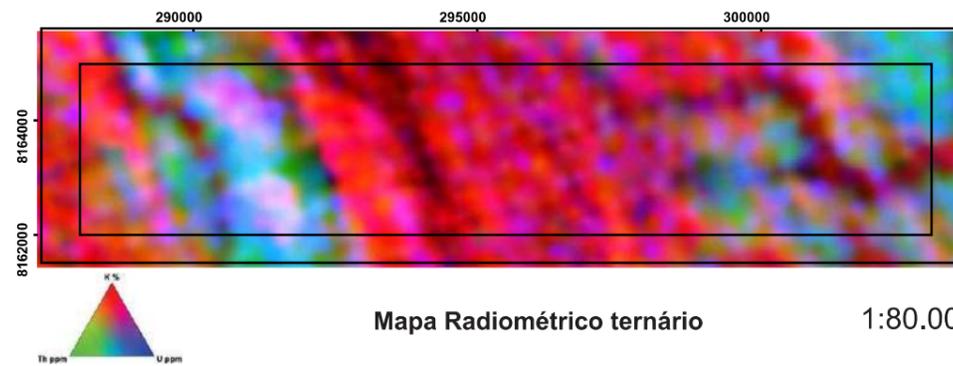
Convenções geológicas

- Atitude da camada
- Contato tectônico reverso
- Contato interdigitado
- Falha transcorrente

Convenções cartográficas

- Hidrografia
- Vias de acesso não pavimentadas
- Limite da subárea XI

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Zona UTM 23S



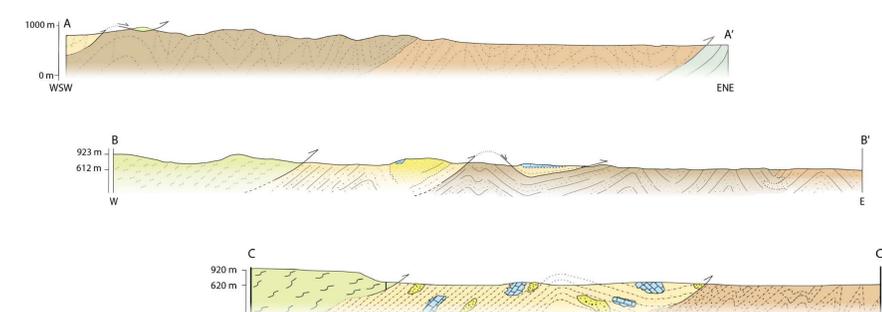
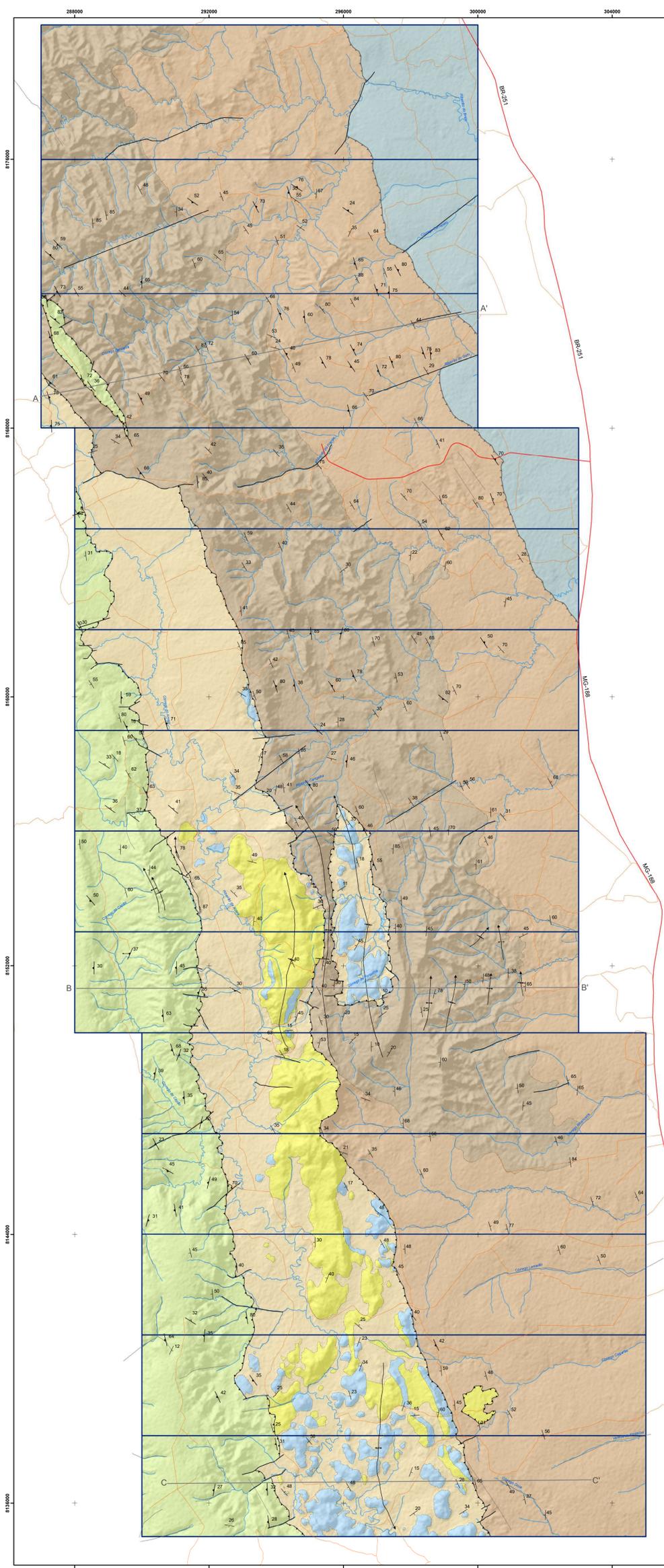
Projeto Unaí - 2020 - Subárea V

Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Geociências - IG
Autores: João Carlos Figueiredo e
Palloma Azevedo de Amorim Rêgo

Projeto Unai 2020

Mapa Geológico Integrado

Apêndice F - Mapa Geológico Integrado



Escala horizontal: 1:50000
Escala vertical: 1:50000
1mm = 50m

UNIDADES GEOLÓGICAS

NEOPROTEROZOICO

Ediacariano

Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas

NPBs

Siltito, siltito argiloso, folhelho, margá, dololuto, compondo sucessão estratificada em camadas centimétricas a decimétricas. Litotipos tem cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas e ocre/amarela/rosada quando alteradas.

MESOPROTEROZOICO

Esteniano

Grupo Paranoá - idade máxima de deposição de 1100 Ma por zircão detritico.

Formação Córrego do Barreiro

MPPCb

Arenito fino a grosso, localmente conglomerático ou feldspático, de cor escura quando frescos e cinza claro a esbranquiçado quando alterado.
Siltito laminado, siltito argiloso, margá laminada de cor escura quando não alterada e amarelada a rosada quando alterada.
Doluito micrítico, doluito estromatolítico, dolorudito intracristalino e oncolítico e dolarenito intracristalino e colítico, litotipos de cores cinza claro a escuro.

Grupo Canastra - Formação Serra do Landim

MPCsl

Clorita filito, clorita-fengita-filito, clorita-fengita-quartzo filito, calcifilito, mármore dolomítico de granulação fina, mármore calcítico de granulação fina, quartzo fino micáceo.

Ectasiano

Formação Quilombo - idade de deposição 1394 ± 19.4 Ma (U-Pb em zircão de rocha vulcânica).

MPQrf

Membro Ribeirão do Franco: ritmito pelito-arenoso, com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaca lítica fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dactilo e ritlito subordinados, afaníticos ou com esterilitos.

MPQrp

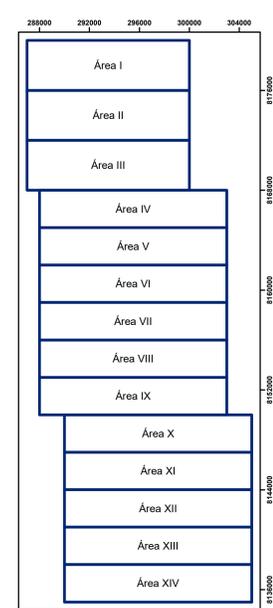
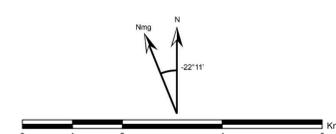
Membro Ribeirão da Porteira: ritmito psamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaca lítica fina, grauvaca lítica grossa, arenito, subitarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito, e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarelada, ocre e rosada quando alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.

Convenções Geológicas

- Acamamento - S0
- Foliação principal - Sp
- Foliação paralela ao acamamento - Ss
- Direção de lineação de deslizamento
- Direção de lineação de crenulação
- Contato interdigitado
- Contato tectônico reverso
- Falha de empurrão
- Falha transcorrente ou de rasgamento
- Lineamento estrutural
- Linha de charneira de dobra anticlinal com caimento
- Linha de charneira de dobra sinclinal com caimento

Convenções Cartográficas

- Via asfaltada
- Via de uso contínuo
- Drenagem
- Limite de subárea



1:50000
UTM Zona 23S
Datum SIRGAS 2000
Relevo Sombreado (ângulo de iluminação 315°) - ALOS/PALSAR
Dados Geofísicos - Projeto Vazante

Projeto Unai TF2020 - Mapa Geológico Integrado

Coordenador

Prof. Dr. José Elói Guimarães Campos

Professores Orientadores

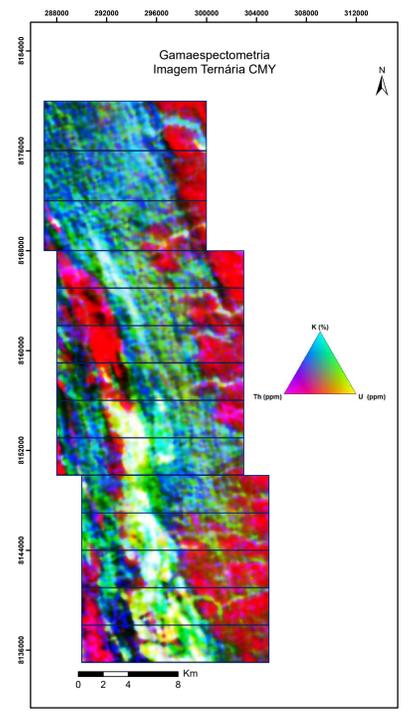
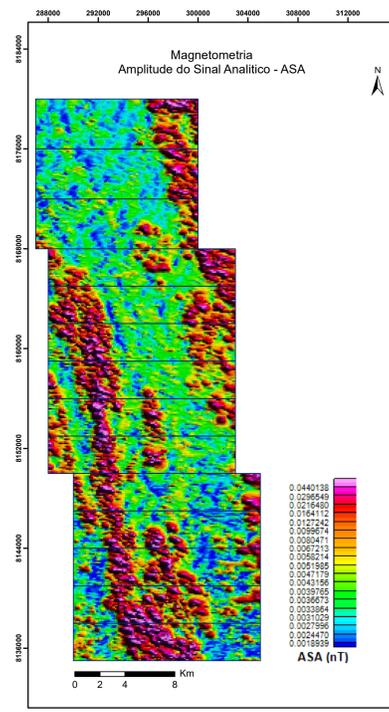
Prof. Dr. Martino Giorgioni
Profa. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Orientador Colaborador

Lucas Santos Batista Teles

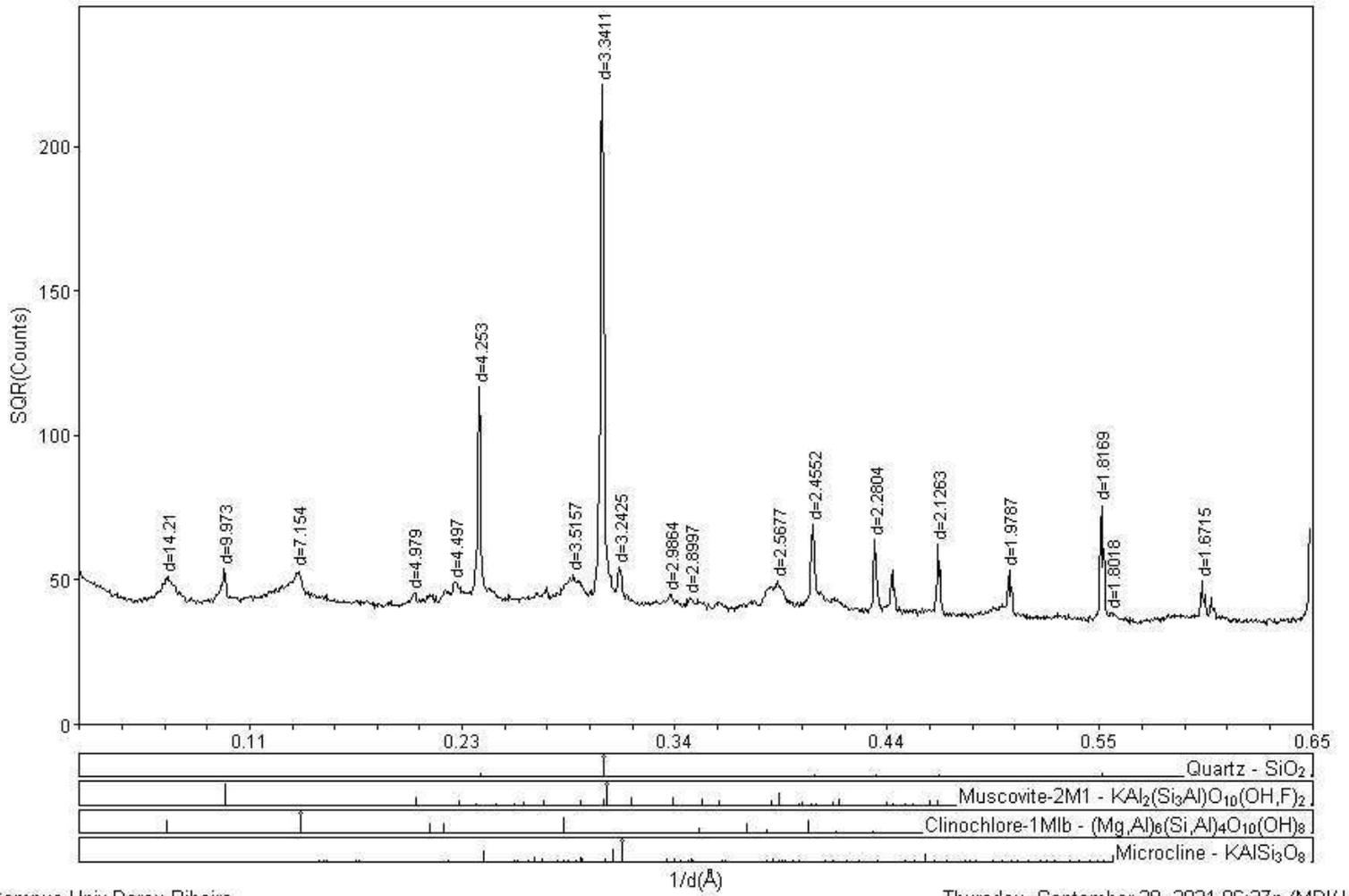
Estudantes

- Área I:** Eduardo Dias dos Santos, Matheus Ferreira da Silva
- Área II:** Ingrid Eva Oliveira Ribeiro, Hanna Costa Nogueira
- Área III:** Arthur Siqueira Reis, Gustavo Mesquita de Abreu
- Área IV:** Fátima Azevedo de Amorim, João Carlos Figueiredo
- Área V:** Ana Caroline Alves de Carvalho, Maria Gabriella Patriota Paiva
- Área VI:** João Victor Villela de Souza, Mariana da Silva Borges
- Área VII:** Luiza Motta Campello, Mayck Andrew Silva Silvério, Vítor Abreu Chaves
- Área VIII:** Paula Thais da Silva Nascimento, Raylline Ferreira da Silva
- Área IX:** Ana Flávia Romanholli de Pádua, Linda Beatriz da Silva Sales
- Área X:** João Gabriel Cavalcante Vieira, Manoel Lázaro Frazão Júnior
- Área XI:** Bianca Licassali Lucindo, Ricardo Vida e Silva
- Área XII:** Cintia Silva Soares, Mariana da Silva Gomes
- Área XIII:** Lívia Reily de Oliveira Gonçalves, Ricardo Avelino Costa



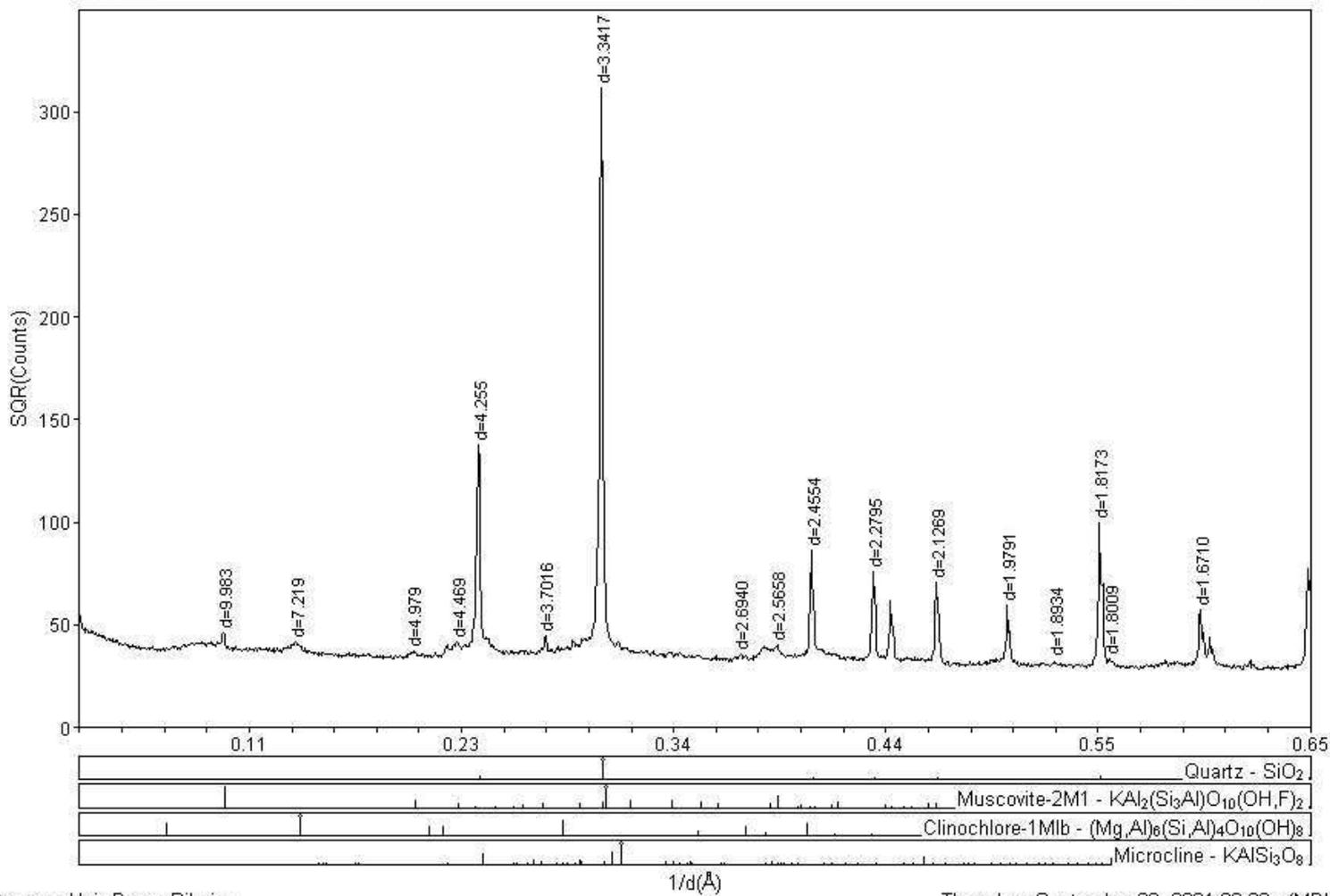
20-II 108

Amostra Total



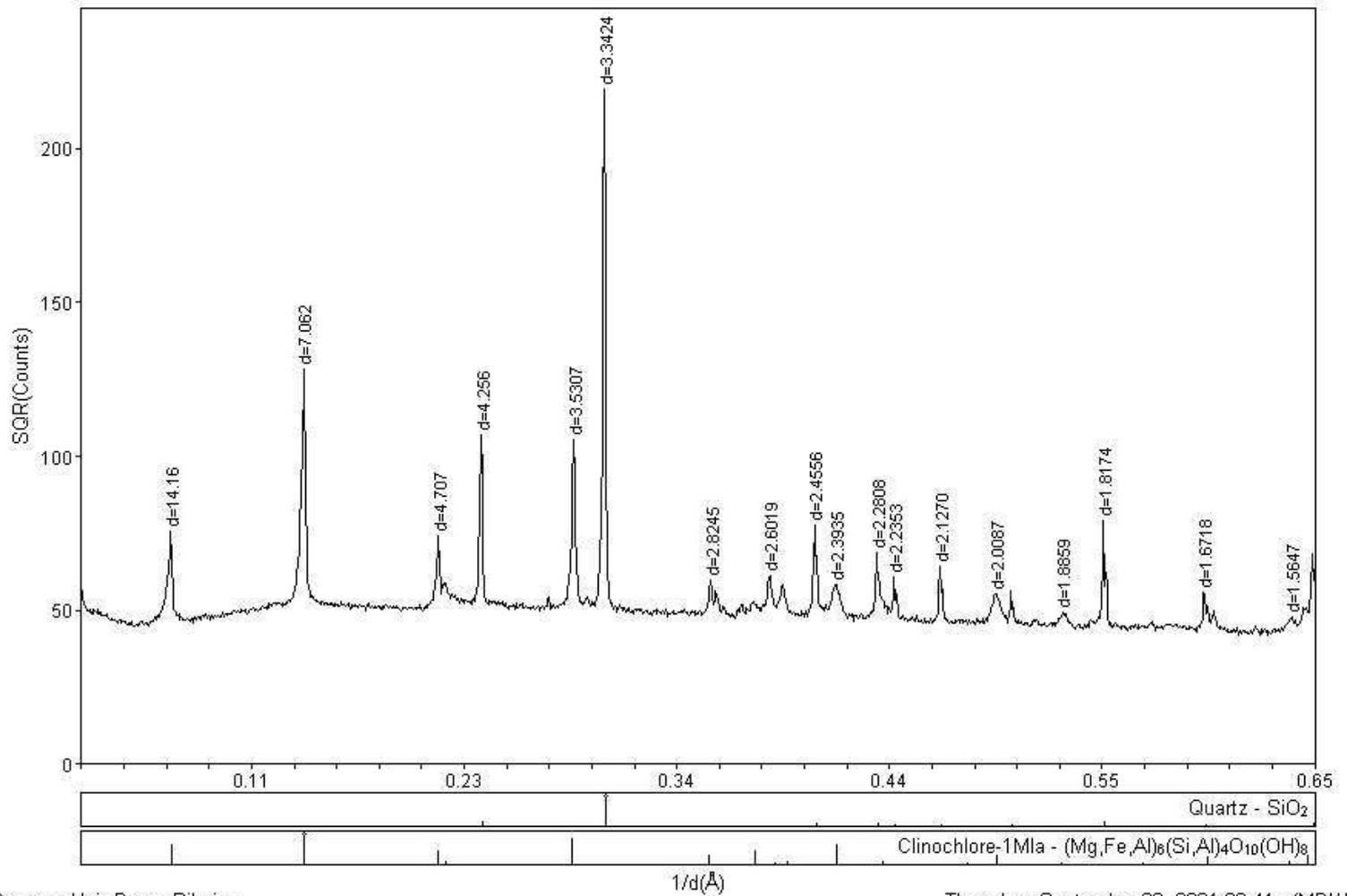
20-IV 16

Amostra Total



20-VII 152B

Amostra Total



20-XIII 33

Amostra Total

