



**Universidade de Brasília - UnB**  
**Instituto de Geociências - IG**

# **Trabalho de Mapeamento Geológico Final**

## **Projeto Unai - Subárea IV**

Arthur Siqueira Reis - 15/0118741  
Gustavo Mesquita de Abreu - 18/0046411

**Brasília**  
**2021**

**Relatório do Trabalho de Mapeamento Geológico Final - 2021**  
**Projeto Unai - Subárea IV**

**Arthur Siqueira Reis**

**Gustavo Mesquita de Abreu**

**Coordenador:**

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

**Orientadores:**

Prof. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Prof. Dr. Martino Giorgioni

Me. Lucas Santos Batista Teles

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo

Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho

**Brasília, novembro de 2021.**

*Projeto Unai – Subárea IV*



*“The more I study nature, the more I  
stand amazed at the work of the  
Creator. Science brings men  
nearer to God.”  
Louis Pasteur*

## **AGRADECIMENTOS**

*Inicialmente eu agradeço a Deus, pois com o apoio dessa energia sagrada eu consegui passar por todas as etapas difíceis durante a graduação em Geologia na Universidade de Brasília. Agradeço em especial aos meus familiares, incluindo meus pais, Carlos Vinícius Reis e a Josina Reis, e as minhas irmãs, a Raissa Reis e Vanessa Reis, por todo incentivo e orientações durante o curso. Agradeço a Cláudia Victória Cavalcante da Silva por todo amor apoio e conselhos durante os momentos difíceis, principalmente pelas palavras de inspiração para que eu me tornasse um Geólogo incrível. Agradeço a todos os meus amigos, que estão dentro e fora da UnB, pelos momentos de descontração que passamos juntos durante essa jornada.*

*Agradeço ao meu parceiro de trabalho, o Gustavo Mesquita de Abreu, por toda garra e parceria nas etapas de campo e na confecção desse relatório, com certeza eu vou guardar lembranças inesquecíveis para o resto da vida.*

*Agradeço a toda equipe da UnB envolvida na organização do Projeto Unai, principalmente ao Professor José Eloi Guimarães Campos, pois sem ele nós não teríamos conseguido realizar o Trabalho Final em Geologia no ano de 2021, além de toda a equipe que participou do campo, incluindo o Professor Martino Giorgionni, o Mestre Lucas Teles e aos motoristas. Agradeço, também, a Professora Eliza Ines Nunes Peixoto pelas orientações na confecção do presente relatório, de modo que eu reconheço claramente que se dedicou e se esforçou ao máximo para que conseguíssemos entregar da melhor maneira possível dentro do prazo estabelecido.*

*Arthur Siqueira Reis*

*Dedico esse trabalho à minha mãe Maria Cristina e meu pai Carlos Orlando e agradeço por todo o carinho, amor, confiança, e apoio que sempre me deram, e por terem tornado o meu sonho em realidade. À minha avó Amélia e ao meu avô José Flávio por todo apoio, incentivo e energias positivas nos momentos difíceis, sem vocês tudo seria muito mais difícil. Ao meu irmão André por todos ensinamentos passados ao longo da nossa trajetória.*

*Agradeço de coração a minha dupla Arthur Siqueira Reis, pela confiança e por compartilhar momentos extraordinários durante todas as etapas do projeto, sendo parte integrante da minha memória acadêmica e pessoal. Muito obrigado.*

*Agradeço à minha orientadora Eliza Inez Nunes Peixoto e ao coordenador Eloi Campos por todos os esforços para a realização deste projeto e em nos orientar. Pelas horas*

## *Projeto Unai – Subárea IV*

*disponibilizadas para discussões, correções, incentivo e serenidade indispensável para a realização desse trabalho.*

*Aos professores das universidades de Uberlândia, Florianópolis e Brasília, por todos os ensinamentos que me passaram, mostrando como a geologia é fascinante e essencial no desenvolvimento do planeta e da sociedade.*

*Ao Instituto de Geociências, agradeço pela colaboração com o fornecimento de materiais, laboratórios e serviços prestados durante todo meu processo de formação.*

*Agradeço fortemente aos meus amigos de longa data que sempre foram um apoio muito importante nesta caminhada, me aconselhando e alegrando, e as amizades que conheci durante minha jornada, que tornaram esse período da graduação o melhor período da minha vida.*

*Por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização do projeto Unai, e aos colegas que participaram e compartilharam horas de atividade em campo, conhecimentos e discussões sobre o trabalho final, meu muito obrigado.*

*Gustavo Mesquita de Abreu*

## **RESUMO**

O presente relatório, referente à subárea IV do Projeto Unai 2020, contém os resultados obtidos durante o mapeamento geológico na escala de 1:50.000 de uma área com 45 km<sup>2</sup> localizada a sul de Unai/MG. O projeto contou com o mapeamento de 14 subáreas, com um total de 651 km<sup>2</sup>, localizadas entre Unai e Paracatu, situado na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais. O trabalho apresenta todas as etapas executadas durante a cartografia, incluindo as etapas pré-campo, campo e pós-campo. Situado em um cinturão de dobras e cavalgamentos na porção externa da Faixa de Dobramentos Brasília, as unidades apresentam idade do Mesoproterozoico ao Neoproterozoico, abrangendo, principalmente, associações estratigráficas com baixo grau de metamorfismo, variando entre anquimetamorfismo e fácies xisto verde na zona da clorita. Dentro das 14 subáreas, foram mapeadas as seguintes unidades, da mais antiga para a mais nova: Formação Quilombo, o Membro Ribeirão da Porteira e o Membro Ribeirão do Franco; o Grupo Paranoá, a Formação Córrego do Barreiro; o Grupo Canastra, a Formação Serra do Landim; e o Grupo Bambuí, a Formação Sete Lagoas. A partir deste projeto, conclui-se que a Formação Quilombo representa uma sequência turbidítica com presença de vulcanismo subaquático, além da presença do Grupo Paranoá na área, antes interpretado como Grupo Vazante. As unidades, situadas em um cinturão de dobras e cavalgamentos em níveis crustais rasos do tipo *thin-skinned*, são expostas por meio de falhas de empurrão com direção NNE/SSW com cinemática reversa com topo para leste e componente ligeiramente sinistral, de modo que o transporte tectônico é de oeste para leste. A região é reconhecida pelas ocorrências de Pb, Zn ± Cu, fosfato, ouro e outros minerais, entretanto, a ausência de corpos magmáticos expressivos e zonas de cisalhamento profunda limitam o potencial do desenvolvimento de jazidas.

**Palavras-chave:** Formação Quilombo, cinturão de dobras e cavalgamentos, turbidito, Formação Córrego do Barreiro, Formação Serra do Landim, Brasiliano, Unai.

## **ABSTRACT**

This following report, referring to sub-area IV of the Unaí 2020 Project, contains the results obtained during the geological mapping at a scale of 1:50.000 of an area with 45 km<sup>2</sup> located in the south of Unaí, Minas Gerais. The project included the mapping of 14 sub-areas, with a total of 651 km<sup>2</sup>, located between Unaí and Paracatu, located in the mesoregion of the Northwest of Minas Gerais. The work presents all the steps performed during cartography, including the pre-field, field and post-field stages. Located in a belt of folds and thrusts in the outer portion of the Brasília fold belt, the units range in age from Mesoproterozoic to Neoproterozoic, comprising mainly stratigraphic associations with a low degree of metamorphism, ranging from anchymetamorphism to greenschist facies in the chlorite zone. Within the 14 sub-areas, the following units were mapped, from the oldest to the newest: Quilombo Formation, the Ribeirão da Porteira Member and Ribeirão do Franco Member; the Paranoá Group, the Córrego do Barreiro Formation; the Canastra Group, the Serra do Landim Formation; and the Bambuí Group, the Sete Lagoas Formation. From this project, it is concluded that the Quilombo Formation represents a turbidite sequence with the presence of sub-aqueous volcanism, in addition to the presence of the Paranoá Group in the area, previously interpreted as the Vazante Group. The units, situated in a thin-skinned-type belt of folds and thrusts at shallow crustal levels, are exposed through thrust faults with NNE/SSW direction with reverse kinematics with top to the east and slightly sinistral componente, and tectonic transport from west to east. Regarding the studied associations, stratigraphic/sedimentological, petrographic, geomorphological, pedological, structural, economic, hydrogeological, aerogeophysical potentialities, on reflection seismic and geotectonic evolution, were investigated. The region is recognized for the occurrence of Pb, Zn ± Cu, phosphate, gold and other minerals, however, the absence of expressive magmatic bodies and deep shear zones limit the potential for the development of deposits.

**Key words: Quilombo Formation, Belt of folds and thrusts, Turbidite, Córrego do Barreiro Formation, Serra do Landim Formation, Brasiliano, Unaí.**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	28
1.1. APRESENTAÇÃO.....	28
1.2. JUSTIFICATIVAS.....	28
1.3. OBJETIVOS.....	29
1.4. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	29
1.5. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	31
1.5.1. CLIMA.....	31
1.5.2. VEGETAÇÃO.....	32
1.5.3. GEOMORFOLOGIA.....	34
1.5.4. SOLOS.....	38
1.5.5. 1.5.5. HIDROGRAFIA.....	39
1.6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
1.6.1. 1.6.1. ETAPA PRÉ-CAMPO.....	42
1.6.2. 1.6.2. ETAPA CAMPO.....	45
1.6.3. 1.6.3. ETAPA PÓS-CAMPO.....	46
1.6.4. 1.7. NOMENCLATURAS E DEFINIÇÕES ADOTADAS.....	46
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	50
2.1. CONTEXTO GEOTECTÔNICO.....	50
2.2. ESTRATIGRAFIA.....	52
2.2.1. A FORMAÇÃO QUILOMBO.....	53
2.2.2. O GRUPO PARANOÁ.....	57
2.2.3. O GRUPO CANASTRA.....	61
2.2.4. O GRUPO VAZANTE.....	63
2.2.5. O GRUPO BAMBUÍ.....	66
2.3. ARCABOUÇO ESTRUTURAL.....	69
3. SENSORIAMENTO REMOTO E CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA.....	71
3.1. INTRODUÇÃO.....	71
3.2. SENSORIAMENTO REMOTO.....	71
3.2.1. IMAGENS SRTM.....	72
3.3. AEROGEOFÍSICA.....	75
3.4. MAGNETOMETRIA.....	76
3.5. GAMAESPECTROMETRIA.....	76
3.6. AQUISIÇÃO DE DADOS GEOFÍSICOS.....	77
3.7. PROCESSAMENTO DE DADOS.....	78
3.8. GAMAESPECTROMETRIA.....	80



3.9.	MAPA DE COMPOSIÇÃO TERNÁRIA .....	81
3.10.	MAGNETOMETRIA.....	84
3.11.	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GEOFÍSICOS .....	85
3.12.	MAGNETOMETRIA.....	86
3.13.	GAMAESPECTROMETRIA.....	88
3.14.	GEOFÍSICA SÍSMICA DE REFRAÇÃO.....	92
4.	ESTRATIGRAFIA, PETROGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS .....	94
4.1.	INTRODUÇÃO.....	94
4.2.	FORMAÇÃO QUILOMBO .....	97
4.2.1.	LITOFÁCIES GRAUVACA FELDSPÁTICA FINA.....	100
4.2.2.	LITOFÁCIES GRAUVACA LÍTICA MÉDIA A GROSSA .....	101
4.2.3.	LITOFÁCIES ORTOCONGLOMERADO POLIMÍTICO .....	101
4.2.4.	LITOFÁCIES ARENITO GROSSO MATURO MACIÇO .....	102
4.2.5.	LITOFÁCIES ARENITO FINO A MÉDIO.....	103
4.2.6.	LITOFÁCIES LITOARENITO FELDSPÁTICO.....	105
4.2.7.	LITOFÁCIES SILTITO MACIÇO E LAMINADO.....	106
4.2.8.	LITOFÁCIES FOLHELHO.....	107
4.2.9.	ROCHAS VULCÂNICAS SUBAQUÁTICAS .....	107
4.2.10.	MEMBRO RIBEIRÃO DA PORTEIRA .....	109
4.2.11.	MEMBRO RIBEIRÃO DO FRANCO .....	113
4.2.12.	AMBIENTE DEPOSICIONAL FORMAÇÃO QUILOMBO .....	117
4.3.	GRUPO PARANOÁ.....	119
4.3.1.	LITOFÁCIES TERRÍGENA - SILTITO LAMINADO .....	123
4.3.2.	AMBIENTES DEPOSICIONAIS E ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES .....	124
4.4.	GRUPO CANASTRA .....	127
4.4.1.	FENGITA-CLORITA FILITO.....	128
4.4.2.	MÁRMORE.....	129
4.4.3.	QUARTZITO FINO MICÁCEO .....	130
4.5.	GRUPO BAMBUÍ.....	130
5.	GEOLOGIA ESTRUTURAL .....	135
5.1.	INTRODUÇÃO.....	135
5.2.	ARCABOUÇO ESTRUTURAL .....	137
5.2.1.	ARCABOUÇO ESTRUTURAL DÚCTIL .....	137
5.2.2.	ARCABOUÇO ESTRUTURAL RÚPTIL.....	145
6.	POTENCIALIDADES ECONÔMICAS .....	151
6.1.	INTRODUÇÃO.....	151

6.2.	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS MINERAIS .....	151
6.2.1.	Pb-Zn e Cu .....	152
6.2.2.	Argilas.....	153
6.2.3.	Mármore e Dolomitos.....	153
6.2.4.	Ouro .....	154
6.2.5.	Fosfato.....	155
4.2.	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS NÃO MINERAIS.....	155
7.	ZONEAMENTO HIDROGEOLOGICO.....	158
7.1.	INTRODUÇÃO.....	158
7.2.	POÇOS TUBULARES .....	159
7.3.	UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS.....	161
7.3.1.	DOMÍNIO FREÁTICO OU INTERGRANULAR.....	164
7.3.2.	DOMÍNIO FRATURADO .....	166
7.3.3.	DOMÍNIO FISSURO-CÁRSTICO.....	166
7.4.	DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	167
8.	EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA.....	169
8.1.	INTRODUÇÃO.....	169
8.2.	CONTEXTO GEOLÓGICO NÃO-AFLORANTE .....	170
8.3.	CONTEXTO GEOLÓGICO AFLORANTE .....	173
8.4.	CORRELAÇÕES REGIONAIS.....	177
9.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	179
9.1.	INTRODUÇÃO.....	179
9.2.	CONCLUSÕES.....	181
9.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	183
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	184

**ANEXOS**

**APÊNDICE A – Mapa Base do Projeto Unai**

**APÊNDICE B – Mapa Base (i) da Subárea IV**

**APÊNDICE C – Mapa Base (ii) da Subárea IV**

**APÊNDICE D – Tabela de Pontos da Subárea IV**

**APÊNDICE E – Fichas Petrográficas**

**APÊNDICE F – Mapa Geológico do Projeto Unai**

**APÊNDICE G – Mapa Geológico da Subárea IV**

**APÊNDICE H – Zoneamento Hidrogeológico**

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1.1. Mapa de localização da área do Projeto Unaí, dando enfoque na área IV. Sistema de Coordenadas: Projeção Transversa de Mercator, Zona 23S, Datum SIRGAS 2000. ....	30
Figura 1.2. Chuva acumulada em contraste com temperaturas máximas e mínimas no ano de 2020 na Estação Automática (A542) Unaí, Minas Gerais. Perceber o período de estiagem no mês de julho de 2020. Dados retirados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).....	31
Figura 1.3. Mapa hillshade demonstrando a variação da topografia ao longo da área de estudo do Projeto Unaí 2020. ....	34
Figura 1.4. Mapa <i>hillshade</i> demonstrando a variação da topografia ao longo da área de estudo do Projeto Unaí 2020. ....	36
Figura 1.5. Mapa de declividade demonstrando a angulação do relevo ao longo da área do Projeto Unaí 2020. ....	37
Figura 1.6. Padrão de relevo Plano com declividades inferiores que 3%; b) representação dos padrões de relevo Forte ondulado a Montanhoso (Membro Ribeirão da Porteira) e Suave ondulado a Ondulado (Ribeirão do Franco); c) representação dos padrões de relevo de Plano a Suave ondulado (Membro Ribeirão do Franco e Grupo Bambuí) e Forte ondulado a Montanhoso (Membro Ribeirão da Porteira); d) fotografia do padrão de relevo Forte ondulado a Montanhoso, característico do Membro Ribeirão do Franco.....	38
Figura 1.7. Mapa de compartimentação pedológica da área do Projeto Unaí. Fonte do IBGE/2017, Escala 1:250.000.....	39
Figura 1.8. Mapa Hidrográfico com os principais ribeirões e córregos das áreas de estudo do Projeto Unaí. Banco de dados criado pelo IBGE em escala 1:250.000, retirado da plataforma Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). ....	40
Figura 1.9. Mapa contendo a divisão das 13 zonas homólogas de drenagem da Área IV.....	43
Figura 1.10. Mapa com a compartimentação das zonas fotogeológicas.....	44

Figura 1.11. a) Diagrama de classificação de rochas terrígenas desenvolvido por R.H. Dott, 1964; b) diagrama de classificação de rochas psamíticas com maior detalhe composicional elaborado por Folk (1975), modificado de Dott (1964). O diagrama foi reformulado para as rochas que se encontram no campo dos arenitos e das grauvacas. ....	48
Figura 2.1. a) Mapa geológico representando os segmentos Norte e Sul da Faixa Brasília, além de representar o posicionamento do orógeno em relação aos crátons adjacentes. b) Mapa geológico representando a geologia do cinturão de dobras e cavalgamentos na margem oeste do Cráton São Francisco. Figura modificada de Campos <i>et al.</i> (2021). ....	51
Figura 2.2. Mapa geológico representando a geologia próxima da região de Unai, com o polígono do TF 2020 plotado. Figura retirada de Campos <i>et al.</i> , 2021. ....	54
Figura 2.3. Coluna estratigráfica da Formação Quilombo, na qual contém aproximadamente 400 metros de espessura. Figura de Campos <i>et al.</i> (2021).....	57
Figura 2.4. Colunas estratigráficas de diferentes localidades e mapa geológico com enfoque nas áreas de ocorrência do Grupo Paranoá. Observar as correlações estratigráficas entre as sucessões descritas por diferentes autores, incluindo a seção tipo entre Alto Paraíso-Brasília, região de Bezerra próximo de Formosa e de Cristalina. Figura modificada de Seraine <i>et al.</i> (2020).....	58
Figura 2.5. Estratigrafia do Grupo Canastra. Figura modificada de Teles (2019).....	63
Figura 2.6. Estratigrafia do Grupo Vazante. Figura de Teles (2019). ....	66
Figura 2.7. Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí definida por Dardenne (1978) e modificada por Teles (2019).....	69
Figura 2.8. Seção estrutural entre Piracanjuba-Caldas Novas- Paracatu-Unai. Retirado de Uhlein <i>et al.</i> (2013).....	70
Figura 3.1. Mapa do modelo digital de elevação com aplicação do filtro hillshade com ângulo de direcional de 45° em imagem SRTM da região do Projeto Unai, com destaque em vermelho para área. ....	73

- Figura 3.2. a) Mapa de composição colorida 432 do período de chuva, data 24/01/2012; b) mapa de composição 432 do período de seca, data 26/09/2020; c) mapa de composição colorida 843, infravermelho próximo, para realce da vegetação fotossinteticamente mais ativa..... 75
- Figura 3.3. Área do levantamento aerogeofísico do “Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, dados magnetométricos e gamaespectrométricos da Área 1 Unai-Paracatu-Vazante-Coromandel”. Fonte: LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A., 2001..... 78
- Figura 3.4. Fluxograma do processamento de dados. Modificado de LASA, 2001. .... 79
- Figura 3.5. Mapas de K (%), eU (ppm), eTh (ppm), CMY e RGB. .... 81
- Figura 3.6. Mapas gamaespectrométricos ternários, CMY (esquerda), RGB (direita)..... 83
- Figura 3.7. Fluxograma aplicado ao método magnetométrico. .... 84
- Figura 3.8. Mapas de domínios magnetométricos confeccionado a partir da interpretação do mapa ASA a) mapa da poligonal do Projeto-Unai-2020; b) mapa da subárea IV, do Projeto-Unai-2020. .... 87
- Figura 3.9. Mapas de domínios gamaespectrométricos confeccionado a partir da interpretação do mapa de composição ternária RGB (K, eTh, eU). a) mapa da poligonal do Projeto-Unai-2020; b) mapa da subárea IV, do Projeto-Unai-2020. .... 90
- Figura 3.10. a) Mapa de localização da linha sísmica 0240-0290, que se estende de Cristalina/GO até a próximo de Bonfinópolis de Minas/MG; b) linha sísmica de reflexão com eixo x representando a distância e o eixo y o tempo (ms). .... 93
- Figura 4.1. Colunas estratigráficas dispostas de maneira simplificada e fora de escala, representando as unidades que estão presentes ao longo da área do Projeto Unai. .... 97
- Figura 4.2. a) Grauvaca feldspática fina de coloração verde escuro, amostra TF20-IX-42; b) fotomicrografia com nicóis paralelos, observar a foliação incipiente cortando a rocha; c) fotomicrografia com nicóis cruzados; a mineralogia é composta por quartzo, feldspato alterado, fragmentos líticos, opacos e matriz pelítica. .... 100
- Figura 4.3. a) Litotipo representante da fácies Grauvaca lítica fina a média (GlgM), amostra 20-IX-110; b) fotomicrografia com nicóis paralelos, grauvaca imatura composicionalmente e

texturalmente, com presença de fragmentos líticos sub-arredondados e com baixa esfericidade baixa a moderada, os contatos são planares a pontuais; c) fotomicrografia com nicóis cruzados, sendo possível observar a variação da granulometria dos grãos de quartzo e dos fragmentos líticos, de modo que contém fragmentos líticos de pelitos e arenitos finos..... 101

Figura 4.4. Rocha representante da litofácies Ortoconglomerado polimítico maciço (OcpM), de coloração cinza escuro, amostra TF20-IX-99; b) fotomicrografia com nicóis paralelos representando a morfologia dos clastos de quartzo (Qz), arenito finos (Af), siltito (Si) e folhelho (Fl)..... 102

Figura 4.5. a) Amostra macrosópica de uma rocha representante da litofácies Arenito grosso maturo maciço (AgmM) proveniente do ponto TF-20-IV94, notar a presença de veios milimétricos de quartzo leitoso; b) leito de drenagem do ponto onde ocorrem as rochas da fácies AgmM..... 103

Figura 4.6. Litotipos representantes da Litofácies arenito fino a médio laminado (AfmL); a) arenito fino de coloração bege, com laminação milimétrica plano-paralela com laminações truncadas, amostra TF20-IV-60; b) arenito muito fino de coloração esbranquiçada intercalado com lâminas de pelito de coloração avermelhada, amostra TF20-IV-61; c) arenito médio de coloração bege com presença de laminações submilimétricas, amostra TF20-IV-26. .... 104

Figura 4.7. a) Amostra típica da litofácies Litoarenito Feldspático (LfmM), rocha de coloração cinza escuro e aspecto maciço, amostra TF20-IV-95 ; b), c), d), e) fotomicrografias da amostra TF20-IV-95 com nicóis paralelos (N//) e cruzados (NX), rocha com maturidade textural e composicional moderada, com presença de grãos de grãos de quartzo subarredondados a subangulosos com esfericidade média a baixa, os feldspatos geralmente encontram-se alterados e são subangulosos com esfericidade baixa; os grãos apresentam contatos de formas planares e côncavo-convexo. .... 105

Figura 4.8. a) amostra típica da litofácies Siltito Maciço (SiM), proveniente do ponto TF20-IV-55; b) rocha típica da litofácies Siltito Laminado (SiL), amostra TF20-IV-94; c) afloramento de siltito laminado em margem de leito de drenagem, ponto TF20-IV-55..... 106

Figura 4.9. a) Rocha Vulcânica subaquática afanítica de coloração cinza escuro e com superfície de alteração com coloração avermelhada, amostra TF20-IV-16; b) vulcânica subafanítica de coloração cinza claro, com presença de microfenocristais de quartzo, amostra

intensamente fraturada, contém superfície com presença de óxidos com tonalidade azul metálico que são provavelmente óxidos de maganês, amostra TF20-II-108b; c) e d) afloramento contendo rocha vulcânica disposta em camadas tabulares decimétricas a centimétricas intercaladas com sedimentos turbidíticos do Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-16.

..... 108

Figura 4.10. a), c) Micrografia com nicóis paralelos, observar a presença de veios sub milimétricos preenchidos por quartzo e óxidos de coloração castanha, amostra TF20-IV-16; b, c) micrografia com nicóis cruzados da amostra TF20-IV-16; e, f, g e h) fotomicrografias da amostra TF20-II-108, notar a presença de microfenocristais que apresentam porções internas preenchidas com óxidos; observar que a figura “e” não apresenta os cristais de quartzo orientados, enquanto a imagem “f” apresenta os cristais de quartzo orientados; notar que figura “f” contém dois domínios, um com material vítreo de colocação marrom claro e outro com coloração marrom escuro. .... 109

Figura 4.11. Porção aflorante do Membro Ribeirão da Porteira dentro da subárea IV. .... 110

Figura 4.12. a) Cambissolos háplico com horizonte A e B com 20 cm, e com o horizonte C de coloração esbranquiçada; b-c) relevo montanhoso com média a alta declividade com acentuado número de drenagens secas e, às vezes, com curso d’água. .... 111

Figura 4.13. Coluna estratigráfica proveniente de um afloramento ao longo de uma drenagem seca (figura a) no ponto 20-IV-152. Fácies F6, F7 e F8 são fácies de Mutti (1992). Interessante salientar que essa coluna não abrange toda extensão estratigráfica de Membro Ribeirão da Porteira, e sim um pequeno intervalo litoestratigráfico. .... 112

Figura 4.14. Porção aflorante do Membro Ribeirão do Franco dentro da subárea IV. .... 113

Figura 4.15. a) Perfil de cambissolo pétrico concrecionário do Membro Ribeirão do Franco com horizontes A, B e C; b) Horizonte A ~25 cm – lateritas centimétricas, com cascalhos de quartzo e eventuais nódulos de silixito, horizonte de coloração vermelha escura, contém plintitas associadas ao processo de lixiviação do solo; Horizonte B ~ 40cm, bastante arenoso com coloração ocre e diminuição de cascalhos da base para o topo; c) •Horizonte C – Saprolito de coloração predominantemente roxa rosada, com domínios de coloração branca amarelada; os domínios de coloração branca são onde ocorreu mais alteração, já os rosados são onde a alteração foi um pouco menor e preservou estruturas primárias. .... 114



- Figura 4.16. Perfil de aproximadamente 4,5 m oriundo de um afloramento de corte de estrada, interessante ressaltar que as descrições foram baseadas em rochas alteradas. Fácies F8 e F9 são fácies de Mutti (1992). Ponto 20-IV-126..... 116
- Figura 4.17. Coluna estratigráfica proveniente de um afloramento em um ladrão de drenagem no ponto 20-IV-33. Fácies F7, F8 e F9 são fácies de Mutti (1992)..... 116
- Figura 4.18. Modelo esquemático apresentando a sedimentação turbidítica com contexto do vulcanismo distal. .... 119
- Figura 4.19. Porção aflorante do Grupo Paranoá dentro da subárea IV. .... 120
- Figura 4.20. a) Representação do Grupo Canastra, Grupo Paranoá e Formação Quilombo, notar a mudança abrupta do solo do Grupo Paranoá para a Formação Quilombo, ponto 20-IV-83; b) perfil de solo espesso associado com o Grupo Paranoá, ponto 20-IV-124; c) variação da topografia entre o Grupo Canastra, Grupo Paranoá e a Formação Quilombo, notar que o Grupo Paranoá está associado com um relevo mais plano limitado por quebras de relevos bruscas com o Grupo Canastra, à oeste, e a Formação Quilombo, à leste, ponto 20-IV-8. .... 121
- Figura 4.21. Ponto TF20-IV-118, afloramento em grota seca. a) Amostra de siltito fresco de coloração cinza escuro intercalado com arenitos muito finos de coloração cinza claro, amostra TF20-IV-118, afloramento em grota seca; b) afloramento do siltito do Grupo Paranoá inalterado, ponto TF20-IV-118 ; c) afloramento em lajedo próximo a drenagem seca, de siltito intemperizado com visível intercalação entre limites rosado e lâminas esbranquiçadas; ponto TF20-IV-116; d) afloramento em drenagem com perfil de siltito alterado, ponto TF20-IV-115. .... 124
- Figura 4.22. Ponto 20-IV-149, afloramento no interior da subárea XIII. a) bloco de rocha carbonática basculado, com presença de uma brecha intraclástica, à esquerda, em contato com uma sucessão de estromatólitos, ou seja, inicialmente formou a brecha carbonática e em seguida as cianobactérias utilizaram o topo do pacote de brechas para formar os estromatólitos; b) croqui da sucessão de rochas carbonáticas presentes na figura a. .... 126
- Figura 4.23. Bloco diagrama esquemático mostrando o cenário do ambiente deposicional das porções proximais e distais da Formação Córrego do Barreiro. .... 127

Figura 4.24. Porção aflorante do Formação Serra do Landim, Grupo Canastra, dentro da subárea IV. ....	128
Figura 4.25. a) Amostra de filito intemperizado, retirada em afloramento de estrada. b) Fengita-clorta-filito utilizado para confecção de lâmina delgada do ponto 20-XIII-33. ....	129
Figura 4.26. Amostras de rochas intercaladas da Formação Serra do Landim encontradas em serra da subárea XIII. a), b) Amostra de filito com porfiroblasto intemperizados e “lavados”. c) Mármore de coloração cinza claro com aspecto de brechas e textura sacaroidal. d) Quartzito micáceo com estrutura sedimentar plano-paralela preservada, encontrada no topo da serra.	130
Figura 4.27. Porção aflorante da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, dentro da subárea IV. ....	131
Figura 4.28. a,b,c) Aforamento in situ de siltito, presente na subárea II, referente a Formação Sete Lagoas. ....	133
Figura 4.29. a,b,c) Perfil de rochas do Grupo Bambuí passando por processo pedogenético. d, e) Rocha intemperizada. f) Lavoura de grande porte em meio à latossolo vermelho bem de desenvolvidos. ....	134
Figura 5.1. Estereogramas referentes às medidas de acamamento ( $S_0$ ) e foliação ( $S_p$ ) coletadas na subárea IV. ....	136
Figura 5.2. Mapa geológico com estereogramas plotados, os estereogramas são referentes às medidas de foliação principal ( $S_p$ ) e acamamento sedimentar ( $S_0$ ). ....	137
Figura 5.3. a) Fotografia das dobras abertas anticlinais e sinclinais suavemente inclinadas com eixo caindo para sul, afloramento no ponto TF20-IV-72; b) estereograma com os planos dos flancos das dobras plotados e com o eixo plotado; c) croqui do afloramento contendo o eixo da dobra e o plano axial; d) lineação proveniente do cisalhamento flexural durante o dobramento, sendo que o cisalhamento foi entre os diferentes estratos que compõe o ritmito; e) orientação da lineação em relação ao mergulho do flanco. ....	138
Figura 5.4. Croqui do afloramento em perfil localizado na beira da estrada. Membro Ribeirão do Franco da Formação Quilombo. Localmente são observadas dobras abertas a fechadas, com linha de charneira com caimento moderado a alto. ....	139

Figura 5.5. a) Foliação perpendicular ao acamamento, provavelmente foliação de plano axial, Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-92; b) filito com presença de foliação espaçada ( $S_p$ ) e com foliação secundária contínua filítica ( $S_s$ ), Grupo Canastra, ponto TF20-XI-73; c) filito com presença de foliação secundária contínua filítica, Grupo Canastra, ponto TF20-XI-71; d) marga do Grupo Bambuí com presença de foliação espaçada, ponto TF20-IV-2; e) siltito do Grupo Paranoá com foliação oblíqua ao plano acamamento, ponto TF20-IV-118; f) filito de granulometria pelítica do Grupo Canastra com presença de foliação de Crenulação Scr; g) rocha com foliação  $S_p$  espaçada oblíqua ao acamamento  $S_0$ ; h) afloramento com presença de rocha com foliação  $S_p$  oblíqua penetrativa ao acamamento; i) dobra fechada com caimento do eixo e com presença de foliação plano axial  $S_p$  no domínio mais pelítico; além de ser possível observar *mullions* no domínio psamítico..... 141

Figura 5.6. Afloramento presente no Membro Ribeirão do Franco, no ponto TF20-IV-71. a) Dobra aproximadamente cilíndrica com caimento para sul; b) detalhe na zona de charneira com clivagem plano axial. .... 143

Figura 5.7. a) Lineação proveniente do deslizamento flexural entre os estratos durante o dobramento, Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-72; b) lineações fibrosas ou estria presentes em veios de quartzo encontrado em blocos rolados ao longo do Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-IV-51; c) lineação de intersecção (26/322) oriunda da interceptação entre o plano de acamamento ( $S_0 = 276/36$ ) e o plano de foliação primária espaçada ( $S_p = 224/79$ ), Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-III-4; d-e) lineação caracterizada por degraus de ranhuras na Formação Quilombo, cinemática reversa com topo para sudeste com vergência ligeiramente sinistral, atitude do plano de acamamento é 260/43, lineação com atitude 35/285, afloramento localizado no ponto TF20-XIV-69. .... 145

Figura 5.8. a) diagrama de roseta composta por 133 medidas das fraturas da subárea IV, mostrando a direção preferencial para ENE-WSW; b) afloramento no ponto TF20-IV-71, Membro Ribeirão do Franco, presença de fraturas sub horizontais e subverticais; c) afloramento contendo fraturas com espaçamentos centimétricos nos siltitos do Grupo Paranoá, ponto TF20-IV-118; d) siltito/arenito muito fino do Membro Ribeirão do Franco com pares conjugados de fratura, ponto TF20-IV-72; e) litoarenito grosso silicificado com presença de fraturas preenchidas por veios de quartzo leitoso, Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-IV-102; f) litoarenito com presença de fraturas preenchidas por veios de quartzo associadas com a foliação de plano axial, Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-46..... 147

Figura 5.9. Fraturas de cisalhamento. ....	148
Figura 5.10. Interpretação sísmica da área, deixando evidente as falhas reversas regionais. ....	148
Figura 5.11. Falha separando regiões com vergência distinta, presente dentro do Membro Ribeirão da Porteira, coordenada UTM 23K, SIRGAS 2000, 277923 mE - 8199369 mS....	149
Figura 5.12. Falha de empurrão soerguendo o Grupo Paranoá sobre o Grupo Bambuí. a) Espelho de falha da área adjacente à zona de falha. Coordenada UTM, SIRGAS 2000, Zona 23K, 299204 mE - 8194180 mS. ....	150
Figura 6.1. Mapa com as áreas requeridas, próximo do Projeto Unai 2020, para Agência Nacional de Mineração (ANM), com destaque nas substâncias minerais solicitadas. ....	152
Figura 6.2. a) Dolomitos da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá com potencial de exploração, ponto 20; b) mármore da Fm. Serra do Landim do Grupo Canastra. ....	154
Figura 6.3. a-b) Cachoeira com potencial de abertura para turismo, coordenada UTM Zona 23K 293092mE - 8136314 mS (subárea XIV), c) área com relevo plano suave associado com latossolo, com presença de pivôs destinados a agricultura em larga escala, ponto TF20-IV-129; d) carvoaria com produção de carvão vegetal por meio da madeira dos eucaliptos, ponto TF20-IV-87; e) vista das plantações de eucalipto, nos quais são destinados a construção civil e a produção de carvão vegetal, ponto TF20-IV-50; f - g) cavernas naturais presentes nos dolomitos da Formação Córrego do Barreiro, coordenada UTM Zona 23 297894 mE / 8141500 mS..	157
Figura 7.1. Informações acerca do poço número 3100015437 registrado no portal SIAGAS, localizado no interior da subárea III. ....	161
Figura 7.2. Mapa de Zoneamento Hidrogeológico do Projeto Unai - TF 2020, com lineamentos morfoestruturais, rede de drenagem, isoietas, poços, cavidades naturais e roseta de fraturas. A Tabela 1.2 representa a legenda dos domínios e sistemas hidrogeológicos ilustrados.....	163
Figura 7.3. a) a) Latossolo proveniente da alteração de margas do Grupo Bambuí, representante do Sistema FI1 do Domínio Freático; localizada no ponto TF20-IV-156; b) cambissolo háplico proveniente do intemperismo de rochas do Membro Ribeirão da Porteira, representante do Sistema FI2 do Domínio Freático, localizado no ponto TF20-IV-99; c) dolomito estromatolítico com presença de fraturas que passaram por processos de dissolução, rocha do	

Membro Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, representante do Sistema FC do Domínio Físsuro-Cárstico, localizada no ponto TF20-IV-145; d) ritmito psamopelítico do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo, representante do Sistema FP1 (rúptil) do Domínio Fraturado, rocha com alívio de fratura subhorizontal com percolação de água, localizada no ponto TF20-IV-94; e) siltito cinza fraturado da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, representante do Sistema FP2 (dúctil) do Domínio Fraturado, localizada no ponto TF20-IV-118..... 165

Figura 7.4. a) barragem em drenagem localizada no ponto TF20-IV-30; b) poço tubular profundo com revestimento de PVC geomecânico, localizado na subárea XI; c) reservatório de água destinado a irrigação, água bombeada de drenagens da região, localizada no ponto TF20-IV-128..... 168

Figura 8.1. Interpretação da seção sísmica, R0240 - São Francisco - 045 - PSTM, cedida pela Agência Nacional de Petróleo..... 170

Figura 8.2. Ilustração esquemática do contexto geotectônico não aflorante; observar que o embasamento cristalino apresenta idade de 2.14 Ga e que as sedimentações foram todas siálicas, ou seja, acima da crosta continental. a) Representação da deposição do Grupo Araí na fase pré-rifte (1.8 Ga), onde em um ambiente desértico continental ocorreu a sedimentação associada com leques aluviais e rios entrelaçados; b) fase sin-rifte do Grupo Araí (tafrogênese Estateriana de 1.77 Ga), com a formação das falhas normais, *horsts* e *grabens* associados com um vulcanismo bimodal; c) deposição do Grupo Traíras, associado com uma bacia do tipo sag Calimiana (1,54 Ga), abrange uma sequência de primeira ordem composta por sedimentos siliciclásticos e mistos plataformais influenciados por marés. Modificado de Martins-Ferreira (2017)..... 172

Figura 8.3. a) Representação da deposição dos turbiditos da Formação Quilombo, observar que contém presença de vulcanismos subaquoso; b) ilustração da deposição do Grupo Paranoá, observar que apesar da deposição da base do Grupo Canastra ser correlata com o topo do Grupo Paranoá, o Grupo Canastra não é ilustrado pois estava depositando mais distalmente; c) interpretação com base na linha sísmica: orogênese Brasileiro, com deposição do Grupo Bambuí em uma bacia de antes-país – observar que o Grupo Canastra é uma unidade alóctone que é transportada de oeste para leste como uma nappe..... 176

*Projeto Unaí – Subárea IV*

Figura 9.1. Comparação entre o mapa geológico da CPRM, à esquerda, do mapa confeccionado no Projeto Unaí, à direita. .... 180

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. Cronograma de atividades do Projeto Unaí 2020. ....	41
Tabela 1.2. Separação das classes de grãos baseado na granulometria do sedimento. ....	47
Tabela 2.1. Unidades estratigráficas mapeadas no Projeto Unaí 2020. ....	52
Tabela 2.2. Nomenclaturas, holoestratótipo/área-tipo das unidades do Grupo Paranoá. Baseada em Faria (1995) e Campos <i>et al.</i> (2013). ....	59
Tabela 3.1. Faixas espectrais e resolução das bandas do sensor Sentinel-2. Fonte <i>Sentinel Online, Europeans Space Agency</i> . ....	74
Tabela 3.2. Caracterização dos domínios magnetométricos da poligonal da área do Projeto Unaí. ....	86
Tabela 3.3. Caracterização dos domínios magnetométricos da poligonal da subárea IV do Projeto Unaí. ....	88
Tabela 3.4. Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados na área do Projeto Unaí 2020. ....	91
Tabela 3.5. Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados na subárea IV do Projeto Unaí 2020. ....	91
Tabela 4.1. Coluna estratigráfica do Projeto Unaí. ....	95
Tabela 4.2. Tabela com as características das fácies propostas a partir da descrição das amostras macroscópicas e da petrografia de litotipos da Formação Quilombo. ....	98
Tabela 4.3. Fácies de Mutti (1992), presentes na área do Projeto Unaí, caracterizadas com base nas litofácies da Tabela 4.2. ....	99
Tabela 4.4. Litofácies e suas respectivas características e processos, de acordo com descrição macroscópica e de lâminas delgadas, do Grupo Paranoá, Formação Córrego do Barreiro. ...	122
Tabela 7.1. Informações de poços tubulares disponibilizadas no Portal SIAGAS. Vazão Específica em m <sup>3</sup> /h/m e Vazão Após Estabilização em m <sup>3</sup> /h. NE e ND em metros. ....	159

Tabela 7.2. Zoneamento hidrogeológico do Projeto Unai - TF 2020, com descrição do comportamento hidrogeológico de cada meio, bem como o potencial de cada aquífero. .... 163



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGT	Amplitude do Gradiente Total
ANA	Agência Nacional de Águas
ASA	Amplitude do Sinal Analítico
Au	Ouro
Ca	Cálcio
CECAV	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CMA	Campo Magnético Anômalo
CME	Campo Magnético Externo
CMT	Campo Magnético Total
CMY	<i>Cyan-Magenta-Yellow</i>
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSF	Cráton São Francisco
Cu	Cobre
DF	Distrito Federal
Dx	Derivada direcional X
Dy	Derivada direcional Y
Dz	Derivada direcional Z
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	<i>European Space Agency</i>
eTH	Equivalente de Tório
eU	Equivalente de Urânio
Fe	Ferro
Fm	Formação
g/t	Gramas por tonelada
Ga	Bilhões de anos
GMES	<i>Global Monitoring for Environment and Security</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
Gr	Grupo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Instituto de Geociências
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão de Águas

IGRF	International Geomagnetic Reference
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISA	Inclinação do Sinal Analítico
K	Potássio
K	Condutividade hidráulica
m/s	Metros por segundo
m <sup>2</sup> /s	Metros ao quadrado por segundo
m <sup>3</sup> /h	Metros cúbicos por hora
Ma	Milhões de anos
Mg	Magnésio
MG	Minas Gerais
MVT	<i>Mississippi Valley Type</i>
N//	Nicóis paralelos
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
Nd	Neodímio
NIMA	<i>National Imagery and Mapping Agency</i>
NX	Nicóis cruzados
Pb	Chumbo
Ppm	Partes por milhão
PSTM	<i>Pre Stack Time Migration</i>
RGB	<i>Red-Green-Blue</i>
S <sub>0</sub>	Plano de mergulho do acamamento
SAR	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
Scr	Foliação de crenulação
SEDEX	<i>Sedimentar Exhalative Polymetallic Massive Sulphides</i>
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
Sm	Samário
S <sub>p</sub>	Foliação Regional principal
Sr	Estrôncio
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
S <sub>s</sub>	Foliação paralela a subparalela ao acamamento
TF	Trabalho Final

*Projeto Unai – Subárea IV*

U	Urânio
UH	Unidade Hidroestratigráfica
UnB	Universidade de Brasília
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
Zn	Zinco

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. APRESENTAÇÃO**

O Projeto Unaí, realizado em 2021 pelos alunos de Geologia da Universidade de Brasília, em função das disciplinas “Preparação para Mapeamento Geológico Final” e “Trabalho de Mapeamento Geológico Final”, recebeu um apoio financeiro e estrutural do Instituto de Geociências (IGD-UnB). A atividade foi realizada durante o primeiro e segundo semestre letivo de 2021 e teve o propósito de mapear uma área total de 651 km<sup>2</sup> na escala de 1:50.000, a sul da Cidade de Unaí no Estado de Minas Gerais, localizada dentro da folha SE.23-V-A-Unaí.

A elaboração do projeto contou com a coordenação do professor Dr. José Eloi Guimarães Campos e com o apoio dos professores Dr. Martino Giorgioni e a Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto, e do pós-graduando Lucas Santos Batista Teles. Ao todo, vinte e oito alunos separados em duplas foram responsáveis por mapear em escala de semidetalhe de 1:50.000, quatorze subáreas entre 52 e 45 km<sup>2</sup>. O presente relatório se refere a subárea IV, que possui 45 km<sup>2</sup>, de modo que também serão incluídos resultados e interpretações acerca das demais áreas do projeto.

A área de estudo está geologicamente inserida na Província Tocantins, especificamente a Porção Centro-sul da Zona Externa da Faixa Brasília, onde afloram rochas metassedimentares de idade mesoproterozoica a neoproterozoica, além de vulcânicas localizadas.

### **1.2. JUSTIFICATIVAS**

A realização do Projeto Unaí tem como principal justificativa o mapeamento geológico em semi-detalhe, na escala 1:50.000, de uma região onde são expostas rochas turbidíticas vulcanoclásticas da Formação Quilombo, de modo que essas rochas já foram interpretadas como sendo do Grupo Vazante e do Grupo Paranoá. Logo, como só existem dois trabalhos publicados acerca da natureza turbidítica da associação, e diversos outros trabalhos que expuseram interpretações equivocadas sobre a sequência, a Formação Quilombo ainda necessita de um aprimoramento acerca de informações cartográficas, da interpretação dos ambientes deposicionais, do potencial econômico e da relação tectônica com demais unidades.

Além da Formação Quilombo, na área de estudo afloram rochas do Grupo Paranoá, Vazante, Canastra e Bambuí, que são grupos que já apresentam diversas bibliografias aceitas pela comunidade acadêmica. Porém, vale salientar que o presente projeto também visa refinar as informações acerca dos grupos mencionados acima.

### **1.3. OBJETIVOS**

O principal objetivo da realização do Projeto Unai é promover que os estudantes de Graduação em Geologia consolidem os estudos feitos durante o curso, portanto, o mapeamento na escala de 1:50.000 possibilita avaliar a aprendizagem dos alunos de Geologia. O mapeamento geológico, na região próximo de Unai, exige um conhecimento prévio em sedimentologia, mineralogia, petrografia, geologia estrutural, geologia metamórfica, geomorfologia, geoquímica, fotogeologia, geoprocessamento, geofísica, e outros assuntos que também são abordados ao longo da graduação. Interessante salientar que o Trabalho Final não abrange somente a etapa de campo realizada em julho de 2021, mas, também, as etapas Pré-campo e Pós Campo ocorridas no primeiro e segundo semestre, respectivamente.

### **1.4. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO**

A área do Projeto Unai fica no noroeste do Estado de Minas Gerais, a sul da Cidade de Unai e a norte de Paracatu, sendo que a região está incluída na Folha SE.23-V-A-Unai (Folha Unai).

A Cidade Unai fica a aproximadamente 605 km de distância de Belo Horizonte, a capital de Minas Gerais, e a aproximadamente 170 km de Brasília. O principal acesso à cidade, partindo do Distrito Federal, é pela DF-001 e depois acessar a BR-251 sentido sul até chegar no local de destino (Figura 1.1).

O principal acesso às áreas, partindo da Cidade Unai, base de apoio do presente projeto durante a etapa Campo, se dá a partir da MG-188 sentido Paracatu, essa rodovia margeia a porção leste de todas as áreas do projeto, sendo que na margem oeste da rodovia encontram-se estradas vicinais que dão acesso às áreas I a XIV (Figura 1.1). A área IV, em particular, contém uma estrada de asfalto que liga a MG-188 com a Penitenciária Agostinho de Oliveira Júnior, que se encontra no interior da respectiva área.

O polígono da área IV, que apresenta um formato retangular, é delimitado pelas coordenadas (UTM, zona 23S) 288000 mE/ 8168000 mS e 303000 mE/ 8165000 mS.

Projeto Unai – Subárea IV

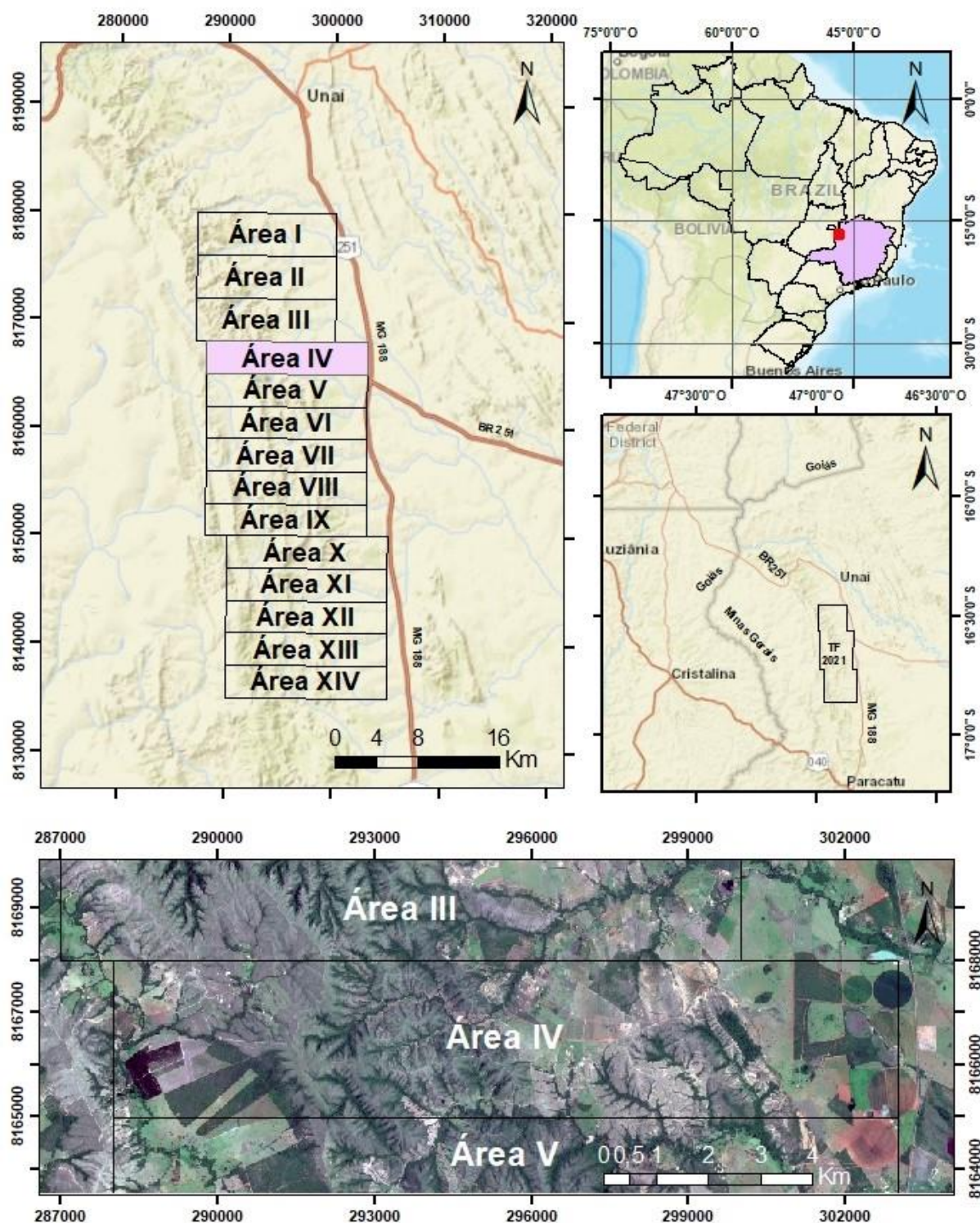


Figura 1.1. Mapa de localização da área do Projeto Unai, dando enfoque na área IV. Sistema de Coordenadas: Projeção Transversa de Mercator, Zona 23S, Datum SIRGAS 2000.

## 1.5. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

### 1.5.1. CLIMA

A partir de dados de 1978 a 2013 (36 anos de série histórica) o clima da região do Município de Unai, localizado no noroeste do Estado de Minas Gerais, é classificado segundo o método de Köppen como “Tropical Chuvoso de Savana, isotérmico (sigla Aw i)”, caracterizado por estações de seca no inverno bem pronunciado e verões chuvosos. Segundo o método de Thornthwaite, é classificado como “Subúmido com déficit de água moderado no inverno, megatérmico (sigla C2 w, A’a’)” (Cunha *et al.*, 2019). A região apresenta pluviosidade média anual de 1200 mm com os meses chuvosos em outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março.

A temperatura varia entre máximas de 31°C e mínimas de 18°C com temperatura média anual de 24°C, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A maior temperatura absoluta registrada é de 42,5°C em outubro de 2015 e a menor 6,1°C registrada em 21 de julho de 1981.

Em 2020, Unai registrou temperaturas máximas em torno 32 °C e mínimas em torno de 14°C, além de ter períodos com maiores taxas de precipitação entre outubro e março (Figura 1.2). O mês de julho de 2020 foi o que teve a menor taxa de precipitação de água, sendo considerado o mês ideal para realização do trabalho de mapeamento do Projeto Unai.

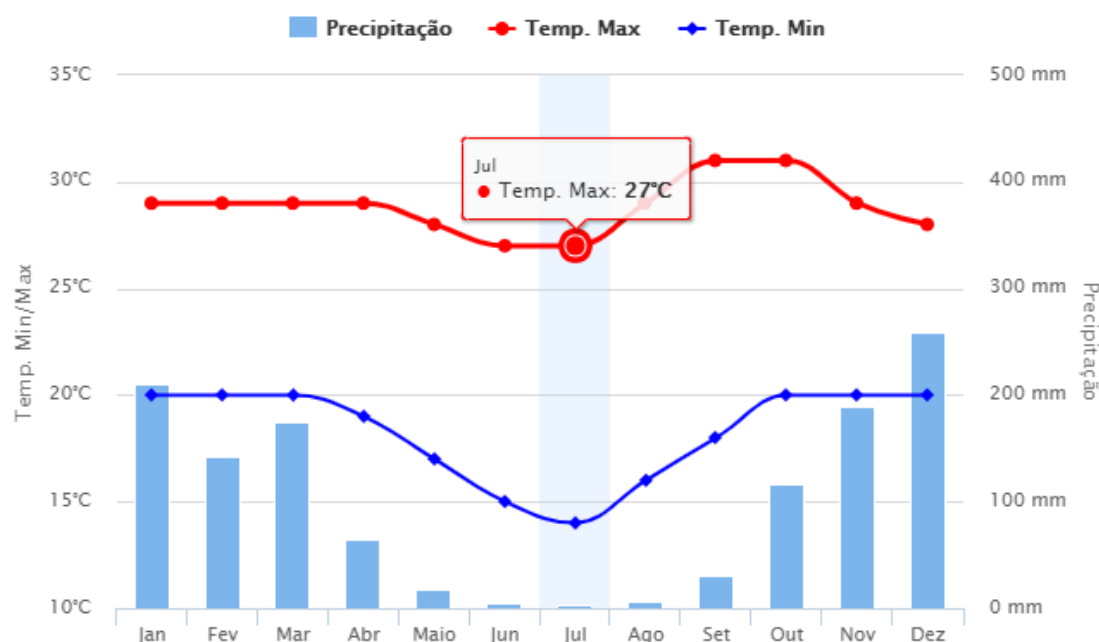


Figura 1.2. Chuva acumulada em contraste com temperaturas máximas e mínimas no ano de 2020 na Estação Automática (A542) Unai, Minas Gerais. Perceber o período de estiagem no mês de julho de 2020. Dados retirados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

### 1.5.2. VEGETAÇÃO

Na área de estudo no Município de Unaí, Minas Gerais, dispõe de uma variedade de fitofisionomia de cerrados e campos. Contudo apresenta grande parte do território voltado à agricultura (Figura 1.3a) com uso acentuado das terras para uso em diversos tipos de culturas, sobrando apenas pequenos fragmentos de vegetação.

O ecossistema do cerrado se estabelece com formações campestres como campo limpo e sujo, seguido de formações savânicas evidenciadas pelo cerrado *stricto sensu* e a formação florestal. Para especificar cada tipo de fitofisionomia, o sistema utilizado foi o proposto por Ribeiro & Walter (2008).

O Campo Limpo é definido como vegetação rasteira, gramíneas, herbáceas e pequenos arbustos dispersos constituindo relvas descontínuas e sem a dependência de grandes quantidades de pluviosidade (Figura 1.3b). Esse bioma apresenta características propícias para agricultura, por possuir solos férteis e espessos em relevos planos, associados com latossolos vermelhos e vermelho-amarelos.

O Campo Sujo, associado com solos secos e úmidos, é composto por plantas herbáceas associadas com arbustos e subarbustos pouco desenvolvidos distribuídos de maneira dispersa no relevo (Figura 1.3c).

Mata Ciliar é a vegetação que segue os rios de médio e grande porte, ocorrendo normalmente em terrenos acidentados onde a vegetação arbórea não forma galerias. Possuem árvores de grande porte, sendo uma mata estreita.

Mata de Galeria considera a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos formando galerias arborizadas acima do leito d'água (Figura 1.3d). Quase sempre é cercada por vegetação não florestal em ambas as margens, apresenta transição brusca para formações savânicas e campestres. São caracterizadas por possuir vegetação arbórea de grande porte que varia entre 20 e 30 metros apresentando uma superposição entre as copas.

Mata Seca são as unidades florestais no bioma do Cerrado que não estão relacionadas a cursos d'água ocorrendo em regiões de interflúvios, em locais ricos em nutrientes. Esse tipo de vegetação depende da profundidade e das condições físico-químicas do solo. Por essa dependência e das quedas de folhas no período de seca, a Mata Seca é subdividida em Mata Seca Sempre-Verde, Mata Seca Semidecídua, a mais comum, e Mata Seca Decídua. A altura média das árvores varia entre 15 e 25 metros.



Cerradão é a formação florestal do bioma Cerrado caracterizada pela presença no Cerrado sentido restrito e por espécies florestais, particularmente as da Mata Seca Semidecídua e de Galeria (Figura 1.3e). Geralmente os solos do Cerradão são bem drenados, profundos, de média a baixa fertilidade, ligeiramente ácidos com estratos arbóreos que variam entre 8 a 15 metros. Os solos predominantes são latossolos vermelhos e amarelos.

Cerrado Sentido Restrito é uma unidade savânica com presença de árvores de baixo porte, inclinadas, tortuosas, de ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente apresentam evidências de queimadas (Figura 1.3f). A vegetação do Campo Sujo é ainda menos desenvolvida que a do Cerrado Sentido Restrito. A grande maioria dos solos sob a vegetação de Cerrado Sentido Restrito pertencem às classes dos Latossolos de caráter ácido com carência generalizada dos nutrientes essenciais, principalmente fósforo e nitrogênio e altas taxas de alumínio.

No Grupo Paranoá, na área de estudo, as regiões associadas com solos espessos são destinadas à agropecuária e a plantação de eucaliptos, já nas porções onde predominam os dolomitos contém uma vegetação natural tipicamente cárstica. O Membro Ribeirão da Porteira, do Grupo Quilombo, contém uma vegetação de campo limpo e campo sujo nos topos e nas encostas dos morros, e uma vegetação de mata de galeria nas drenagens dos vales. No Membro Ribeirão do Franco e no Grupo Canastra é possível observar vegetação de campo limpo, campo sujo, cerradão, cerrado sentido restrito, matas de galeria e regiões destinadas à agropecuária. O Grupo Bambuí, associado com solos espessos e relevos planos, está destinado em sua grande maioria para a agropecuária.

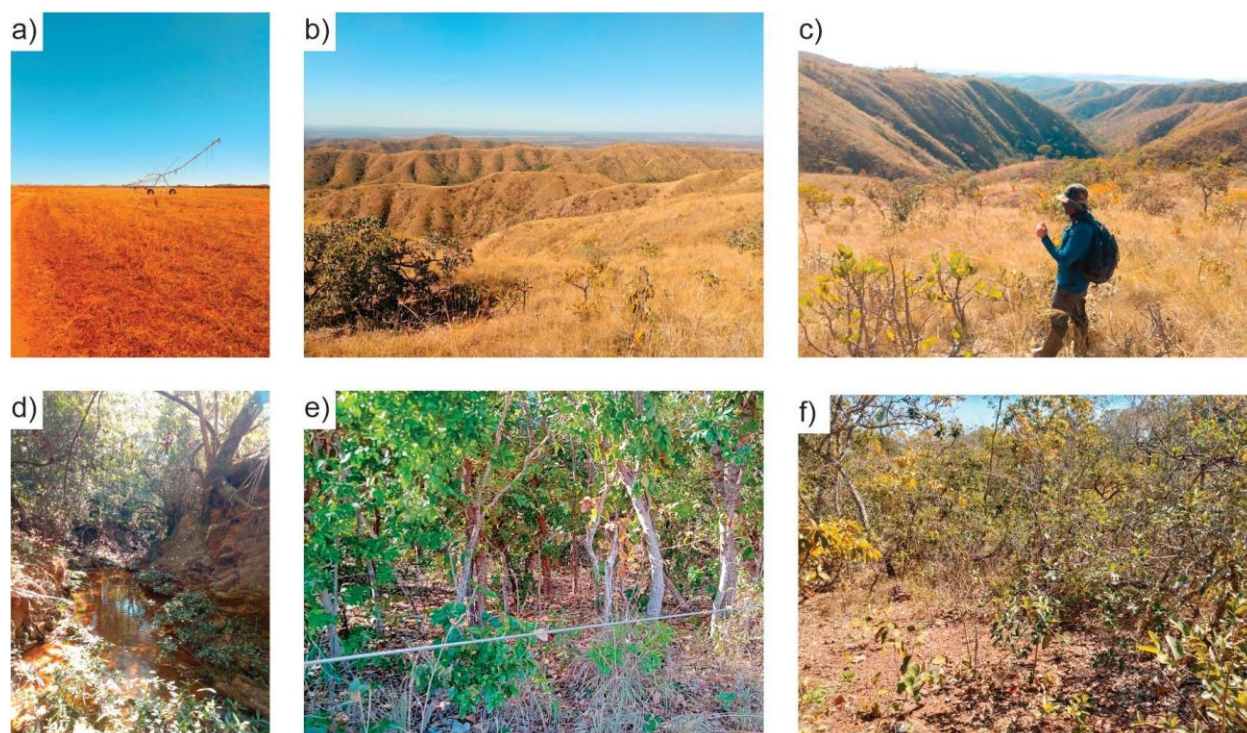


Figura 1.3. Mapa hillshade demonstrando a variação da topografia ao longo da área de estudo do Projeto Unaí 2020.

### **1.5.3. GEOMORFOLOGIA**

A geomorfologia presente na região de Unaí recebe influência da bacia do Rio Preto e do Rio Paracatu pertencentes à bacia do Rio São Francisco. Nelas apresentam as seguintes unidades (PLANPAR, 1998): Planalto do São Francisco, Cristas de Unaí e Depressão Sanfranciscana. Os planaltos do São Francisco representam capeamentos sedimentares amplos de superfícies tabulares ou chapadas com variação de 800 a 1100 m.

As Cristas de Unaí são alinhamentos orientados na direção NNW-SSE que se estendem do Município de Vazante até o vale do Rio Preto. São compostos de contornos erosivos sobre anticlinais, sinclinais e falhas de empurrão, entre as quais se intercalam zonas rebaixadas e aplainadas (IGAM, 2006).

A Depressão São Franciscana, por sua vez, é uma área rebaixada e aplainada com cotas entre 400 e 600 m. A evolução dessa depressão foi proporcionada pelo entalhamento das drenagens principais de forma progressiva em formações cretáceas, atingindo posteriormente um substrato formado por rochas do Grupo Bambuí (IGAM, 2006).

Na região sul do projeto contém paisagens cársticas que possuem um sistema hidrológico principalmente vertical e subterrâneo (criptorréica) e com presença de cavernas (Bigarella, 1996).

A variação altimétrica para a subárea IV é de aproximadamente 315 m, com maiores cotas em torno de 910 metros de altitude, onde se encontra um relevo fortemente ondulado e arrasado, e menor cotas em torno de 595 metros de altitude no extremo leste da área, onde se encontra um relevo plano. A porção mais elevada é estruturada pelo Membro Ribeirão da Porteira e caracteriza a região de difícil acesso da subárea. A altimetria média do restante da área é próxima de 650 m, e prevalece uma paisagem de relevo suave ondulado a ondulado (Figura 1.4).

A obtenção dos padrões de relevo pode ser obtida através de um mapa de declividade (EMBRAPA, 1979). A declividade é caracterizada pela máxima inclinação (ângulo vertical) de um plano tangente a um ponto na superfície do terreno, em relação ao horizonte. Pode ser medido em graus ou porcentagem (Evans, 1972). A angulação da topografia da área de estudo apresenta valores que variam desde 0 % até 50% (Figura 1.5). De maneira geral, predominam declividades com angulação entre 3 e 20%, que correspondem a um relevo Suave ondulado a ondulado (Figura 1.6c). Nas regiões de ocorrência do Grupo Bambuí, de maneira geral, a declividade fica em torno de 0% a 3%, sendo classificados como relevo Plano (Figura 1.6a). Em uma faixa alongada com direção NS, nas regiões onde ocorrem as rochas do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo, predominam declividades entre 20% e 50%, caracterizando um relevo Forte ondulado a montanhoso (Figura 1.6cd).

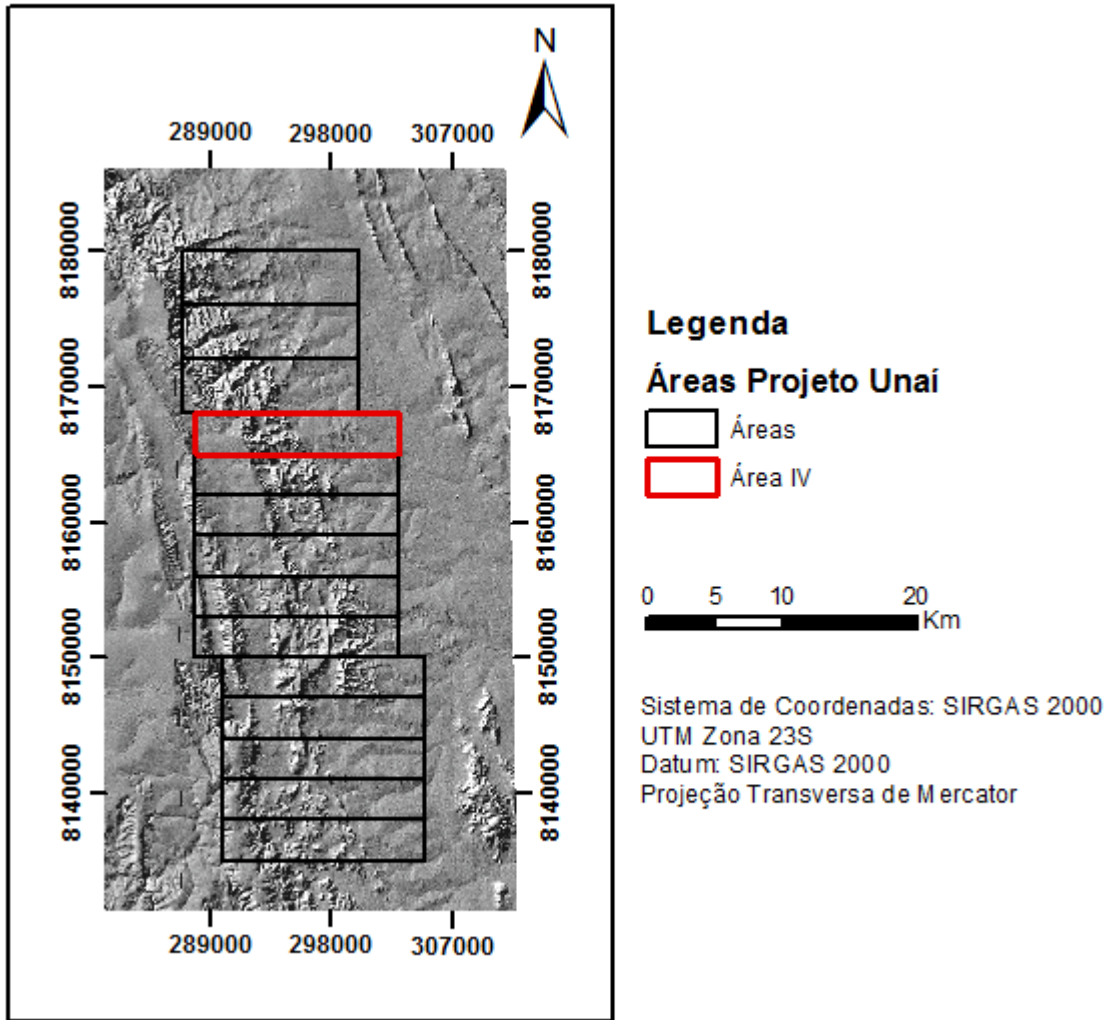


Figura 1.4. Mapa *hillshade* demonstrando a variação da topografia ao longo da área de estudo do Projeto Unai 2020.

Projeto Unai – Subárea IV

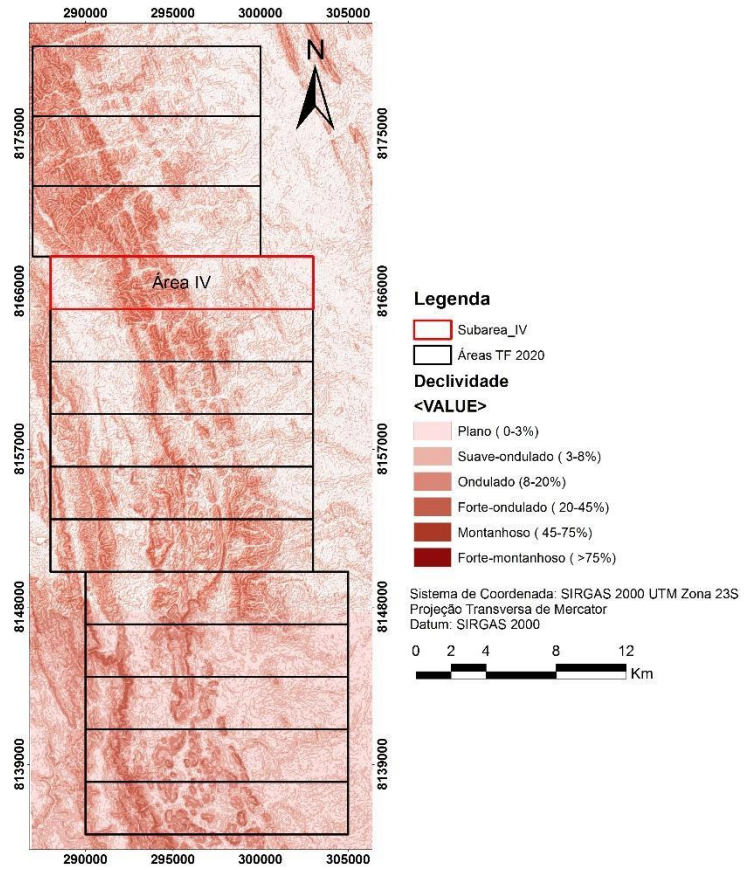


Figura 1.5. Mapa de declividade demonstrando a angulação do relevo ao longo da área do Projeto Unai 2020.

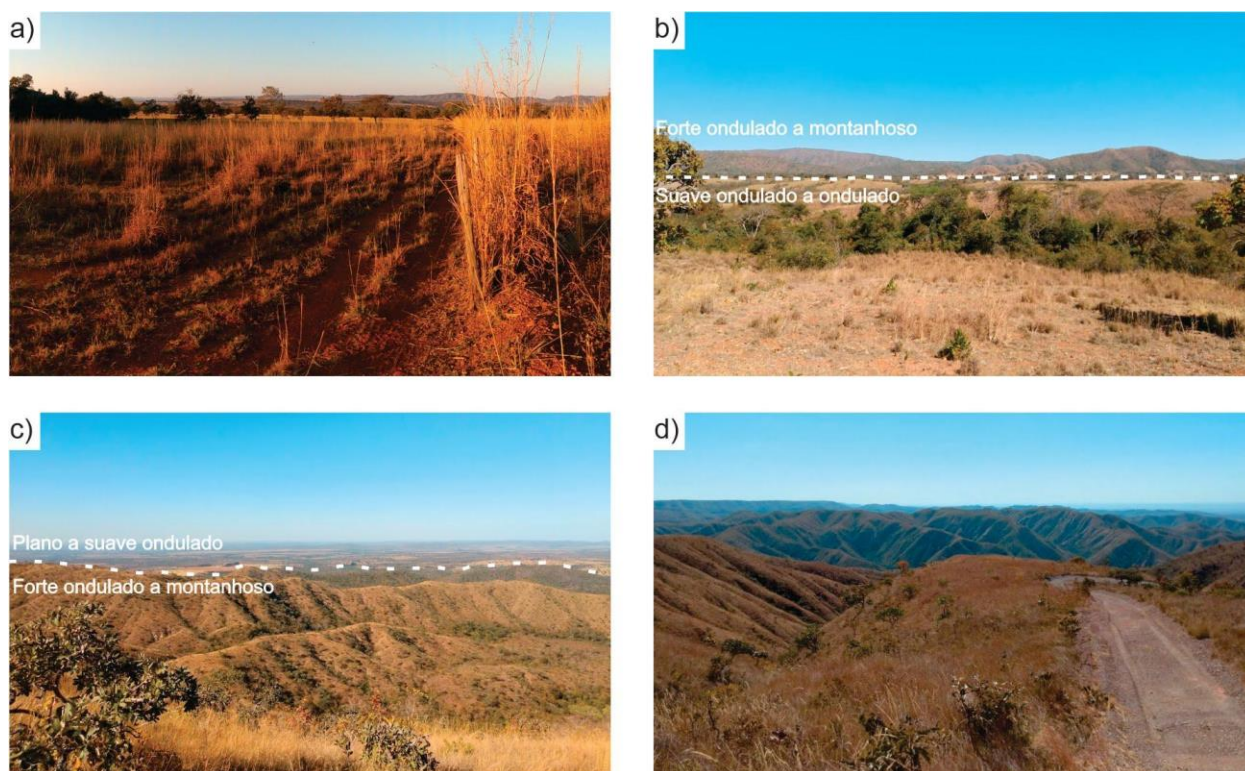


Figura 1.6. Padrão de relevo Plano com declividades inferiores que 3%; b) representação dos padrões de relevo Forte ondulado a Montanhoso (Membro Ribeirão da Porteira) e Suave ondulado a Ondulado (Ribeirão do Franco); c) representação dos padrões de relevo de Plano a Suave ondulado (Membro Ribeirão do Franco e Grupo Bambuí) e Forte ondulado a Montanhoso (Membro Ribeirão da Porteira); d) fotografia do padrão de relevo Forte ondulado a Montanhoso, característico do Membro Ribeirão do Franco.

#### 1.5.4. SOLOS

As variedades pedológicas da região do Projeto Unai são ligadas diretamente ao litotipo presente abaixo dos horizontes de solo, e as variações de relevo e drenagem. Na área do projeto predominam Cambissolos, Neossolos, Latossolos Vermelho e Latossolos Vermelho-amarelo (Figura 1.7). Os Latossolos são bem desenvolvidos, distróficos e bem drenados, caracterizados pela presença antrópica. Estão situados nas unidades Sete Lagoas a leste da área, e na Formação Córrego do Barreiro, a oeste. Os Neossolos estão relacionados às áreas com relevo mais montanhoso e arrasado sendo pouco desenvolvidos, constituído de material mineral e orgânico, e pouco espesso. Os Cambissolos estão relacionados com relevos acidentados e geralmente associados ao Neossolos Litólicos e afloramentos de rochas. Tanto os neossolos, quanto os cambissolos, estão presentes nas unidades da Formação Quilombo.

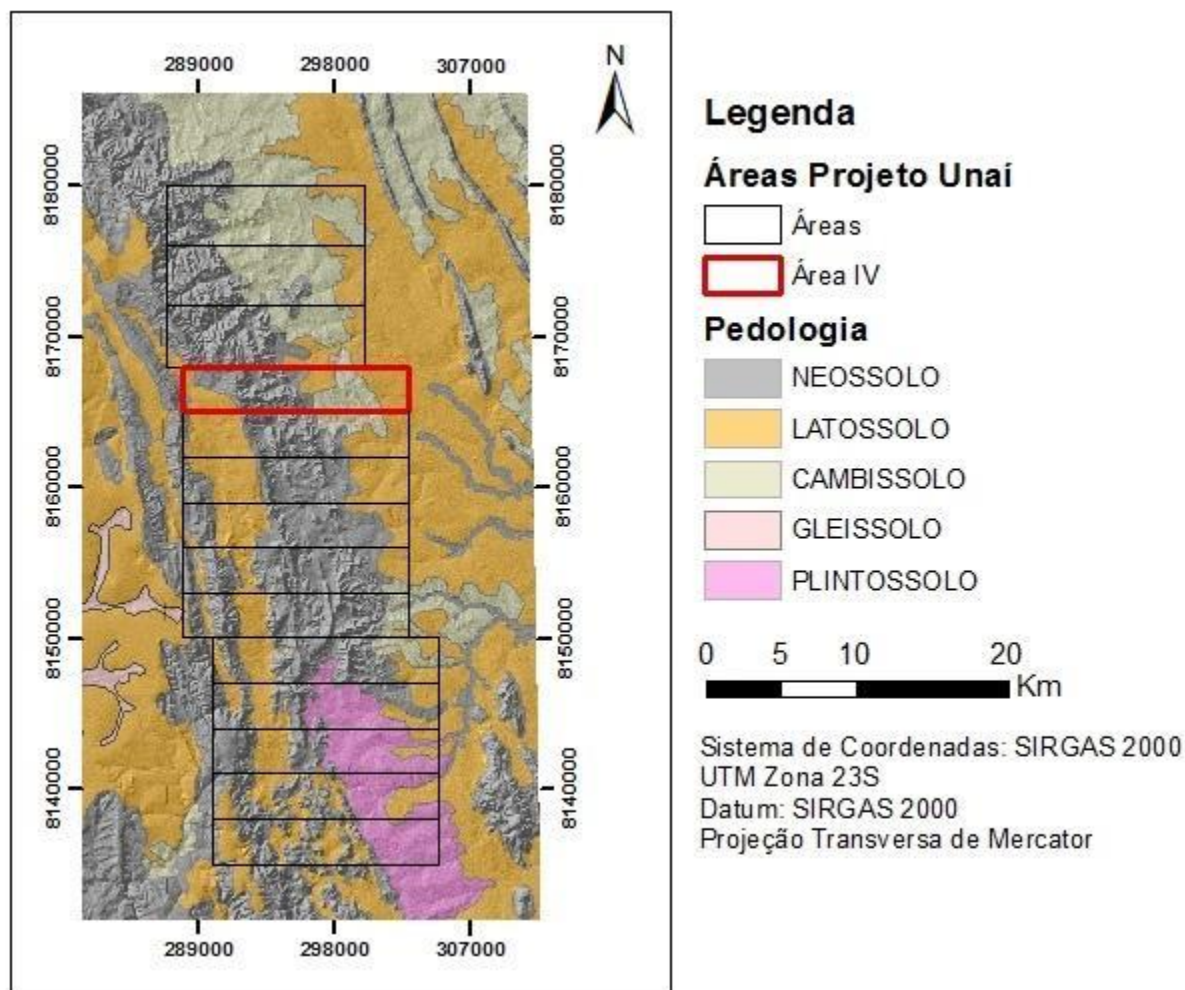


Figura 1.7. Mapa de compartimentação pedológica da área do Projeto Unai. Fonte do IBGE/2017, Escala 1:250.000.

### 1.5.5. 1.5.5. HIDROGRAFIA

A área do Projeto Unai é inserida na Região Hidrográfica do Rio São Francisco, mais precisamente na Bacia do Rio Paracatu, que engloba as quatorze áreas. Os principais rios que sofrem influência das áreas estudadas destacam-se o Rio Paracatu e o Rio Preto, no qual ambos se encontram distantes das áreas, mas recebem abastecimento hídrico de ribeirões, córregos e veredas (Figura 1.8).

Na subárea IV, destaca-se o Ribeirão do Franco, nome dado a um dos membros da Formação Quilombo, que alimenta o Ribeirão do Carmo. O Ribeirão do Franco é um afluente de regime intermitente e, portanto, seco ou com níveis bem baixos durante a realização da etapa de campo. A oeste da subárea IV encontra-se o Córrego do Amáro com direção NS, que se estende até a subárea XIV.





Projeto Unai – Subárea IV

Tabela 1.1. Cronograma de atividades do Projeto Unai 2020.

Etapa	Atividades	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Pré-Campo	Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	
	Geologia Regional Preliminar	X	X					
	Mapa Base	X	X					
	Mapa Foto-Interpretado	X	X					
	Mapas Geofísicos	X	X					
Campo	Mapeamento Geológico			X				
Pós-Campo	Cap. Introdução			X	X			
	Cap. Geologia Regional				X			
	Mapa Geológico				X			
	Seção Geológica				X	X		
	Cap. Geofísica e Sensoriamento Remoto				X	X		
	Cap. Zoneamento Hidrogeológico				X	X		
	Descrição Petrográfica				X	X		
	Cap. Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais				X	X	X	
	Cap. Geologia Estrutural				X	X	X	
	Cap. Evolução Geológica				X	X	X	
	Cap. Potencialidade Econômica				X	X	X	
	Cap. Conclusões e Recomendações				X	X	X	
	Confecção do Volume Final				X	X	X	
Apresentação e Defesa								X

### **1.6.1. 1.6.1. ETAPA PRÉ-CAMPO**

A etapa Pré-Campo ocorreu de maio até 4 de julho de 2021 e contou com as seguintes atividades: revisão bibliográfica sobre a área de estudo, confecção do capítulo de Geologia Regional Preliminar, confecção do Mapa Base na escala de 1:50.000, Fotointerpretação da área IV e elaboração dos Mapas Geofísicos.

A revisão bibliográfica teve como base publicações que tratavam, principalmente, da Zona Externa da Faixa Brasília, incluindo referências que discutiam sobre as unidades geológicas que aparecem na área de estudo. Ainda foram expostas palestras e aulas, de maneira remota, sobre assuntos de interesse do Projeto Unai 2020, contando com o apoio do Professor José Eloi Guimarães e da Mestra Marina Seraine.

Para confecção do Mapa Base na escala de 1:50.000 utilizamos o software ArcMap 10.6.1, onde geramos imagens *Hillshade*, mapas topográficos e mapas de declividade a partir do satélite Sentinel-2 e Basemap. Com esses produtos foi possível extrair dados, vias de acesso, propriedades rurais, drenagens principais e secundárias e alinhamentos estruturais, conforme pode ser visto no Mapa Base em anexo.

Em seguida foi feita a aquisição de uma imagem de satélite do *Google Earth Pro 7.3.3* na escala de 1:50.000 para ser feita a fotointerpretação. A fotointerpretação segue o Método Lógico-Sistemático desenvolvido por Guy (1966), que consiste em três etapas: fotoleitura (reconhecimento das principais feições geológicas e cartográficas), fotoanálise (traçado dos canais de drenagem, lineações em feixe e em série, análise do relevo, dos tipos de encostas, grau de tropia, densidade de elementos texturais e estruturais, vegetação e identificação de zonas homólogas) e fotointerpretação (estudo dos elementos para uma relação com seus significados geológicos). A metodologia utilizada para definição das zonas homólogas de drenagem foi baseada na proposta de Soares & Fiori (1976). Os seguintes tópicos apresentam a caracterização dessas zonas delimitadas na Figura 1.9:

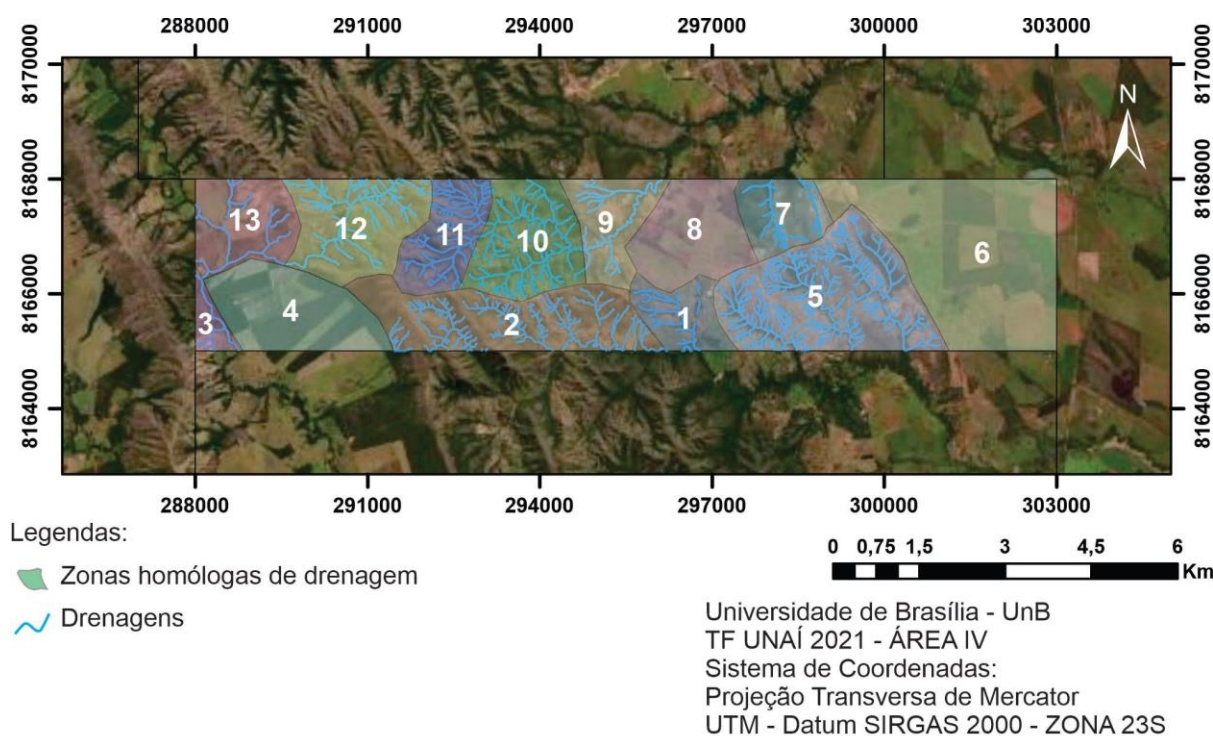


Figura 1.9. Mapa contendo a divisão das 13 zonas homólogas de drenagem da Área IV.

Zonas homólogas de drenagem 1 e 7: média densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade média, tropia bidirecional, assimetria fraca, com canais principais com direção NS e secundários com direção EW.

Zona homóloga de drenagem 2: alta densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade alta, tropia bidirecional, assimetria fraca. Interpretado como uma região com baixa taxa de infiltração e alta taxa de escoamento superficial.

Zona homóloga de drenagem 3: baixa densidade de drenagem, sinuosidade retilínea, angularidade alta, tropia bidirecional, assimetria forte.

Zona homóloga de drenagem 5: alta densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade alta, tropia bidirecional, assimetria fraca.

Zonas homólogas de drenagem 4, 6 e 8: ausência de drenagem, sendo interpretado uma região onde a taxa de infiltração da água é alta e o escoamento superficial é quase nulo devido a presença de rochas, provavelmente pelíticas, que formam solos espessos e favoráveis para recarregar os aquíferos.

Zona homóloga de drenagem 9: baixa densidade de drenagem, sinuosidade curva, angularidade média, tropia unidirecional, assimetria forte.

Zona homóloga de drenagem 10: alta densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade alta, tropia ordenada, assimetria forte, com formas anômalas em cotovelo e em arco.

Zona homóloga de drenagem 11: alta densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade baixa, tropia unidirecional, assimetria forte.

Zona homóloga de drenagem 12: média densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade alta, tropia tridirecional, assimetria alta, forma anômala de cotovelo.

Zona homóloga de drenagem 13: baixa densidade de drenagem, sinuosidade mista, angularidade alta, tropia bidirecional, assimetria alta.

As zonas fotogeológicas foram traçadas com base nos padrões dos alinhamentos e lineações em série, conforme pode ser visto na Figura 1.10 com a compartimentação entre 13 zonas fotogeológicas.

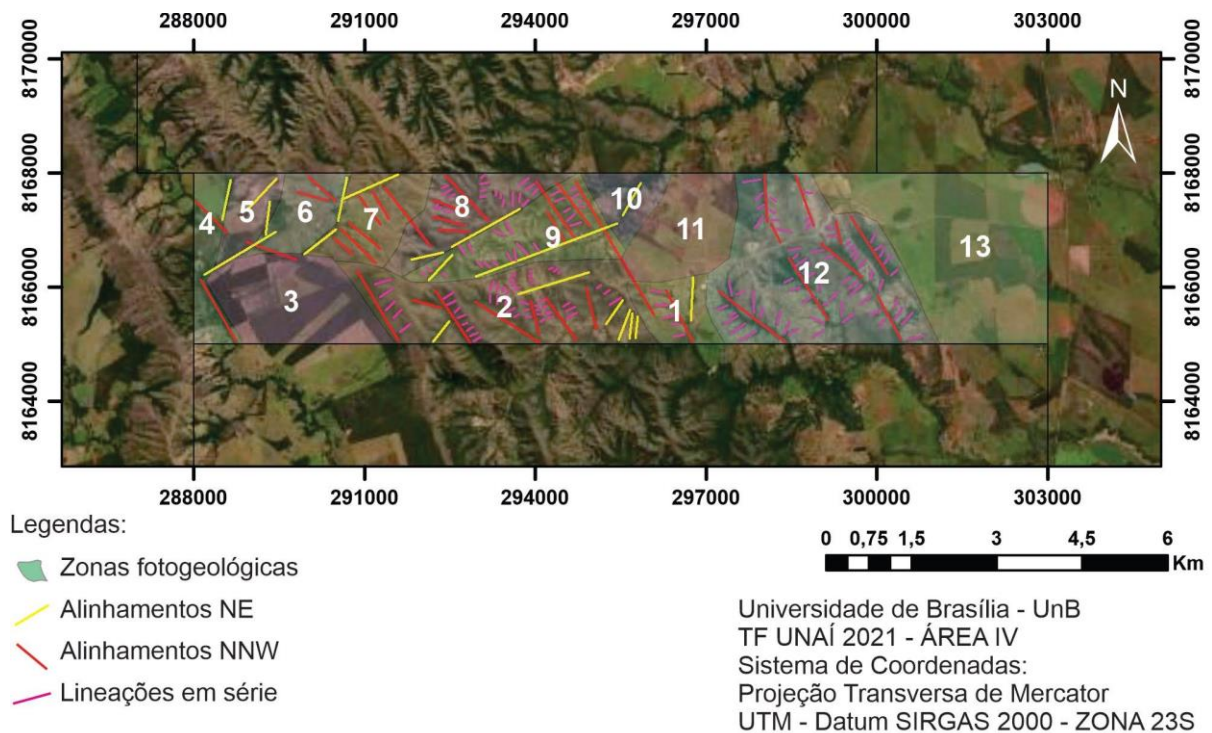


Figura 1.10. Mapa com a compartimentação das zonas fotogeológicas.

Zonas fotogeológicas 1 e 12: predominam alinhamentos com direção NNW sub paralelos, com lineações em série perpendiculares aos alinhamentos.

Zonas fotogeológicas 2 e 9: predominam alinhamentos com direção NNW, com lineações em série perpendiculares, além de alinhamentos com direção NE associados.

Zonas fotogeológicas 3, 11 e 13: ausência de alinhamentos.

Zona fotogeológica 4: fortes alinhamentos com direção NW.

Zonas fotogeológicas 5, 6, 7 e 10: fortes alinhamentos com direção NNW e outros com direção NE.

Zona fotogeológica 8: Zona com predominância de alinhamentos com direção NNW, associados com ligações em feixe.

### **1.6.2. 1.6.2. ETAPA CAMPO**

A etapa de mapeamento geológico ocorreu entre os dias 05 e 21 de julho de 2021 e contou com o apoio de dois professores, José Eloi Campos e Martino Giorgioni, e do Mestre Lucas Teles. Dos 17 dias de campo, 15 dias foram destinados ao mapeamento da área de interesse do presente trabalho, e outros três dias, um no primeiro dia e outros dois nos últimos dias, foram para integrar a geologia geral da área. Por exemplo, na Área IV, não foram observados afloramentos dos arenitos grossos e dos dolomitos do Grupo Paranoá, dos litotipos Grupo Canastra e do Grupo Bambuí. Logo, os dois últimos dias de geologia regional foram fundamentais para descrever tais unidades.

Dentre os 14 dias de mapeamento da Área IV, quatro deles foram acompanhados com professores, monitores e integrantes das áreas vizinhas, as subáreas III e V, e os demais perfis foram executados somente pela dupla responsável do presente relatório. O meio de transporte para se deslocar do alojamento para a Área IV, e vice-versa, foi por meio de duas camionetes, um micro-ônibus e duas vans, sendo que a cada dia, dependendo da logística de transporte, usamos um veículo diferente. Os caminhamentos eram sempre planejados com um dia de antecedência e, de maneira geral, visavam percorrer na direção EW para conseguir reconhecer os contatos geológicos que tinham direção NS e andar perpendicularmente a direção das camadas, de modo que o mapa base e os demais produtos gerados na etapa pré-campo foram fundamentais na escolha dos perfis executados.

Além dos mapas mencionados anteriormente, utilizamos bússola geológica do tipo Clar, martelo petrográfico, lupa, canivete, ímã, fita métrica, GPS Garmin, câmera fotográfica do celular, caderneta, o aplicativo Avenza para plotar os pontos e ajudar na orientação, kit primeiros socorros para eventuais acidentes e facção para auxiliar o acesso em locais com mata fechada.

A partir da interpretação dos 156 pontos coletados durante o campo, incluindo medidas estruturais, descrições litológicas, fotografias de afloramentos/amostras/paisagens, descrições do relevo, colunas geológicas e croquis de afloramento, conseguimos delimitar os contatos geológicos na escala de 1:50.000, bem como confeccionar um perfil geológico estrutural que

engloba todas as unidades estratigráficas da Área IV. O mapa geológico preliminar na escala de 1:50.000, abrangendo as 14 áreas, ficou pronto na noite do penúltimo dia de campo.

### **1.6.3. 1.6.3. ETAPA PÓS-CAMPO**

A etapa Pós-Campo iniciou logo após o retorno de Unai e terminou com a apresentação e defesa, ou seja, entre o final de julho e o início de novembro de 2021. Inicialmente, o banco de dados obtido durante o campo foi organizado com o auxílio de planilhas nos *softwares Excel e PowerPoint*, para auxiliar na escrita do relatório final e na edição de imagens.

Esses meses foram dedicados a confecção dos seguintes produtos, incluindo: capítulo de introdução, capítulo de geologia regional, mapa geológico final, seção geológica final, capítulo de geofísica e sensoriamento remoto, capítulo de zoneamento hidrogeológico, as descrições petrográficas, capítulo de estratigrafia, petrografia e sistemas deposicionais, capítulo de geologia estrutural, capítulo de evolução geológica, capítulo de potencialidade econômica, capítulo de conclusões e recomendações, a confecção do volume final do relatório e, por fim, apresentação e defesa.

### **1.6.4. 1.7. NOMENCLATURAS E DEFINIÇÕES ADOTADAS**

Utilizou-se a proposta de classificação de rochas detríticas de Dott (1964) e Folk (1975) para arenitos ou psamitos. A classificação das rochas sedimentares detríticas também se dá baseada no tamanho e composição dos grãos. Através do tamanho dos grãos é possível agrupar as rochas nas classes dos Pelitos, Psamitos e Psefitos (Tabela 1.2). A composição das rochas terrígenas se limita a constituição por fragmentos de rochas, fragmentos minerais, matriz, respectivamente de origem transportada, e cimentos de origem química.

Tabela 1.2. Separação das classes de grãos baseado na granulometria do sedimento.

Granulometria em mm	Classe	Termo utilizado
>256	Matacão	Psefite
256-64	Bloco	
64-4,0	Seixo	
4,0-2,0	Granulo	
2,0-1,0	Areia muito grossa	Psamito
1,0-0,5	Areia grossa	
0,5-0,250	Areia média	
0,250-0,125	Areia fina	
0,125-0,062	Areia muito fina	Pelito
0,062-0,031	Silte grosso	
0,031-0,016	Silte médio	
0,016-0,008	Silte fino	
0,008-0,008	Silte muito fino	
<0,004	Argila	

O sistema de classificação de Dott (1964) destinado para os psamitos especifica as rochas em arenitos, grauvas e lamitos conforme a porcentagem de matriz, fragmento de rochas instáveis, feldspato e quartzo (Figura 1.11a).

A proposta de classificação de Folk (1975) destinados para arenitos ou psamitos é uma modificação da classificação de Dott (1964) com detalhamento na relação de composição da rocha. Refere-se a um triângulo equilátero onde os vértices representam cem por cento da composição de quartzo, feldspato ou fragmentos líticos, para rochas com menos de 15% de matriz. As nomenclaturas possíveis são: quartzo arenito, sub arcósio, sub litoarenito, arcósio, arcósio lítico, litoarenito feldspático e litoarenito (Figura 1.11b). Os litoarenitos, por sua vez, são reclassificados de acordo com a origem do fragmento lítico sendo sedarenito destinado à fragmentos predominantemente de rochas sedimentares, filoarenito para rochas metamórficas e arenito vulcânico para rochas vulcânicas.

Para rochas que se encontram no campo das wackes ou grauvas com mais que 15% de matriz existe três possibilidades de classificação de acordo com a proporção de quartzo, feldspato e fragmentos líticos, sendo eles: quartzowacke, grauvaca lítica ou grauvaca feldspática (Figura 1.11b).

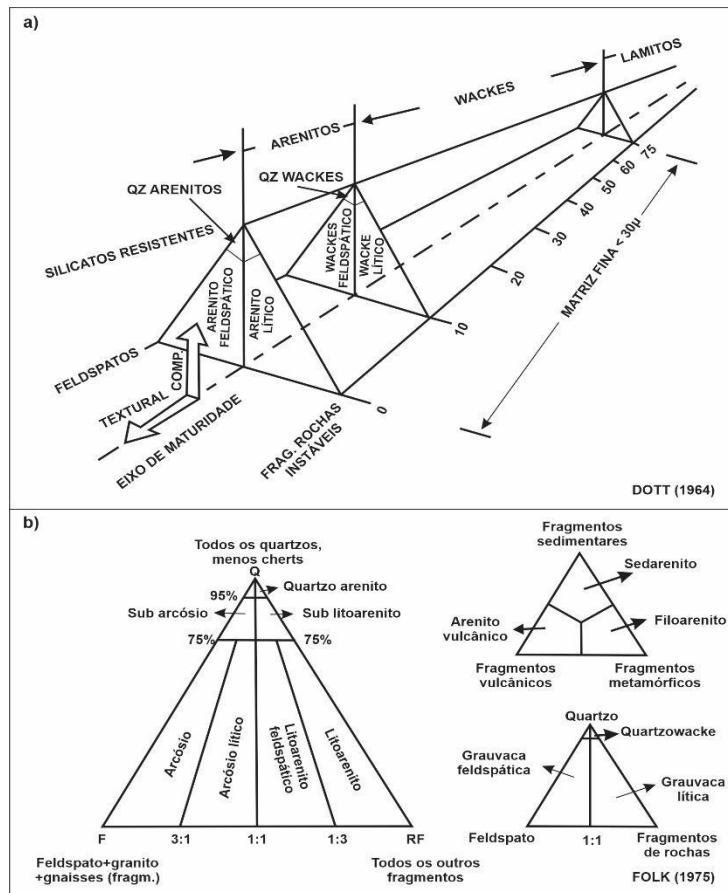


Figura 1.11. a) Diagrama de classificação de rochas terrígenas desenvolvido por R.H. Dott, 1964; b) diagrama de classificação de rochas psamíticas com maior detalhe composicional elaborado por Folk (1975), modificado de Dott (1964). O diagrama foi reformulado para as rochas que se encontram no campo dos arenitos e das grauvacas.

O método de classificação para rochas carbonáticas é baseado no tipo e tamanho do componente aloquímico e no tipo de componente ortoquímico. O critério utilizado para a classificação foi de acordo com Folk (1975) e Dunhan (1962). Folk (1975) aplica um sistema de prefixos com iniciais dos componentes aloquímicos, seguido das iniciais da composição, dos componentes ortoquímicos e granulometria. Os componentes aloquímicos podem ser bioclasto, intraclasto, oóides e pellets, colocados em ordem decrescente de abundância. A composição química é dividida em calcítica e dolomítica. A composição ortoquímica é separada em micrita e esparita. Por fim, a granulometria dos aloquímicos, sendo lama designado como lutito, areia como arenito e grãos maiores de 2mm como rudito. Desta forma, uma rocha hipotética de nome Intrabiocalcispardito é uma rocha conglomerática, calcítica com cimento de espatita e formado por intraclastos e bioclastos maiores do que 2 mm, enquadrando como rudito.



A sistemática de classificação de Dunhan (1962), modificada por Embry & Klovan (1971), separa os carbonatos em dois grandes grupos de carbonatos cimentados organicamente e carbonatos não cimentados organicamente. Os carbonatos não cimentados organicamente com grãos menores que 2mm (arenito e lutito) suportados por micrita, possuindo menos de 10% de aloquímicos é denominado Mudstone; suportado por micrita com teores de aloquímicos maiores que 10% são Wackstone; suportado por aloquímicos com micrita são Packstone; suportado por aloquímicos com esparita são Grainstone. Para grãos maiores que 2mm (rudito) suportados por micrita são classificados como Floatstone e suportados por aloquímicos, sem micrita, são Rudstone. Os carbonatos cimentados organicamente são classificados como Boundstone podendo ter as variações de Blindstone, Bafflestone e Framestone. Portanto, uma rocha hipotética de nome Grainstone oolítico indica uma rocha suportada por aloquímicos, no caso por oolitos com esparita. O tipo de aloquímico e composição entram como adjetivos.

## **2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

### **2.1. CONTEXTO GEOTECTÔNICO**

A Província Tocantins, localizada no Brasil Central, representa um extenso orógeno neoproterozoico relacionado com a Orogenia Brasileira (Alvarenga, 2000). Durante a orogênese ocorreu a aglutinação de blocos continentais constituintes do Gondwana Ocidental a partir de sucessivas e múltiplas colisões. Sua estruturação é resultante da convergência e subsequente colisão entre os crátons São Francisco-Congo, Amazonas e o bloco Paranapanema, bloco situado abaixo da Bacia do Paraná (Pimentel, 2016). A província é constituída de três faixas: Paraguai e Araguaia, localizadas respectivamente nas bordas sul e leste do cráton Amazonas, e Faixa Brasília, localizada na borda oeste do Cráton São Francisco (Dardenne, 2000; Martins-Neto, 2009).

A Faixa Brasília, formada por volta de 850 Ma e 550 Ma, compreende um extenso orógeno com aproximadamente 1.100 km de comprimento com direção NS (Figura 2.1a). A Sintaxe dos Pirineus, estrutura localizada no centro do cinturão, subdivide o orógeno longitudinalmente entre segmentos norte e sul. As regiões do cinturão mais próximas da borda do Cráton São Francisco, onde o metamorfismo é de baixo grau, são pertencentes a porção externa da faixa, e as regiões mais no interior da faixa, onde o metamorfismo foi mais intenso, são conhecidas como porções internas da faixa. A área de estudo do Projeto Unai está localizada na porção externa do segmento sul da Faixa Brasília, mais precisamente no cinturão de dobras e cavalgamentos (Figura 2.1b).

As unidades geológicas presentes na região de Unai são, da mais antiga para a mais recente, Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra e Grupo Bambuí. Os litotipos encontrados em todas essas unidades apresentam um baixo grau de metamorfismo, que varia do anquimetamorfismo até a fácies xisto verde baixo, zona da clorita (Campos *et al.* 2021).

Com base na síntese estratigráfica regional, no trabalho de Campos *et al.* (2021), Seraine *et al.* (2021) e na interpretação feita por Moura (2018) de uma linha sísmica que passa por Cristalina e Unai, a estruturação da região estudada passou pelas seguintes etapas, desde a abertura da bacia até o fechamento. O modelo evolutivo para a região de Unai teve início no Arqueano, quando um embasamento cristalino se formou. Esse embasamento foi submetido a um processo de rifteamento no Paleoproterozoico, mais especificamente no Estateriano, servindo de substrato para a sequência vulcanosedimentar equivalente ao Grupo Araí. Logo em seguida, na transição paleo-mesoproterozoico, na fase pós-rifte, depositou a sucessão marinha

do Grupo Traíras, desenvolvida durante um período de subsidência flexural (Tanizaki *et al.*, 2015). No Mesoproterozoico, a sequência turbidítica vulcanossedimentar do Grupo Quilombo depositou acima do Grupo Traíras, em um contexto de cânions submarinos associados com taludes continentais (Campos *et al.*, 2021). Em seguida, no Mesoproterozoico, ocorreu a sedimentação do Grupo Paranoá logo acima da Fm. Quilombo (Campos *et al.*, 2021). Na transição meso-neoproterozoico, com a abertura do Oceano Goiás-Pharusian no toniano, depositaram as rochas do Grupo Canastra em um ambiente de margem passiva (Seraine *et al.*, 2021). Por fim, no Neoproterozoico, depositou a sequência estratigráfica pertencente ao Grupo Bambuí concomitantemente ao desenvolvimento do Orógeno Brasileiro. Este evento orogênico foi também responsável por deformar e metamorfar todas as unidades mencionadas anteriormente.

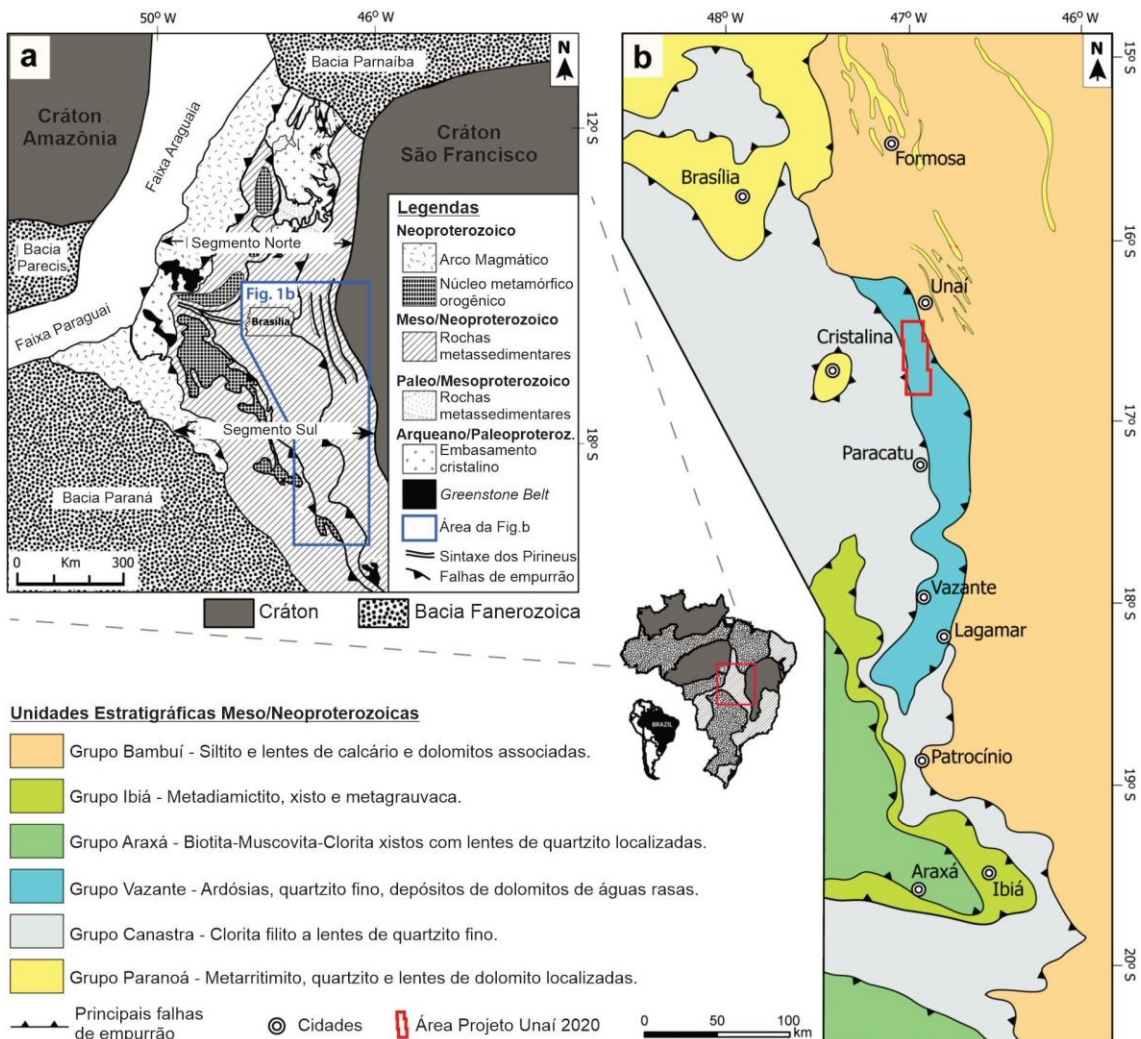


Figura 2.1. a) Mapa geológico representando os segmentos Norte e Sul da Faixa Brasília, além de representar o posicionamento do orógeno em relação aos crátons adjacentes. b) Mapa geológico representando a geologia do cinturão de dobras e cavalgamentos na margem oeste do Cráton São Francisco. Figura modificada de Campos *et al.* (2021).

## 2.2. ESTRATIGRAFIA

A estratigrafia da região de Unai é composta por unidades litoestratigráficas com idades mesoproterozoicas e neoproterozoicas, da base para o topo: Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra, Grupo Vazante e Grupo Bambuí. Durante o campo foram obtidos dados estratigráficos, sedimentológicos e estruturais das unidades mapeadas, que foram os Membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco da Formação Quilombo, Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, Formação Serra do Landim pertencente ao Grupo Canastra e a Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí (Tabela 2.1). Apesar de o Grupo Vazante não ter sido mapeado dentro do polígono do Projeto Unai, também está incluso no presente capítulo, com o intuito de diferenciar o mesmo das demais unidades.

Tabela 2.1. Unidades estratigráficas mapeadas no Projeto Unai 2020.

Era	Unidades Litoestratigráficas	Unidades mapeadas no Projeto Unai/Idade	Breve descrição das unidades mapeadas
<b>Neoproterozoico</b>	<b>Grupo Bambuí</b>	<b>Formação Sete Lagoas:</b> método U-Pb, idade máxima de deposição de 550 Ma de acordo com Paula-Santos <i>et al.</i> (2015).	Siltitos com lentes de dolomitos na base, e brechas carbonáticas com calcários oolíticos no topo (Campos <i>et al.</i> , 2012).
<b>Mesoproterozoico</b>	<b>Grupo Canastra</b>	<b>Formação Serra do Landim:</b> método U-Pb, população de zircão mais jovem de 1.07 Ga, de acordo com Rodrigues <i>et al.</i> (2010).	Margas e lentes de calcário que gradam para calci-filitos e calci-xitos, com eventuais intercalações quartzíticas (Teles, 2018).
	<b>Grupo Paranoá</b>	<b>Formação Córrego do Barreiro:</b> população de zircão detrítico mais jovem com 1.1 Ga, de acordo com Seraine <i>et al.</i> (2020).	Sucessão psamo-pelítica-carbonatada, contendo siltitos, argilitos com lentes de dolomitos estromatolíticos e arenitos grossos (Campos <i>et al.</i> , 2012).
	<b>Formação Quilombo</b>	<b>Membro Ribeirão do Franco:</b> idade de zircão em uma amostra vulcânica de 1.39 Ga a partir do método U-Pb, de	Turbiditos vulcanossedimentares com presença de siltitos, arenitos, litoarenitos, grauvascas, microconglomerados e

		acordo com Campos <i>et al.</i> (2021); <b>Membro Ribeirão da Porteira.</b>	vulcânicas intermediárias extrusivas (Campos <i>et al.</i> , 2021).
--	--	--	---

### 2.2.1. A FORMAÇÃO QUILOMBO

A Formação Quilombo, localizada na porção externa da Faixa Brasília, consiste em uma sequência turbidítica vulcanossedimentar depositada durante o Mesoproterozoico, em um contexto de mar profundo, no sopé de taludes continentais (Moura, 2018; Campos *et al.*, 2021). Essa unidade estratigráfica aflora no Município de Unai, em Minas Gerais, em uma faixa alongada com direção NNW-SSE, de aproximadamente 70 km de comprimento e 10 km de largura, de modo que a oeste da Formação Quilombo encontra-se o Grupo Paranoá e Canastra, e a leste situa-se o Grupo Bambuí, ambos separados por frentes de empurrão com vergência para leste (Figura 2.2).

A unidade estratigráfica foi definida como Formação Quilombo por Campos *et al.* (2021) devido ao reconhecimento de rochas vulcânicas intercaladas com sucessões turbidíticas. Apesar de atualmente essas rochas turbidíticas vulcanoclásticas representarem a Formação Quilombo, elas já foram descritas como formações pertencentes ao Grupo Vazante, incluindo a Formação Serra da Lapa (Dardenne, 2000) e a Formação Serra do Garrote (Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.*, 2012). A sucessão rítmica também foi mapeada como pertencente ao Grupo Paranoá por Laranjeira & Dardenne (1990).

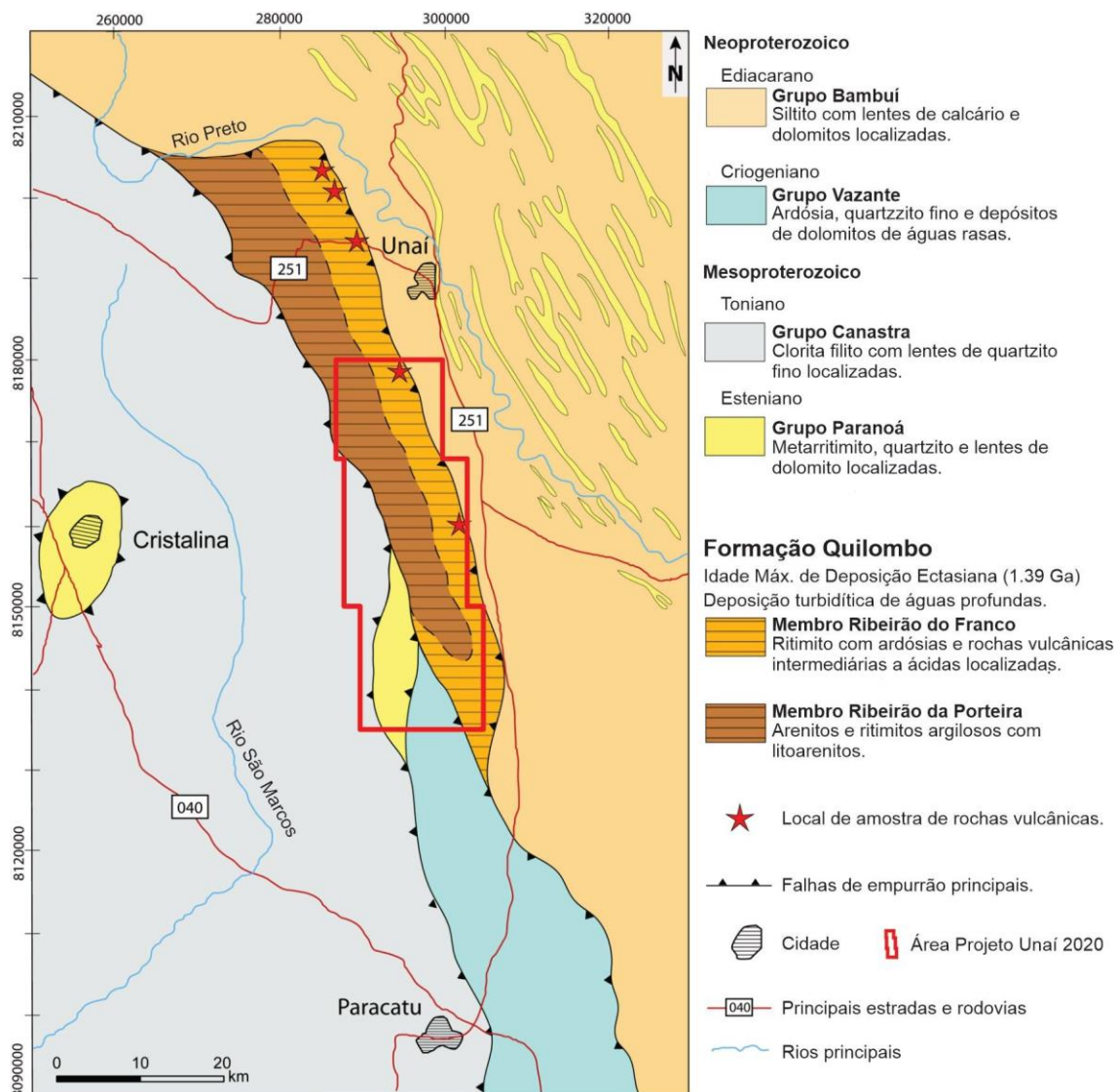


Figura 2.2. Mapa geológico representando a geologia próxima da região de Unai, com o polígono do TF 2020 plotado. Figura retirada de Campos *et al.*, 2021.

A Formação Quilombo abrange duas subunidades, o Membro Ribeirão da Porteira e o Membro Ribeirão do Franco, ambos em anquimetamorfismo, de maneira que são descritos sob nomenclatura sedimentar (Campos *et al.*, 2021.). O contato entre os dois membros é gradacional e estão eventualmente interdigitados horizontalmente e verticalmente. O Membro Ribeirão da Porteira se formou em um ambiente de rampas turbidíticas, alimentadas por cânions submarinos. O Membro Ribeirão do Franco formou-se nas porções mais distais, onde depositavam sedimentos mais finos, sendo que esse membro contém as vulcânicas intercaladas com as associações turbidíticas (Campos *et al.*, 2021).

De acordo com datações U-Pb em cristais de zircão, a Formação Quilombo tem idade de deposição máxima de aproximadamente 1.39 Ga (Moura, 2018; Campos *et al.*, 2021). A

sucessão encontra-se estratigraficamente inserida entre o Grupo Traíras, com idade máxima de 1.54 Ga, e o Grupo Paranoá, com idade máxima de 1.10 Ga. As rochas vulcânicas presentes no Membro Ribeirão do Franco possuem assinatura geoquímica calci-alcalina de alto K a shoshonítica, e de gênese tectônica pós-colisional a intraplaca (Campos *et al.*, 2021).

Para descrever a associação de fácies turbidíticas observadas ao longo da Formação Quilombo, Moura (2018) e Campos *et al.* (2021) utilizaram os parâmetros de Mutti (1992), onde o autor subdivide as fácies turbidíticas em nove fácies, de F1 até F9, porém na formação em questão foram encontradas somente as fácies F3, F6, F7, F8 e F9. De maneira geral, de F1 para F9 a granulometria dos sedimentos vai diminuindo, sendo que a fácies F1 seria considerada uma fácies mais proximal e a F9 uma mais distal.

#### **2.2.1.1. MEMBRO RIBEIRÃO DA PORTEIRA**

O Membro Ribeirão da Porteira, com aproximadamente 300 metros de espessura, compõe uma sequência rítmica psamo-pelítica, com intercalação entre camadas de 10 a 60 cm de meta-arenitos, grauvacas, ardósias e metassiltitos, bem como camadas conglomeráticas, arenosas e pelíticas localizada (Figura 2.3). As rochas apresentam estruturas sedimentares como: acamamento plano paralelo; estratificação cruzada; e marcas de onda. Essa unidade estratigráfica contém litologias representantes de três fácies de Mutti (1992), F3, F6 e F7, todas com origem turbidíticas.

A fácies F3 abrange rochas provenientes de correntes turbidíticas submetidas a fluxos turbulentos à trativos, e é composta por conglomerados polimíticos finos. A fácies F6 abrange rochas providas de correntes turbidíticas descendentes que foram transportadas por longas distâncias, permitindo que houvesse uma seleção dos grãos por elutriação, formando arenitos quartzosos de granulometria areia fina à média. A fácies F7 engloba rochas originadas a partir de correntes turbidíticas de baixa densidade responsáveis por formar arenitos imaturos mineralogicamente com granulometria fina à grossa.

#### **2.2.1.2. MEMBRO RIBEIRÃO DO FRANCO**

O Membro Ribeirão do Franco, com espessura estimada de 100 metros, abrange ritmitos distais com finas camadas de arenito intercalado com siltitos e ardósias, com alternâncias locais entre grauvacas e pelitos (Figura 2.3). A porção superior da sequência contém rochas vulcânicas afaníticas de origem sub-aquosa, com espessura variando de 10 a 200 cm,

intercaladas com o sedimento. A unidade sedimentar enquadra rochas provenientes de três principais ambientes deposicionais, que são separados em fácies F7, F8 e F9, segundo a nomenclatura de Mutti (1992).

A fácies F7 abrange arenitos impuros, maciços ou estratificados, com camadas variando entre 10 e 40 cm de espessura. Assim como a fácies F7 descrita no membro anterior, essa fácies no Membro Ribeirão depositou a partir de correntes turbidíticas de baixa densidade. A fácies F8 engloba arenitos argilosos (maciços ou laminados) e siltitos, com camadas de 5 a 30 cm, depositados em regiões próximas de lóbulos a partir de processos de suspensão responsáveis por fazer um selecionamento dos grãos. A fácies F9 engloba argilitos (maciços e laminados), com camadas variando entre 2 e 10 cm, depositados nas fases finais de correntes turbidíticas, quando o aporte de sedimento mais grosso já foi depositado e sobrou somente a fração mais fina.

As rochas vulcânicas extrusivas presentes em um horizonte específico na porção superior do Membro Ribeirão do Franco consistem em ignimbritos com composição intermediária a ácida, incluindo, principalmente, dacitos e eventuais andesitos e riolitos, sendo que todos apresentam um caráter toleítico com enriquecimento em FeO (Moura, 2018; Campos *et al.*, 2021).



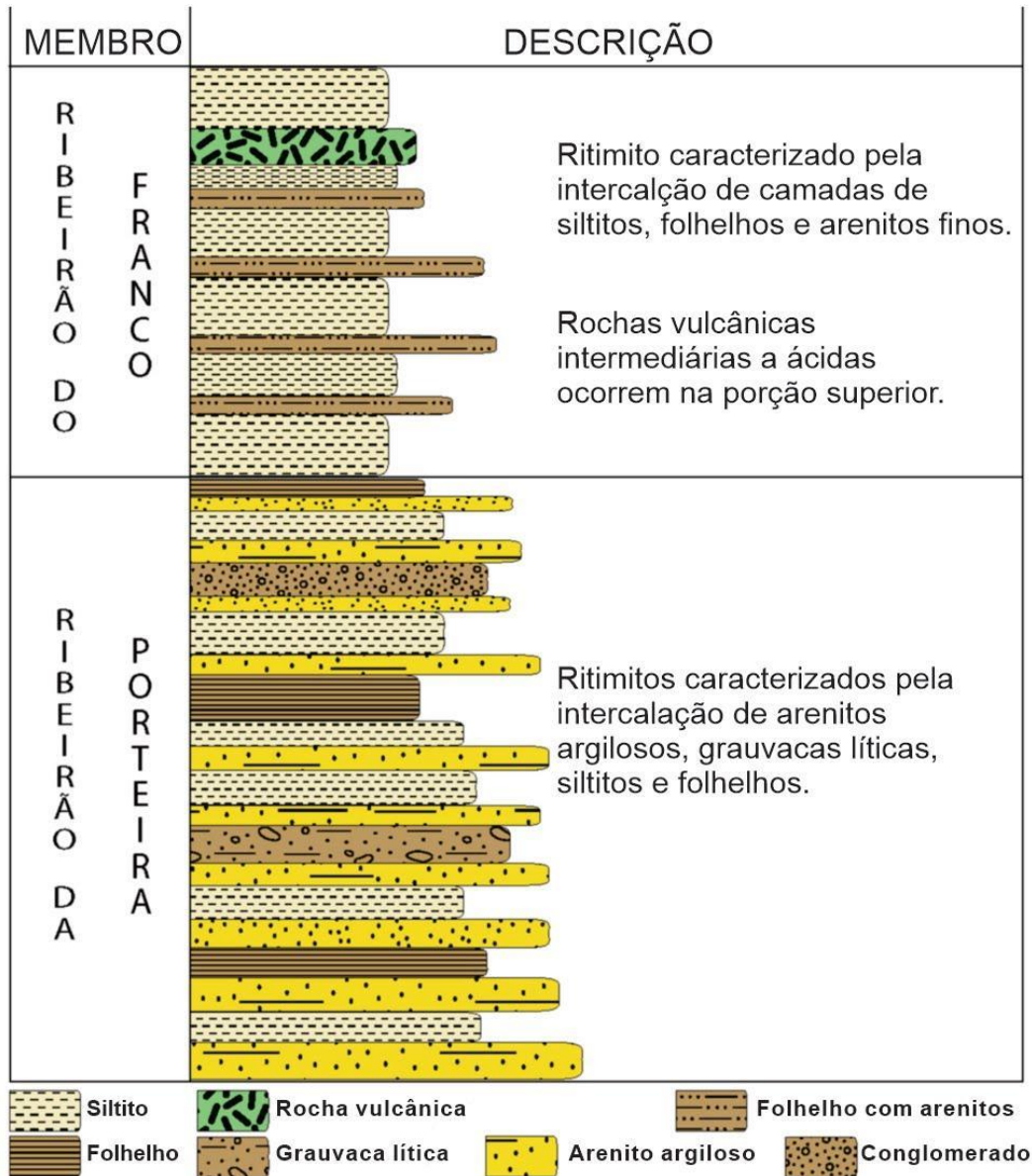


Figura 2.3. Coluna estratigráfica da Formação Quilombo, na qual contém aproximadamente 400 metros de espessura. Figura de Campos *et al.* (2021).

### 2.2.2. O GRUPO PARANOÁ

O Grupo Paranoá presente na porção interna e externa da Faixa Brasília foi descrito informalmente por Faria (1995), e concentra-se, principalmente, a norte do Distrito Federal, porém ocorre de maneira isolada na Serra de São Domingos, Cristalina, Unai e Caldas Novas (Figura 2.4) (Alvarenga *et al.*, 2012; Campos *et al.*, 2013; Guimarães *et al.*, 1997). Essa sequência, datada do Mesoproterozoico, apresenta uma sedimentação majoritariamente psamopelítica com localizadas ocorrências de carbonatos, depositada em um ambiente intracontinental contextualizado com eventos de transgressões e regressões marinhas. Ao longo

de sua sucessão estratigráfica foram identificados três ciclos regressivos e quatro ciclos transgressivos (Campos *et al.*, 2013; Seraine *et al.*, 2020). As estruturas sedimentares presentes ao longo da sequência sedimentar, como acamamento plano-paralelo, marcas onduladas, estratificações cruzadas, gretas de contração entre outras, permitiram identificar processos de fluxo de detritos, suspensão de partículas, de eventos de tempestade, de ação das marés e das ondas, além de exposição subaérea dos sedimentos. Com base nas análises faciológicas, Campos *et al.* (2013) propõem que a sedimentação do Grupo Paranoá ocorreu, principalmente, em quatro ambientes deposicionais, incluindo ambientes de supra-maré, inter-maré, infra-maré e de plataforma rasa.

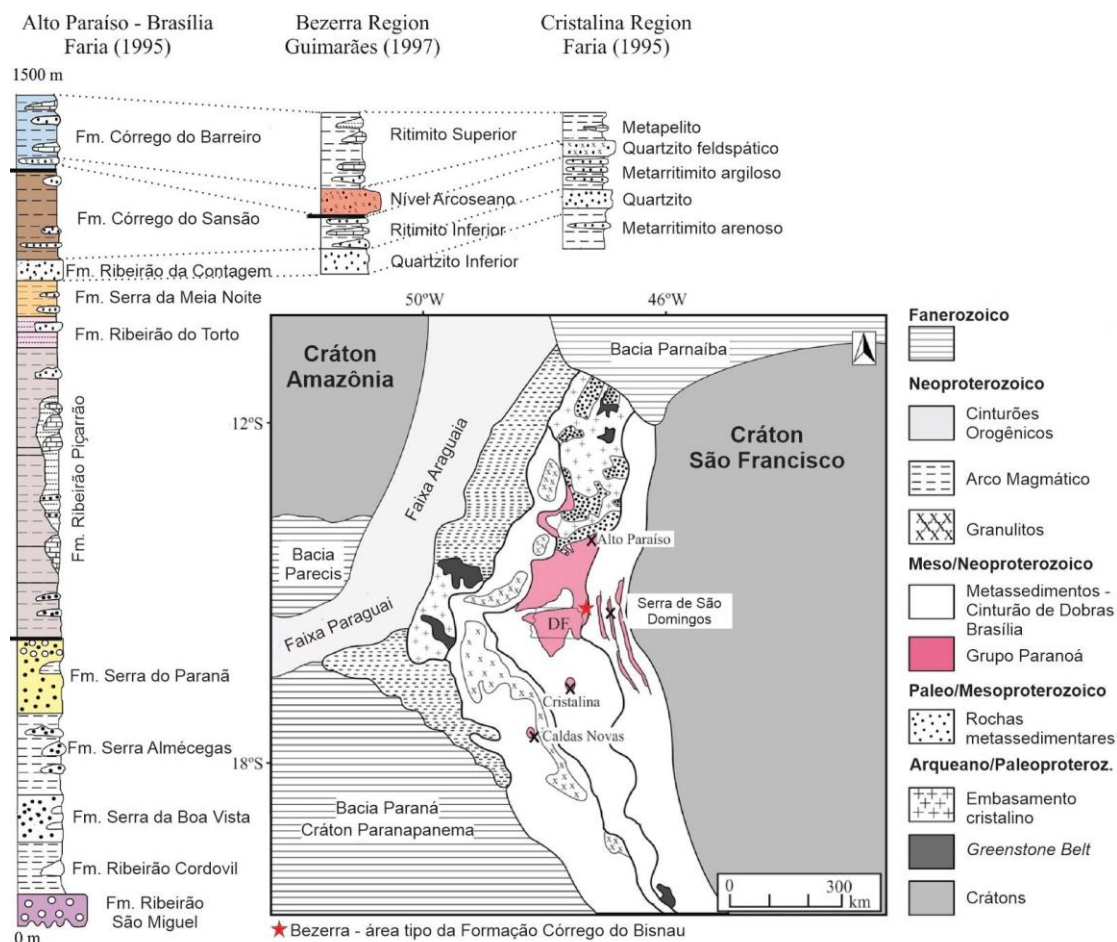


Figura 2.4. Colunas estratigráficas de diferentes localidades e mapa geológico com enfoque nas áreas de ocorrência do Grupo Paranoá. Observar as correlações estratigráficas entre as sucessões descritas por diferentes autores, incluindo a seção tipo entre Alto Paraíso-Brasília, região de Bezerra próximo de Formosa e de Cristalina. Figura modificada de Seraine *et al.* (2020).

A sucessão estratigráfica do Grupo Paranoá depositou-se acima de rochas do Grupo Araí, Traíras e Quilombo, e serviu de substrato para a deposição das rochas do Grupo Vazante, Canastra e Bambuí. As rochas apresentam, de maneira geral, um baixo grau de metamorfismo,

que varia de xisto verde baixo até anquimetamórfico, sendo que quanto mais afastado da porção interna da Faixa Brasília, menor o grau de metamorfismo. Na região de Unai o topo do Grupo Paranoá está intensamente dobrado e é exposto, como faixas finas e alongadas, com direção principal NS, em meio a rochas do Grupo Bambuí, por meio de falhas de empurrão com vergência para leste (Campos *et al.*, 2021).

O intervalo máximo de deposição do Grupo Paranoá são cerca de 1.04 Ga e 1.54 Ga respectivamente, tais idades foram calculadas a partir da datação pelo método U-Pb em zircões detríticos (Matteini *et al.*, 2012; Seraine *et al.*, 2020). Os zircões com assinaturas negativas de  $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  foram interpretados como provenientes da Suíte Aurumina (Martins-Ferreira *et al.*, 2018). A partir de estudos isotópicos de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  em carbonatos, Alvarenga *et al.* (2012) conseguiram subdividir o Grupo Paranoá do Grupo Bambuí, de modo o Grupo Bambuí apresenta todos os valores acima de 0,70760, mostrando uma diferença significativas das razões dos carbonatos do Grupo Paranoá. Além da datação isotópica, o grupo pode ser datado a partir do reconhecimento de estromatólitos colunares e cônicos de espécies índices do Mesoproterozoico. A área fonte dos sedimentos do Grupo Paranoá são, de maneira geral, provenientes de corpos graníticos que foram erodidos, e os fragmentos transportados em terrenos com relevos acentuados, além do retrabalhamento de sedimentos da sucessão do Rifte Araí (Campos *et al.*, 2012). A partir de datações isotópicas provenientes do método Sm/Nd e U/Pb, constatou-se que a fonte dos sedimentos do grupo é predominantemente do Paleoproterozoico, com menor contribuição do Arqueano (Pimentel *et al.*, 2001; Seraine *et al.*, 2020).

Faria (1995) propõe onze unidades para o grupo, SM, R<sub>1</sub>, Q<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, Q<sub>2</sub>, S, A, R<sub>3</sub>, Q<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> e PC. Essa nomenclatura é redefinida formalmente por Campos *et al.* (2013) a partir da separação do Grupo Paranoá em onze Formações, da base para o topo: Córrego São Miguel; Córrego Cordovil; Serra da Boa Vista; Serra Almécegas; Serra do Paranã; Ribeirão Piçarrão; Ribeirão do Torto; Serra da Meia Noite; Ribeirão da Contagem; Córrego do Sansão; e Córrego do Barreiro. Os holoestratótipos dessas formações sedimentares estão localizados entre Alto Paraíso e o Distrito Federal (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Nomenclaturas, holoestratótipo/área-tipo das unidades do Grupo Paranoá. Baseada em Faria (1995) e Campos *et al.* (2013).

Faria, 1995	Campos <i>et al.</i> , 2013	Holoestratótipo/Área-tipo
PC	Fm. Córrego do Barreiro	Cabeceira do Córrego do Barreiro,

Projeto Unai – Subárea IV

		Brazlândia, DF.
R4	Fm. Córrego do Sansão	Cabeceira do Córrego do Sansão, Sobradinho, DF.
Q3	Fm. Ribeirão da Contagem	Cabeceira do Ribeirão Contagem, Brasília, DF.
R3	Fm. Serra da Meia Noite	Estrada da Linha de Transmissão próxima ao Povoado Garimpinho (Colinas do Sul), GO.
A	Fm. Ribeirão do Torto	DF 003 próximo à ponte sobre o Ribeirão do Torto, DF.
S	Fm. Ribeirão Piçarrão	GO-118, km 155 a 156.
Q2	Fm. Serra do Paranã	Cachoeira do Itiquira, GO.
R2	Fm. Serra Almécegas	Corte de Estrada na GO-118, km 165.
Q1	Fm. Serra da Boa Vista	Serra da Boa Vista a sudoeste do Vale da Lua.
R1	Fm. Córrego Cordovil	Baixo Cordovil, Chapada dos Veadeiros, GO.
SM	Fm. Ribeirão São Miguel	Vale da Lua, Chapada dos Veadeiros, GO.

Moura (2018), a partir de um mapeamento geológico na região de Unai, descreve que o Grupo Paranoá presente nas proximidades abrange o topo do grupo, incluindo quartzitos grossos a conglomeráticos, metarritmitos, lentes de dolomitos e metassiltitos. Porém, por mais que a nas regiões de Formosa/Cabeceiras/Unai aflore o topo do Grupo Paranoá, não é possível mencionar a estratigrafia da região com base na nomenclatura tradicional. Assim, Guimarães (1997) e Seraine *et al.* (2020) denominam as unidades dessas regiões, da base para o topo, como Quartzito Superior, Ritmito Inferior, Nível Arcoseano e Ritmito Superior, que são unidades correlacionáveis com as três formações mais ao topo do Grupo Paranoá (Figura 2.4, Tabela 2.2.).

As três formações mais próximas ao topo do Grupo Paranoá são, da base para o topo Fm. Ribeirão da Contagem (correlacionável com o Quartzito Superior), Fm. Córrego do Sansão (correlacionável com o Ritmito Inferior) e Fm. Córrego do Barreiro (correlacionável com o Nível Arcoseano e Ritmito Superior) conforme apresentado por Seraine *et al.* (2020) (Figura 2.4).

A Formação Ribeirão da Contagem é composta de quartzitos finos a médios maduros depositados em um ambiente de plataforma influenciado por correntes de maré, responsáveis por formar estratificações cruzadas e tabulares, além de apresentar lentes de metarritimitos que depositaram em momentos de rápidas transgressões marinhas e afogamento da bacia.

A Formação Córrego do Sansão, abrange, principalmente, rochas metapelíticas, incluindo metarritimitos, metassiltitos e metalamitos, com ocasionais lentes de quartzitos finos imaturos. A porção pelítica foi depositada em um ambiente de planície de maré e os psamitos em ambiente de intermaré, logo, pode-se encontrar nessa formação estruturas como *hummockys*, *climbing ripples*, estratificações plano-paralelas e marcas onduladas.

A Formação Córrego do Barreiro, unidade que tem o extrato correlacionável com o Nível Arcoseano, apresenta metapelitos siltosos com eventuais lentes de quartzitos médios a grossos imaturos e carbonatos/dolomitos. A diversidade de rochas nessa formação é interpretada devido a variação do paleorelevo marinho. Ou seja, as rochas essencialmente carbonáticas quando comparadas com as rochas terrígenas presentes na Formação Córrego do Barreiro, depositaram em contextos de águas mais rasas, limpas/translúcidas, águas com composição química mais estável, com temperaturas mais elevadas e com maior presença de organismos que propiciaram a deposição de carbonato (Campos *et al.*, 2012, 2013). Com base na descrição de fácies sedimentares e análises geoquímicas, Seraine *et al.* (2020) apresentaram indicativos que o nível arcoseano está associado com um ambiente localizado em uma bacia rasa com influência de rios entrelaçados, na borda do Cráton São Francisco, de modo que devido a aparição de arenitos imaturos com uma alta porcentagem de feldspatos, sugerem que a fonte dos detritos estava próxima do local de deposição.

### **2.2.3. O GRUPO CANASTRA**

O Grupo Canastra foi primeiramente definido por Barbosa (1955) e elevado à condição de grupo posteriormente pelo mesmo autor (Barbosa *et al.*, 1970). O grupo representa um espesso volume de rochas metassedimentares pelíticas contendo associações com níveis de carbonatos na base e psamíticos nas partes superiores, depositados em contexto de bacia de margem passiva em um megaciclo regressivo (Dardenne, 2000). As rochas consistem em sua maioria por filitos, quartzitos e ocorrências localizadas de metacalcários, filitos grafitosos e filitos granatíferos com metamorfismo do tipo regional de baixo grau, fácies xisto verde, zona da clorita (Barbosa *et al.*, 1970; Silva 2003).

Freitas-Silva & Dardenne (1994) subdividiram o Grupo Canastra nas Formações Serra do Landim, Paracatu e Chapada dos Pilões e posteriormente admitiram a divisão do grupo em quatro formações distintas: Serra do Landim, Paracatu, Serra da Urucânia e Serra da Batalha (Figura 2.5).

A Formação Serra do Landim apresenta calcifilito e calcixisto ricos em clorita (Madalosso, 1980) passando a conter intercalações de filito e quartzito filito.

A Formação Paracatu ocorre de forma abrupta acima da Formação Serra do Landim e é subdivida em dois membros por Freitas-Silva e Dardenne (1994). O Membro Morro do Ouro é composto por níveis de quartzito fino que passa para filitos carbonosos com intercalações de quartzito. Os filitos carbonosos desse membro apresentam potencial econômico com teores de ouro maiores que 0,4g/t (Silva, 2003). Na porção superior ocorre o Membro Serra da Anta, representado por sericita filitos com intercalações carbonáticas e camadas finas de quartzito.

A Formação Serra da Urucânia consiste em metarritimitos arenosos com presença de quartzitos e filitos, associados a depósitos marinhos de águas profundas a pouco profundas, sugerindo um megaciclo regressivo com uma sucessão ascendente grosseira. Possui fácies turbidíticas que migram para fácies características de ambientes dominados por tempestades com estruturas do tipo *hummocky* (Dardenne, 2000).

Por fim, ocorre a Formação Serra da Batalha, formada predominantemente por quartzitos finos micáceos com estruturas sedimentares típicas de ambientes de plataforma dominados por marés. São encontradas estruturas do tipo cruzadas acanaladas, espinha de peixe e tangenciais de baixo ângulo.

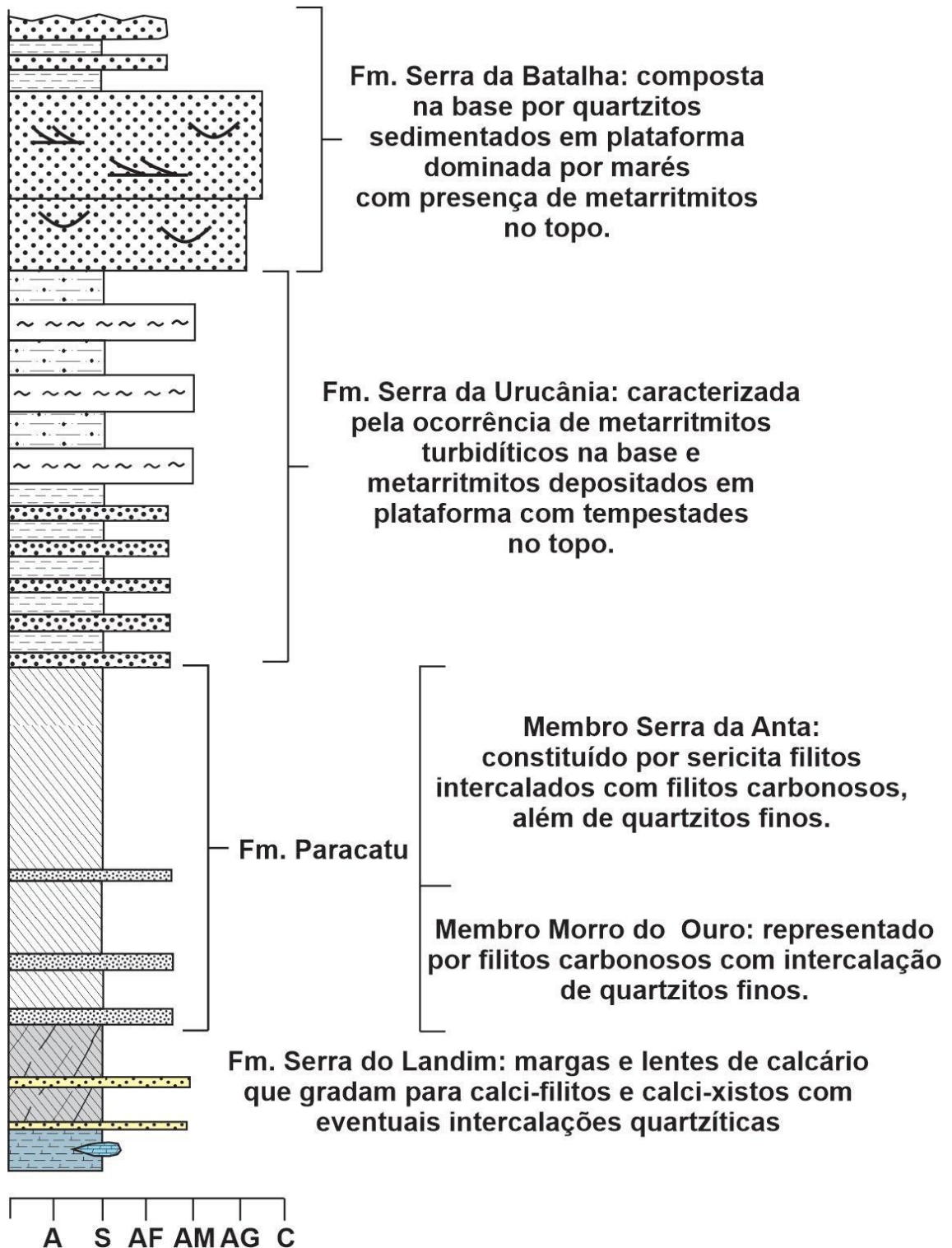


Figura 2.5. Estratigrafia do Grupo Canastra. Figura modificada de Teles (2019).

#### 2.2.4. O GRUPO VAZANTE

A sequência de rochas do Grupo Vazante (Dardenne *et al.*, 1998) ocorre como uma faixa N-S de aproximadamente 250 km, com grande parte no Estado de Minas Gerais, na região

meridional da Faixa Brasília, na extensão oeste do Cráton São Francisco. O grupo representa uma sucessão pelito-carbonática de origem marinha rasa depositada durante um regime regressivo, em ambiente de bacia de margem passiva (Fuck *et al.*, 1994; Pimentel *et al.*, 2001).

As condições metamórficas das rochas associadas ao Grupo Vazante são na fácies xisto verde inferior. Através da observação da coluna estratigráfica sugerida por Dardenne (2000), compartimentou-se a sequência em um sistema deposicional iniciado por um episódio glaciogênico em ambiente marinho sublitorâneo, transitando para um ambiente de barreira recifal litorâneo, constituído por pelitos e carbonatos, e termina com sedimentos de planície de maré.

O Grupo Vazante é dividido em sete formações normalizadas como formações: Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Serra da Lapa (Dardenne, 2000) (Figura 2.6). Posteriormente, é proposta uma nova estrutura estratigráfica subdividindo o grupo em Sequência Vazante Inferior de idade neoproterozoica, 935 Ma, que compreende as formações Rocinha e Retiro/Santo Antônio do Bonito e Sequência Vazante Superior de idade mesoproterozoica, entre 1300 e 1100 Ma, que compõem as formações Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário, e Serra da Lapa (Dardenne, 2000; Rodrigues *et al.*, 2012; Misi *et al.*, 2014; Olivo *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2019a,b).

A Formação Retiro é estabelecida como uma sequência métrica de quartzitos esbranquiçados, localmente conglomeráticos, intercalados com ardósias. Na formação se encontram níveis de diamictitos polimíticos com matriz pelítica, localmente fosfatada (Dardenne, 2000). Os diamictitos apresentam estrias de fluxo de arraste depositados em ambiente de águas relativamente profundas (Dardenne *et al.*, 1998; Souza, 1997). Sotoposto aos diamictitos que apresentam matriz fosfática encontram-se os siltitos fosfatados e fosforitos designados como Fosforito 1 (Dardenne, 2000).

Acima, ocorre a Formação Rocinha com presença de uma sequência rítmica areno-pelítica na base migrando ao topo para uma espessa sequência de ardósia e camadas de metassiltitos frequentemente intercalados. Essa sucessão passa verticalmente de carbonatos cinza escuro para ardósias piritosas escurecidas com finas laminações fosfáticas, fosfarenitos e fosfolutitos calcíferos (Nogueira, 1993; Dardenne, 2000).

A Formação Lagamar é uma unidade psamo-pelito-carbonatada contendo em sua base alternância de conglomerado, quartzito, metassilito e ardósias. A unidade conglomerática, denominada como Membro Arrependido, é formada por clastos de quartzito, metassiltitos e ardósias. A unidade seguinte corresponde ao Membro Lagamar constituído por brechas



dolomíticas sucedidas por horizontes de calcários escuros estratificados com intercalações de brechas lamelares e dolomitos estromatolíticos no topo (Dardenne, 1978, 2000; Dardenne *et al.*, 1997, 1998; Campos Neto, 1984). Os dolomitos estromatolíticos representam biohermas, compostas por dolomitos com esteiras microbiais, doloarenitos e doloruditos oncolíticos, e estromatólitos colunares com laminações convexas e cônicas do tipo *Conophyton metula* e *Jacutophyton* depositados em águas agitadas (Moeri, 1972; Cloud e Dardenne, 1973).

A Formação Serra do Garrote (Madalosso e Valle, 1978; Madalosso, 1980; Dardenne, 1978; Campos Neto, 1984; Dardenne *et al.*, 1997, 1998) compõe um espesso pacote de ardósias cinza escuros a cinza esverdeados, piritosas e carbonosas com finas intercalações quartzíticas. Ela representa uma sequência marinha de grande profundidade e espessura.

A Formação Serra do Poço Verde (Dardenne, 1979) é predominantemente dolomítica e é subdividida em quatro membros: o Membro Morro do Pinheiro Inferior é formado por dolomitos cinza-claros a rosados, maciços e com níveis subordinados de dolarenitos, brechas lamelares de folhelhos carbonosos e piritosos, e lentes de estromatólitos colunares; o Membro Morro do Pinheiro Superior consiste em dolomitos laminados escuros com estruturas do tipo “*Bird eyes*” e esteiras microbiais, com presença de dolarenitos, brechas lamelares e folhelhos piritosos; o Membro Pamplona Inferior é constituído por folhelhos carbonáticos, ardósias carbonáticas cinzas e níveis dolomíticos finos; e o Membro Pamplona Médio que apresenta dolomitos cinza-claro a rosados com laminações microbianas, intercalados com camadas de dolarenitos, brechas lamelares e estromatólitos colunares, e raras lentes de folhelho preto.

A Formação Morro do Calcário é descrita pela presença de dolomitos estromatolíticos, biostromos e biohermas com laminações convexas, associados à doloruditos, dolarenitos oolíticos e oncolíticos. Essa formação hospeda mineralizações de chumbo e zinco do tipo “Mississippi Valley Type” (MVT) como, por exemplo, os depósitos de Fagundes, Ambrósia e Morro Agudo.

Por último, a Formação Serra da Lapa representa a unidade que se localiza no topo do Grupo Vazante que corresponde a filitos carbonosos, siltitos carbonáticos intercalados por lentes dolomíticas e camadas de quartzitos. Essas lentes carbonáticas são constituídas de fácies dolomíticas com estromatólitos e esteiras biogênicas. Nessa formação hospeda também mineralizações de chumbo e zinco.

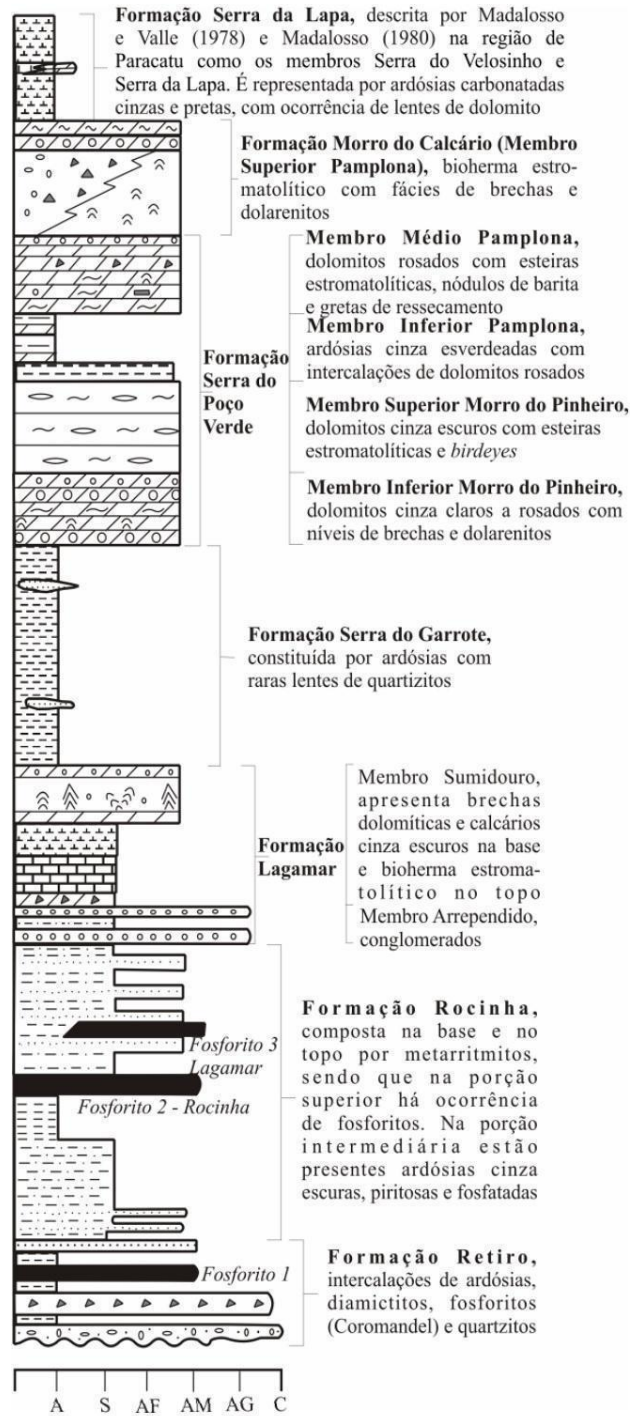


Figura 2.6. Estratigrafia do Grupo Vazante. Figura de Teles (2019).

### 2.2.5. O GRUPO BAMBUÍ

Grupo Bambuí inicialmente diferenciado por Derby (1879) como “Calcário do São Francisco” foi modificado por Rimann (1917) consagrando como “Série Bambuí”. Essa

denominação é aplicada a rochas sedimentares pelíticas e carbonáticas de idade neoproterozoica que se estendem por todo lado oriental da Faixa de Dobramentos Brasília (FDB) e cobrindo vasta área do Cráton São Francisco. Trabalhos litoestratigráficos desse grupo começaram a surgir na década de 1960 originalmente por Costa & Branco (1961) e detalhado por estudos desenvolvidos por Braun (1968), Barbosa *et al* (1969, 1970), Schöll (1973), Alvarenga (1978) e Dardenne (1978, 1979).

O Grupo Bambuí foi dividido em seis formações (Fm) proposto por Dardenne (1978, 1979) como Jequitaí, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias (Figura 2.7) que recobrem de forma discordante o embasamento de granito gnaisse e os metassedimentos dos Grupos Araí e Paranoá.

A parte basal do Grupo Bambuí é representada pela Formação Jequitaí, que é uma expressão de um evento glacial que ocorreu em grande parte do CSF, formando diamictitos com clastos polimíticos compostos de fragmentos de calcário, dolomito, quartzito, gnaisse e variações graníticas. A matriz possui tom esverdeado e contém carbonato. O derretimento do gelo no final da glaciação Jequitaí proporcionou condições favoráveis para formação de ambiente marinho e o desenvolvimento de uma sequência plataformal com deposição de sedimentos pelíticos carbonatados (Dardenne, 1978, 2000). Dardenne (2000) também determinou uma estratigrafia controlada por ciclos transgressivos/regressivos, que se iniciam com uma rápida transgressão marinha regional associada com uma abrupta subsidência da bacia marcada por camadas pelíticas marinhas de água profundas que alteram para sequências marinhas rasas e por fim fácies de maré e supramaré.

A partir de análises sísmicas feitas por Martins e Lemos (2007), foi estabelecido duas Megassequências limitadas por uma discordância regional: as Megassequências São Francisco e Paranoá. A Megassequência São Francisco, de idade neoproterozoica, especificado como depósitos de mar interior e *foreland* é constituída pelo Grupo Bambuí, onde Alvarenga *et al.* (2012) dispõe as formações em quatro sequências: a Formação Jequitaí descrita acima corresponde a primeira sequência. A Formação Sete Lagoas que corresponde a segunda sequência é determinada por dolomitos com pseudomorfos de aragonita, calcarenitos e calcilitos intercalados com argilas e siltitos calcíferos (Alvarenga *et al.*, 2012), representando ambiente de deposição em águas rasas com clima quente e seco (Alvarenga & Dardenne, 1978).

Na terceira sequência compreende a porção superior da Formação Sete Lagoas e as formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré. A porção superior da Fm. Sete Lagoas é formada por calcários cinza escuros e margas da mesma cor em contato abrupto com os calcarenitos e calcilitos cinza-claros a beges, intercaladas com lâminas de argilas da segunda

sequência. Nesse contato brusco, que recobre a segunda sequência, coincide também com o aumento brusco dos valores de  $d^{13}C$  em algumas partes da bacia sedimentar (Martins, 1999; Santos *et al.*, 2000; 2004), agrupando a Fm. Sete Lagoas Superior na terceira sequência. A Fm. Serra de Santa Helena é constituída de pelitos na base seguido de intercalações rítmicas de siltitos e arenitos arcoseanos finos com micas, apresentando estruturas do tipo *hummocky*, escape de fluido *ball-and-pillow*, laminações cruzadas e marcas onduladas (Alvarenga *et al.*, 2012). No topo da terceira sequência a Fm. Lagoa do Jacaré formada por siltitos e margas com intercalações de lentes de calcário, calcarenitos oolíticos e oncolíticos. A quarta e última sequência é marcada pela presença da Fm. Serra da Saudade constituída por pelitos na base e por ritmitos silto-arenosos no topo e desaparecimento das fácies carbonáticas; por fim, a Fm. Três Marias com depósitos de siltitos e arenitos arcoseanos podendo ocorrer estruturas do tipo *hummocky* e *ball-and-pillow* (Chiavegatto, 1992).

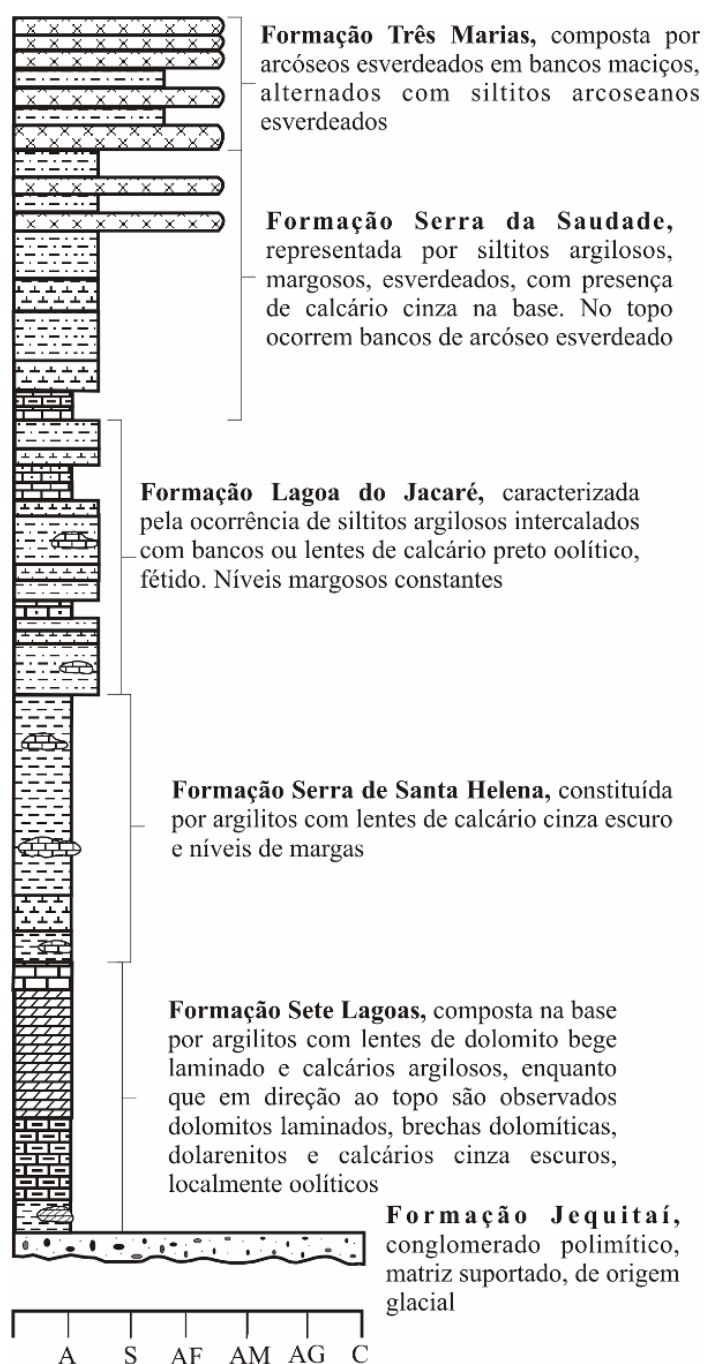


Figura 2.7. Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí definida por Dardenne (1978) e modificada por Teles (2019).

### 2.3. ARCABOUÇO ESTRUTURAL

A região de Unai, localizada na Porção Externa da Faixa Brasília, apresenta estruturas tectônicas características de um cinturão de dobras e cavalgamentos em níveis crustais rasos do tipo *thin-skinned*, com transporte tectônico para leste, associadas com a Orogenia Brasileira do Neoproterozoico (Uhlein *et al.*, 2013). Pelo fato de estar na porção externa da faixa, as

unidades se encontram com um baixo grau de metamorfismo, variando entre a fácies xisto verde baixo, como no Grupo Canastra, até o anquimetamorfismo, demais unidades presentes na região do projeto. As falhas de empurrão apresentam, de maneira geral, baixo ângulo, mergulho para oeste e vergência com direção ao Cráton São Francisco.

As principais feições estruturais encontradas, que inclusive servem de contato tectônico entre as unidades geológicas encontradas na região, são falhas de empurrão com direção NNW com mergulho para oeste e vergência para o Cráton São Francisco (Figura 2.8). Além das falhas tectônicas, encontram-se estruturas como zonas de cisalhamento, sistemas de fraturas, dobras regionais e locais sinclinais e anticlinais, foliação Sp, clivagem espaçada e lineações de estiramento mineral (Uhlein *et al.*, 2013).

As falhas de empurrão com direção NNW, que colocam o Grupo Paranoá acima do Grupo Bambuí, foram interpretadas a partir de seções sísmicas como uma reativação compressional tardia de falhas profundas associadas com o Aulacógeno Pirapora (Reis & Alkmim, 2015).

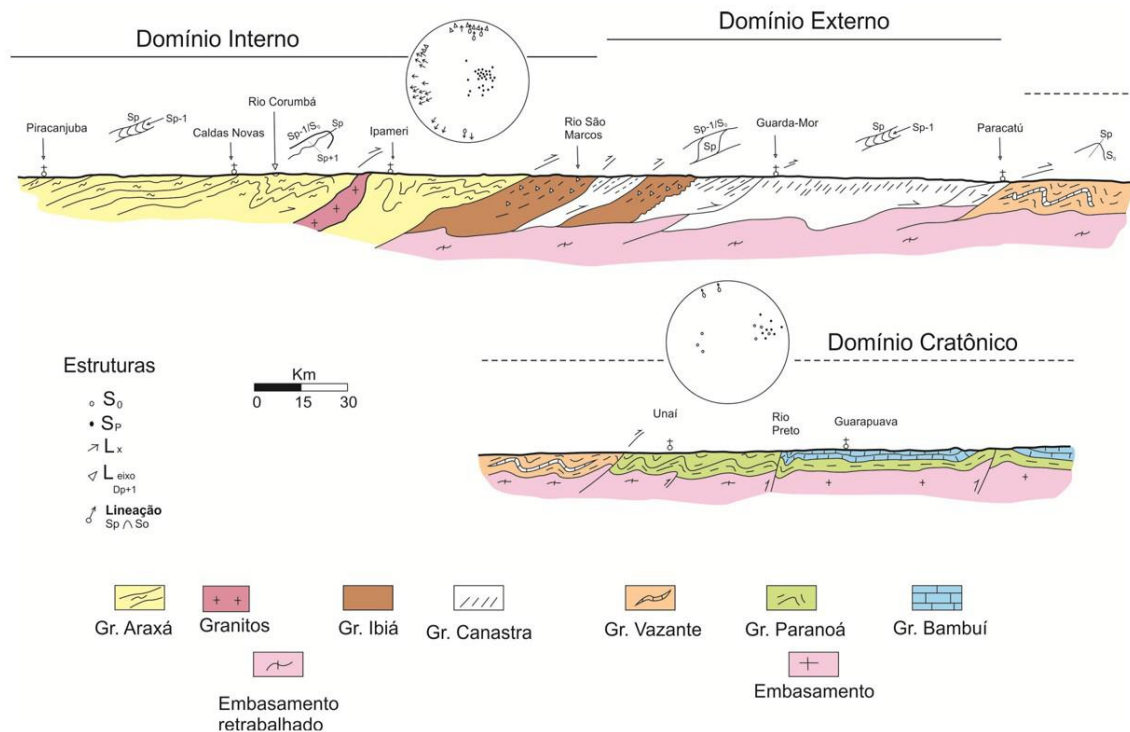


Figura 2.8. Seção estrutural entre Piracanjuba-Caldas Novas- Paracatu-Unai. Retirado de Uhlein *et al.* (2013).

### **3. SENSORIAMENTO REMOTO E CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA**

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

As geotecnologias são instrumentos fundamentais para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica de determinada área de estudo. Tais ferramentas e metodologias foram amplamente utilizadas nas etapas pré-campo e campo com a utilização de dados de sensoriamento remoto, aeromagnetometria e aerogamaespectrometria. Para a etapa pós-campo destaca-se o uso de microscopia para petrografia em conjunto com Difratometria de Raio-X, um equipamento analítico para identificação de composições químicas com padrões rigorosos de precisão e acurácia.

No Projeto Unai a aquisição de dados por imagens de satélite e aerogeofísicos foram aplicados para delimitação dos domínios litológicos preliminares e lineamentos estruturais, auxiliando a navegação e localização durante a etapa de campo.

Este capítulo tem a finalidade de exemplificar as ferramentas utilizadas para aquisição de dados, processamentos e manipulações para o reconhecimento dos dados de sensoriamento remoto, geofísicos e laboratoriais adquiridos.

#### **3.2. SENSORIAMENTO REMOTO**

O sensoriamento remoto é uma das mais eficazes tecnologias para aquisição de dados em escala global para o levantamento e monitoramento de recursos terrestres com início na década de 1960 por Evelyn L. Pruit e colaboradores, sendo que o progresso está relacionado ao desenvolvimento da área espacial desencadeado pela corrida espacial (Meneses & Almeida, 2012). Dessa forma, se trata de uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (Meneses & Almeida, 2012).

No Projeto Unai para a utilização das imagens SRTM e do sensor Sentinel 2, as imagens foram processadas pelo *software* ArcGis 10.8.1, assim como a produção dos mapas bases na etapa pré-campo, os mapas de campo e vetorização das informações colhidas em campo na etapa pós-campo. Ferramentas de posicionamento global (GPS) e o aplicativo Avenza Maps foram utilizados

para navegação em campo. Os levantamentos aerogeofísicos processados no *software* Geosoft Oasis Montaj 8.3.3 foram imprescindíveis para delimitar os contatos das unidades geológicas.

### **3.2.1. IMAGENS SRTM**

A missão SRTM foi desenvolvida pela *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) no ano de 2000 com o objetivo de aquisição de um banco de dados digitais para todo o planeta destinado à elaboração de um Modelo Digital de Elevação para as regiões continentais.

O método de aquisição é conhecido com interferometria SAR e oferece resolução vertical de 90 metros e radiométrica de 16 bits. Os dados são distribuídos gratuitamente pelo *EROS Data Center* e controlados pelo *United States Geological Survey* (USGS).

Para o processamento de imagem foram produzidos mosaicos das áreas de estudos e posteriormente aplicado filtros direcionais de iluminação para realce das estruturas geológicas pelo *software* ArcGis 10.8.1. Os ângulos de incidência aplicados foram de 45° (Figura 3.1), 135°, 225° e 315°.



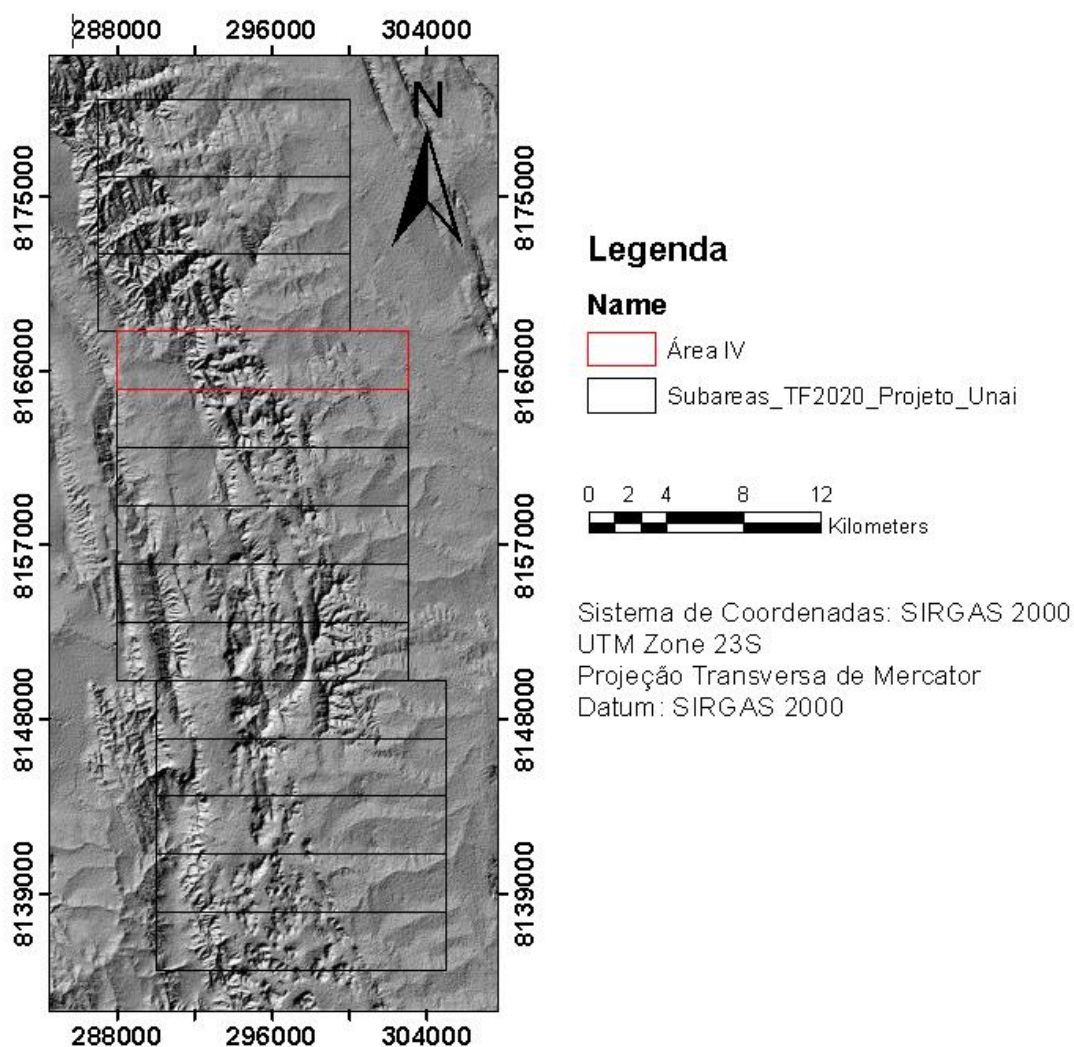


Figura 3.1. Mapa do modelo digital de elevação com aplicação do filtro hillshade com ângulo de direcional de 45° em imagem SRTM da região do Projeto Unai, com destaque em vermelho para área.

A utilização do sensor Sentinel-2a e 2B foi em uma missão imageadora multiespectral do Programa GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) conjuntamente com o Programa Copernicus da Comunidade Europeia em parceria com a ESA (*European Space Agency*). O sensor possibilita a obtenção de dados globais de vegetação, solos e humidades, rios e áreas costeiras, correção atmosférica de absorção e distorção em alta resolução (10m) e revisitando com o mesmo ângulo de visão a cada 10 dias. É caracterizado por possuir órbita circular, heliosíncrona, descendente e altitude de 786 Km. Suas treze bandas (Tabela 3.1) são divididas em quatro bandas no visível e no infravermelho com resolução de 10 metros, seis bandas no “red edge” e no infravermelho de ondas curtas com resolução de 20 metros e três bandas para correções atmosféricas com resolução de 60 metros.

Tabela 3.1. Faixas espectrais e resolução das bandas do sensor Sentinel-2. Fonte *Sentinel Online, Europeans Space Agency*.

<b>N° da Banda</b>	<b>Banda</b>	<b>Comprimento de onda (µm)</b>	<b>Resolução espacial (m)</b>
B02	Blue (Azul)	490	10
B03	Green (Verde)	560	10
B04	Red (Vermelho)	665	10
B08	NIR (Infravermelho Próximo)	842	10
<b>N° da Banda</b>	<b>Banda</b>	<b>Comprimento de onda (µm)</b>	<b>Resolução espacial (m)</b>
B05	Red Edge 1	705	20
B06	Red Edge 2	740	20
B07	Red Edge 3	783	20
B08A	Red Edge 4	865	20
B11	SWIR1	1610	20
B12	SWIR2	2190	20
<b>N° da Banda</b>	<b>Banda</b>	<b>Comprimento de onda (µm)</b>	<b>Resolução espacial (m)</b>
B01	Aerossol	443	60
B09	Water Vapor	940	60
B10	Cirrus	1375	60

A imagem adquirida pelo sensor Sentinel-2 referente a data de 26/09/2020 é de um período de estação seca e do dia 24/01/2021 pertencente à estação chuvosa (Figura 1.2ab).. Após processamentos realizados nas imagens multiespectrais foram gerados composições coloridas com as bandas 432 de cor verdadeira do visível (Figura 3.2 ab) e 843 para realce de vegetação fotossinteticamente mais ativa (Figura 3.2 c). A banda B08-NIR, referente a banda do infravermelho próximo, ressalta principalmente a vegetação que está, de forma geral, associado a drenagens e locais com solos mais desenvolvidos, podendo ser útil durante o campo e delimitação de contatos e falhas geológicas.

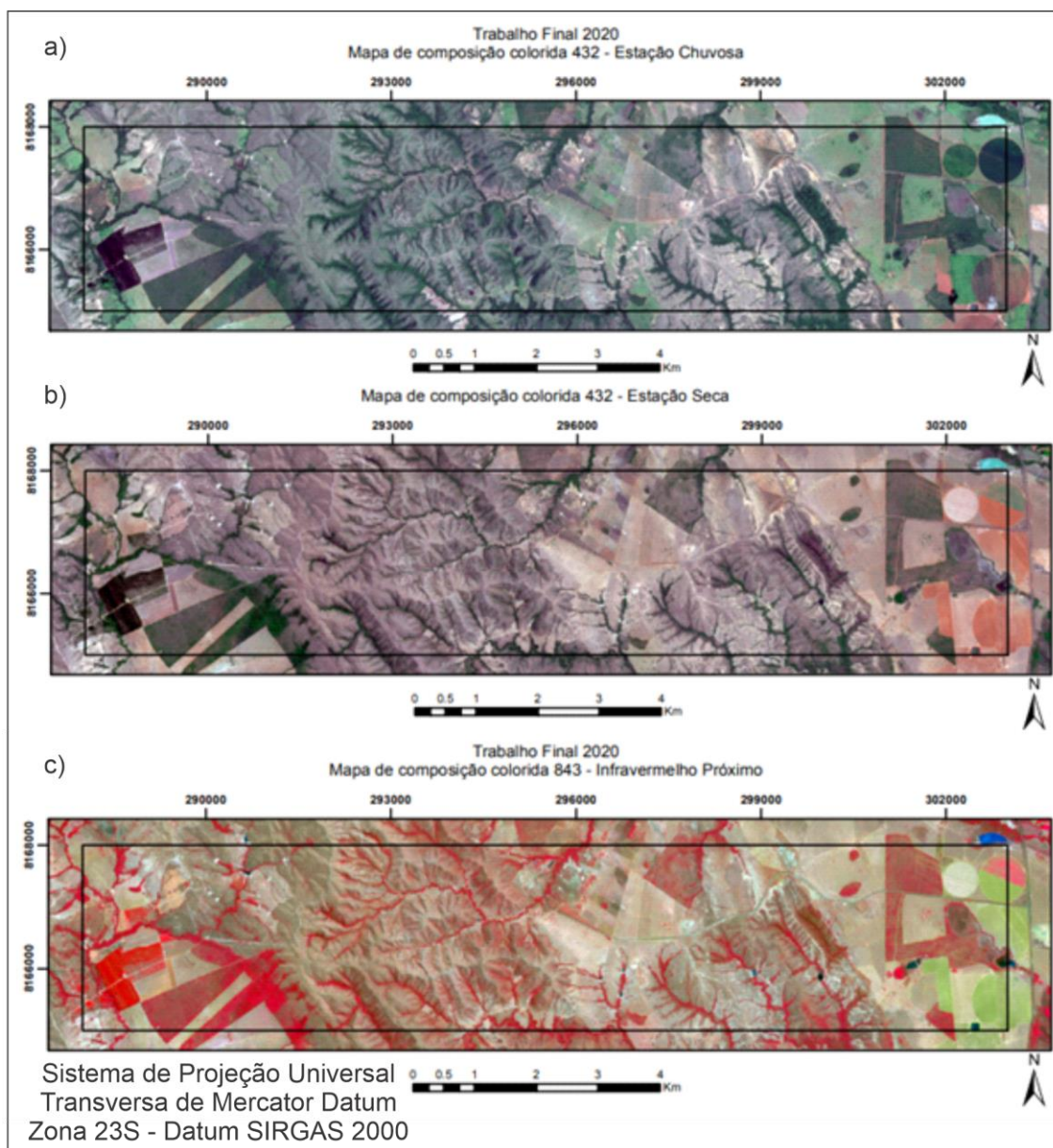


Figura 3.2. a) Mapa de composição colorida 432 do período de chuva, data 24/01/2012; b) mapa de composição 432 do período de seca, data 26/09/2020; c) mapa de composição colorida 843, infravermelho próximo, para realce da vegetação fotossinteticamente mais ativa.

### 3.3. AEROGEOFÍSICA

As aerogeofísicas magnetométrica e gamaespectrométrica são ferramentas fundamentais para estudos relacionados com geociências, como hidrogeologia, pedologia, prospecção mineral, geologia ambiental, cartografia geológica e geotectônica. Em localidades de difícil acesso terrestre e com espessos perfis de solo, a aerogeofísica se torna uma alternativa eficiente para obter dados indiretamente a respeito da geologia em subsuperfície, permitindo

descrever diferentes domínios litoestruturais de uma região e fazer um mapeamento geológico preliminar (Jaques *et al.*, 1997). A magnetometria, considerado um método baseado no potencial magnético terrestre, possibilita obter informações acerca de estruturas geológicas, como superfícies de descontinuidade ou ruptura, devido a presença de minerais magnéticos, como ilmenita, magnetita e pirrotita. A gamaespectrometria aérea permite confeccionar mapas com as assinaturas geoquímicas de K, eTh e eU, dos primeiros 30 a 40 cm do substrato terrestre, sendo um importante aliado na cartografia geológica, identificação de regiões com alteração hidrotermal e na caracterização de regolitos.

### **3.4. MAGNETOMETRIA**

O método magnetométrico consiste em um método eficiente em medir pequenas variações na intensidade do campo magnético terrestre, os quais são provenientes do contraste entre a susceptibilidade magnética das diferentes rochas em superfície e subsuperfície. A partir de levantamentos aerogeofísicos magnetométricos se obtém dados acerca do Campo Magnético Total (CMT), representante do somatório de todos os campos magnéticos atuantes no ponto de captação. Porém, para isolar o campo magnético secundário induzido por rochas da subsuperfície terrestre são necessárias algumas correções na etapa de pré-processamento de dados para, então, separar o Campo Magnético Anômalo (CMA) do magnetismo oriundo das correntes elétricas do núcleo externo da Terra (IGRF) além do campo magnético proveniente de fontes externas do planeta (CME). Logo, é necessário subtrair do CMT o IGRF e o CME para se obter o CMA, no qual representa o campo magnético gerado pelos minerais e rochas presentes na crosta terrestre (Kearey *et al.*, 2009).

A indução magnética proveniente das rochas crustais é devido, em sua grande maioria, a minerais como magnetita, ilmenita e pirrotita. Logo, como a concentração desses minerais estão intimamente associadas com superfícies de descontinuidades ou rupturas geológicas (Gunn *et al.*, 1997), esse parâmetro permite identificar feições estruturais.

### **3.5. GAMAESPECTROMETRIA**

O método gamaespectrométrico consiste na detecção de radiação gama ( $\gamma$ ) proveniente da desintegração radioativa de elementos presentes na superfície terrestre. Mais de 50 elementos radioativos estão presentes na natureza, porém, a maioria dos isótopos apresenta

baixa radiação gama associada. Entretanto, as principais fontes de raios gama detectavam são oriundas do elemento radioativo potássio ( $^{40}\text{K}$ ) e dos elementos das séries do urânio ( $^{238}\text{U}$ ) e do tório ( $^{232}\text{Th}$ ), e seus respectivos isótopos filhos presentes na composição da maioria das rochas (Ferreira *et al* 2016).

A gamaespectrometria é considerada uma metodologia geofísica superficial, pois, mais de 90% da radiação gama emanada da superfície terrestre se origina por volta dos 35 cm iniciais da crosta do planeta. Dessa forma, existem três principais grupos caracterizados por ser a fonte da radiação, que são: rocha não-intemperizada; rocha intemperizada; e material transportado. As medidas podem ser influenciadas pela cobertura do solo, variação topográfica, vegetações densas, umidade do solo, variação na temperatura terrestre, umidade relativa e presença de nuvens, sendo que a detecção de raios gama tem influência de praticamente qualquer material entre o emissor e o sensor.

### **3.6. AQUISIÇÃO DE DADOS GEOFÍSICOS**

Os dados aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos da área de estudo são oriundos do “Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, dados magnetométricos e gamaespectrométricos da Área 1 Unai-Paracatu-Vazante-Coromandel”, localizado na porção noroeste do Estado de Minas Gerais, fronteira com Estado de Goiás (Figura 3.3). O projeto foi viabilizado pela cooperação da Secretaria de Estado de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), e foi executado pela empresa LASA Engenharia e Prospecções S/A.

O levantamento aerogeofísico foi realizado no entre os meses de agosto e dezembro de 2000, resultando no recobrimento de uma área de 16.633 km<sup>2</sup> e 83.533,2 km de perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução (LASA, 2001). As linhas de voo e controle do aerolevanteamento eram orientadas nas direções N30E (Bloco Norte) e N30W (Bloco Sul) para as linhas de produção, e N60W (Bloco Norte) e N60E (Bloco Sul) para as linhas de controle espaçadas em 250 m e 2.500 m, respectivamente. A altura do voo foi mantida em 100 metros acima do terreno e o intervalo de tempo entre as medidas consecutivas equivalente a 0,1 segundos para o magnetômetro e 1 segundo para o gamaespectrômetro (LASA, 2001). A aerogeofísica foi realizada pelas aeronaves Britten-Norman (modelo BN-2A - Islander), prefixos PT-KNE e PT-WOU, ambas com velocidade em torno de 200 km/h, com o sistema de navegação GPS Picodas/NovAtel/Racal. Para mais informações consultar o

“RELATÓRIO FINAL DO LEVANTAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS” do “Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, dados magnetométricos e gamaespectrométricos da Área 1 Unai-Paracatu-Vazante-Coromandel”.

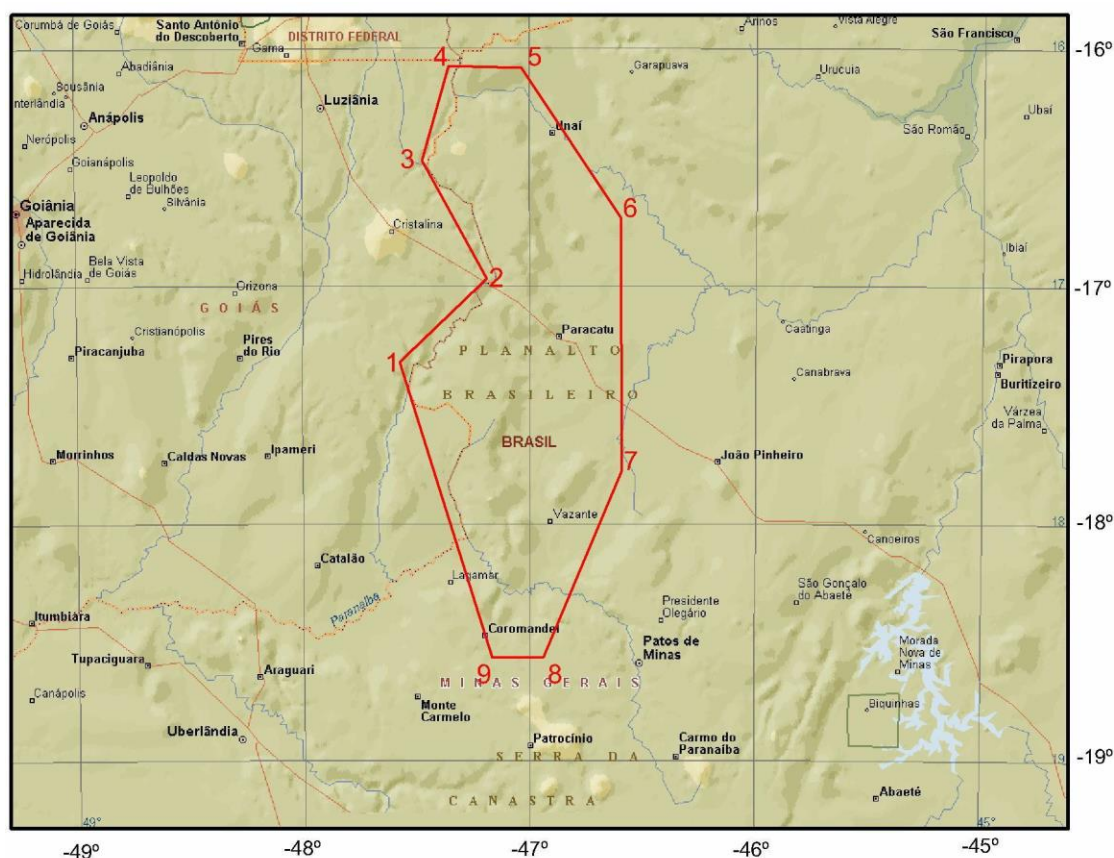


Figura 3.3. Área do levantamento aerogeofísico do “Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, dados magnetométricos e gamaespectrométricos da Área 1 Unai-Paracatu-Vazante-Coromandel”. Fonte: LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A., 2001.

### 3.7. PROCESSAMENTO DE DADOS

Inicialmente, o processamento de dados cedidos pela Secretaria de Estado de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais (SEME) foi realizado pela empresa LASA Engenharia e Prospecções S.A. com a utilização do *Geosoft Oasis*, versão OASIS MONTAJ 5.0. Dessa forma, o software foi utilizado para juntar as informações obtidas e apresentar os dados na forma de mapas da 1ª derivada vertical, mapas de pseudo-iluminação da 1ª derivada horizontal, de contorno do campo magnético total (IGRF reduzido), do sinal analítico e mapas gamaespectrométricos dos canais de potássio, urânio, tório, contagem total, mapa ternário e

mapas das razões U/Th, U/K e Th/k (LASA, 2001). O fluxograma da Figura 3.4 demonstra as etapas do processamento de dados magnético e radiométricos executados pela empresa LASA Engenharia e Prospecções S.A.

Além do processamento dos dados realizado pela empresa LASA Engenharia e Prospecções S.A., uma integrante do TF 2020, com a orientação da Professora Júlia Couto, processaram os dados corrigidos com enfoque nas áreas do Projeto TF Unai – 2020, de forma que os dados já estavam corrigidos e foram passados um filtro para melhorar a qualidade, além de fazer um segundo micronivelamento nos dados de magnetometria.

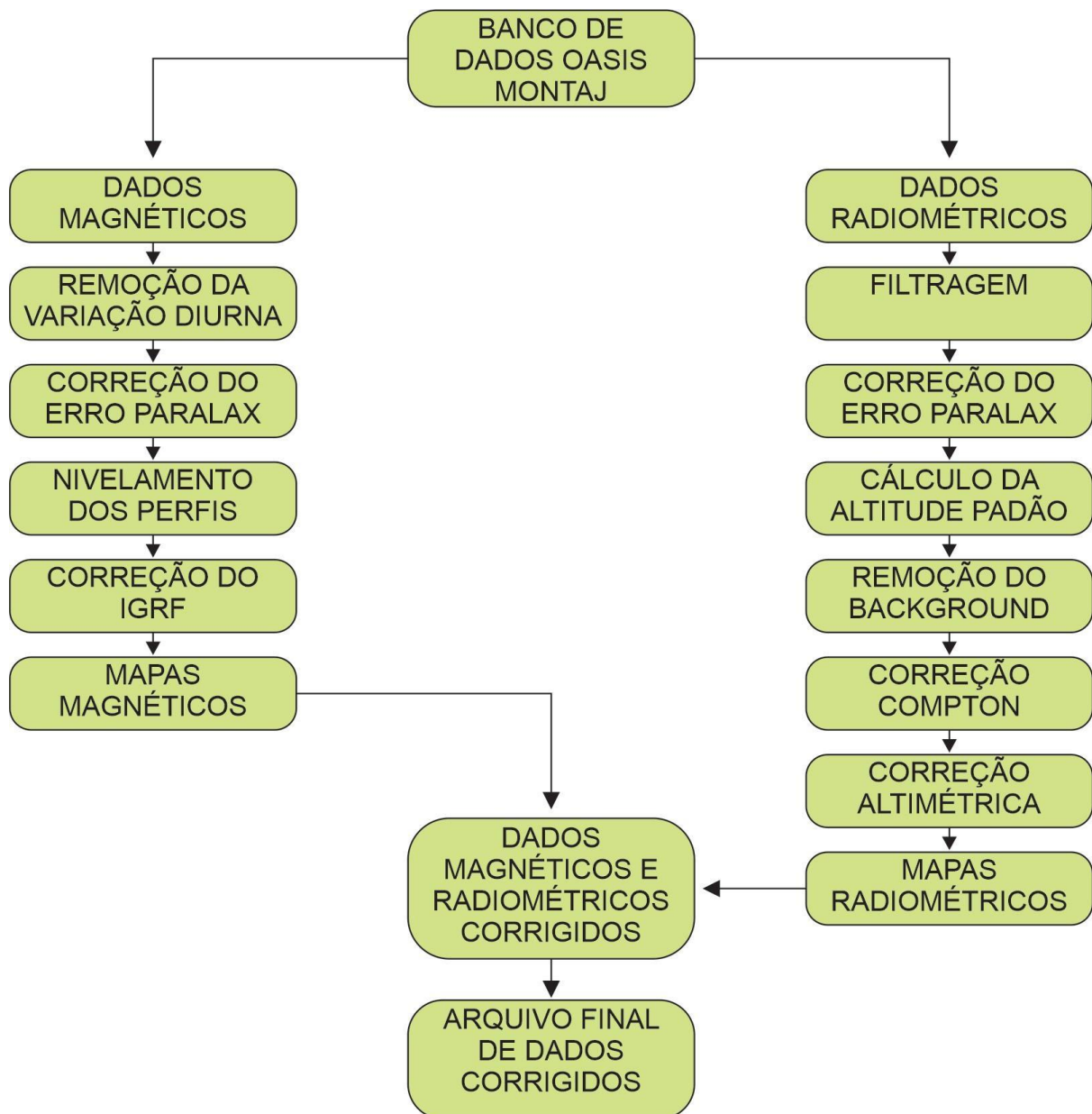


Figura 3.4. Fluxograma do processamento de dados. Modificado de LASA, 2001.

### **3.8. GAMAESPECTROMETRIA**

A partir do processamento de dados mencionados no fluxograma da Figura 1.4, foi possível gerar os mapas do Percentual de Potássio (K<sub>Perc</sub>), Equivalente de Urânio (eU), Equivalente de Tório (eTh), o mapa RGB e o mapa Ternário CMY (Figura 3.5).

Esses mapas refletem, principalmente, as características dos solos e rochas intemperizadas que afloram na região, logo, sabendo que cada material tem a tendência de emitir uma determinada radioatividade, é possível obter informações da geologia em superfície e em subsuperfície. Por volta de 2,3 % da crosta terrestre é composta por potássio, sendo que esse elemento é proveniente, de maneira geral, dos cristais de mica e feldspato-alcálico presentes nas rochas félsicas. O tório ocorre de maneira mais restrita na crosta terrestre, com concentração em torno de 9 ppm, sendo que esse elemento está associado com minerais de monazita, alanita, zircão e xenotima. O urânio está relacionado com cristais de óxidos de U e silicatos que aparecem em sienitos, pegmatitos, carbonatitos e granitos, sendo que sua concentração média na crosta terrestre é de 2,5 ppm (Dickson & Scott 1997).

As ocorrências de U, Th e K supracitadas estão relacionadas com mineralizações primárias, porém, como a maioria das rochas na superfície da crosta são submetidas a intemperismo físico-químico, esses elementos são frequentemente remobilizados. Os argilominerais formados a partir da alteração de minerais primários, geralmente, incorporam K e U em suas estruturas. Em ambientes aquáticos, o urânio proveniente do intemperismo de minerais primários é dissolvido nas águas e transportado até regiões específicas, onde pode ser precipitado com carbonatos ou em associação com óxidos de Fe (Dickson & Scott 1997). O potássio, elemento altamente solúvel, geralmente aparece em rochas sedimentares, como argilitos e folhelhos.



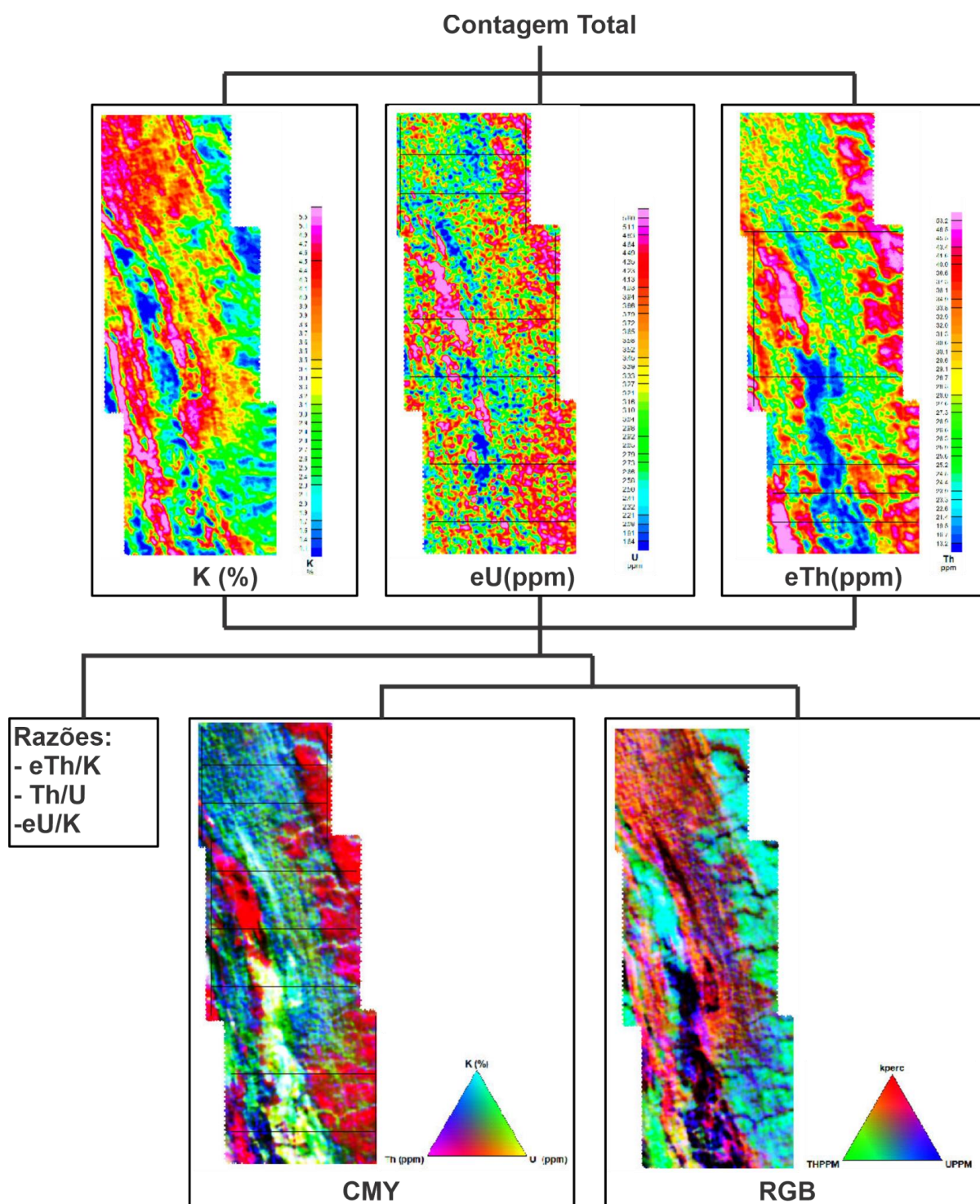


Figura 3.5. Mapas de K (%), eU (ppm), eTh (ppm), CMY e RGB.

### 3.9. MAPA DE COMPOSIÇÃO TERNÁRIA

Os mapas de composição ternária, tanto o CMY (*cyan, magenta, yellow*) quanto o RGB (*red, green, blue*), são associados a cores que representam um elemento radiogênico específico (Figura 3.6).

No padrão RGB, as cores vermelhas (*R-red*), verde (*R-green*) e azul (*B-blue*) representam o potássio em porcentagem (K %), o tório equivalente (eTh) e o urânio equivalente (eU), respectivamente. No padrão CMY (*cyan, magenta, yellow*) as cores ciano, magenta, e amarelo estão relacionadas com o potássio em porcentagem (%), o tório equivalente (eTh) e urânio equivalente (eU) em partes por milhão (ppm), respectivamente. Nos dois mapas, a cor branca está associada com uma alta contagem dos três elementos e a cor preta representa uma baixa contagem dos três elementos (Ribeiro *et al.*, 2013).

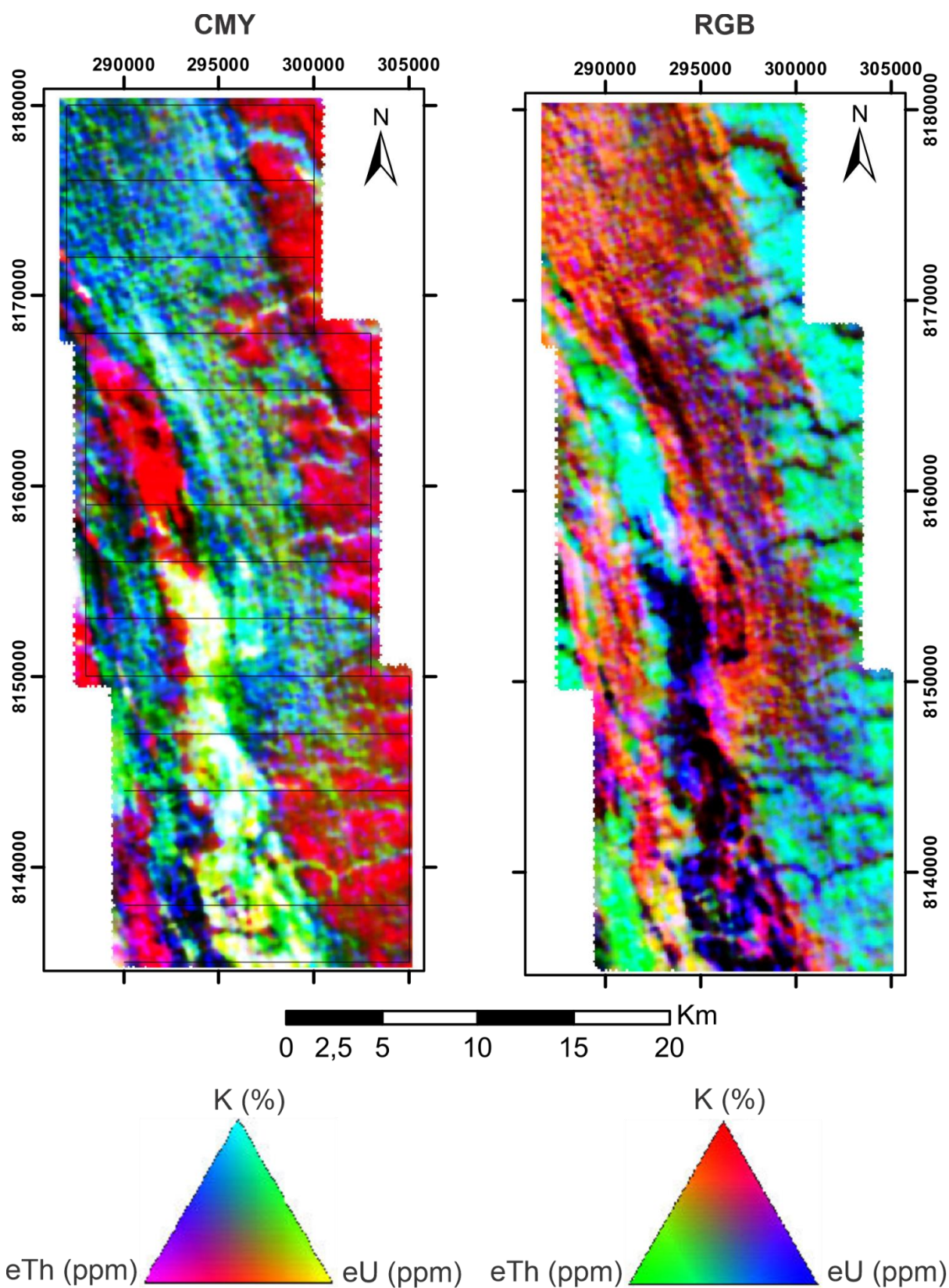


Figura 3.6. Mapas gamaespectrométricos ternários, CMY (esquerda), RGB (direita).

### 3.10. MAGNETOMETRIA

As técnicas de tratamento dos dados aeromagnéticos possuem o objetivo de melhorar a visualização das anomalias e realçar mudanças bruscas das propriedades físicas das unidades geológicas. A partir dos processamentos dos gradientes horizontais e verticais do Campo Magnético Anômalo (CMA) foram produzidos os seguintes produtos: Derivada direcional Z, amplitude do sinal analítico (ASA) ou amplitude do gradiente total (AGT) e inclinação do sinal analítico (ISA) ou derivada TILT, seguindo os procedimentos do fluxograma ilustrado na Figura 1.5. Não foram produzidas as imagens referentes às derivadas horizontais Dx e Dy, entretanto foram realizadas as operações matemáticas das mesmas, para o processamento dos produtos ASA e TILT (Figura 3.7).

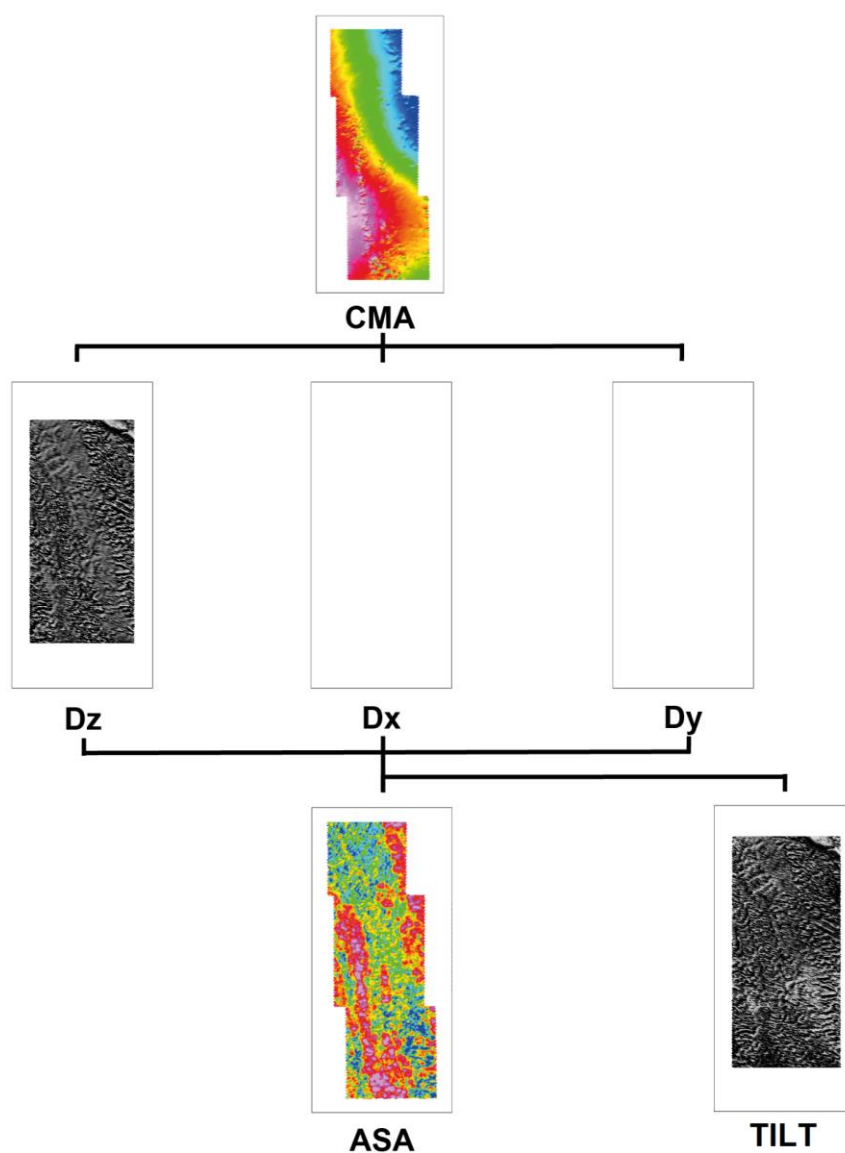


Figura 3.7. Fluxograma aplicado ao método magnetométrico.

A derivada vertical, Dz, realça o corpo como um todo e não apenas as bordas, utilizando as altas frequências do sinal analítico. Consiste em estimar a taxa de variação do campo magnético anômalo à medida que se distancia ou se aproxima verticalmente da fonte causadora (Blakely 1996). Esse tipo de realce de altas frequências fornece informações sobre os contatos, descontinuidades e lineamentos.

A imagem Amplitude do Sinal Analítico (ASA) destaca uma assinatura localizada das fontes magnéticas realçando as partes centrais de corpos estreitos e as bordas em corpos maiores e não depende das direções magnéticas da fonte e do campo magnético da Terra (Blum *et al.* 1999). É um método calculado pela derivada de três gradientes ortogonais do campo magnético (Roest, 1992) como na expressão da Equação 3.1:

Equação 3.1. Equação para calcular a Amplitude do Sinal Analítico (ASA).

$$ASA = \sqrt{\left(\frac{\delta M}{\delta x}\right)^2 + \left(\frac{\delta M}{\delta y}\right)^2 + \left(\frac{\delta M}{\delta z}\right)^2}$$

Em seguida, calculou-se a Inclinação do Sinal Analítico (TILT), outro produto derivado da combinação dos gradientes do campo magnético. Definido por Miller & Singh (1994), a derivada TILT fornece relações angulares entre as derivadas, evidenciando fortemente lineamentos e trends estruturais, além de equalizar a amplitude de fontes rasas e profundas (Equação 3.2). Com isso as imagens ISA são relevantes e dão suporte na determinação de feições lineares do relevo magnético.

Equação 3.2. Equação para calcular a Inclinação do Sinal Analítico (TILT).

$$TILT = \arctan \left[ \frac{\delta z}{\sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}} \right]$$

### 3.11. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GEOFÍSICOS

Os produtos geofísicos processados foram analisados e interpretados a fim de delimitar lineamentos magnéticos, domínios magnéticos e gamaespectrométricos auxiliando na identificação de alvos e informações litológicas e estruturais da área. Primeiramente, os mapas de domínios foram produzidos em escala regional, incluindo todas as áreas do projeto a fim de

realçar feições principais. Em seguida, foram confeccionados mapas de domínios compreendendo apenas a subárea IV, possibilitando uma análise mais refinada dos limites entre os domínios.

### 3.12. MAGNETOMETRIA

Para a interpretação dos dados magnetométricos da área de estudo foi utilizado, principalmente, o produto da imagem de Amplitude do Sinal Analítico (ASA). O produto ASA apresenta uma assinatura pontual das fontes magnéticas realçando limites de corpos maiores e o centro em corpos estreitos, independente das direções magnéticas da fonte e do campo magnético da Terra (Blum *et al.* 1999). Os limites dos domínios da área de estudo foram diferenciados seguindo critérios como intensidade das cores, continuidade das anomalias, orientação e alinhamento dos corpos, e frequência (Figura 3.8a e Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Caracterização dos domínios magnetométricos da poligonal da área do Projeto Unai.

Domínio	Caracterização
1	Domínio composto por corpos contínuos, orientados e com elevada frequência de anomalias magnéticas de muito alta a alta intensidade.
2	Domínios de alta frequência, orientados entre as direções NNW-SSE, caracterizados por uma intensidade magnética baixa com ocorrências pontuais de intensidade média.
3	Domínio de resposta magnética muito alta a alta representado por ocorrência pontual de corpo isolado e elipsoidal.
4	Domínio magnético representado por regiões de alta frequência e intensidade magnética que varia de muito alta a alta, porém ocorrências pontuais variando de média a baixa intensidade. Domínio orientado preferencialmente na direção NNW-SSE.
5	Domínio predominantemente de baixa a média intensidade magnética, porém com ocorrência pontual de intensidade alta. Domínio localizado em extremidade com poucos detalhes a respeito de frequência e orientação.

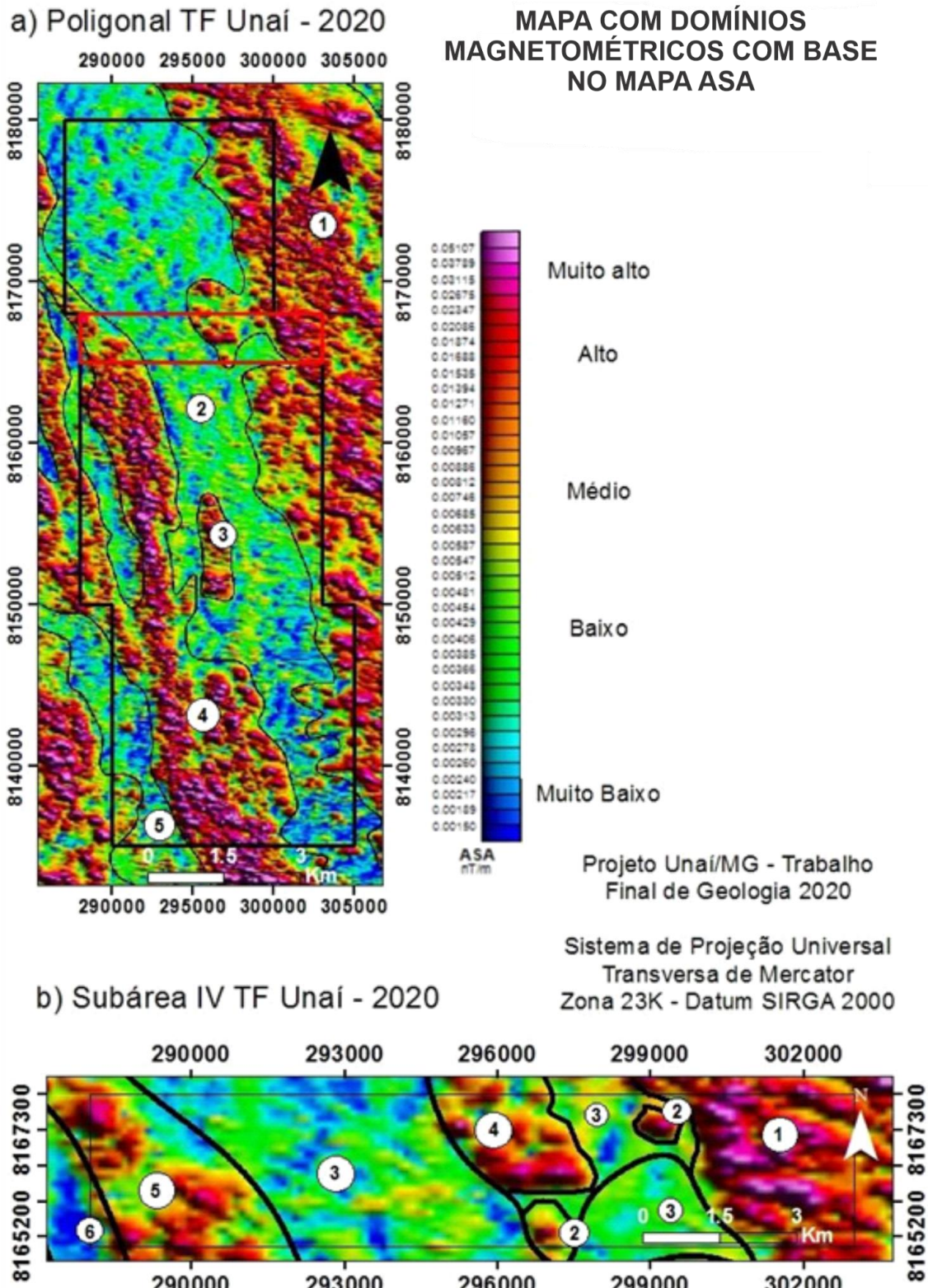


Figura 3.8. Mapas de domínios magnetométricos confeccionado a partir da interpretação do mapa ASA a) mapa da poligonal do Projeto-Unai-2020; b) mapa da subárea IV, do Projeto-Unai-2020.

Durante a etapa de campo, o mapa magnetométrico foi utilizado para auxiliar na delimitação de contatos geológicos e definição de lineamentos estruturais, além de indicar

alvos para caminhamentos. Em seguida, os mapas magnetométrico e gamaespectrométrico foram reanalisados e determinados domínios referente apenas a subárea IV, aplicando os critérios empregados na caracterização dos domínios magnetométricos do Projeto Unai.

Para a subárea IV foram definidos 6 domínios magnetométricos usando principalmente o produto adquirido pela imagem de Amplitude do Sinal Analítica (Figura 3.8b e Tabela 3.3).

Tabela 3.3. Caracterização dos domínios magnetométricos da poligonal da subárea IV do Projeto Unai.

Domínio	Caracterização
1	Domínio composto por corpos contínuos, orientados com direção NNW-SSE e com elevada frequência de anomalias magnéticas de muito alta a alta intensidade.
2	Domínio constituído composto por corpo pontual com anomalias de muita alta intensidade.
3	Domínio magnético representado por regiões de alta frequência e intensidade magnética que varia de baixa a média. Domínio orientado preferencialmente na direção NNW-SSE.
4	Domínio formado por corpo circular de anomalias magnéticas de muito alta a alta intensidade.
5	Domínio de alta frequência, possui orientação preferencial para NNW-SSE e com muito alta intensidade.
6	Domínio de baixa frequência e é caracterizada por possuir intensidade muito baixa. Domínio localizado em extremidade com pouco detalhe a respeito de frequência e orientação.

### 3.13. GAMAESPECTROMETRIA

Os mapas gamaespectrométricos, confeccionados com a representação da radiação gama proveniente da desintegração natural do potássio ( $^{40}\text{K}$ ) e dos elementos das séries do urânio ( $^{238}\text{U}$ ) e do tório ( $^{232}\text{Th}$ ) presentes na composição da maioria das rochas, permite fazer um breve mapeamento geológico da região. A interpretação da intensidade de emissão desses radioelementos possibilita a mapear o arcabouço aflorante na região, além de proporcionar informações acerca dos processos intempéricos, de modo que a investigação geofísica



gamaespectrométrica permite uma avaliação da subsuperfície em torno de até 35 cm de profundidade.

A partir do mapa ternário RGB (*red, green, blue*), no qual contém as intensidades dos radioelementos K, e os equivalentes de Th e U, foram delimitados um total de oito domínios gamaespectrométricos para o mapa da poligonal da área do Projeto Unai 2020 (Figura 3.9a), representados pelos números de 1 a 8, e oito domínios para a subárea IV, representados pelas letras A - H (Figura 3.9b). A Tabela 3.4 contém uma análise qualitativa dos domínios gamaespectrométricos presentes na poligonal do TF-Unai-2020, e a Tabela 3.5 contém a descrição dos domínios da subárea IV.

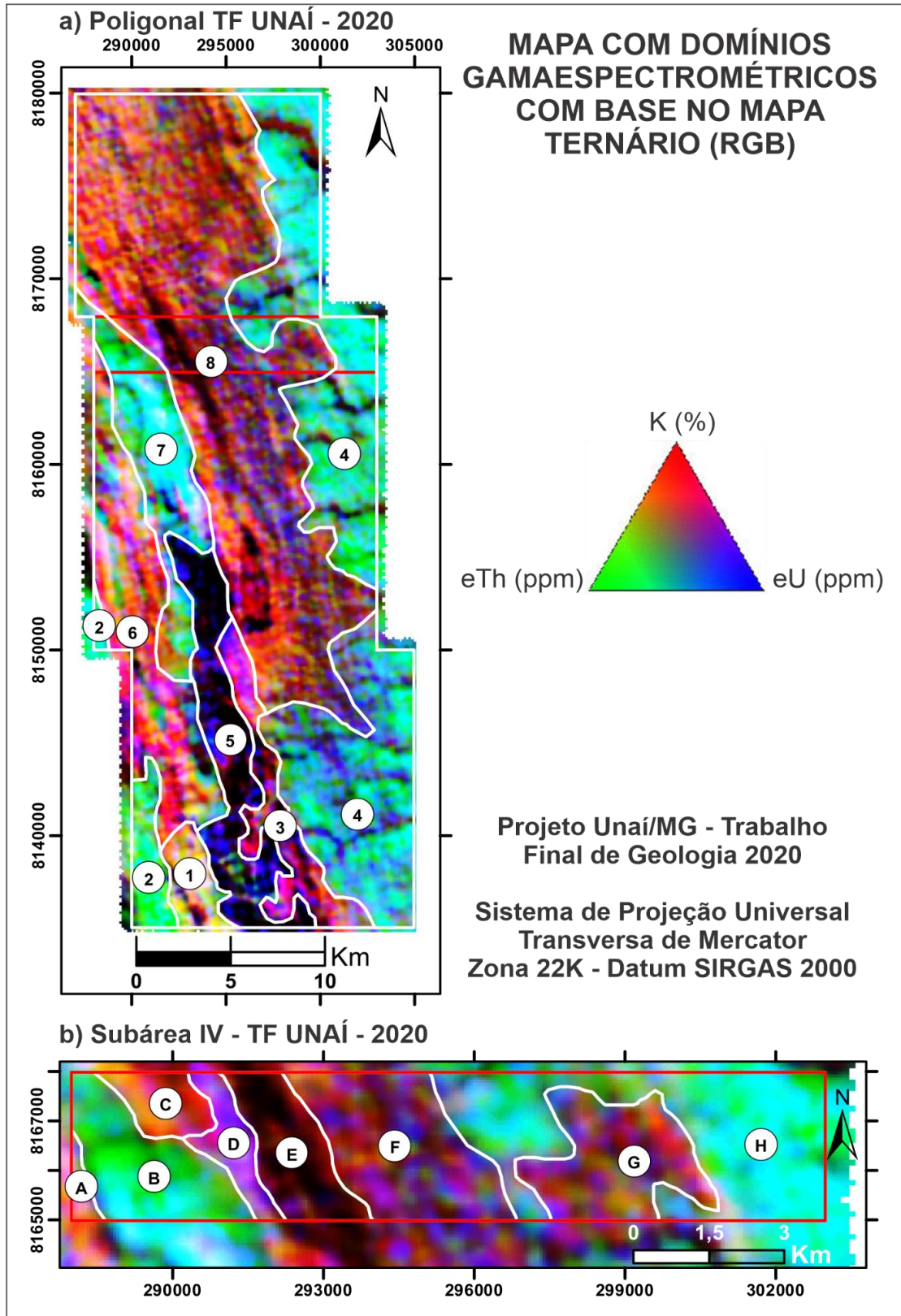


Figura 3.9. Mapas de domínios gamaespectrométricos confeccionado a partir da interpretação do mapa de composição ternária RGB (K, eTh, eU). a) mapa da poligonal do Projeto-Unai-2020; b) mapa da subárea IV, do Projeto-Unai-2020.

Projeto Unai – Subárea IV

Tabela 3.4. Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados na área do Projeto Unai 2020.

Domínio	K	Th	U	Caracterização
1	Médio	Médio	Baixo	Domínio localizado no sul da área com coloração amarelada, com algumas pontualidades de coloração esbranquiçada, indicando regiões com K, Th e U alto.
2	Baixo	Alto	Médio	Domínio localizado no sudoeste da área, caracterizado pela coloração verde e azul turquesa.
3	Médio	Baixo	Médio	Domínio localizado no centro-sul da área, caracterizado pela coloração rosada, com algumas regiões pontuais de coloração preta (indicando baixa resposta de K, Th e U) e outras pontualidades de coloração avermelhada (indicando K alto).
4	Baixo	Alto	Médio	Domínio localizado ao longo de toda porção leste da área, caracterizado pela coloração variando entre verde e azul turquesa. Ainda ocorrem faixas estreitas de direção EW de coloração vermelho escuro, caracterizadas por K alto e Th e U baixo.
5	Baixo	Baixo	Baixo	Domínio com geometria alongada com direção NS, localizado no centro sul da área. Caracterizado por uma coloração preta, indicando uma baixa resposta nos três canais. Contém regiões pontuais de coloração rosa e outra de coloração azul escuro, indicando domínios com resposta baixa de Th e média a alta resposta de K e U.
6	Alto	Baixo	Médio	Domínio localizado na porção oeste da área. Com coloração essencialmente rosa avermelhada com algumas porções de coloração esverdeada (com alto Th).
7	Baixo	Alto	Médio	Domínio localizado na porção leste da área, caracterizado pela coloração variando entre verde e azul turquesa, com pontualidades de coloração preta, indicando regiões com baixa resposta para K, Th e U.
8	Alto	Baixo	Média	Domínio com geometria alongada com direção NS, caracterizado pela coloração avermelhada, com algumas regiões pontuais de coloração preta indicando uma baixa resposta para K, Th e U.

Tabela 3.5. Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados na subárea IV do Projeto Unai 2020.

Domínio	K	Th	U	Caracterização
A	Médio	Baixo	Baixo	Domínio localizado no extremo sudoeste da subárea, caracterizado pela coloração rosa claro.
B	Baixo	Alto	Médio	Domínio localizado no oeste da subárea, caracterizado pela

				coloração variando entre verde e azul turquesa.
C	Alto	Médio	Baixo	Domínio localizado na porção oeste da subárea, caracterizado pela variação entre as cores vermelho e alaranjado, com uma pequena porção de coloração rosa, representando uma resposta média e K e U e baixa de Th.
D	Médio	Baixo	Médio	Domínio com geometria alongada com direção NS, caracterizada principalmente pela coloração rosa, com pontualidades de coloração roxa-azulada indicativa de uma porção com resposta de U um pouco mais alta
E	Baixo	Baixo	Baixo	Domínio localizado na porção centroeste da subárea, caracterizado pela coloração preta, indicando uma baixa resposta para os três elementos. Contém pontualidades de coloração vermelho escuro, indicando porções com K um pouco mais elevado.
F	Alto	Baixo	Médio	Domínio localizado na porção central da área, caracterizado pela variação entre porções com coloração vermelho escuro e rosa. Contém pontualidades com coloração verde, indicando uma resposta de Th mais elevada.
G	Alto	Baixo	Médio	Domínio localizado na porção leste da área, caracterizado pela variação entre porções com coloração vermelho escuro e rosa. Contém pontualidades com coloração verde, indicando uma resposta de Th mais elevada.
H	Baixo	Alto	Médio	Domínio localizado no leste da subárea, caracterizado pela coloração variando entre verde e azul turquesa, predominando o azul turquesa.

### 3.14. GEOFÍSICA SÍSMICA DE REFRAÇÃO

A metodologia sísmica de reflexão possibilita investigar grandes profundidades em subsuperfície com um elevado nível de precisão e resolução, sendo aplicada frequentemente na análise de bacias sedimentares para encontrar reservas de petróleo. Este método pode ser separado em três etapas: de aquisição, processamento e interpretação. A linha utilizada no para investigar a subsuperfície da região do Projeto-Unai-2020 é proveniente do levantamento R0240\_SAO\_FRANCISCO\_045 operado pela empresa Shell Brasil em parceria com a PETROBRAS, e processada pelo método PSTM (*Pre stack Time Migration*). Para o presente trabalho a linha sísmica 0240-0290 foi obtida já processada através do portal “GeoANP - Mapa de dados georreferenciados”.

A linha sísmica 0240-0290, obtida através do levantamento R0240\_SAO\_FRANCISCO\_045 apresenta direção EW e se estende da Cidade de Cristalina,

do Estado de Goiás, até Bonfinópolis de Minas, do Estado de Minas Gerais, de modo que na porção mediana da linha se encontra a cidade Unai (Figura 3.10). A interpretação geológica da respectiva linha sísmica encontra-se no capítulo de Evolução Tectônica/Estratigráfica.

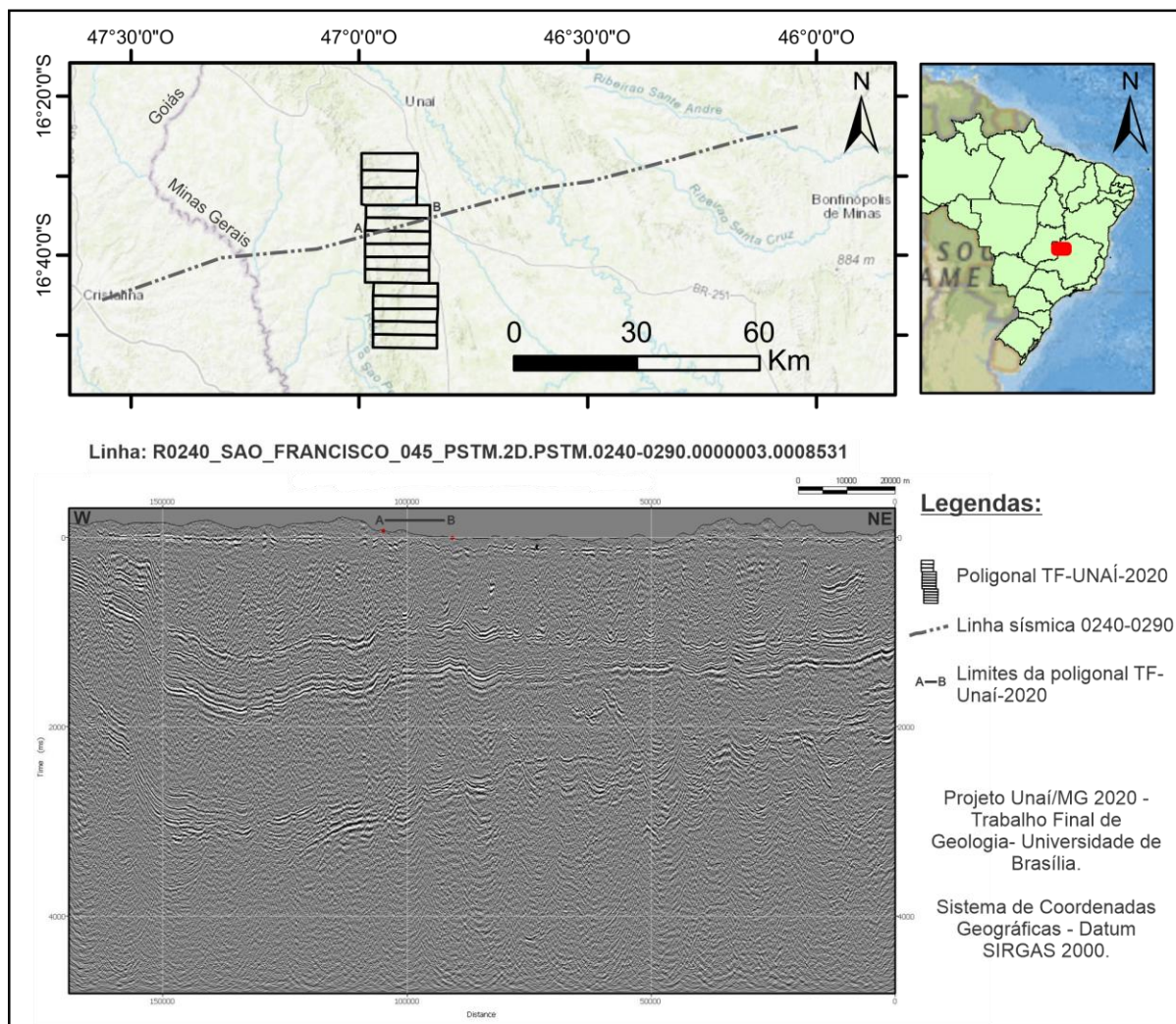


Figura 3.10. a) Mapa de localização da linha sísmica 0240-0290, que se estende de Cristalina/GO até a próximo de Bonfinópolis de Minas/MG; b) linha sísmica de reflexão com eixo x representando a distância e o eixo y o tempo (ms).

## **4. ESTRATIGRAFIA, PETROGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

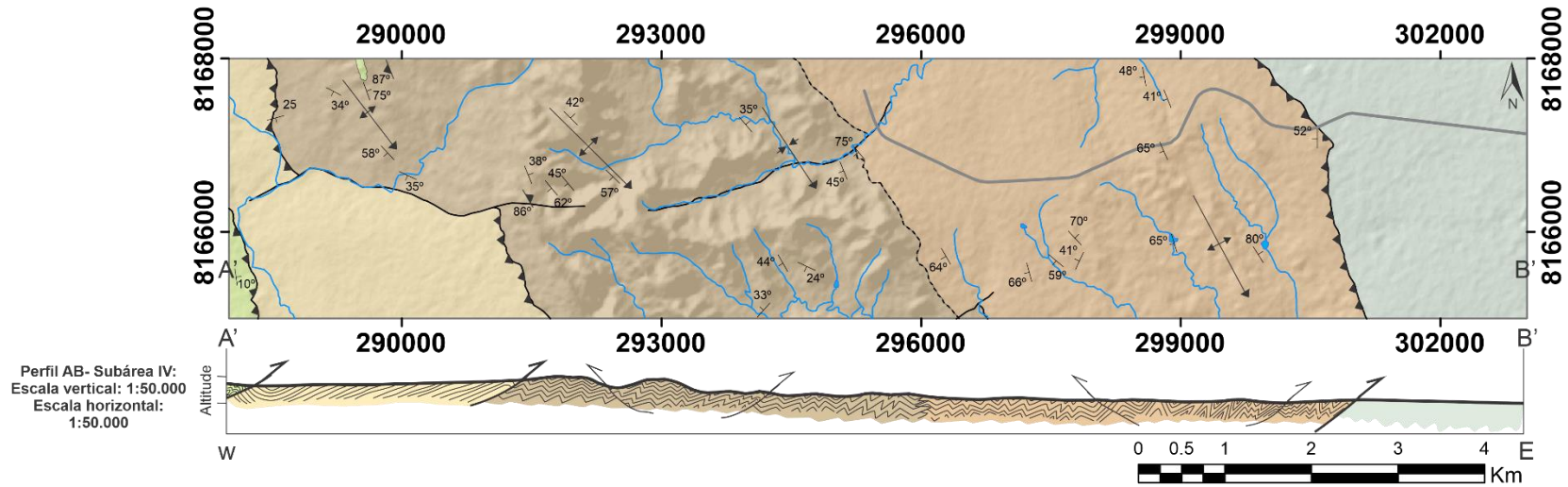
Este capítulo apresenta a descrição em detalhe das unidades litoestratigráficas mapeadas no Projeto Unai, dando ênfase no detalhamento das litofácies presentes na subárea IV. Com base nos dados recolhidos em campo, processamentos de dados de sensoriamento remoto e aerogeofísico, e análises petrográficas, foi confeccionado um mapa geológico integrado das subáreas do projeto (Mapa abaixo). São caracterizados aspectos petrográficos macro e microscópicos, levando em consideração o padrão geofísico, a geomorfologia, tipos de contato e sistemas deposicionais, com o intuito de melhor particularizar as transições faciológicas dentro de cada unidade.

Um total de quatro unidades estratigráficas foram descritas na área do projeto Unai. Seguindo uma ordem cronoestratigráfica elas foram individualizadas em: Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra e Grupo Bambuí (Tabela 4.1 e Figura 4.1). A estratigrafia das quatro unidades está representada de maneira simplificada nas colunas estratigráficas abaixo.

Tabela 4.1. Coluna estratigráfica do Projeto Unai.

<b>UNIDADES GEOLÓGICAS</b>	
<b>NEOPROTEROZOICO</b>	
<b>Ediacarano</b>	
<b>Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas</b>	
<b>NPBs</b>	Siltito, siltito argiloso, folhelho, marga, 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.
<b>Toniano</b>	
<b>Grupo Canastra - Formação Serra do Landim</b>	
<b>MPCsI</b>	Clorita filito, clorita-fengita-filito, clorita-fengita-quartzo-filito, calcifilito, mármore dolomítico de granulacão fina, mármore calcítico de granulacão fina, quartzito fino micáceo.
<b>MESOPROTEROZOICO</b>	
<b>Esteniano</b>	
<b>Grupo Paranoá: idade máxima de deposição de 1100 Ma por zircão detrítico.</b>	
<b>Formação Córrego do Barreiro</b>	
<b>MPPcb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fff9c4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Arenito fino a grosso, localmente conglomerático ou feldspático, de cor escura quando frescos e cinza claro a esbranquiçado quando alterado.</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fff9c4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Siltito laminado, siltito argiloso, marga laminada de escura quando não alterada e amarelada a rosada quando alterada.</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e0f0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Dololuto micrítico, dololuto estromatolítico, dololuto estromatolítico, dololuto intraclástico e oncolítico e dolarenito intraclástico e oolítico, litotipos de cores cinza claro a escuro.</li> </ul>
<b>Ectasiano</b>	
<b>Formação Quilombo: idade de deposição 1394 ± 19,4 Ma (U-Pb em zircão de rocha vulcânica).</b>	
<b>MPQrf</b>	<b>Membro Ribeirão do Franco:</b> ritmito pelito-arenoso, com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvasca lítica fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dacito e riolitos subordinados, afaníticos ou com esferulitos.
<b>MPQrf</b>	<b>Membro Ribeirão do Porteira:</b> ritmito psamo-pelítico, representado por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvasca lítica fina, grauvasca lítica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amareladas, ocre e rosada quando alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.

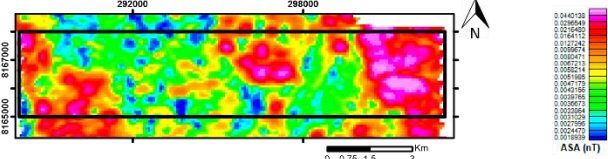
# MAPA GEOLÓGICO 1:50.000 - ÁREA IV - PROJETO UNAÍ 2020



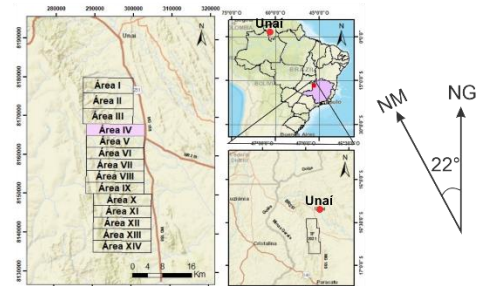
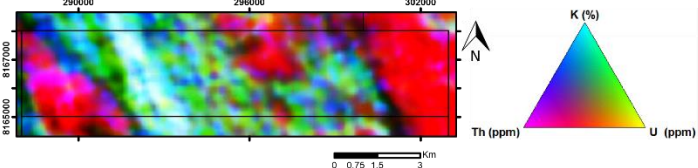
UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	
<b>NEOPROTEROZOICO</b>	
Ediacariano	
Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas	
NPBs	Siltito, folhelho, siltito argiloso, margas e calcário micrítico.
Toniano	
Grupo Canastra - Formação Serra do Landim	
MPCsl	Clorita filito, clorita-fengita filito, clorita-fengita-quartzito filito, calcifilito, mármore fino dolomítico, mármore calcítico de granulação fina, quartzito fino micáceo, com ocorrência local de granada filito.
<b>MESOPROTEROZOICO</b>	
Esteniano	
Grupo Paranoá: idade máxima de deposição de 1.1 Ga (zircão detritico).	
Formação Córrego do Barreiro	
MPPcb	Siltito laminado, siltito argiloso e margas laminadas.
Ectasiano	
Formação Quilombo: idade de deposição 1394 +/- 19.4 Ma (U-Pb em zircão de rocha vulcânica).	
Membro Ribeirão do Franco	
MPQrf	Ritmito pelito-arenoso, com intercalação de camadas centimétricas de litoarenito, grauvacas líticas, siltito laminado ou maciço, argilito e folhelho. Vulcânica ácida a intermediária subordinada (dacito e riolito), afanítica ou com esferulitos.
Membro Ribeirão da Porteira	
MPQrp	Ritmito psamo-pelítico, representado por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvacas líticas, grauvacas líticas grossas, arenito, sublitoarenito, siltito maciço ou laminado, folhelho e argilito, além de conglomerado clasto-suportado subordinado.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS	CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
Falha de empurrão	Drenagens
Falha de rasgamento	Barragens
Acamamento - S0	Estrada de asfalto
Foliação principal - Sp	
Contato Interdigitado	
Dobra Sinclinal com caimento	
Dobra Anticlinal com caimento	

Mapa Magnetométrico - Amplitude do Sinal Analítico (ASA)



Mapa Gamaespectrométrico - Composição Ternária RGB



Mapa Geológico 1:50.000  
Trabalho Final de Graduação - 2021  
Projeto Unai - 2020  
ÁREA IV  
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR  
Datum Horizontal SIRGAS 2000 Zona 23S

Coordenador: José Eloi Guimarães Campos  
Orientadora: Eliza Inez Nunez Peixoto

Autores:  
Arthur Siqueira Reis &  
Gustavo Mesquita de Abreu





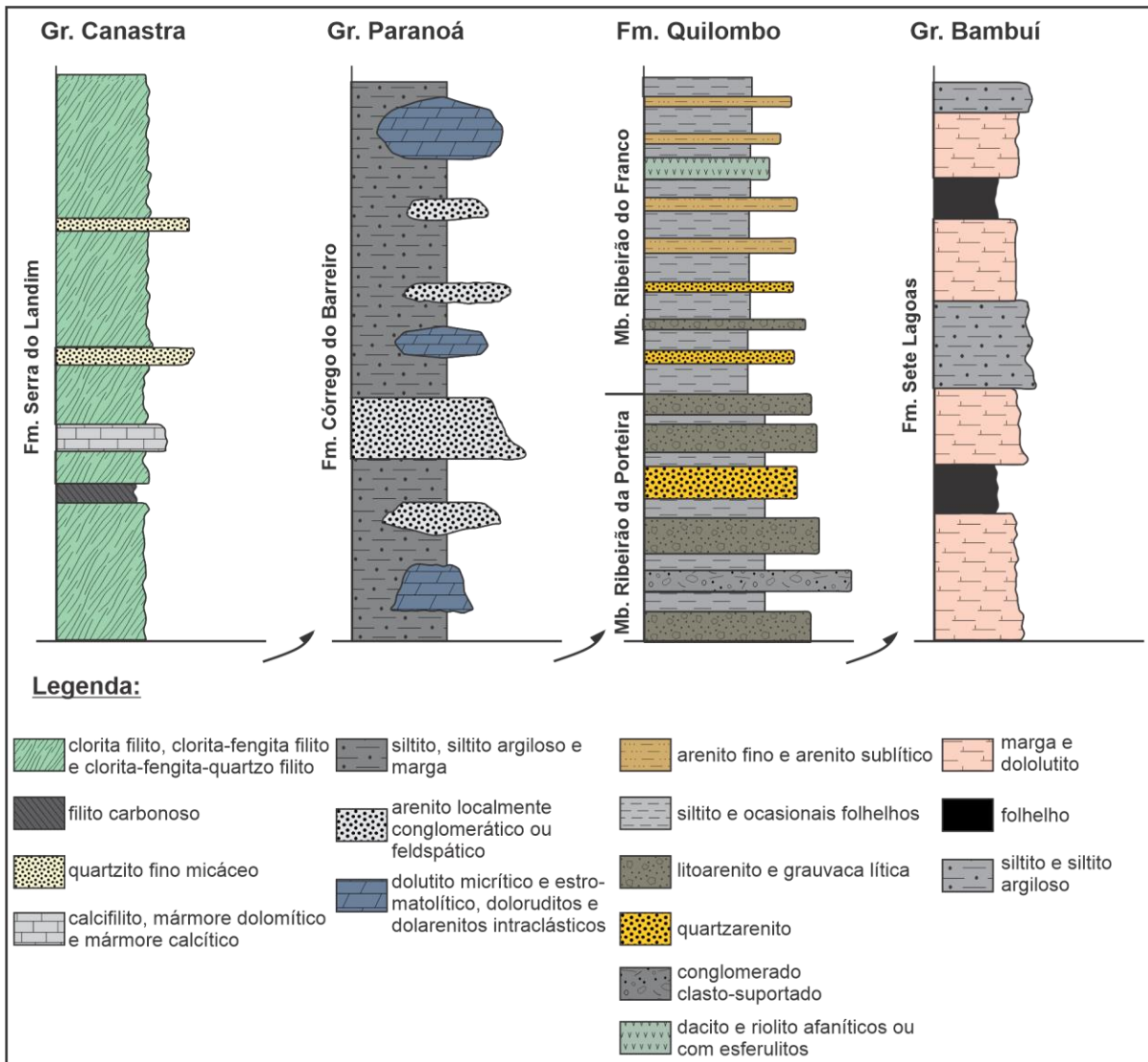


Figura 4.1. Colunas estratigráficas dispostas de maneira simplificada e fora de escala, representando as unidades que estão presentes ao longo da área do Projeto Unaí.

## 4.2. FORMAÇÃO QUILOMBO

Na área de estudo do Projeto Unaí, as rochas mais antigas averiguadas e debatidas compõem a Formação Quilombo de idade mesoproterozoica inserida em um contexto de mar profundo, no sopé de taludes continentais. Essa sequência turbidítica vulcanossedimentar, localizada na porção externa da Faixa Brasília, está disposta na área de estudo em uma faixa

alongada com direção NNW-SSE e é dividida em dois membros. O Membro Ribeirão da Porteira compõe uma sequência rítmica psamo-pelítica. Transitando de forma gradacional e com interdigitações horizontais e verticais encontra-se o Membro Ribeirão do Franco, que compreende as rochas vulcânicas intercaladas com as associações turbidíticas, finas camadas de arenito intercalado com siltitos e ardósias, com alternâncias locais entre grauvaca, arenito e pelitos.

O Membro Ribeirão da Porteira é interpretado como oriundo de um ambiente mais proximal dos cânions submarinos alimentados pelos fluxos turbidíticos. Enquanto o Membro Ribeirão do Franco é proveniente das porções mais distais, onde depositavam os sedimentos mais finos.

Por se tratar de uma sequência turbidítica com vulcanismo subaquático depositada no talude de sopés continentais, a associação fácies aqui proposta segue a terminologia criada por Mutti (1992). O autor subdividiu as associações turbidíticas em nove fácies, denominadas de F1 até F9 (Tabela 4.3). De maneira geral, a fácies F1 é caracterizada por rochas sedimentares com granulometria mais grossa, depositada em ambientes de mais alta energia na região proximal do talude, enquanto a fácies F9 é aquela caracterizada por sedimentos com granulometria argila deposita nas porções com baixa energia.

Inicialmente as rochas presentes na Formação Quilombo foram subdivididas em um total de dez litofácies, descritas na Tabela 4.2. As litofácies são caracterizadas pela granulometria das rochas, estruturas sedimentares e os processos envolvidos na deposição dos sedimentos. Essas litofácies foram utilizadas para caracterizar as fácies de Mutti (1992), de modo que cada fácies de Mutti representa um conjunto de litofácies aqui propostas, conforme exemplificado na Tabela 4.3.

Tabela 4.2. Tabela com as características das fácies propostas a partir da descrição das amostras macroscópicas e da petrografia de litotipos da Formação Quilombo.

Litofácies	Estrutura	Processos	Sigla
Grauvaca feldspática fina	Maciço	Correntes de turbidez de baixa densidade.	GffM
Grauvaca lítica média a grossa	Maciço	Correntes de turbidez de alta densidade.	GlgM
Ortoconglomerado polimítico	Maciço com orientação preferencial dos	Fluxo turbidítico de alta densidade. As porções que tem clastos orientados foram	OcpM

	clastos	submetidas a processos de transformação de fluxo, de um fluxo turbulento coesivo para um trativo.	
Litoarenito feldspático fino a médio	Maciço	Correntes de turbidez com fluxo laminas passaram por processos de elutriação.	LfmM
Folhelho	Laminado	Fluxo suspensivo	FIL
Arenito grosso maturo	Maciço	Fluxo turbulento laminar que passaram processos de transformação de fluxo	AgmM
Arenito fino a médio	Laminação plano paralela milimétrica, com eventuais truncamentos de lâminas	Correntes de turbidez de baixa densidade que passaram por processos de transformação de fluxo	AfmL
Siltito	Laminado	Fluxo suspensivo	SiL
Siltito	Maciço	Fluxo de turbidez de baixa densidade	SiM

Tabela 4.3. Fácies de Mutti (1992), presentes na área do Projeto Unaí, caracterizadas com base nas litofácies da Tabela 4.2.

Fácies	Características
F1	Paraconglomerado com clastos de granulometria variando entre cascalho e silte, com matriz argilosa. Os clastos maiores tendem a se concentrar no topo das camadas.
F2	Paraconglomerado com matriz composta de areia e lama, com eventuais fragmentos de intraclastos de argila. Os clastos menores tendem a ocorrer na porção basal das camadas.
F3	Conglomerados clasto-suportados com ausência de matriz. Ocorre limitado por superfícies erosivas na porção basal da camada, além de serem lentes limitadas por superfícies erosivas.
F4	Carpets de tração com granulometria grossa, caracterizado pela estratificação plano-paralela.
F5	Arenitos grossos conglomeráticos, muito mal selecionados, com eventuais estruturas de escape de fluídos. Pode conter gradação normal.
F6	Rocha com granulometria média a grossa, com formas de leito de <i>megaripples</i> .

F7	Delgados carpetes de tração com granulometria areia fina a grossa, com gradação normal. Apresenta uma laminação plano-paralela com uma diminuição da espessura das camadas em direção ao topo.
F8	Arenitos finos e maciços depositados principalmente por suspensão.
F9	Rocha com granulometria variando entre silte e areia fina, com presença de argilitos maciços.

#### 4.2.1. LITOFÁCIES GRAUVACA FELDSPÁTICA FINA

A Litofácies Grauvaca Feldspática Fina (GlFM) abrange grauvacas líticas maciças de granulometria fina que são esverdeadas quando frescas e avermelhadas quando alteradas (Figura 4.2 a). De maneira geral, ocorrem intercaladas com siltitos, com camadas centimétricas a decimétricas. Essa litofácies ocorre em ambos os membros da Formação Quilombo, porém mais predominantemente no Membro Ribeirão do Franco.

Nas lâminas petrográficas as grauvacas são compostas por quartzo (40%), feldspatos (15%), fragmentos líticos (10%) e eventuais opacos (5%), de modo que os feldspatos estão em sua grande maioria alterados (Figura 4.2 b-c). A matriz é de granulometria silte/argila e compõe aproximadamente 30% da rocha. Apresenta uma foliação incipiente espaçada. Os grãos de quartzo e feldspatos são subarredondados e com baixa esfericidade, já o contato entre os grãos são pontuais a planares.

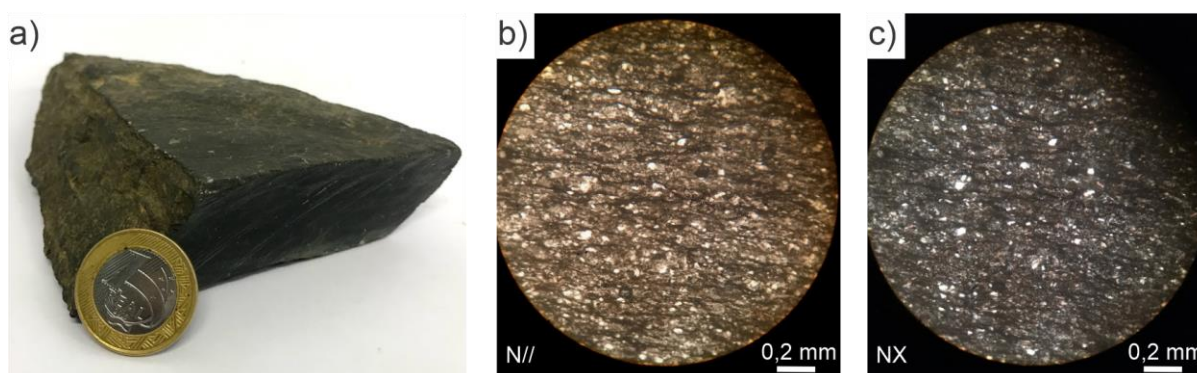


Figura 4.2. a) Grauvaca feldspática fina de coloração verde escuro, amostra TF20-IX-42; b) fotomicrografia com nicóis paralelos, observar a foliação incipiente cortando a rocha; c) fotomicrografia com nicóis cruzados; a mineralogia é composta por quartzo, feldspato alterado, fragmentos líticos, opacos e matriz pelítica.

#### 4.2.2. LITOFÁCIES GRAUVACA LÍTICA MÉDIA A GROSSA

A Litofácies Grauvaca Lítica Média a Grossa (GlgM) apresenta rochas com estrutura maciça de coloração cinza esverdeada quando fresca e avermelhada quando alterada (Figura 4.3 a). Essa litofácies ocorre somente no Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo. Ocorrem intercaladas com siltitos e litoarenitos e apresentam camadas decimétricas a centimétricas tabulares.

Nas lâminas petrográficas são compostas essencialmente por quartzo (35%), fragmentos líticos (20%), matriz silte argilosa (20%) e feldspatos (3%), além de opacos e muscovitas (2%) (Figura 4.3 b-c). Os grãos de quartzo e feldspato, com granulometria variando entre areia fina e muito grossa (0,2 a 1,4 mm), são essencialmente subangulosos com esfericidade baixa a moderada. Os fragmentos líticos, que são de rochas sedimentares como arenitos finos, siltitos e folhelhos, apresentam granulometria variando entre 0,5 e 2,5 mm, e são subangulosos com esfericidade variando de baixa a alta. As muscovitas são lamelares com granulometria areia fina (~0,15 mm). Os contatos entre os grãos são em sua maioria pontuais, podendo ocorrer isoladamente contatos planares. A rocha é considerada imatura mineralogicamente e texturalmente.

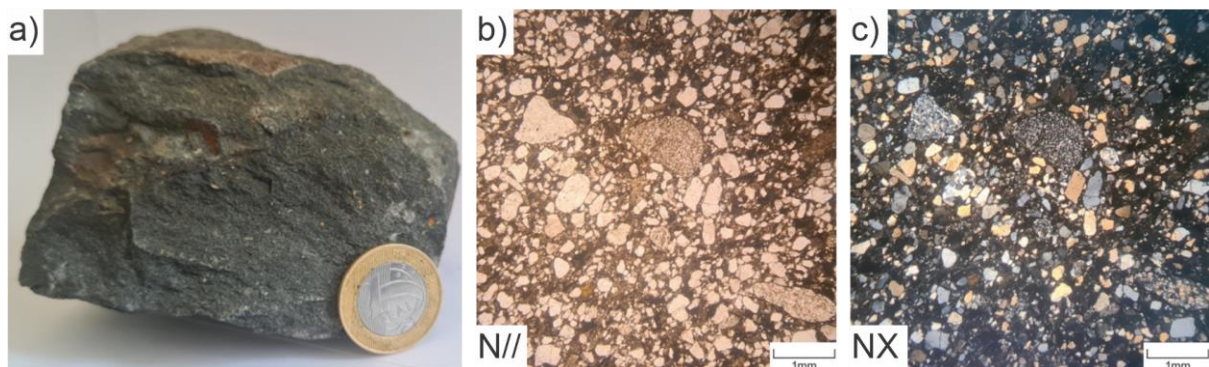


Figura 4.3. a) Litotipo representante da fácies Grauvaca lítica fina a média (GlgM), amostra 20-IX-110; b) fotomicrografia com nicóis paralelos, grauvaca imatura composicionalmente e texturalmente, com presença de fragmentos líticos sub-arredondados e com baixa esfericidade baixa a moderada, os contatos são planares a pontuais; c) fotomicrografia com nicóis cruzados, sendo possível observar a variação da granulometria dos grãos de quartzo e dos fragmentos líticos, de modo que contém fragmentos líticos de pelitos e arenitos finos.

#### 4.2.3. LITOFÁCIES ORTOCONGLOMERADO POLIMÍTICO

Essa litofácies compreende conglomerados polimíticos (OcpM) que afloram em forma de camadas com espessura decimétrica. Essa litofácies ocorre somente no Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo. As análises macroscópicas e petrográficas foram baseadas em amostras dos pontos TF20-VIII-44 e TF20-IX-99. As rochas dessa litofácies apresentam coloração cinza, com presença de clastos de arenito, grauvacas, siltito, folhelhos e grãos de quartzo, são clasto-suportadas, com arcabouço constituído predominantemente por grãos variando entre 0,5 mm a 30 mm em meio a matriz de areia muito fina a silte (Figura 4.4). São maciços, com presença de orientação preferencial, em alguns domínios, dos clastos esféricos e alongados, porém também ocorrem grãos subangulosos a arredondados. Foram constatados contatos planares entre a maioria dos grãos, com alguns contatos pontuais suturados e côncavo-convexo, uma grosseira seleção dos grãos, sub-maturo texturalmente e imaturo composicionalmente.



Figura 4.4. Rocha representativa da litofácies Ortoconglomerado polimítico maciço (OcpM), de coloração cinza escura, amostra TF20-IX-99; b) fotomicrografia com nicóis paralelos representando a morfologia dos clastos de quartzo (Qz), arenito finos (Af), siltito (Si) e folhelho (Fl).

#### 4.2.4. LITOFÁCIES ARENITO GROSSO MATURO MACIÇO

Essa litofácies compreende arenitos grossos (AgmM), caracterizados por serem maduros texturalmente e composicionalmente, possuir menos de 10% de matriz, granulometria grossa e coloração rosa esbranquiçada (Figura 4.5). Em campo, é possível sugerir uma transição gradual de fluxo pela presença de siltitos laminados (fluxo suspensivo), grauvacas líticas cinzas (fluxo turbulento) e arenito grosso maturo (fluxo laminado lado a lado). Essa litofácies ocorre preferencialmente no Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo.



Figura 4.5. a) Amostra macrosópica de uma rocha representante da litofácies Arenito grosso maduro maciço (AgmM) proveniente do ponto TF-20-IV94, notar a preseça de veios milimétricos de quartzo leitoso; b) leito de drenagem do ponto onde ocorrem as rochas da fácies AgmM.

#### 4.2.5. LITOFÁCIES ARENITO FINO A MÉDIO

Tal litofácies é representada por rochas de granulometria areia fina a média, de coloração cinza quando inalterada e bege quando alterada, com presença de quartzo, feldspato e micas com laminações milimétricas plano paralela com eventuais truncamentos de lâminas (Figura 4.6). Associada a esta litofácies se encontram intercalados níveis milimétricos a centimétricos de rocha pelítica. Essa litofácies ocorre em ambos os membros da Formação Quilombo, de forma que as rochas com granulometria areia fina tendem a aparecer mais no Membro Ribeirão do Franco e as rochas com granulometria areia média tendem a aparecer mais no Membro Ribeirão da Porteira.



Figura 4.6. Litotipos representantes da Litofácies arenito fino a médio laminado (AfmL); a) arenito fino de coloração bege, com laminação milimétrica plano-paralela com laminações truncadas, amostra TF20-IV-60; b) arenito muito fino de coloração esbranquiçada intercalado com lâminas de pelito de coloração avermelhada, amostra TF20-IV-61; c) arenito médio de coloração bege com presença de laminações submilimétricas, amostra TF20-IV-26.



#### 4.2.6. LITOFÁCIES LITOARENITO FELDSPÁTICO

A Litofácies Litoarenito Feldspático (LfmM) é caracterizada por rochas de coloração cinza escura e maciças, compostas por grãos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos, e granulometria variando de areia fina a areia média (Figura 4.7). Essa litofácies ocorre em ambos os membros da Formação Quilombo, porém mais predominantemente no Membro Ribeirão da Porteira.

Descrita em lâmina petrográfica, a amostra TF20-IV-95 apresenta grão de quartzo (0,2 a 0,6mm) subarredondados a subangulosos com esfericidade média baixa e frequentemente com extinção ondulada (Figura 4.7 c-e). É possível observar feldspatos em pequenas proporções, subarredondados a subangulosos de esfericidade baixa, e mica detríticas. Os grãos apresentam contatos de formas planares e côncavo-convexo, e maturidade textural e composicional moderada.

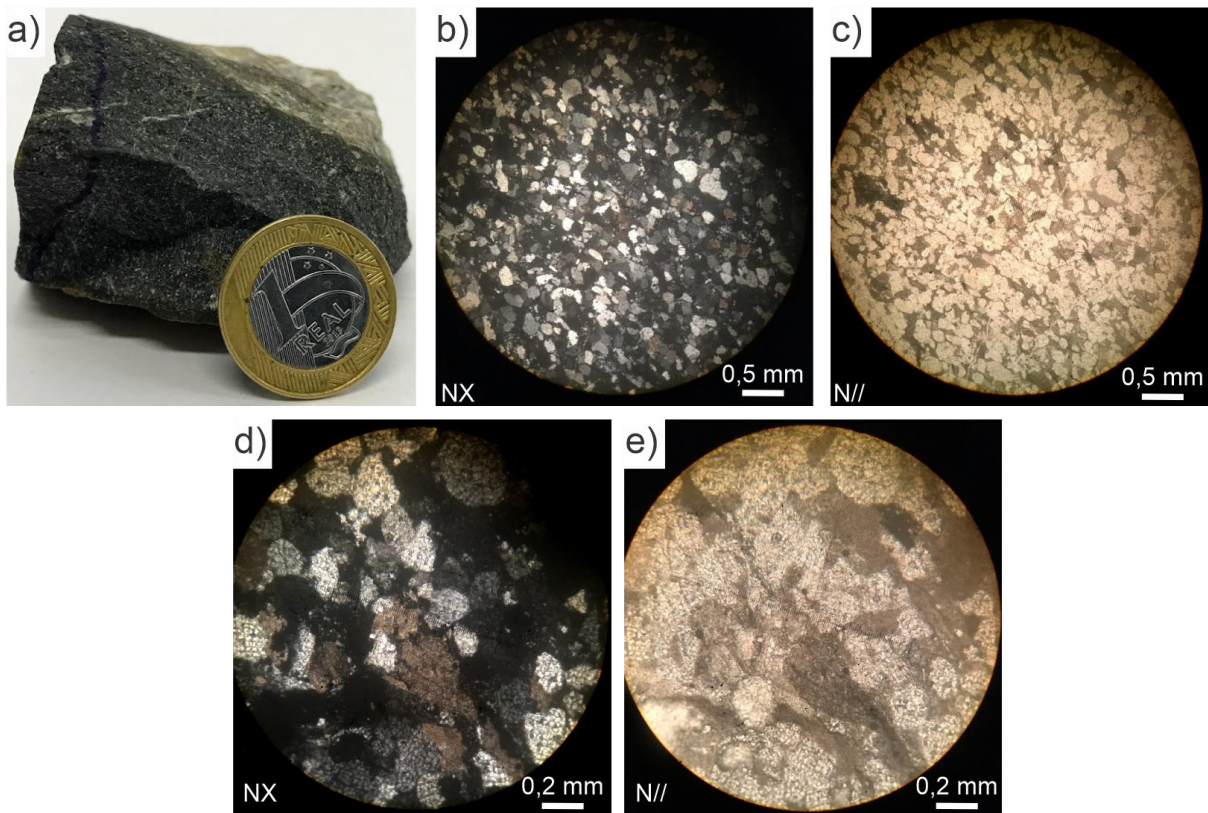


Figura 4.7. a) Amostra típica da litofácies Litoarenito Feldspático (LfmM), rocha de coloração cinza escuro e aspecto maciço, amostra TF20-IV-95 ; b), c), d), e) fotomicrografias da amostra TF20-IV-95 com nicóis paralelos (N//) e cruzados (NX), rocha com maturidade textural e composicional moderada, com presença de grãos de grãos de quartzo subarredondados a subangulosos com esfericidade média a baixa, os feldspatos geralmente encontram-se alterados e são subangulosos com esfericidade baixa; os grãos apresentam contatos de formas planares e côncavo-convexo.

#### 4.2.7. LITOFÁCIES SILTITO MACIÇO E LAMINADO

Essas duas litofácies são caracterizadas por siltitos de coloração cinza quando fresco e rosado quando alterado (Figura 4.8). De maneira geral, se encontram intercaladas com rochas psamíticas. Podem ocorrer laminadas, caracterizando a Litofácies Siltito Laminado (SiL), e maciças, caracterizando a Siltito Maciço (SiM). Essa litofácies ocorre em ambos os membros da Formação Quilombo, porém mais predominantemente no Membro Ribeirão do Franco.

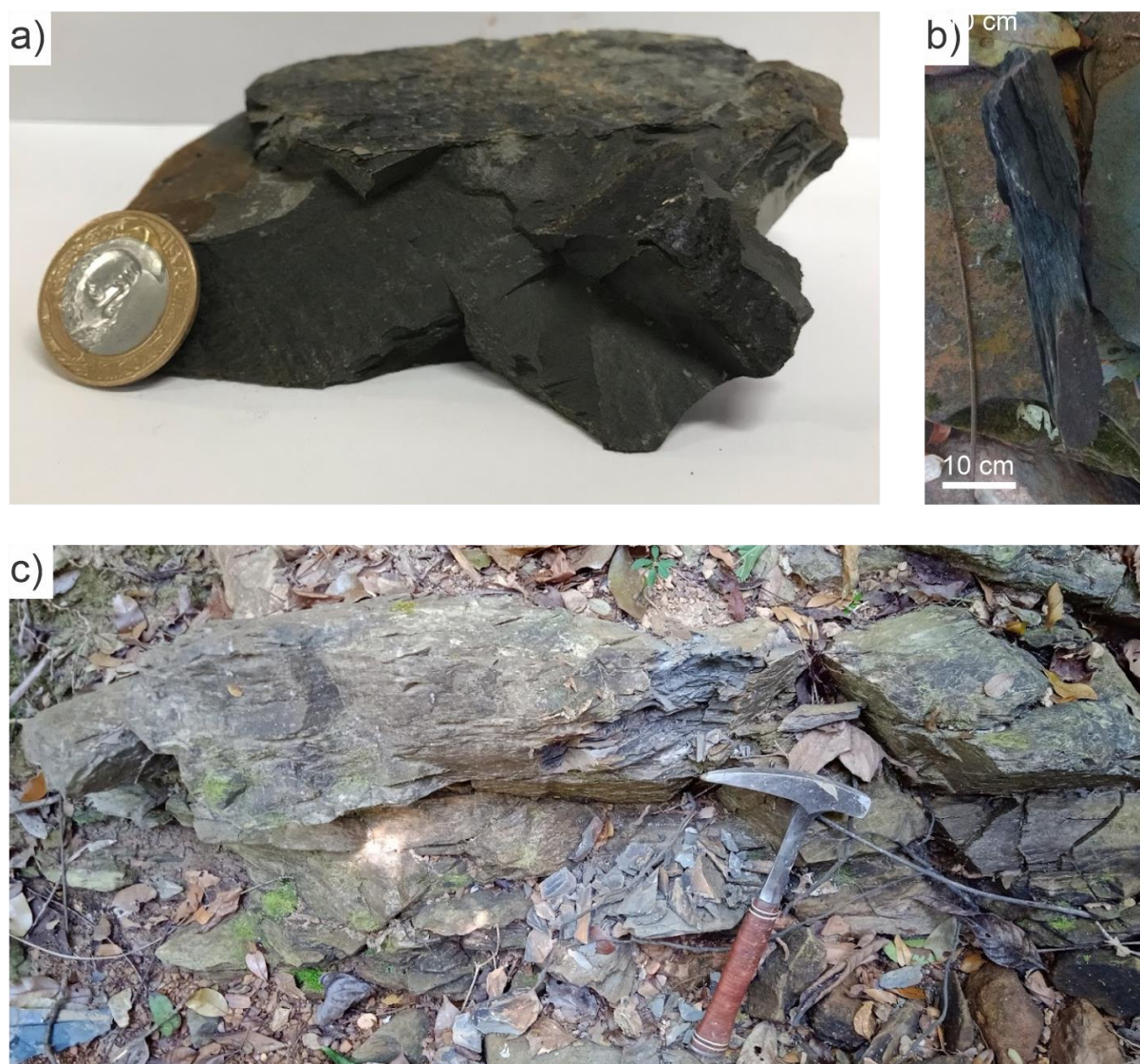


Figura 4.8. a) amostra típica da litofácies Siltito Maciço (SiM), proveniente do ponto TF20-IV-55; b) rocha típica da litofácies Siltito Laminado (SiL), amostra TF20-IV-94; c) afloramento de siltito laminado em margem de leito de drenagem, ponto TF20-IV-55.

#### **4.2.8. LITOFÁCIES FOLHELHO**

A litofácies Folhelho é caracterizada por rochas de granulometria argila com foliação penetrativa. O litotipo, que apresenta coloração cinza escuro, ocorre em leitos de drenagem como camadas centimétricas a decimétricas. Essa litofácies ocorre somente no Membro Ribeirão do Franco.

#### **4.2.9. ROCHAS VULCÂNICAS SUBAQUÁTICAS**

As rochas vulcânicas, embora a descrição petrográfica não tenha permitido estabelecer uma classificação, Moura (2018) descreve como riolitos e dacitos que aparecem como camadas centimétricas a decimétricas intercaladas com litotipos psamo-pelíticos depositados em um ambiente turbidítico distal (Moura, 2018; Campos *et al.*, 2021), associadas preferencialmente com o Membro Ribeirão do Franco, apesar de ocorrer de maneira mais restrita no Membro Ribeirão da Porteira.

As rochas são densas e essencialmente afaníticas, com a presença de ocasionais microamígdalas de quartzo. Apresentam coloração cinza claro a cinza escuro com superfícies de alteração com coloração avermelhada, e contêm fraturas com presença de óxidos com tonalidade azul metálico, que provavelmente são óxidos de manganês. São constituídas de material essencialmente vítreo, sendo cortada por veios milimétricos de quartzo associado com óxidos de coloração castanha (Figura 4.9). Contém amostras com cristais de quartzo com formato ocelar que apresentam certa orientação preferencial proveniente da direção do fluxo magmático. Tais cristais de quartzo frequentemente apresentam inclusões de minerais opacos, além dos cristais de quartzo crescerem com um padrão radial da borda para o centro. De maneira geral, são identificados dois domínios, um que apresenta o material vítreo com coloração mais clara e outro com coloração mais escura, de modo que essa diferença de coloração pode ser devido a variação na intensidade do intemperismo.



Figura 4.9. a) Rocha Vulcânica subaquática afanítica de coloração cinza escuro e com superfície de alteração com coloração avermelhada, amostra TF20-IV-16; b) vulcânica subafanítica de coloração cinza claro, com presença de microfenocristais de quartzo, amostra intensamente fraturada, contém superfície com presença de óxidos com tonalidade azul metálico que são provavelmente óxidos de manganês, amostra TF20-II-108b; c) e d) afloramento contendo rocha vulcânica disposta em camadas tabulares decimétricas a centimétricas intercaladas com sedimentos turbidíticos do Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-16.

As lâminas descritas são provenientes de duas amostras hipocristalinas coletadas durante o mapeamento da área do projeto Unaí, sendo uma do ponto 20-IX-16 e outra do ponto 20-II-108 (Figura 4.10). Ambas as amostras foram analisadas no Difratorômetro de Raio X, onde foram identificados cristais de quartzo, muscovita, clinocloro.

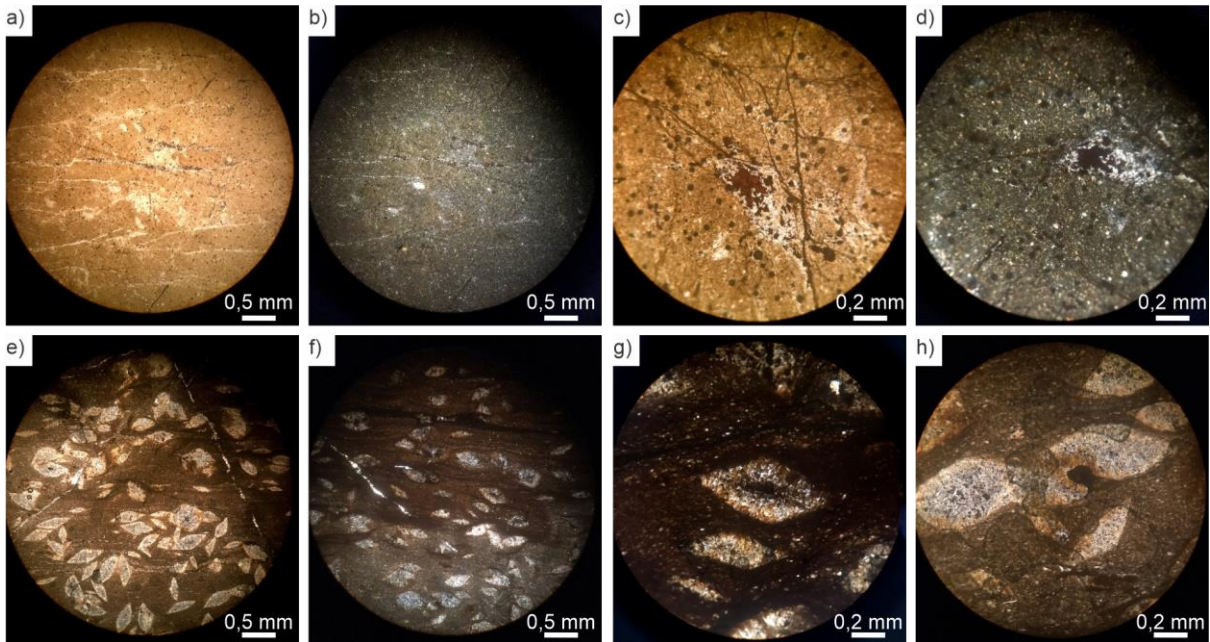


Figura 4.10. a), c) Micrografia com nicóis paralelos, observar a presença de veios sub milimétricos preenchidos por quartzo e óxidos de coloração castanha, amostra TF20-IV-16; b), c) micrografia com nicóis cruzados da amostra TF20-IV-16; e, f, g e h) fotomicrografias da amostra TF20-II-108, notar a presença de microfenocristais que apresentam porções internas preenchidas com óxidos; observar que a figura “e” não apresenta os cristais de quartzo orientados, enquanto a imagem “f” apresenta os cristais de quartzo orientados; notar que figura “f” contém dois domínios, um com material vítreo de coloração marrom claro e outro com coloração marrom escuro.

#### 4.2.10. MEMBRO RIBEIRÃO DA PORTEIRA

Esta unidade de grande dimensão, cobre aproximadamente 37,55% da extensão total da subárea IV, cerca de 16,9 km<sup>2</sup>, e pode ser encontrada na porção centro-oeste da área (Figura 4.11). Este membro está associado a uma sequência rítmica psamo-pelítica e possui continuidade NW-SE com as outras subáreas vizinhas. Essa associação pode ser representada pelo afloramento do ponto TF20-IV-152, mostrado na Figura 4.11, local onde foi confeccionada uma coluna geológica em detalhe de 46 metros de espessura. Ao todo, foram percorridos sessenta e um afloramentos, coletado doze amostras e confeccionado duas lâminas delgadas.

Essa unidade está em contato tectônico a oeste com o Grupo Paranoá por uma falha de empurrão e a Leste com o Membro Ribeirão do Franco por um contato interdigitado horizontalmente e verticalmente.

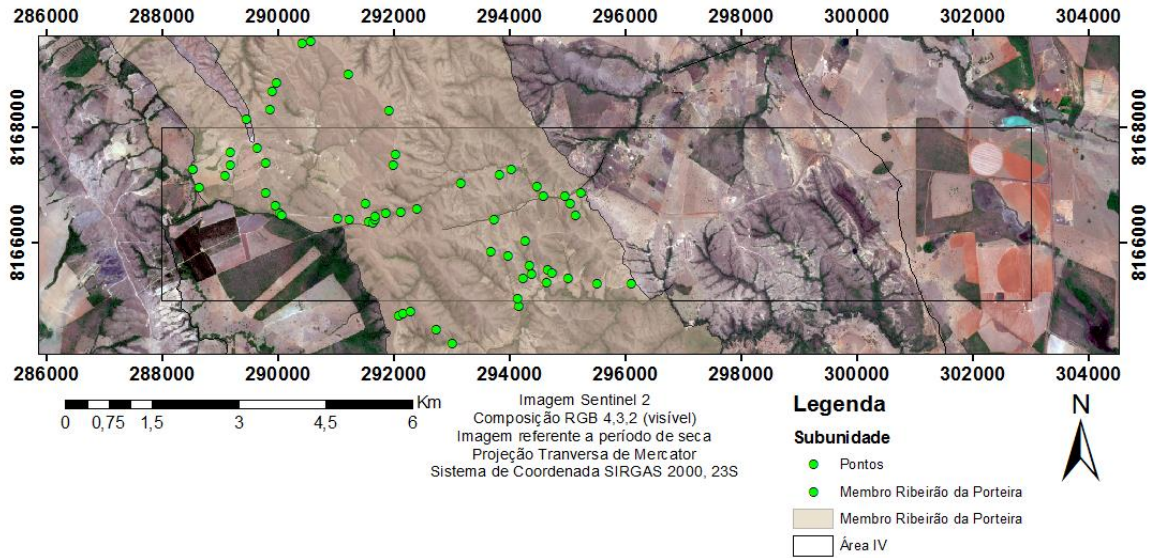


Figura 4.11. Porção aflorante do Membro Ribeirão da Porteira dentro da subárea IV.

O Membro Ribeirão da Porteira contém solos compostos por Cambissolos háplico com horizonte A e B com 20 cm, e com o horizonte C de coloração esbranquiçada (Figura 12 a), e Neossolos encontrados em locais com condições de relevo íngremes e dissecados e também associados às regiões com vegetação de cerrado. A região apresenta relevo montanhoso com média a alta declividade (Figura 12 b-c) com acentuado número de drenagens secas e, às vezes com curso d'água. Apresenta em menores extensões um relevo ondulado a suave ondulado.

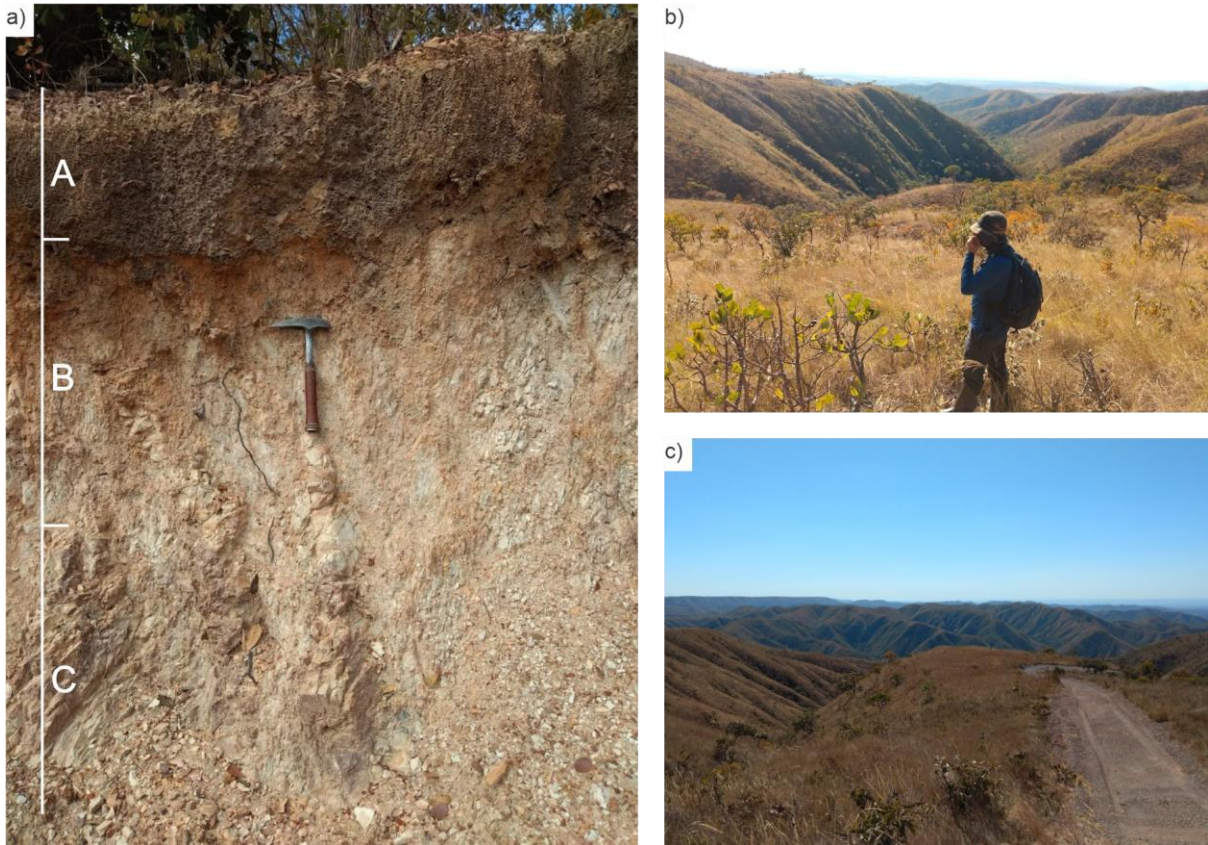


Figura 4.12. a) Cambissolos háplico com horizonte A e B com 20 cm, e com o horizonte C de coloração esbranquiçada; b-c) relevo montanhoso com média a alta declividade com acentuado número de drenagens secas e, às vezes, com curso d'água.

Pela condição imposta pelo relevo dissecado e íngreme a ocorrência de exposições de rochas é frequente, sendo comuns rochas frescas nos leitos de grotas e drenagens. O membro é representado por litoarenitos, grauvacas, arenitos puros e siltitos.

Na porção central da área foram realizados caminhamentos em sentidos longitudinais ao longo das drenagens, onde foi confeccionada uma coluna estratigráfica de detalhe, com espessura de 45 metros (Figura 4.13). No local foram identificadas litofácies variando entre arenitos finos a grossos, grauvacas líticas e feldspáticas e siltitos, todas essas dispostas em camadas tabulares com espessuras centimétricas a decimétricas. Apesar de essa coluna não abranger toda a extensão do Membro Ribeirão da Porteira, ela demonstra como as litofácies estão correlacionadas ao longo da unidade. Os ortoconglomerados polimíticos coletados pelas áreas VIII e IX, não foram identificado ao longo da coluna estratigráfica.

De maneira isolada, a subárea VII encontrou vulcânicas subaquáticas intercaladas com sedimentos turbidílicos do Membro Ribeirão da Porteira.

Na região sul do polígono foi destacado arenitos líticos e siltitos com grande volume de blocos rolados, e grau acentuado de intemperismo nas drenagens secas e nas margens das estradas vicinais da região.

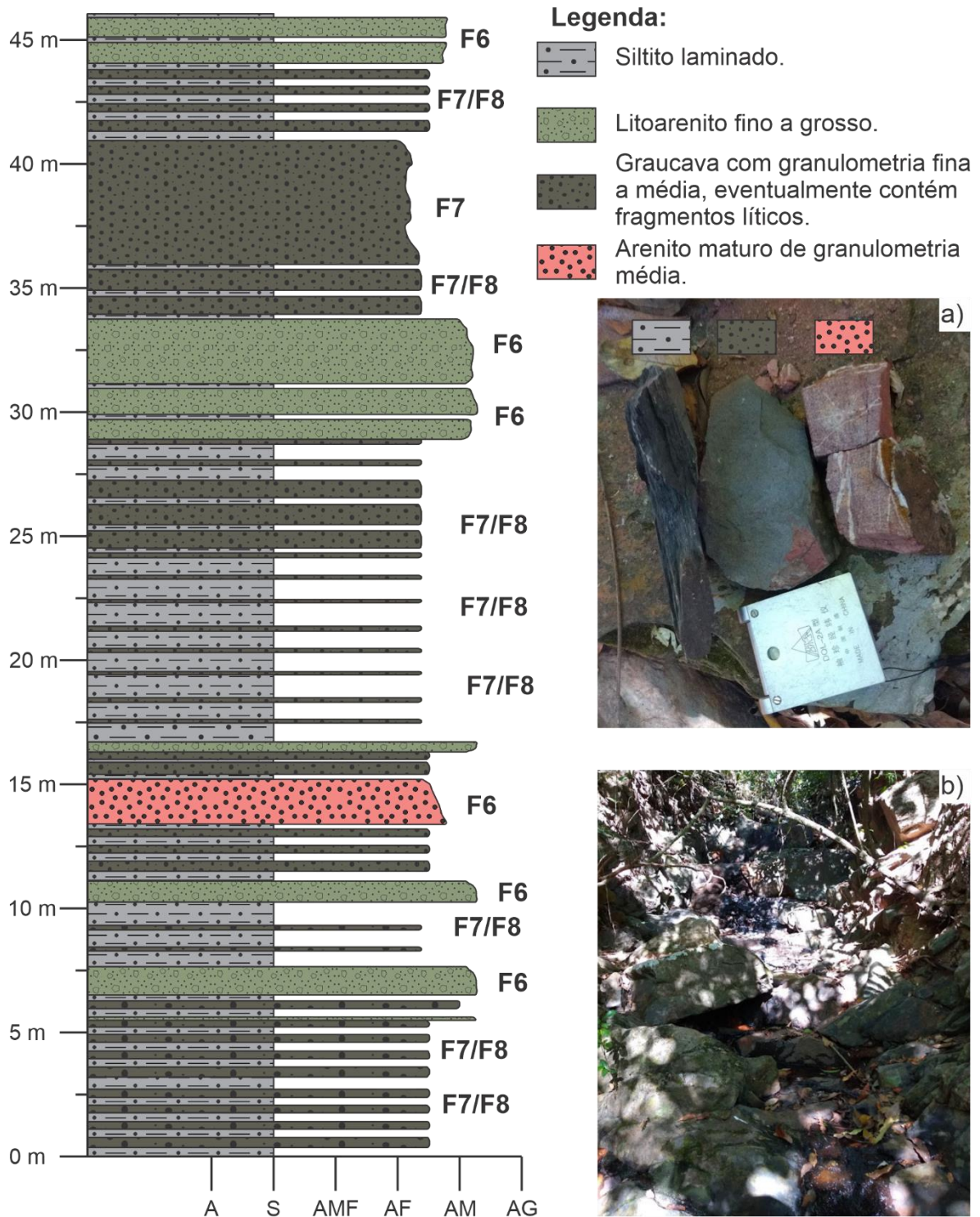


Figura 4.13. Coluna estratigráfica proveniente de um afloramento ao longo de uma drenagem seca (figura a) no ponto 20-IV-152. Fácies F6, F7 e F8 são fácies de Mutti (1992). Interessante salientar que essa coluna não abrange toda extensão estratigráfica de Membro Ribeirão da Porteira, e sim um pequeno intervalo litoestratigráfico.



#### 4.2.11. MEMBRO RIBEIRÃO DO FRANCO

Na subárea IV, esta unidade representa aproximadamente 34,45% da extensão total (cerca de 15,5km<sup>2</sup>) de associações turbidíticas intercaladas com vulcânicas efusivas, abrangendo o centro-leste do polígono (Figura 4.14). Nesta região foram descritas quarenta afloramentos e coletadas seis amostras, das quais uma foi laminada e levada para a Difratomia de Raio X.

O Membro Ribeirão do Franco está em contato tectônico a leste com o Grupo Bambuí, que em sua totalidade na área é composta por latossolos, e, a oeste encontra-se em contato interdigitado com o Membro Ribeirão da Porteira.

O relevo, de maneira geral, é suave-ondulado e arrasado próximo às drenagens. Os solos são compostos em sua maioria por cambissolos de composição arenosa e por vezes siltosa, de coloração bege/amarelada, com crostas lateríticas e fragmentos de veios de quartzo. Também ocorrem latossolos de coloração vermelha/vermelha-amarela e por vezes com presença de lateritas.

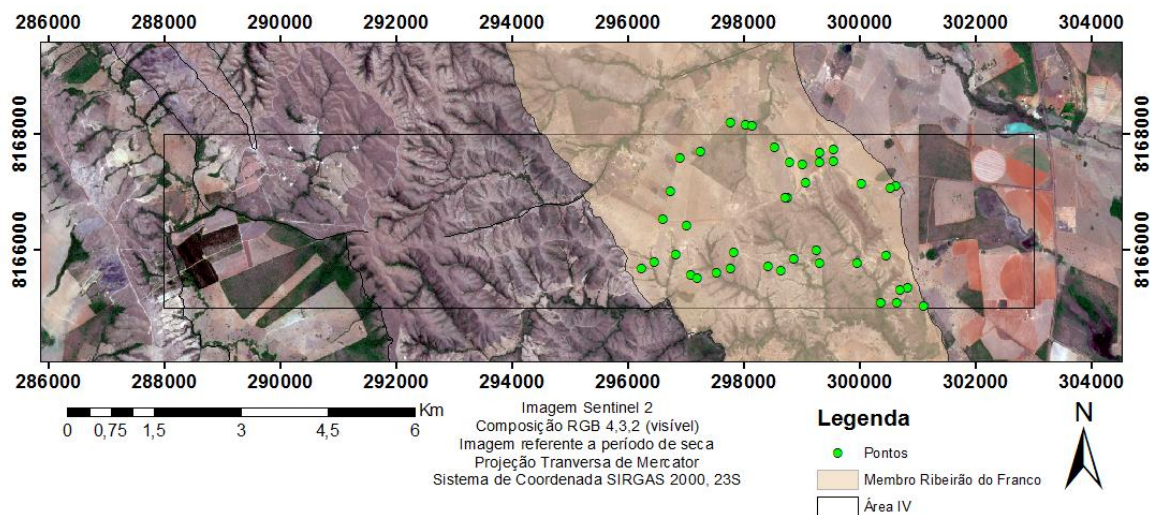


Figura 4.14. Porção aflorante do Membro Ribeirão do Franco dentro da subárea IV.

O relevo em geral é suave-ondulado e arrasado próximo às drenagens. Os solos são compostos em sua maioria por Cambissolos de composição arenosa e por vezes siltosa, de coloração bege/amarelada, com crostas lateríticas e fragmentos de veios de quartzo. Também ocorrem latossolos de coloração vermelha/vermelha-amarela e por vezes com presença de lateritas.

O perfil de solo representado na Figura 4.15 se trata de um cambissolo pétrico concrecionário com horizonte A, de coloração avermelhada e com aproximadamente 25 cm, é formado por laterita, petroplentita, quartzo, material areno argiloso e eventuais nódulos de silexito. O horizonte B desse perfil de solo, de coloração vermelho rosada e aproximadamente 40 cm, é composto por material arenoso associado com cascalhos de quartzo, de modo que tem uma diminuição de cascalhos da base para o topo do horizonte. O horizonte C, mais especificamente o saprólito, apresenta dois domínios, um de coloração branca-amarelada, onde a lixiviação/alteração foi mais intensa, outro de coloração rosada, onde o intemperismo foi menos sobressalente e preservou estruturas primárias como o acamamento.

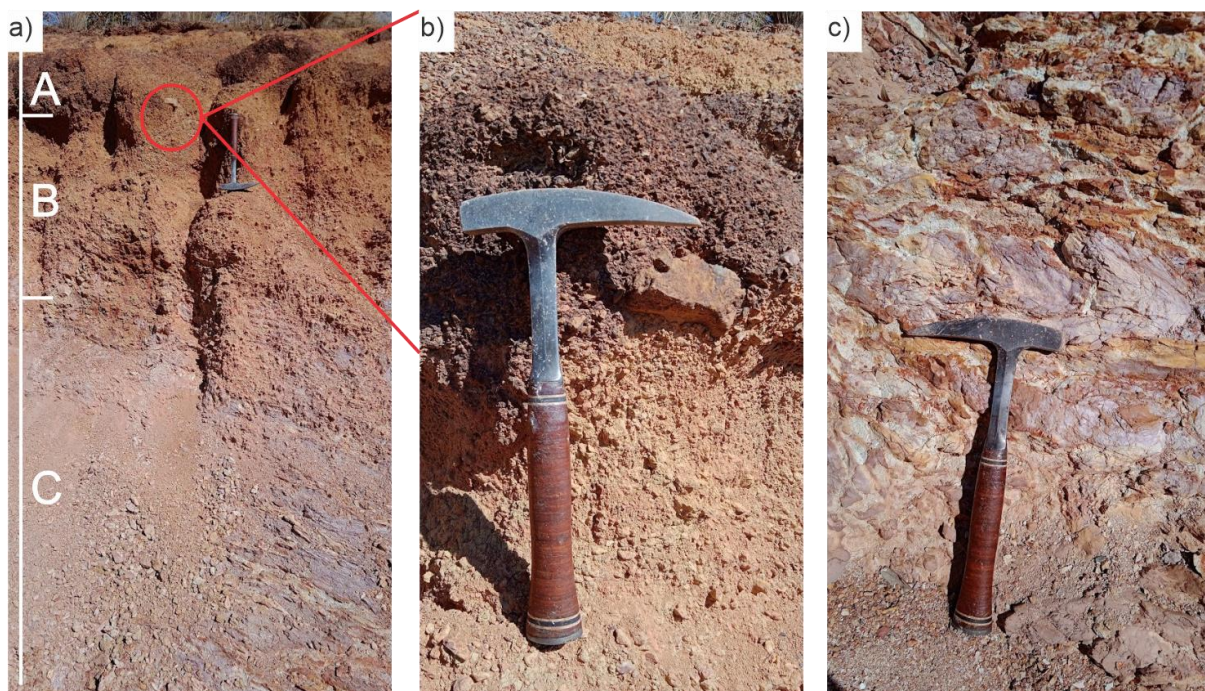


Figura 4.15. a) Perfil de cambissolo pétrico concrecionário do Membro Ribeirão do Franco com horizontes A, B e C; b) Horizonte A ~25 cm – lateritas centimétricas, com cascalhos de quartzo e eventuais nódulos de silexito, horizonte de coloração vermelha escura, contém plintitas associadas ao processo de lixiviação do solo; Horizonte B ~ 40cm, bastante arenoso com coloração ocre e diminuição de cascalhos da base para o topo; c) •Horizonte C – Saprolito de coloração predominantemente roxa rosada, com domínios de coloração branca amarelada; os domínios de coloração branca são onde ocorreu mais alteração, já os rosados são onde a alteração foi um pouco menor e preservou estruturas primárias.

A faixa em geral possui poucas exposições de rochas frescas, sendo predominante nos cortes de estrada que se localizam na porção central da área, cortando a unidade de forma longitudinal. Ao norte da área é comum afloramentos em lajedo de ritmitos formados predominantemente por sedimentos de granulometria silte/argila a areia fina, que são

frequentemente intemperizados, o que impossibilitou a coleta de amostra para análises petrográficas. Em trecho de drenagem nos limites entre a subárea III e IV há afloramentos de rochas frescas e intemperizadas intercaladas de siltito e arenito fino. Por fim, em relação à ocorrência desse membro ao sul do polígono, se destaca em em sua grande maioria por afloramento em lajedos e margens de drenagem com um grau acentuado de intemperismo.

Duas colunas litoestratigráficas do Membro Ribeirão do Franco foram confeccionadas durante o campo, uma localizada em um afloramento em corte de estrada (Figura 4.16), e outra localizada em um afloramento em lajedo próximo a uma barragem (Figura 4.17). Devido ao fato de as colunas terem sido confeccionadas a partir de afloramentos com rochas intemperizadas, a distinção dos siltitos de folhelhos foi dificultada, dessa forma, alguns dos estratos que foram descritos como siltito nas colunas pode se tratar de folhelhos

A coluna da Figura 4.16, localizada no ponto TF20-IV-126, contém uma exposição de aproximadamente 4,5 metros de arenito fino alterado de coloração bege rosada com laminação plano-paralela sub-milimétrica e um siltito maciço/folheado alterado de coloração bege rosada.

A coluna estratigráfica da Figura 4.17, localizada no ponto TF20-IV-33, apresenta uma intercalação de siltitos maciços e laminados, folhelhos, arenitos sublíticos fino a médio e arenitos maduros, todos dispostos em camadas tabulares centimétricas a decimétricas.

Além desses litotipos representados nas duas colunas estratigráficas, o Membro Ribeirão do Franco contém riolitos e dacitos subordinados, nos quais encontram-se intercalados com os sedimentos turbidíticos.

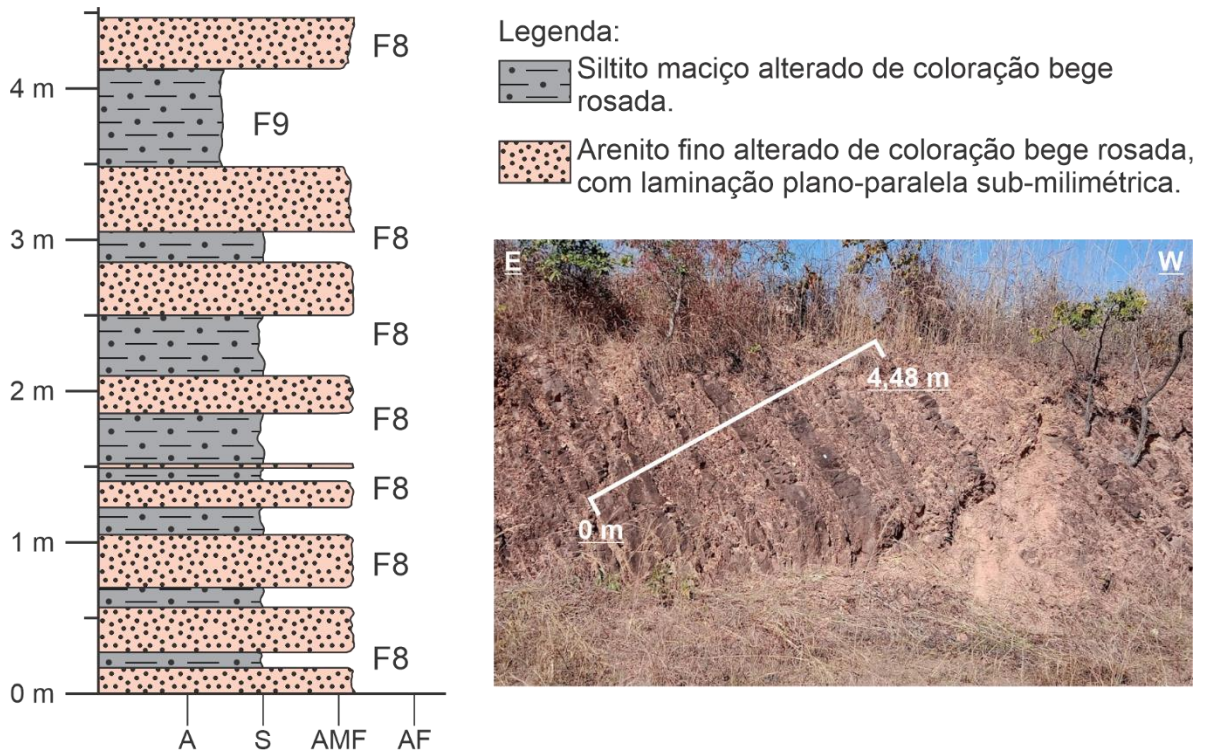


Figura 4.16. Perfil de aproximadamente 4,5 m oriundo de um afloramento de corte de estrada, interessante ressaltar que as descrições foram baseadas em rochas alteradas. Fácies F8 e F9 são fácies de Mutti (1992). Ponto 20-IV-126.

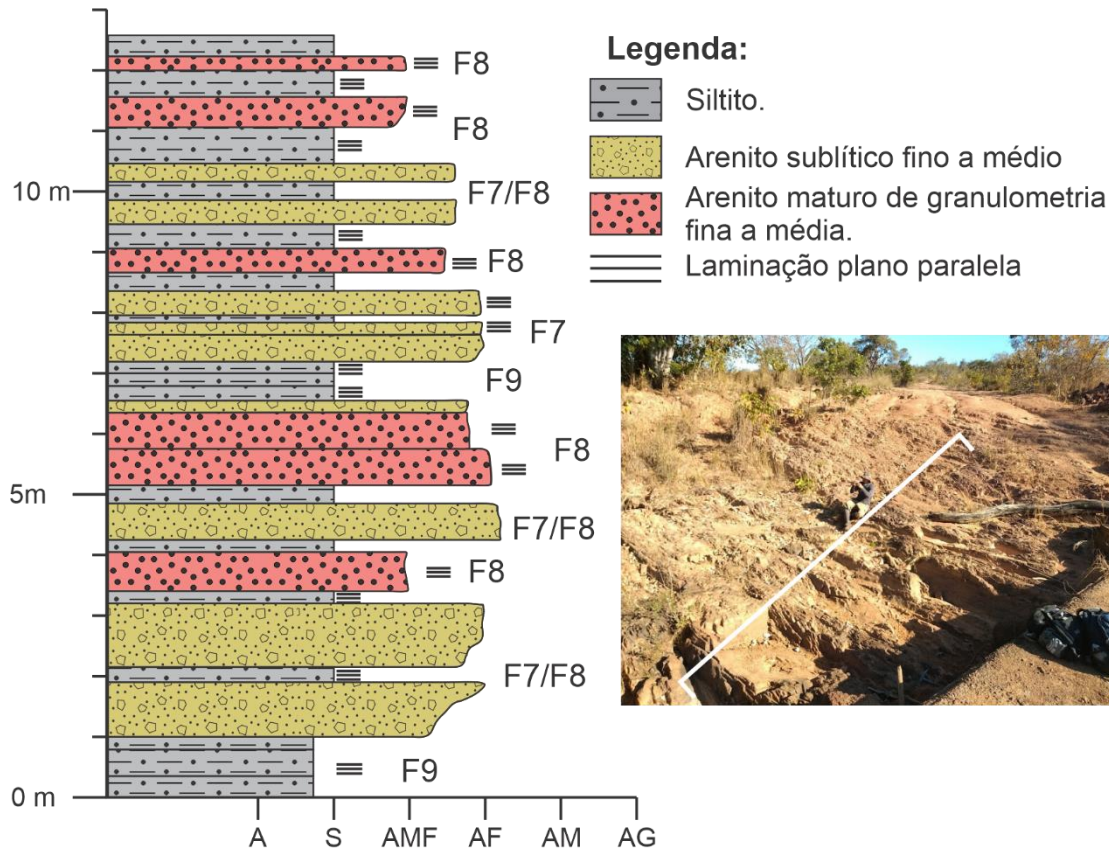


Figura 4.17. Coluna estratigráfica proveniente de um afloramento em um ladrão de drenagem no ponto 20-IV-33. Fácies F7, F8 e F9 são fácies de Mutti (1992).

#### **4.2.12. AMBIENTE DEPOSICIONAL FORMAÇÃO QUILOMBO**

O ambiente deposicional da Formação Quilombo está contextualizado com uma região de mar profundo associada com leques turbidíticos (Figura 4.18). Os fluxos de materiais, que tinham granulometria variando entre argila e cascalhos, se dava por meio de cânions submarinos em sopés de taludes continentais. Dessa forma, foram separadas dois membros estratigráficos, o Membro Ribeirão da Porteira, mais proximal no ambiente turbidítico, e o Membro Ribeirão do Franco, mais distal. A principal diferença entre esses dois membros é que um contém associações de fácies com uma predominância de rochas psamíticas, o Ribeirão da Porteira, e o outro contém associações de fácies predominantemente pelíticas, o Membro Ribeirão do Franco. Além de rochas sedimentares, os dois membros apresentam intercalações de níveis com vulcânicas efusivas.

As porções próximas do cânion submarino, logo abaixo do talude, são caracterizadas por correntes de turbidez de alta densidade, responsáveis por transportar sedimentos com granulometria desde argila até cascalhos. Logo, nessas porções foram depositados litotipos da fácies Ortoconglomerado polimítico maciço (OcpM), representando a Fácies F3 de Mutti (1992), presente somente no Membro Ribeirão da Porteira. A escassez de matriz nesses conglomerados pode ser justificada devido ao fato de, após esses sedimentos mais grossos terem sido depositados, continuou ocorrendo uma corrente de fluídos, o que permitiu que a matriz fosse “lavada”, dessa forma, teve a transformação de um fluxo turbulento para um laminar. O arcabouço da rocha é composto por fragmentos de folhelhos, siltitos e arenitos finos a médios, logo a proveniência dos clastos é estritamente sedimentar. A presença de clastos alongados e arredondados que estão orientados segundo uma direção preferencial se deu devido a processos de transformação de fluxo, de um fluxo turbulento coesivo para um trativo.

As regiões de transição entre os canais submarinos e os lobos, ou seja, no leque interno, apresentam uma sedimentação caracterizada predominantemente pelas litofácies Arenito médio maciço (AfmM), Arenito grosso maturo maciço (AgmM) e Litoarenito feldspático médio a grosso maciço (LfmM), nos quais encontram-se intercalados com siltitos e arenitos finos. Essa associação de fácies é classificada como a Fácies F6 de Mutti (1992), formada por correntes de turbidez que passaram por processos de elutriação lavando a matriz, sendo que os estágios finais das correntes, quando os sedimentos grossos já foram depositados, são caracterizados pela deposição dos siltitos e arenitos finos.

A associação de fácies F7 de Mutti abrange grauvacas e litoarenitos descritos nas litofácies Grauvasca feldspática fina maciça (GffM), Grauvasca lítica média a grossa maciça (GlgM) e Litoarenito feldspático fino a médio maciço (LfmM). Os litotipos representantes dessa associação de fácies podem ocorrer desde regiões mais próximas dos taludes continentais, até as porções mais próximas dos lobos distais. O processo formador da fácies F7 se deu a partir de correntes de turbidez de baixa a média densidade. A intercalação entre grauvacas e litoarenitos é interpretada como processos de transformação de fluxo, de inicialmente um fluxo laminar, depositando os litoarenitos, e posteriormente um fluxo suspensivo, depositando as grauvacas.

A associação de fácies F8 de Mutti (1992) abrange as litofácies Siltito laminado (SiL), Siltito maciço (SiM) e Arenito fino a médio laminado (AfmL). As regiões onde ocorrem essa associação de fácies podem ser tanto mais próximas do talude quanto em porções mais distais, porém predominando nas regiões distais próximas dos lobos, ou seja, distais. O processo formador se dá inicialmente por fluxos de turbidez de baixa densidade, responsável por formar o siltito maciço e arenito fino a médio, que podem se transformar em processos suspensivos conforme a corrente avança para as regiões mais distais, formando os siltitos laminados. Os fluxos apresentam capacidade *bypass* em porções com declive mais acentuado nas regiões de transição entre os canais e os lobos.

A associação de fácies F9 de Mutti (1992) abrange somente a litofácies Folhelho (Fl) sendo formada nos estágios finais dos pulsos de turbidez, quando todo material mais grosso foi depositado e sobrou somente a porção mais fina, na qual é transportada por suspensão e em seguida depositada por decantação. As porções mais distais dos leques turbidíticos coincidem com as regiões com camadas de folhelho mais espessas.

Um mesmo pulso de turbidez pode acarretar na sedimentação de litotipos que abrangem mais de uma associação de fácies de Mutti (1992). Esses pulsos são cíclicos, por isso a presença de extensos pacotes de ritmitos na Formação Quilombo.

A Figura 4.18 contém uma ilustração simplificada do ambiente de sedimentação dos dois membros, o Membro Ribeirão da Porteira e o Membro Ribeirão do Franco. Notar que foram ilustrados vulcões submarinos que alimentam periodicamente ambos os membros da Formação Quilombo.

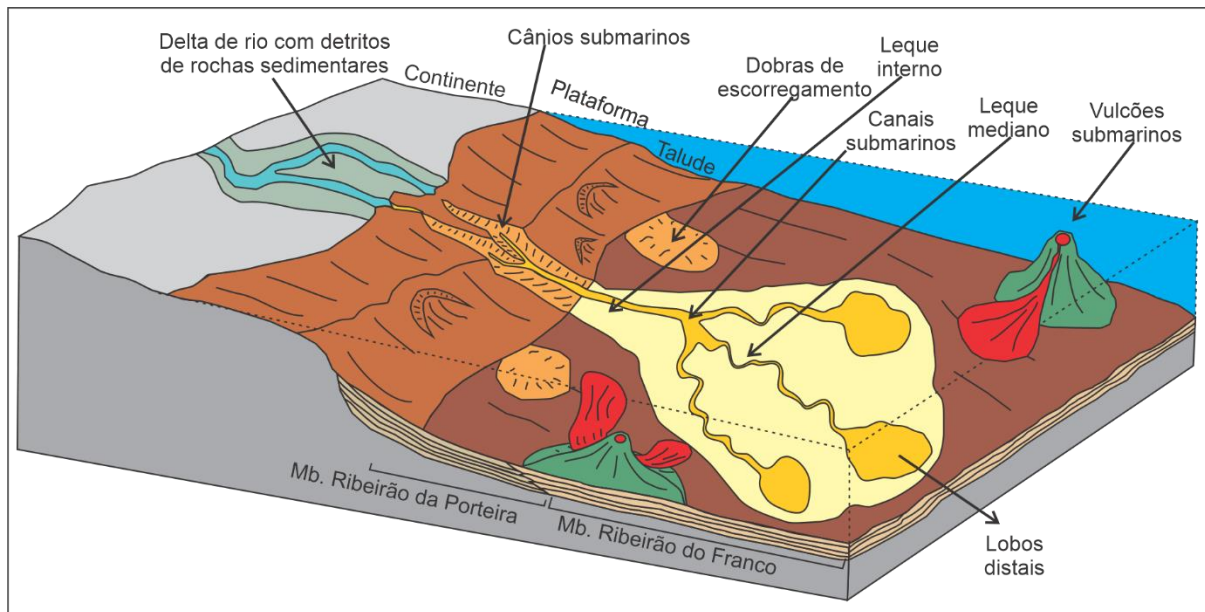


Figura 4.18. Modelo esquemático apresentando a sedimentação turbidítica com contexto do vulcanismo distal.

### 4.3. GRUPO PARANOÁ

O Grupo Paranoá, especificamente a Formação Córrego do Barreiro, cobre aproximadamente 5,5 km<sup>2</sup>, correspondendo a 12,22% da área total e se localiza na parte oeste da área (Figura 4.19). A unidade apresenta continuidade de direção NW-SE, sendo limitada a oeste por contato tectônico de empurrão com o Grupo Canastra, e a leste, por outra falha de empurrão com o Membro Ribeirão da Porteira. Foram descritos na região dezesseis (16) pontos de afloramento e coletadas (2) amostras.

Nos produtos geofísicos, a unidade é marcada por domínio de alta frequência com orientação preferencial para NW-SE e com muito alta intensidade no mapa magnetométrico, o que pode ser explicitado pela presença de minerais magnético, resultado de processos de intemperismo e lixiviação no desenvolvimento pedogenético de Latossolos. No que se refere à gamaespectrometria, representado no capítulo de geotecnologias, este grupo apresenta coloração variando entre verde e azul turquesa expressando altos teores de eTh, médio de eU e baixos níveis de potássio. Através do suporte fornecido pelos produtos geofísicos foi possível delimitar de forma mais precisa os contatos litológicos entre os limites do Grupo Paranoá.

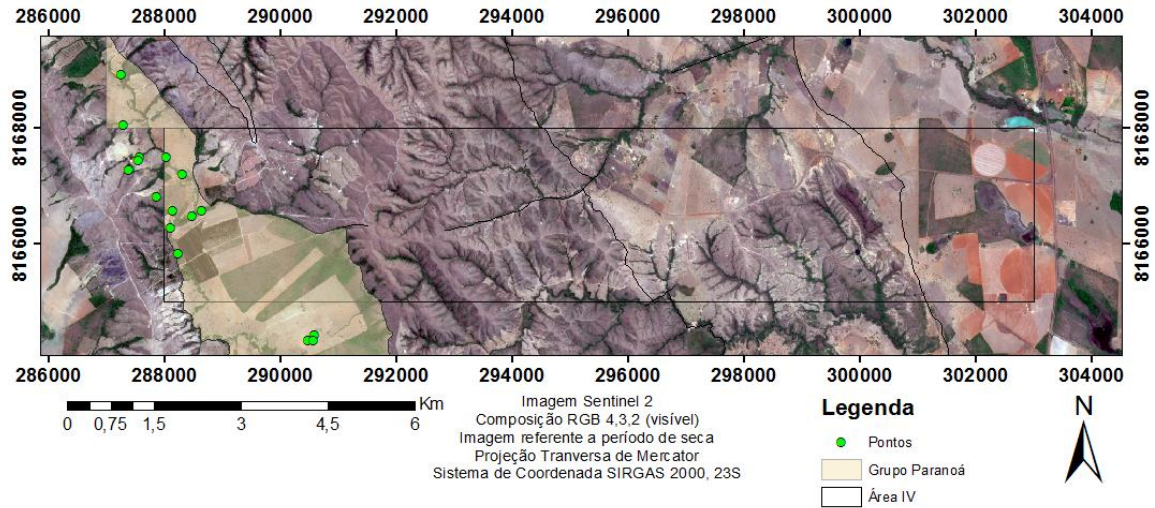


Figura 4.19. Porção aflorante do Grupo Paranoá dentro da subárea IV.

O relevo da região é composto por padrão suave ondulado à aplainado (Figura 4.20 a-c), baixa densidade de drenagens e ocorrência significativa de Latossolo Vermelho. Grande parte da área é ocupada por cultivo de eucalipto e pastos, dificultando a ocorrência de afloramentos expressivos. Para a caracterização da unidade e definição da transição entre os grupos Paranoá e Canastra, ocorreram pontos na subárea III e fora dos limites das áreas de estudo, que, respectivamente, assomaram rochas frescas.

Nos pontos ao norte da subárea IV predominam blocos rolados em drenagem com perfil de solo espesso. Seguindo na direção oeste, além da subárea, no sopé e topo da serra, ocorre afloramentos de rocha fresca *in situ* que determinam a passagem entre as duas unidades.



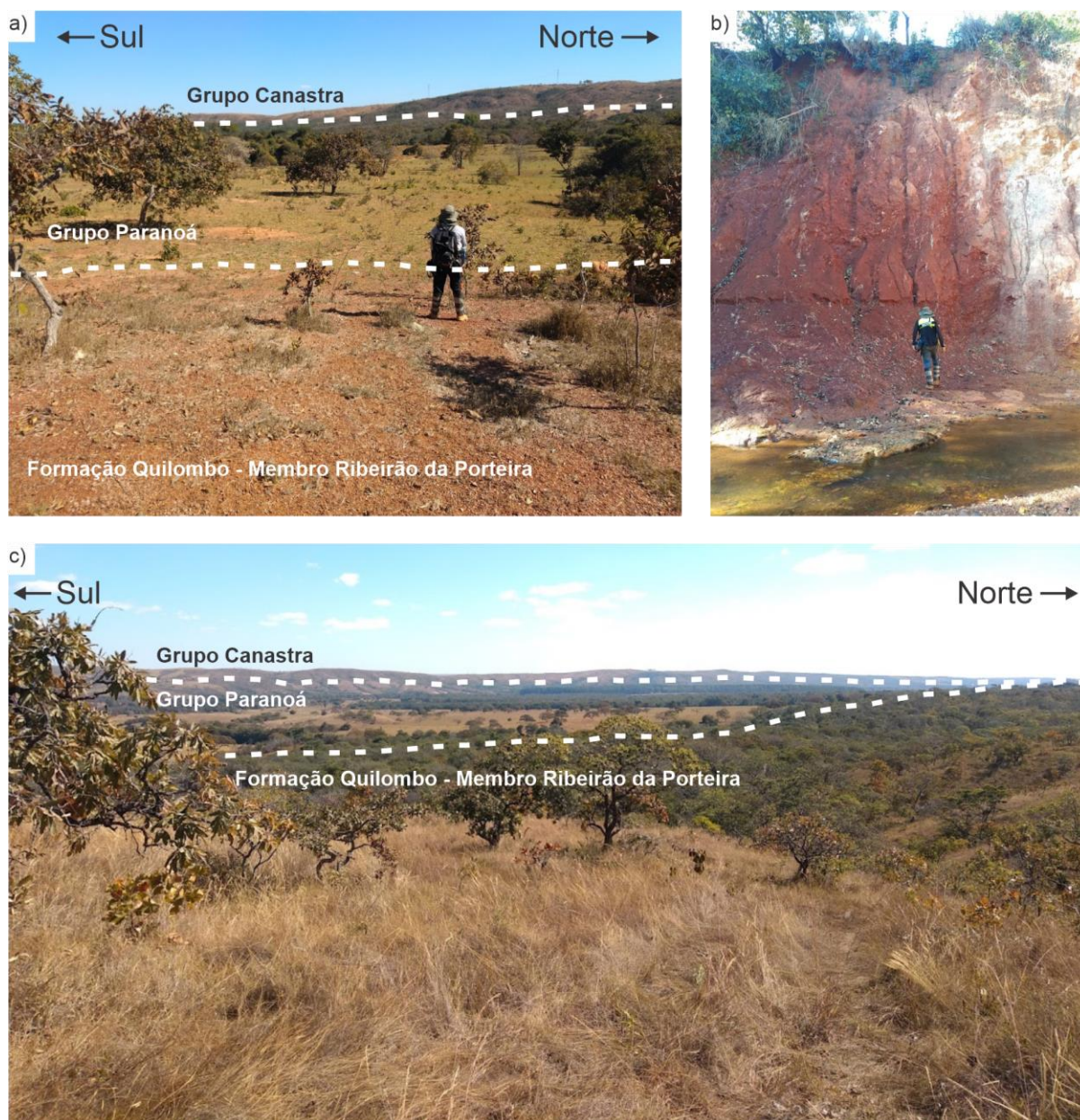


Figura 4.20. a) Representação do Grupo Canastra, Grupo Paranoá e Formação Quilombo, notar a mudança abrupta do solo do Grupo Paranoá para a Formação Quilombo, ponto 20-IV-83; b) perfil de solo espesso associado com o Grupo Paranoá, ponto 20-IV-124; c) variação da topografia entre o Grupo Canastra, Grupo Paranoá e a Formação Quilombo, notar que o Grupo Paranoá está associado com um relevo mais plano limitado por quebras de relevos bruscas com o Grupo Canastra, à oeste, e a Formação Quilombo, à leste, ponto 20-IV-8.

As litofácies descritas nesta unidade, pela carência de informações da subárea IV, respeitarão interpretações elaboradas por outras subáreas do presente projeto, sendo sintetizadas a seguir (Tabela 4.4). No que tange às fácies da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, realizou-se a divisão em dez fácies, três associações de fácies e um ambiente sedimentar.

Tabela 4.4. Litofácies e suas respectivas características e processos, de acordo com descrição macroscópica e de lâminas delgadas, do Grupo Paranoá, Formação Córrego do Barreiro.

Litofácies	Características	Processos	Associação de Fácies
Dolarenito maciço (DAM)	Calcarenitos compostos sobretudo por aloquímicos derivados de calcilitos, grãos de micrita, e de calcarenitos, grãos de oncólitos. Apresenta cimento espático.	Calcarenitos decorrentes de níveis rasos das marés. Calcilitos são resultantes de níveis elevados das marés. Ambos retrabalhados formando as fácies DAM. Ação de ondas na plataforma interna.	AF1
Dololuto maciço (DLM)	Dololuto maciço com interestratificações pelítico-margosas centimétricas.	Reflete depósitos de grãos aloquímicos, constituído por micrita, em ambiente de decantação.	AF1
Dololuto com extraclastos (DLe)	Formado por (30%) de grãos de quartzo, granulometria areia grossa, contidos em (70%) de micrita.	Extraclastos representam influência terrígena nas regiões mais proximais da plataforma carbonática.	AF2
Biodololuto planar (BLp)	Constituído por biodololuto (mudstone) contendo estromatólitos planares a sinuosos. Entre as colunas apresentam-se intraclastos de granulometria areia.	Fácies gerada pela precipitação de micrita, conseqüente de atividades microbianas (biohermas), em ambiente restrito e pouco espaço de acomodamento.	AF1
Biodololuto colunar (BLc)	Estabelecido com biodololuto (mudstone) com ocorrência de estromatólitos colunares e oncólitos de granulometria areia.	Essa fácies é produzida pela precipitação de bioinduzida de micrita. O ambiente de formação proporciona espaço de acomodação, sendo um ambiente restrito.	AF1
Brecha intraclástica maciça (Bm1)	Formadas por brechas carbonáticas com intraclastos disseminados em micrita. É comum constatar silicificação, e raramente extraclastos de quartzo.	Formados pelo retrabalhamento de biohermas pela movimentação das ondas e depositado por fluxo gravitacional de alta energia.	AF3
Brecha intraclástica	Formadas por brechas carbonáticas com	Decorrente de retrabalhamento de biohermas pela influência de	AF3

maciça (Bm2)	intraclastos disseminados em micrita. Ocasionalmente ocorrem extraclastos. Por vezes encontra-se silicificação.	ondas, sendo depositadas por fluxo gravitacional de moderada energia.	
Arenito grosso com estratificação <i>cut and fill</i> (AGec)	Compõem rochas de composição textural e mineralógica submaturas. Composto por quartzos que variam de areia muito grossa e grânulos e feldspato, preenchidos com cimento.	São formados em frentes deltaicas por canais de marés em regime de fluxo inferior.	AF2
Arenitos finos a médios com estratificação plano paralela e cruzada (AMe)	Constituem rochas de composição textural e mineralógica matura. Formado por grão de quartzo de granulometria areia fina a média. Possui estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzada, marca de ondas e estratificação plano paralela.	Fácies com indicativo de fluxos de canais de marés mais distal que as litofácies AGec, em regime de fluxo inferior.	AF2
Siltito com laminação plano-paralela (Sl)	Rocha de granulometria silte com laminação plano-paralela de granulometria areia muito fina.	Derivados de áreas fontes intensamente arrasadas, formado em águas profundas de inframaré com sedimentação por decantação.	AF2

#### 4.3.1. LITOFÁCIES TERRÍGENA - SILTITO LAMINADO

Nas proximidades da borda oeste da subárea IV, foram descritas rochas frescas de siltito coloração cinza escuro, de granulometria silte, com laminações plano-paralelas milimétricas a centimétricas de tonalidade cinza claro, e granulometria areia muito fina, e, por vezes, esverdeado (Figura 4.21). A litofácies siltito laminado quando intemperizada, apresenta coloração rosada com laminações representada pela intercalação de níveis rosados e esbranquiçados.

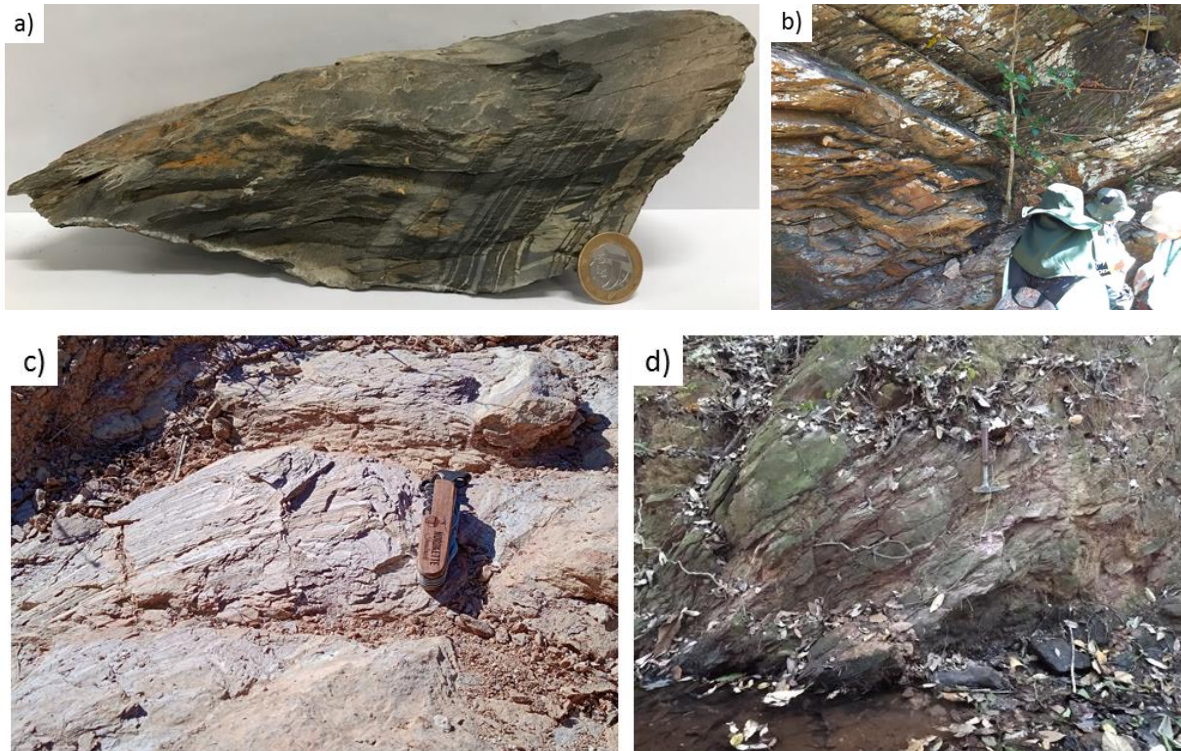


Figura 4.21. Ponto TF20-IV-118, afloramento em grotá seca. a) Amostra de siltito fresco de coloração cinza escuro intercalado com arenitos muito finos de coloração cinza claro, amostra TF20-IV-118, afloramento em grotá seca; b) afloramento do siltito do Grupo Paranoá inalterado, ponto TF20-IV-118 ; c) afloramento em lajedado pr3ximo a drenagem seca, de siltito intemperizado com visível intercalação entre limites rosado e lâminas esbranquiçadas; ponto TF20-IV-116; d) afloramento em drenagem com perfil de siltito alterado, ponto TF20-IV-115.

#### 4.3.2. AMBIENTES DEPOSICIONAIS E ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES

O conjunto das rochas DLec, intercalados com as fácies AGec, AMe e SI, constituem uma associação de fácies (AF2), composta respectivamente por aloquímicos derivados do retrabalhamento de calcilitos e calcarenitos, e dolulito com extraclastos de quartzo imersos em matriz micrítica. Os calcilitos ocorreram em níveis profundos, já os calcarenitos em ambientes de níveis mais rasos, ou seja, mais proximais. As fácies AGec e Ame são compostas por arenitos com presença de estratificações sedimentares *cut and fill*, cruzada, marca de ondas e estratificação plano paralela, com mudança acentuada da granulometria. Essa gradação granulométrica, de grossa a fina, pressupõem a transição de canais de marés, em frentes deltáicas, proximal à distal.

Situado nas porções mais profundas do ambiente marinho, ocorrem associações de fácies de rochas pelíticas (siltitos), por vezes margoso, com presença de laminações plano-paralela e intercalado com lâminas de areia muito fina milimétricas a centimétricas. O

ambiente de construção indica deposição em águas mais profundas em condições de inframaré com origem de áreas com intenso retrabalhamento. Ambas as fácies evidenciam uma influência continental em meio próximo da plataforma carbonática.

No caso das associações de fácies (AF1), as litofácies DAm, DLm, BLp, BLc compreende calcários classificados como *packstone*, *mudstone*, micríticos ou intraclásticos, localmente estromatolíticos, por vezes com processos de retrabalhamento, intercalados, raramente com presença de arenitos. Os estromatólitos são diversificados, sendo representados por estromatólitos colunares, cônicos, sinuosos e planares (Figura 4.22). Os sedimentos carbonáticos são predominantes em ambientes de águas rasas e quentes, proporcionando a formação de corpos estromatólitos cônicos, e, em águas mais rasas, corpo colunares.

A associação de fácies (AF3), consiste em brechas intraclástica maciça centimétrica a plurimétrica, e comumente silicificadas. No que tange às brechas maciças, o processo de formação é devido o retrabalhamento dos biohermas pela ação de onda em ambientes de fluxo gravitacional de energia moderada a alta. Em alguns casos, essa litofácies pode estar em contato com a fácies AF1, onde após a deposição da brecha, o ambiente se estabiliza e retorna a formação dos estromatólitos que utilizam as brechas como substrato (Figura 4.22).

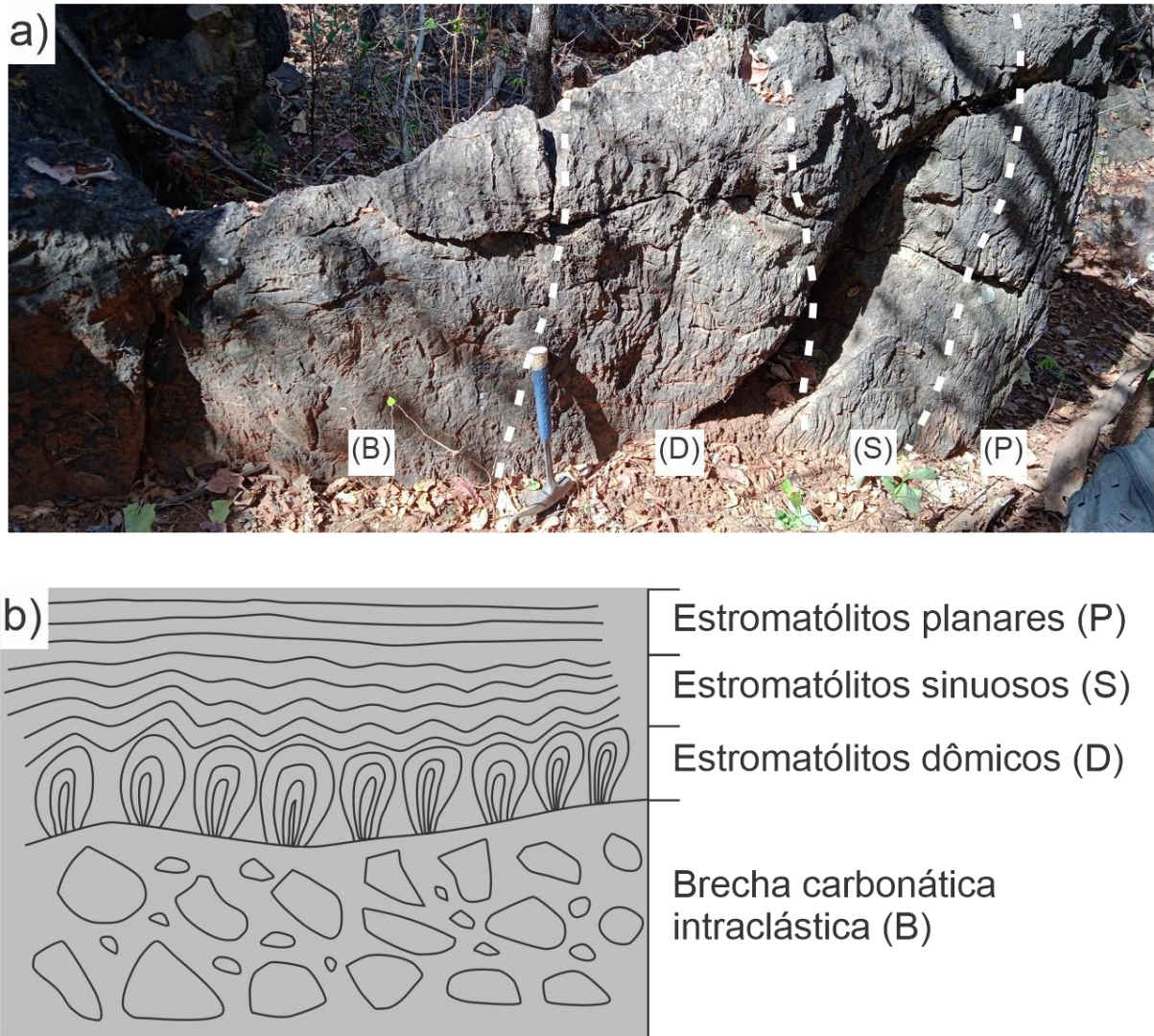


Figura 4.22. Ponto 20-IV-149, afloramento no interior da subárea XIII. a) bloco de rocha carbonática basculado, com presença de uma brecha intraclástica, à esquerda, em contato com uma sucessão de estromatólitos, ou seja, inicialmente formou a brecha carbonática e em seguida as cianobactérias utilizaram o topo do pacote de brechas para formar os estromatólitos; b) croqui da sucessão de rochas carbonáticas presentes na figura a.

A Figura 4.23 contém um bloco diagrama esquemático do ambiente de sedimentação dos da Formação Córrego do Barreiro em condições de plataforma mista, siliciclástica-carbonática, com um forte controle paleogeográfico, dominada por maré. Observar que nas porções mais proximais e rasas é caracterizado por estromatólitos planares, sinuosos e por litofácies de granulometria mais grossas. Por se tratar de uma região com variação no paleorelevo, os diferentes litotipos não apresentam uma continuidade lateral extensa, de modo que são observados dolomitos, arenitos, margas e pelitos interdigitados lateralmente (Figura 4.23).

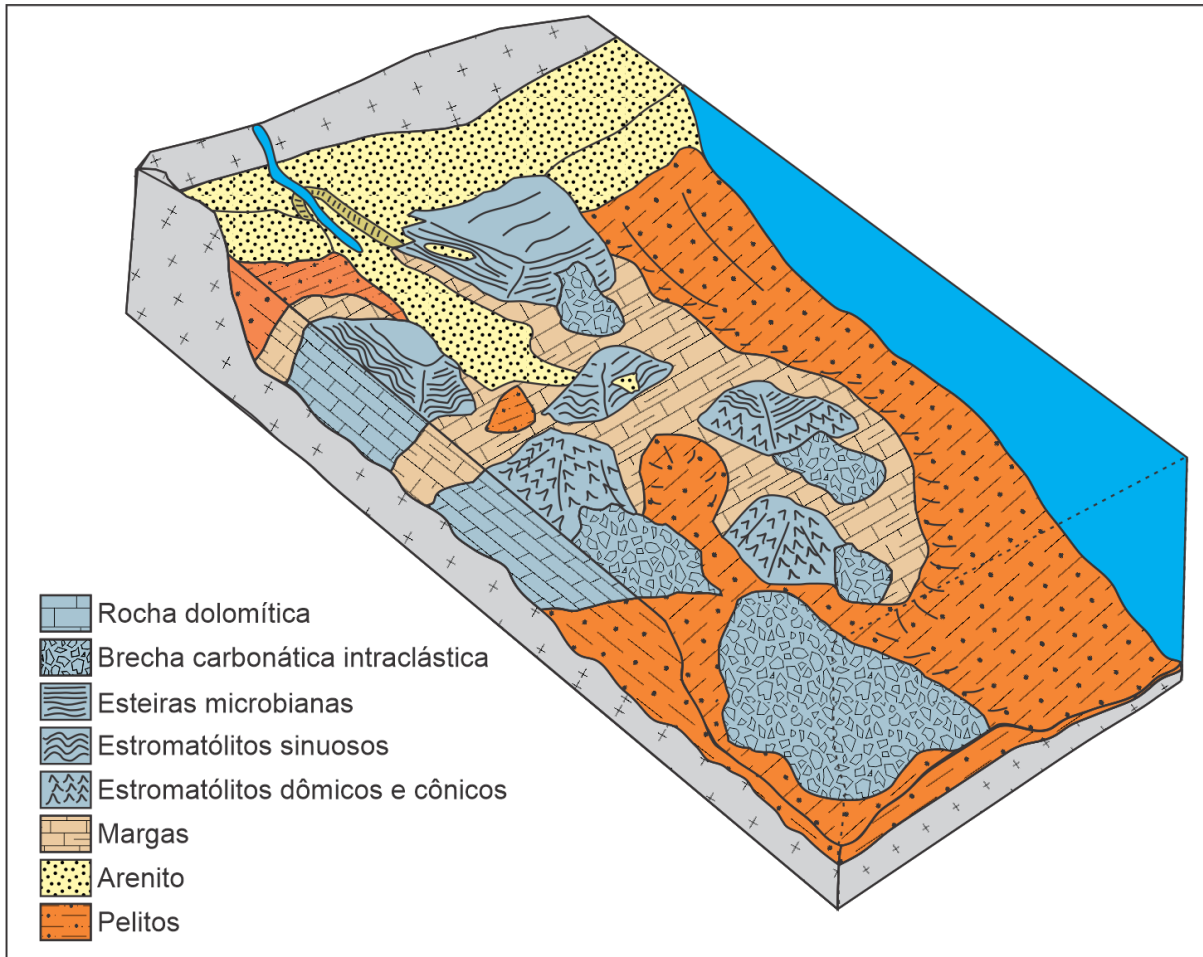


Figura 4.23. Bloco diagrama esquemático mostrando o cenário do ambiente deposicional das porções proximais e distais da Formação Córrego do Barreiro.

#### 4.4. GRUPO CANASTRA

De pequena expressão, o Grupo Canastra, representado pela Formação Serra do Landim, representa pequena parcela da subárea IV (cerca de 0,35 km<sup>2</sup>), aproximadamente 0,78%, sendo encontrada na borda inferior oeste (Figura 4.24). Nessa porção ocorreram sete (7) pontos de afloramento, nos quais foram coletadas duas (2) amostras.

Em especial, essa unidade se encontra em contato tectônico com o Grupo Paranoá na forma de falha de empurrão, e, respectivamente, uma porção remanescente (*klippe*), inserida ao norte Membro Ribeirão da Porteira na subárea IV.

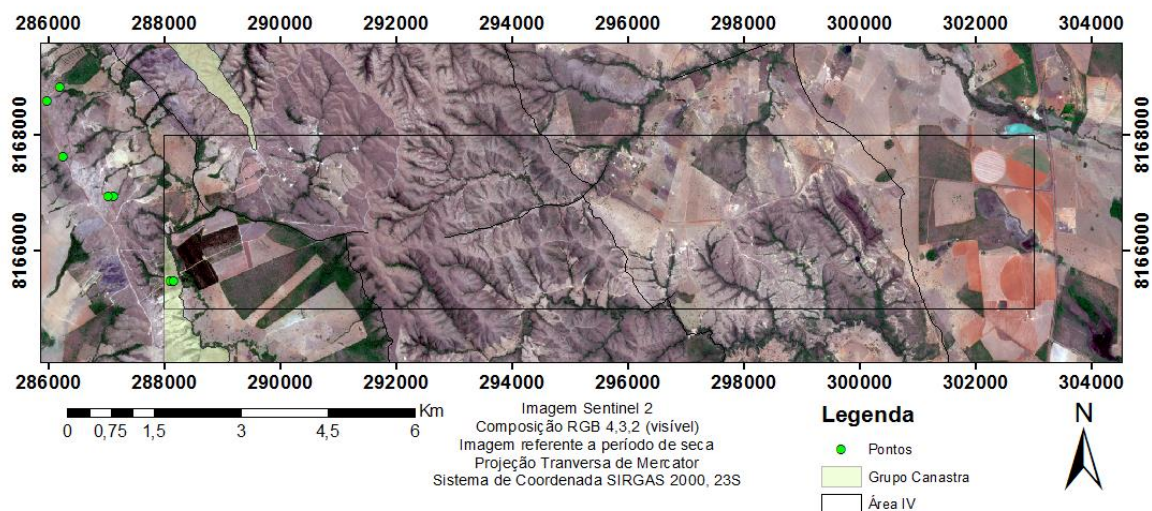


Figura 4.24. Porção aflorante do Formação Serra do Landim, Grupo Canastra, dentro da subárea IV.

No que diz respeito às formas de relevo, destaca-se um padrão de Serra com declividade moderada recobertas por campos sujos e limpos, e matas de galerias, restringidas às porções marginais das drenagens. As drenagens dissecam a serra alçando uma quebra de relevo, indicativa da transição entre os dois grupos Canastra e Paranoá. Em produto geofísico magnetométrico é marcado um domínio de baixa frequência e intensidade muito baixa, no qual pode ser explicado pela ausência de minerais magnéticos. No que tange a gamaespectroscopia, é destacado um domínio caracterizado pela coloração rosa claro, com teores baixos de tório e urânio, acompanhado de teores médios de potássio. Ambos os mapas apresentam realces que auxiliam nos limites dos contatos das unidades.

Pela carência de pontos aflorantes da unidade, caminhou-se pela serra a oeste dos limites da subárea IV com o intuito de identificar pontos com exposição de rochas *in situ*, e utilizou dados coletados por outras subáreas do projeto. Por não conter estruturas e caráter sedimentar mesmo com baixo grau metamórfico essa unidade é sintetizada como o produto do metamorfismo de sedimentos pelíticos plataformais com intercalações de granulometria areia. A seguir são descritas as litofácies mais representativas da Formação Serra do Landim.

#### 4.4.1. FENGITA-CLORITA FILITO

A ocorrência de filitos mais próximos da subárea IV é associada com afloramentos em corte de estrada, com rocha intemperizada de coloração rosada com estratificações milimétricas de colorações vermelhas e brancas (Figura 4.25). De maneira geral, quando fresca, a rocha



apresenta coloração cinza com planos mais esbranquiçados, sendo observado duas foliações bem marcadas com uma paralela ao acamamento e outra oblíqua. Apresenta granulometria muito fina, brilho sedoso e mineral milimétrico de coloração preta disperso. Contém paragênese metamórfica de baixo grau composta por fengita + clorita + quartzo + fragmentos líticos, assinalando que a rocha foi recrystalizada nas fácies xisto verde. Em alguns locais é possível observar acamamento sedimentar pela variação de cores da fengita, que quando alterada apresenta cor esbranquiçada, e da clorita, alterando para tons avermelhados. Por fim, interpreta-se que o protólito é de origem sedimentar detrítica pelítica.

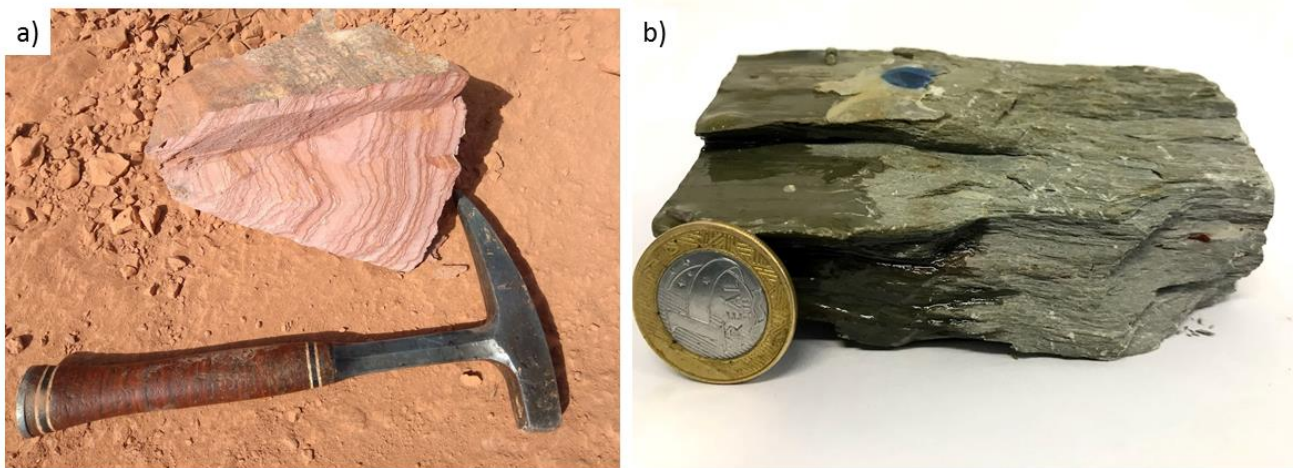


Figura 4.25. a) Amostra de filito intemperizado, retirada em afloramento de estrada. b) Fengita-clorita-filite utilizado para confecção de lâmina delgada do ponto 20-XIII-33.

#### 4.4.2. MÁRMORE

Tal litofácies é encontrada na subárea XIII e caracterizada por possuir coloração cinza quando fresca, e esbranquiçada quando alterada (Figura 4.26 c). A rocha contém aspecto brechado e com textura sacaroidal quando observada em amostra de mão. De modo geral, quando observada em lâmina delgada do ponto 20-X-117 (APÊNDICE E - Fichas Petrográficas), revela uma rocha composta pela recrystalização de micrita com textura granoblásticas, e extraclastos de quartzos arredondados com extinção ondulada moderada. O protólito é uma rocha carbonática micrítica com provável ambiente de deposição de baixa energia com aporte de extraclastos de quartzo.

#### 4.4.3. QUARTZITO FINO MICÁCEO

A ocorrência de quartzitos (Figura 4.26 d), foi marcada por um corpo em alto topográfico da subárea XIII. O quartzito possui estruturas sedimentares plano-paralela, granulometria fina e caráter micáceo. A litotipo ocorre intercalados com os mármore e filitos do Grupo Canastra.

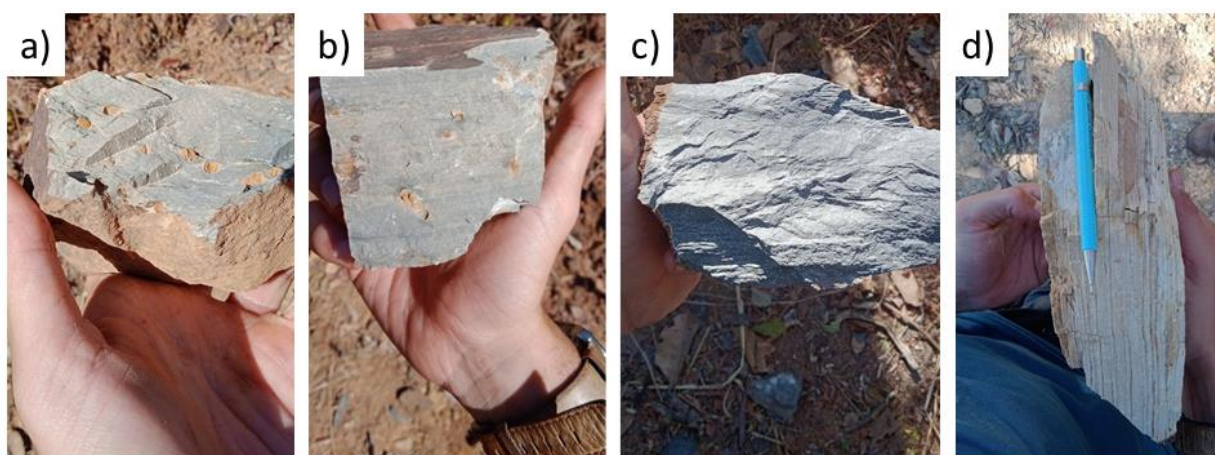


Figura 4.26. Amostras de rochas intercaladas da Formação Serra do Landim encontradas em serra da subárea XIII. a), b) Amostra de filito com porfiroblasto intemperizados e “lavados”. c) Mármore de coloração cinza claro com aspecto de brechas e textura sacaroidal. d) Quartzito micáceo com estrutura sedimentar plano-paralela preservada, encontrada no topo da serra.

#### 4.5. GRUPO BAMBUÍ

O Grupo Bambuí, especificamente a Formação Sete Lagoas, presente na área, cobre aproximadamente 6,75 km<sup>2</sup>, correspondendo a 15% da subárea IV, e se localiza na porção extrema leste (Figura 4.27). Em especial esta unidade apresenta estágio bem desenvolvido de pedolização, não ocorrendo afloramentos de rochas e apenas perfis pedológicos. Quanto aos aspectos fisiológicos, a região é caracterizada por um padrão de relevo aplainado a suave ondulado, com latossolo vermelho a vermelho/amarelo, espessos e com boa drenagem. Nessa unidade é marcado pela presença de agricultura de grande porte, possuindo pouca extensão de vegetação nativa do cerrado.

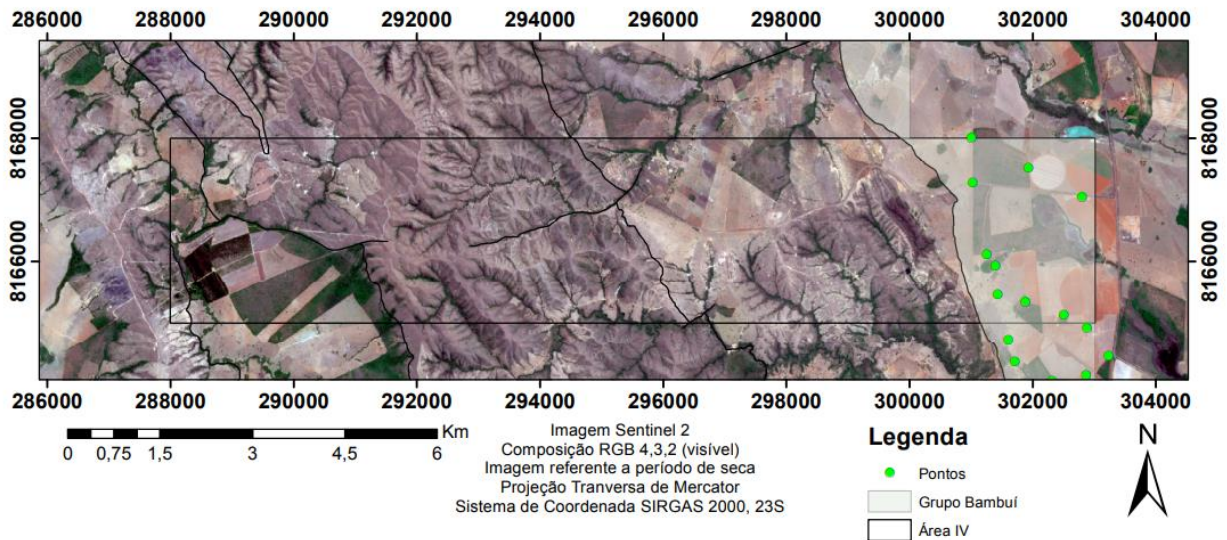


Figura 4.27. Porção aflorante da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, dentro da subárea IV.

Esta unidade é limitada a oeste por um contato tectônico com o Membro Ribeirão do Franco, no qual se infere uma falha de empurrão. Nos produtos geofísicos, o Grupo Bambuí é assinalado por altos teores de  $eTh$  e médio teores de  $eU$ , acompanhados por baixos teores de  $K$ . Nos processos de formação de latossolo, presente na unidade, o acentuado intemperismo e lixiviação conferem com o acúmulo relativo de  $eU$  e  $eTh$  e perda de  $K$ . Com respeito à magnetometria, esta unidade apresenta elevada frequência de anomalias magnéticas de muito alta a alta intensidade, expondo uma maior susceptibilidade magnética dos latossolos vermelhos e vermelho/amarelo pela existência de um material pedológico mais rico em  $Fe$  e por vez com presença de concreções ferruginosas magnéticas e não magnéticas.

Dentre as 14 áreas do projeto Unai, somente a área II encontrou exposições de rochas não intemperizadas do Grupo Bambuí. O afloramento era localizado em um leito de drenagem, com margas, calcários micríticos, siltitos e folhelhos dispostos em camadas centimétricas a decimétricas, sendo predominante as margas (Figura 4.28). Todos os litotipos apresentam coloração que variam de preto a cinza quando frescos e ocre/amarelo/rosada quando alterados.

As margas são dispostas em camadas decimétricas, predominantemente maciças, mas alguns níveis com laminação plano-paralela. Ocorrem intercaladas com camadas centimétricas de silito, com laminação plano-paralela bem definida, podendo ser maciço, intercalado também com folhelhos. Os calcários micríticos apresentam estrutura maciça e são decorrentes de processos de deposição química.

O sistema deposicional da Formação Sete Lagoas decorre de processos suspensivos em águas profundas na parte inferior do nível de base de ondas de tempo bom, possivelmente em

ambiente plataformal raso, descrito por Vieira (2007) como sendo desenvolvido em rampa carbonática dividida em ambientes de rampa interior, média e exterior.

As litologias encontradas na subárea II que representam uma sedimentação mista, sugerem um comportamento simultâneo de processos suspensivos relacionados com processos de precipitação química. Essa intercalação aleatória, indica uma deposição carbonática controlada pela saturação das águas na plataforma, e a deposição pelítica, controlada pela disponibilidade lamas nas porções de baixa energia na plataforma externa.



Figura 4.28. a,b,c) Aforamento in situ de siltito, presente na subárea II, referente a Formação Sete Lagoas.

O perfil pedogenético da figura 4.8, localizado no ponto 20-IX-156 na margem leste da BR-251, representa um latossolo vermelho amarelo proveniente da alteração de margas. As margas, por serem enriquecidas em matéria orgânica, se alteram facilmente, ficando com uma coloração rosa-avermelhada (Figura 4.29).

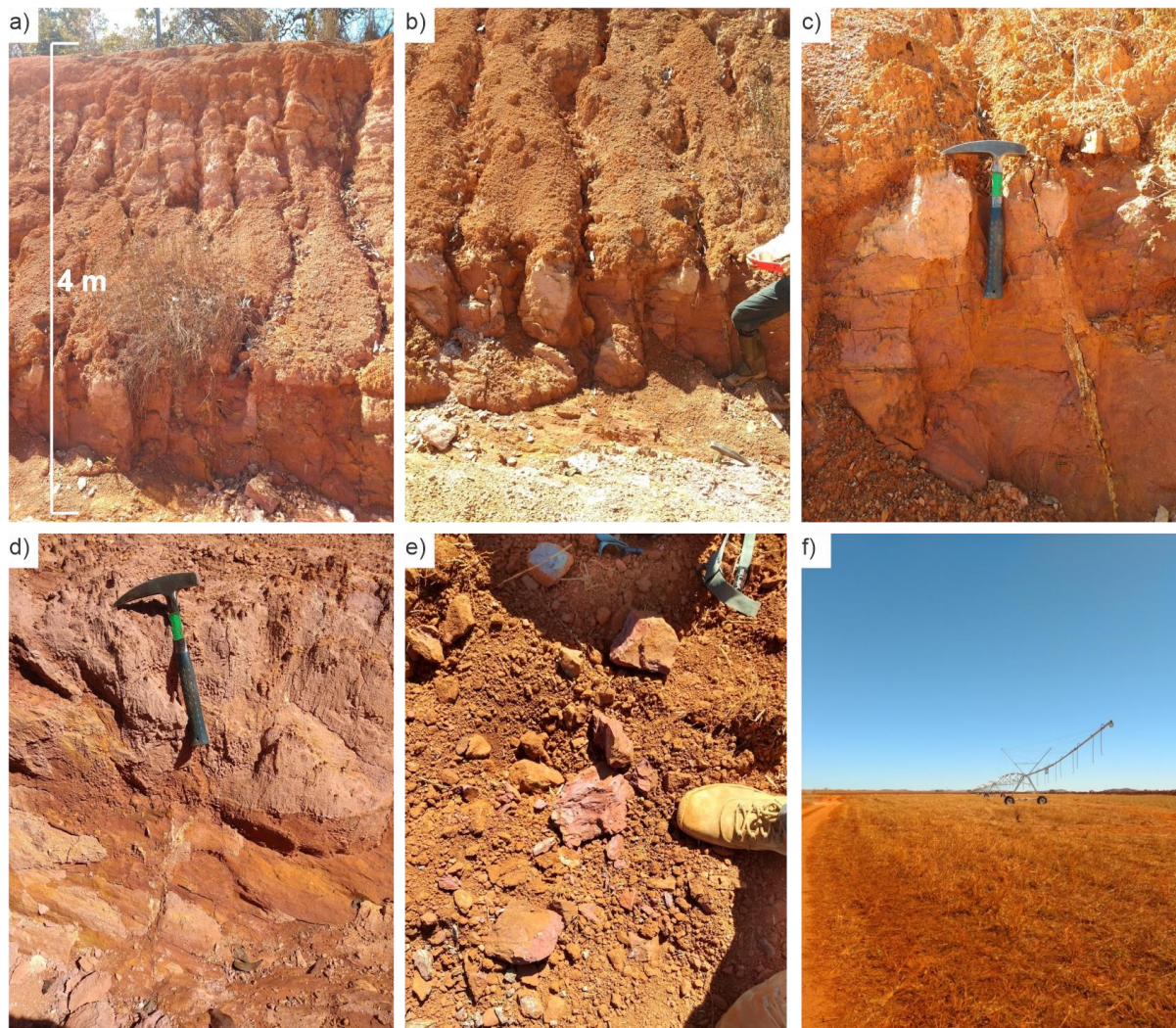


Figura 4.29. a,b,c) Perfil de rochas do Grupo Bambuí passando por processo pedogenético. d, e) Rocha intemperizada. f) Lavoura de grande porte em meio à latossolo vermelho bem de desenvolvidos.

## 5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

### 5.1. INTRODUÇÃO

O capítulo de Geologia Estrutural apresenta os eventos deformacionais, segundo a interpretação das estruturas geológicas analisadas na região do Projeto Unai, com destaque para a subárea IV.

A área do projeto corresponde a um arcabouço geológico situado nos limites do Cráton do São Francisco com a porção externa sul da Faixa Brasília, e abrange a Formação Quilombo, o Grupo Paranoá, o Grupo Canastra e o Grupo Bambuí. O arcabouço estrutural integra a região de um cinturão de dobras e cavalgamentos (*thrust and fold belt*) de antepaís, de direção NNW-SSE, cujo sistema deformacional é predominantemente compressivo, localmente variando a transpressivo sinistral, e indicação de transporte tectônico para leste. Os principais elementos estruturais incluem falhas de empurrão com mergulho para oeste e vergência para o Cráton São Francisco, localmente retroempurrões, dobras em escala regional e locais, foliações, lineações e sistemas de fraturas.

Um total de 265 medidas de planos de mergulho do acamamento ( $S_0$ ) foram coletadas ao longo da subárea IV. Devido à escassez de afloramentos, não foram coletadas medidas de  $S_0$  do Grupo Canastra e do Grupo Bambuí. Sete medidas são do Grupo Paranoá, 73 do Membro Ribeirão da Porteira e 185 do Membro Ribeirão do Franco (Figura 5.2). O estereograma da Figura 1, no qual representa os pólos dos planos de acamamento, contém dois campos com direções preferenciais do mergulho do acamamento, uma com direção de mergulho preferencial para S60W (azimute 240°), e outra com direção de mergulho preferencial para N60E (azimute 60°). Dentre esses dois campos, o que contém uma maior densidade de pontos plotados é o que indica um mergulho do plano de acamamento para S60W. A guirlanda formada representa, assim, as dobras regionais e de escala de afloramento que, embora muitas vezes simétricas, predominam com geometria assimétrica e flanco longo mergulhando para S60W. A Figura 2 apresenta o mapa geológico com os estereogramas de  $S_0$  isolados para cada unidade geológica, o Grupo Paranoá, Membro Ribeirão da Porteira e Membro Ribeirão do Franco.

Duas foliações foram identificadas. A primeira delas, denominada  $S_s$ , é paralela a subparalela ao acamamento sedimentar e foi observada apenas no Grupo Canastra. A segunda delas, a foliação regional principal,  $S_p$ , corta o acamamento e, em geral, é plano-axial das

dobras observadas em escala de afloramento e regionais. No Grupo Canastra,  $S_s$  é cortada por  $S_p$ , sendo  $S_p$  uma foliação bem penetrativa. Um total de 27 medidas de foliação ( $S_p$ ) foi coletado durante o mapeamento da subárea IV, dessas medidas, sete são do Membro Ribeirão da Porteira, oito do Membro Ribeirão do Franco, nove do Grupo Paranoá e três do Grupo Canastra (Figura 5.2). Não possui medidas do Grupo Bambuí (unidade em azul) pois não foram encontrados afloramentos. Conforme pode ser visto no estereograma da Figura 5.1, que contém os pólos dos planos de foliação, a principal direção de mergulho do plano de foliação é por volta de N40W, com mergulhos de baixo ângulo até alto para NE.

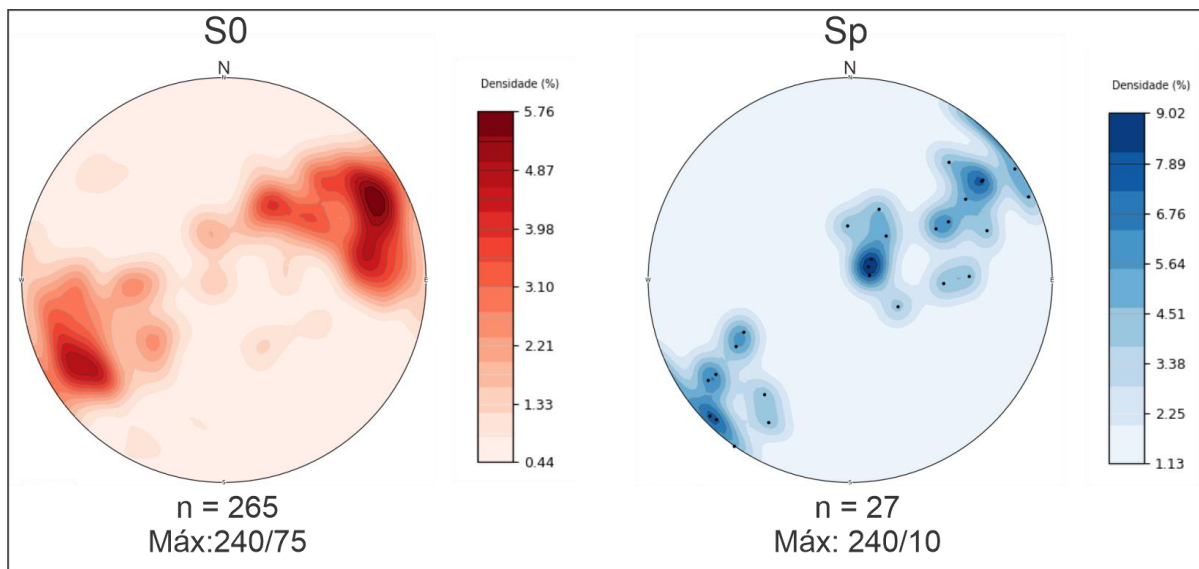


Figura 5.1. Estereogramas referentes às medidas de acamamento ( $S_0$ ) e foliação ( $S_p$ ) coletadas na subárea IV.



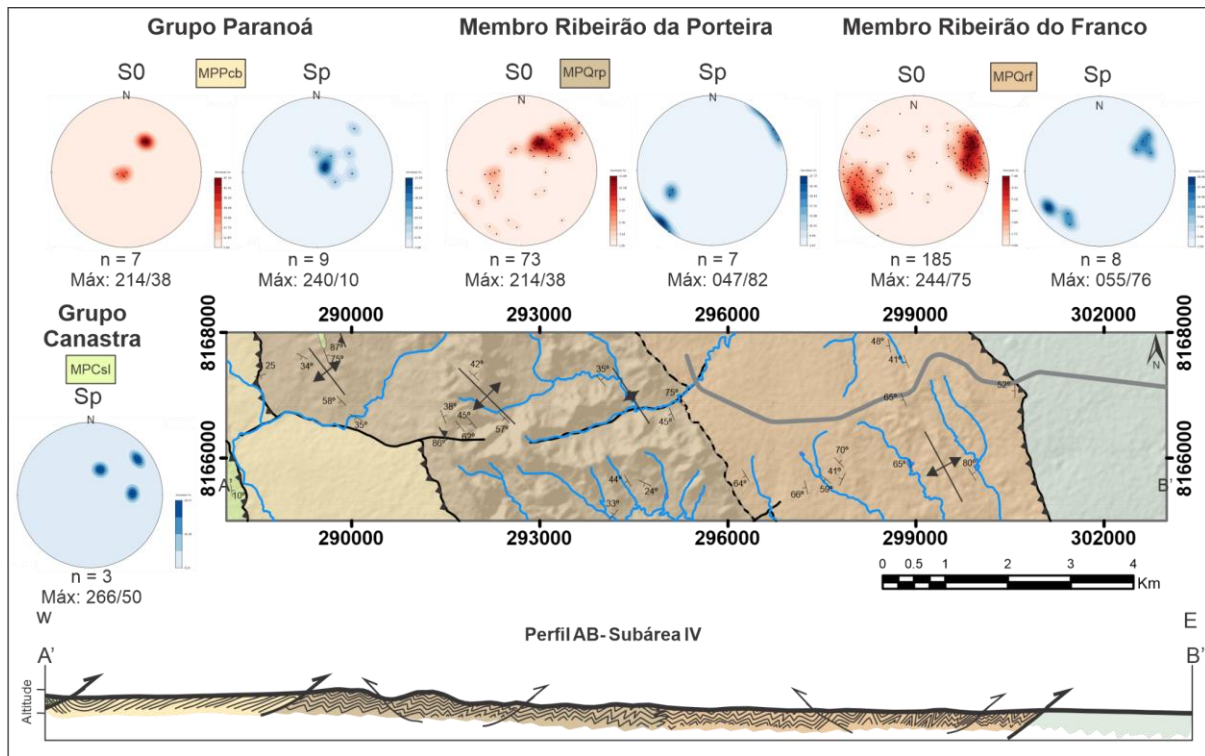


Figura 5.2. Mapa geológico com estereogramas plotados, os estereogramas são referentes às medidas de foliação principal ( $S_p$ ) e acamamento sedimentar ( $S_0$ ).

## 5.2. ARCABOUÇO ESTRUTURAL

### 5.2.1. ARCABOUÇO ESTRUTURAL DÚCTIL

A deformação dúctil, comumente associada com ambientes tectônicos compressivos, altera a morfologia dos estratos por mecanismos plásticos e sem causar descontinuidades no material deformado. O arcabouço estrutural dúctil da área de estudo é marcado por dobras, foliações e lineações minerais e de superfície, sendo essas estruturas resultado do evento deformacional que ocorreu no neoproterozoico (Brasiliano).

#### Dobras

As estruturas de dobras presentes na subárea IV apresentam, de maneira geral, direção NNW-SSE e com vergência para leste. As dobras, nas quais apresentam desde escalas de afloramento até escalas regionais, são simétricas e assimétricas, normais ou inclinadas, comumente com caimento.

Dois pontos, com extensão de afloramento de aproximada 100 metros, exibem dobras representativas do cenário geral na Formação Quilombo. No ponto TF20-IV-72, localizado no Membro Ribeirão do Franco, contendo ritmitos marcados pela intercalação de siltitos e arenitos finos, ocorrem sinclinais e anticlinais abertos a fechados suavemente inclinadas, com caimento

do eixo para sul, com zona de charneira arredondada e com plano axial mergulhando aproximadamente  $65^\circ$  para oeste (Figura 5.3). Nesse ponto foram observadas lineações de superfície formadas pelo cisalhamento flexural entre as camadas geológicas durante o dobramento (Figura 5.3), sendo que no flanco com atitude de  $086/36$  a lineação de superfície apresenta atitude  $39/065$ , ou seja, a direção do mergulho do flanco era oblíqua ao caimento da lineação.

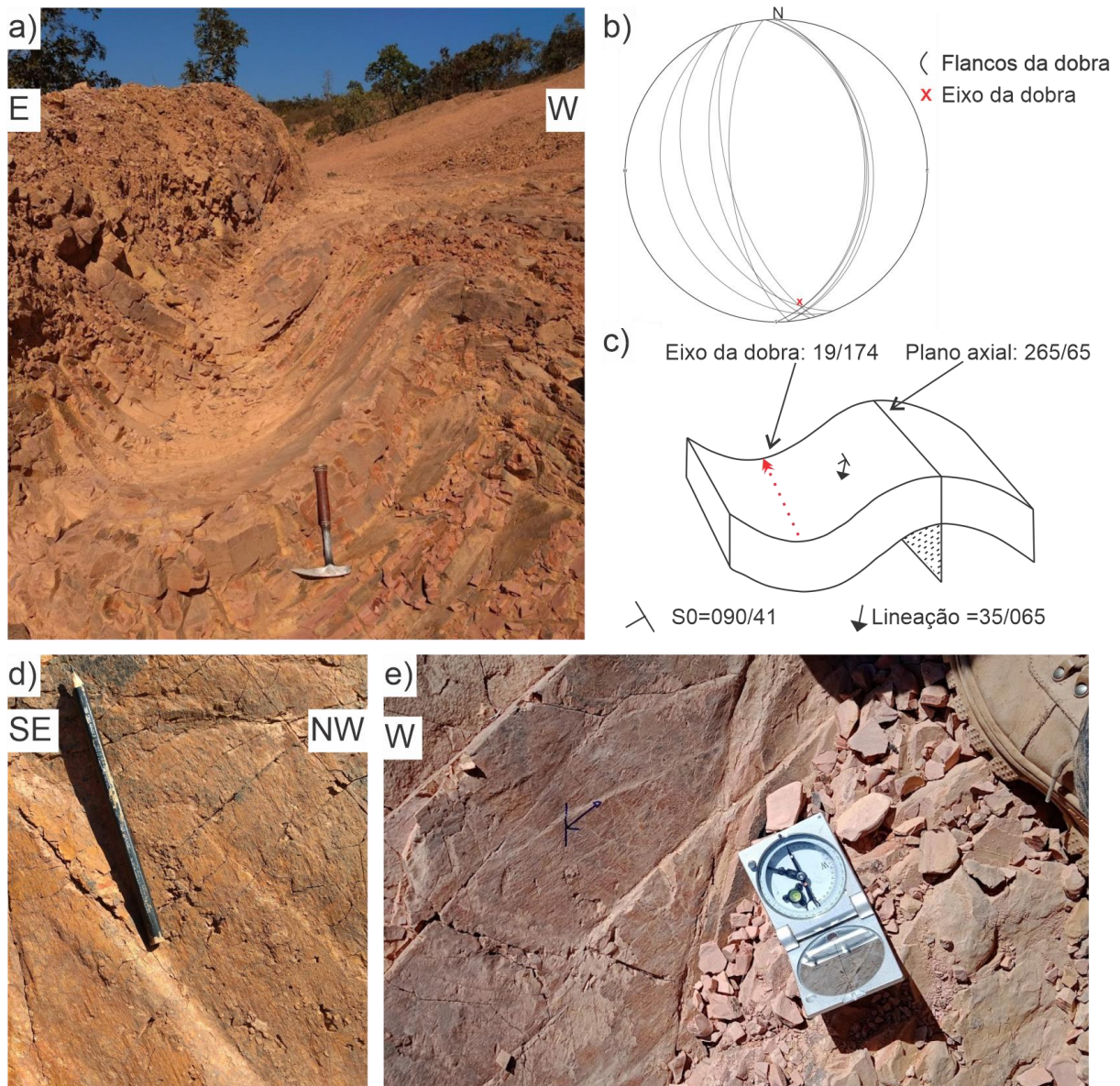


Figura 5.3. a) Fotografia das dobras abertas anticlinais e sinclinais suavemente inclinadas com eixo caindo para sul, afloramento no ponto TF20-IV-72; b) estereograma com os planos dos flancos das dobras plotados e com o eixo plotado; c) croqui do afloramento contendo o eixo da dobra e o plano axial; d) lineação proveniente do cisalhamento flexural durante o dobramento, sendo que o cisalhamento foi entre os diferentes estratos que compõe o ritmito; e) orientação da lineação em relação ao mergulho do flanco.

No ponto TF20-IV-126, representante dos ritmitos do Membro Ribeirão do Franco, localizado em um corte de estrada, contém um afloramento em perfil com cerca de 120 metros de comprimento e 4 metros de altura (Figura 5.4). Nesse ponto foi realizado um croqui com o comprimento de 90 metros, com a representação de dobras e falhas presentes, sendo que foram coletadas medidas do mergulho do acamamento sistematicamente em escala métrica, totalizando 74 medidas. As medidas dos pólos dos planos  $S_0$  expostas no estereograma da Figura 4 demonstram, de maneira geral, um mergulho alto com sentido para N70E e para S70W, estes dois campos de medidas estão associados às dobras presentes no perfil. O afloramento apresenta dobras majoritariamente fechadas com zona de charneira subangulosas. A vergência geral das dobras era para leste, apesar de conter dobras com vergência para oeste. O padrão das dobras se assemelhava com dobras em *chevron* e *kink-bands*. Apesar de não ter sido observado um espelho de falha, no afloramento continham domínios que se assemelhavam com falhas de retro-empurrão localizadas, porém, como as rochas estavam intensamente alteradas, não foi possível determinar com exatidão tais estruturas.

Localmente são observadas dobras abertas a fechadas, com linha de charneira com caimento moderado a alto.

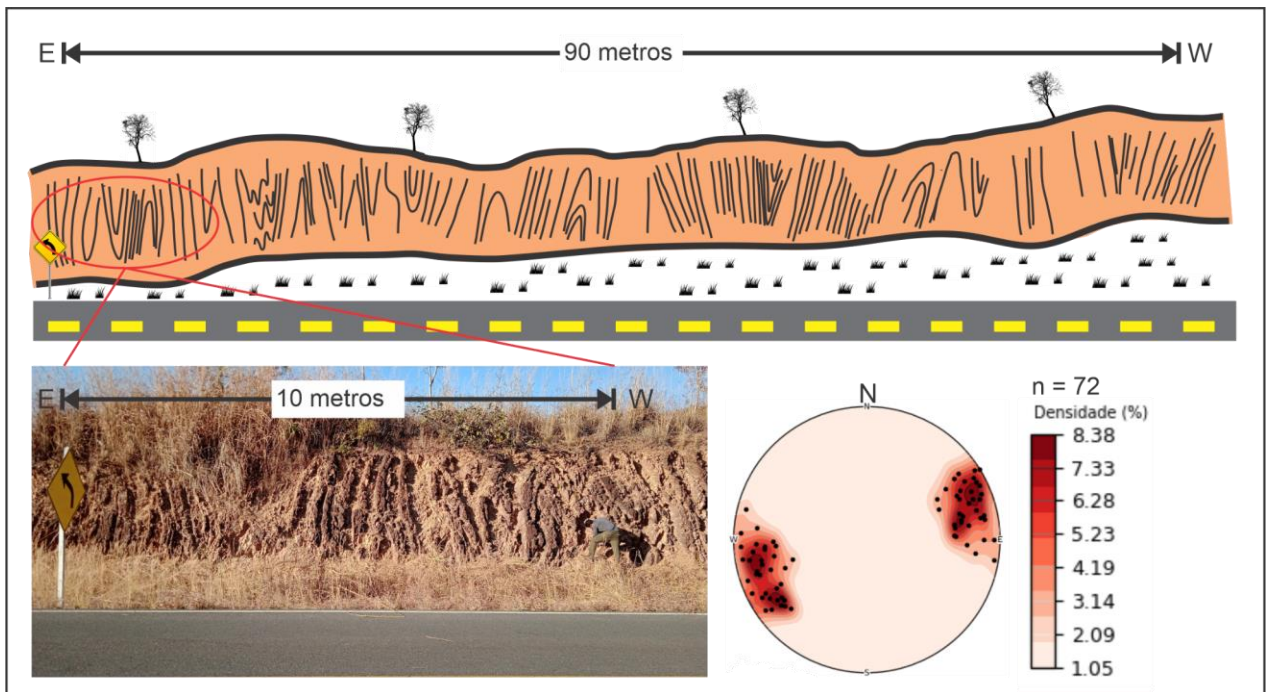


Figura 5.4. Croqui do afloramento em perfil localizado na beira da estrada. Membro Ribeirão do Franco da Formação Quilombo. Localmente são observadas dobras abertas a fechadas, com linha de charneira com caimento moderado a alto.

### Foliação

O termo foliação, na geologia, indica tramas planares que estão presentes nas rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Essas foliações podem ser de origem primária ou secundária. Um exemplo de foliação primária é o caso do acamamento sedimentar, que no presente trabalho é representado pela abreviação  $S_0$ . As foliações de origem secundária estão associadas, de maneira geral, com estruturas planares formadas em eventos de deformação associado a um grau metamórfico.

Conforme observado no estereograma da Figura 5.1, o plano de mergulho do acamamento das unidades presentes na subárea IV se dá para 245/75. De acordo com as foliações  $S_p$  medidas, o campo de densidade máxima tem mergulho para 240/10. Apesar das foliações  $S_p$  e  $S_0$  terem direção de mergulho preferencial para NEE, foram observados diversos pontos com foliação oposta, sendo justificado pelas dobras locais e regionais presentes nas unidades.

Dois tipos de foliações metamórficas ocorrem ao longo da área do Projeto Unai. A primeira delas ( $S_s$ ) é restrita à ocorrência do Grupo Canastra e ocorre paralela ao acamamento sedimentar. É uma foliação filítica (Figura 5.5 5b, c, f, g), formada provavelmente devido ao soterramento ou proveniente da fase inicial dos cavalgamentos/transporte de *nappes*. É principalmente marcada pela orientação de fengita segundo o plano de foliação. A foliação principal ( $S_p$ ) que ocorre na área de estudo e, dependendo do litotipo afetado, se apresenta como clivagem espaçada, clivagem ardosiana, clivagem espaçada ou foliação filítica (Figura 5.5 a, d, e). Essas foliações são penetrativas e coincidem com a posição plano axial das dobras. Na Formação Quilombo e na Formação Córrego do Barreiro a foliação principal  $S_p$  ocorre sempre oblíqua ao acamamento, sendo interpretada como foliação plano axial. De maneira geral, por se tratar de foliação plano axial associada com dobras com direção NE-SW, as foliações  $S_p$  na Formação Quilombo apresentam mergulhos subverticais para nordeste e sudoeste, a depender do flanco, conforme pode ser observado nos estereogramas da Figura 5.2. Na Formação Serra do Landim, do Grupo Canastra, a foliação é paralela ao acamamento, com planos ricos em fengita marcando a foliação.

No grupo Canastra também ocorrem crenulações ( $Scr$ ) formadas nas rochas de granulometria mais pelítica por meio de uma deformação progressiva, conforme pode ser observado na Figura 5.5f.



Figura 5.5. a) Foliação perpendicular ao acamamento, provavelmente foliação de plano axial, Mebro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-92; b) filito com presença de foliação espaçada ( $S_p$ ) e com foliação secundária contínua filítica ( $S_s$ ), Grupo Canastra, ponto TF20-XI-73; c) filito com presença de foliação secundária contínua filítica, Grupo Canastra, ponto TF20-XI-71; d) marga do Grupo Bambuí com presença de foliação espaçada, ponto TF20-IV-2; e) siltito do Grupo Paranoá com foliação oblíqua ao

plano acamamento, ponto TF20-IV-118; f) filito de granulometria pelítica do Grupo Canastra com presença de foliação de Crenulação  $S_{cr}$ ; g) rocha com foliação  $S_p$  espaçada oblíqua ao acamamento  $S_0$ ; h) afloramento com presença de rocha com foliação  $S_p$  oblíqua penetrativa ao acamamento; i) dobra fechada com caimento do eixo e com presença de foliação plano axial  $S_p$  no domínio mais pelítico; além de ser possível observar *mullions* no domínio psamítico.

Na Formação Quilombo, as rochas psamíticas quando dobradas tendem a apresentar uma foliação  $S_p$  plano axial espaçada, enquanto nos domínios pelíticos, a foliação plano axial tende a ser bastante penetrativa. Logo, como a unidade é caracterizada por ritmitos pasamo-pelíticos, são observadas sequências dobradas com diferentes padrões de foliação espaçada, a depender do litotipo (Figura 5.5 i). A Figura 5.6 representa a ilustração de uma dobra cilíndrica com caimento para SSE, na ilustra a foliação  $S_p$  plano axial espaçado presente nas porções psamíticas do Membro Ribeirão da Porteira.

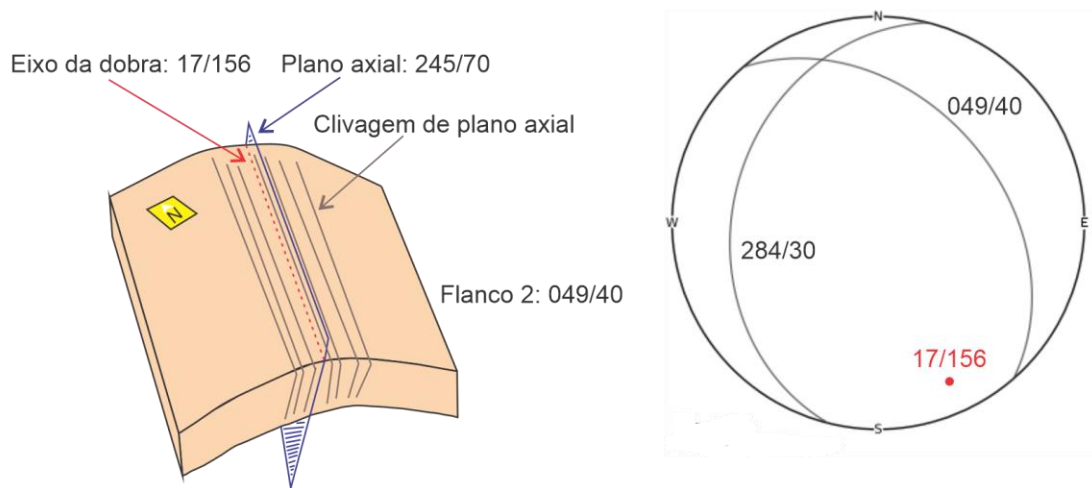
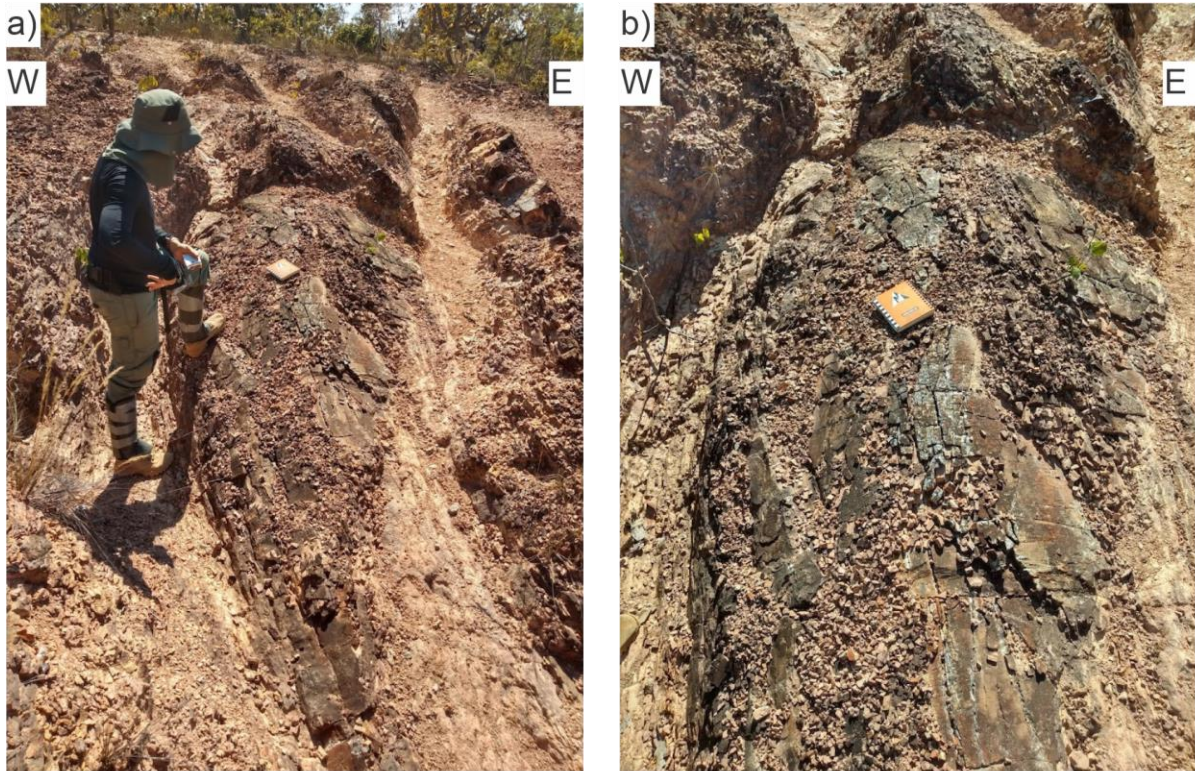


Figura 5.6. Afloramento presente no Membro Ribeirão do Franco, no ponto TF20-IV-71. a) Dobra aproximadamente cilíndrica com caimento para sul; b) detalhe na zona de charneira com clivagem plano axial.

### Lineação

Lineações se referem a estruturas lineares que apontam para uma determinada direção, nas quais podem ter uma origem primária ou secundária. As lineações primárias têm uma origem na ausência de eventos deformacionais, como o alinhamento de minerais cristalizados por fluxo ígneo. Já as lineações secundárias são geradas por deformação e estão, comumente, associadas a um evento metamórfico. Essas estruturas retilíneas podem ser elementos importantes para a indicação cinemática e investigação do arcabouço geométrico de uma

região. O evento compressivo que deformou as unidades geológicas presentes no Projeto Unai foi responsável por formar diversas variedades de lineações, incluindo: lineações superficiais que são localizadas somente nos planos de determinadas superfícies; lineação de intersecção, quando os planos de acamamento ( $S_0$ ) e foliação primária ( $S_p$ ) se interceptam; lineações minerais, quando um mineral é estirado ou orientado devido ao metamorfismo; lineações associadas com o eixo de dobras; lineações fibrosas ou estrias associadas a falhas; e *mullions* observados na superfície de acamamento.

Ao longo da subárea IV foi observado somente um afloramento contendo lineação oriunda do deslizamento flexural entre os estratos durante um dobramento, no ponto TF20-IV-72, na qual apresenta direção de caimento para NNE (Figura 5.3; Figura 5.7 a.). Além disso, também associado com o dobramento/deformação das unidades presentes na área do Projeto Unai, ocorrem lineações presentes nos eixos/zonas de charneira de dobras, cuja direção preferencial é NS com caimento para sul, porém, também ocorrerem caimentos para o norte (Figura 5.3; Figura 5.6).

As lineações fibrosas/estrias de falhas observadas na subárea IV estavam presentes somente em blocos rolados em pontos localizados, geralmente nas regiões que tinham um grande volume de fragmentos de veios de quartzo rolado (Figura 5.7b). Esses fragmentos de quartzo estriados, encontrados tanto no Membro Ribeirão da Porteira quanto no Membro Ribeirão do Franco, foram interpretados como associados a falhas. Na subárea XIV, observa-se uma lineação caracterizada por degraus de ranhuras na Formação Quilombo, nas quais apresentam cinemática reversa com topo para SEE e vergência ligeiramente sinistra, essa lineação pode ter sido formada por fraturas de cisalhamento ou por falhas internas na formação (Figura 5.7 d-e)

As lineações de intersecção presentes no projeto Unai aparecem quando os planos de acamamento ( $S_0$ ) interceptam os planos de foliação ( $S_p$ ). Em um ponto localizado na subárea III, o ponto TF20-III-2, contém um afloramento no Membro Ribeirão da Porteira que apresenta tais lineações (Figura 5.7 c). Estas lineações possuem direção NNW/SSE, que coincide com a direção de linhas de charneira e falhas regionais.

Os *mullions* são lineações presentes nas superfícies de acamamento. geralmente essa feição aparece quando um pacote de rochas, com diferentes competências, é dobrado, formando, assim, *mullions* nos domínios mais competentes em contato com a litologia com competência contrastante. Essas lineações são paralelas aos eixos das dobras regionais. Na formação Quilombo observa-se ritmitos dobrados com presença de *mullions* no contato entre as litologias contrastantes, estando associada com os níveis psamíticos (Figura 5.5 i).





Figura 5.7. a) Lineação proveniente do deslizamento flexural entre os estratos durante o dobramento, Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-72; b) lineações fibrosas ou estria presentes em veios de quartzo encontrado em blocos rolados ao longo do Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-IV-51; c) lineação de intersecção (26/322) oriunda da interceptação entre o plano de acamamento ( $S_0 = 276/36$ ) e o plano de foliação primária espaçada ( $S_p = 224/79$ ), Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-III-4; d-e) lineação caracterizada por degraus de ranhuras na Formação Quilombo, cinemática reversa com topo para sudeste com vergência ligeiramente sinistral, atitude do plano de acamamento é 260/43, lineação com atitude 35/285, afloramento localizado no ponto TF20-XIV-69.

### 5.2.2. ARCABOUÇO ESTRUTURAL RÚPTIL

A deformação rúptil é caracterizada pela sua descontinuidade, no qual um esforço ao qual a rocha é submetida é suficiente para provocar sua ruptura, resultando em falhas e fraturas. Falhas compõem estruturas planares com movimento relativo entre os blocos, e fraturas correspondem a descontinuidades, com ou sem movimento relativo, formadas em resposta a esforços internos ou externos atuantes no corpo.

O arcabouço estrutural rúptil da área é definido por sistemas de falhas reversas e famílias de fraturas que caracterizam campo deformacional de porções da crosta superior. Os contatos tectônicos presentes no Projeto Unaí são delimitados por falhas reversas, localmente com suave componente sinistral, que colocam o Gr. Canastra acima do Gr. Paranoá, Gr. Paranoá sobre a Fm. Quilombo e a Fm. Quilombo acima do Grupo Bambuí. A primeira delas coloca unidades de grau metamórfico ligeiramente maior sobre rochas submetidas ao anarquimetamorfismo. A segunda, embora não caracterize inversão estratigráfica, evidencia o deslocamento tectônico de cinemática reversa do Grupo Paranoá sobre o Grupo Quilombo. Por fim, a última delas resulta em uma inversão estratigráfica. A região é controlada por apenas um domínio estrutural, onde as unidades presentes se encontram imbricadas tectonicamente, e as subáreas III e IV dispõem de uma porção que apresenta aloctonia (*klippe*), circunstância que sustenta a suposição leques imbricados com descolamento na base do Grupo Araí em uma tectônica *thin-skinned*.

Em relação às fraturas, um total de 133 medidas foi coletado durante o mapeamento da subárea IV, sendo que estão representadas no diagrama de rosetas da Figura 9a. O estereograma indica uma orientação preferencial ENE-WSW (Figura 5.8 a). Uma grande variedade de fraturas estavam presentes na área de estudo, incluindo fraturas subhorizontais (Figura 5.8 b), fraturas subverticais, fraturas em pluma, fraturas de cisalhamento e fraturas preenchidas por quartzo (veios) (Figura 5.8 e, f) e fraturas de cisalhamento (Figura 5.9). As fraturas subverticais frequentemente se comportam como pares conjugados com 60° de obliquidade (Figura 5.8 d).

#### Fraturas

A intensidade e grande variação de fraturas são mais frequentes na Formação Quilombo, e são caracterizadas por fraturas com aberturas submilimétricas. De acordo com o diagrama de roseta de fraturas (Figura 5.8 a) da subárea IV, foram observadas fraturas orientadas segundo as direções ENE e EW (Figura 5.8 b, d). As fraturas são marcadas por exibirem geometrias planares, aberturas menores que dez milímetros, com persistência maior nas fraturas horizontais, não apresentando mineralização em sua maioria, por vezes, preenchidos por sílica (Figura 5.8 e, f). Ainda existem fraturas de cisalhamento com presença de deslocamento centimétricos (Figura 5.9).

Associada às dobras da Fm. Quilombo, eventualmente existem estruturas de colapso de charneira, que se formam quando falta espaço de acomodação para deformação da dobra e a zona de charneira é rompida.

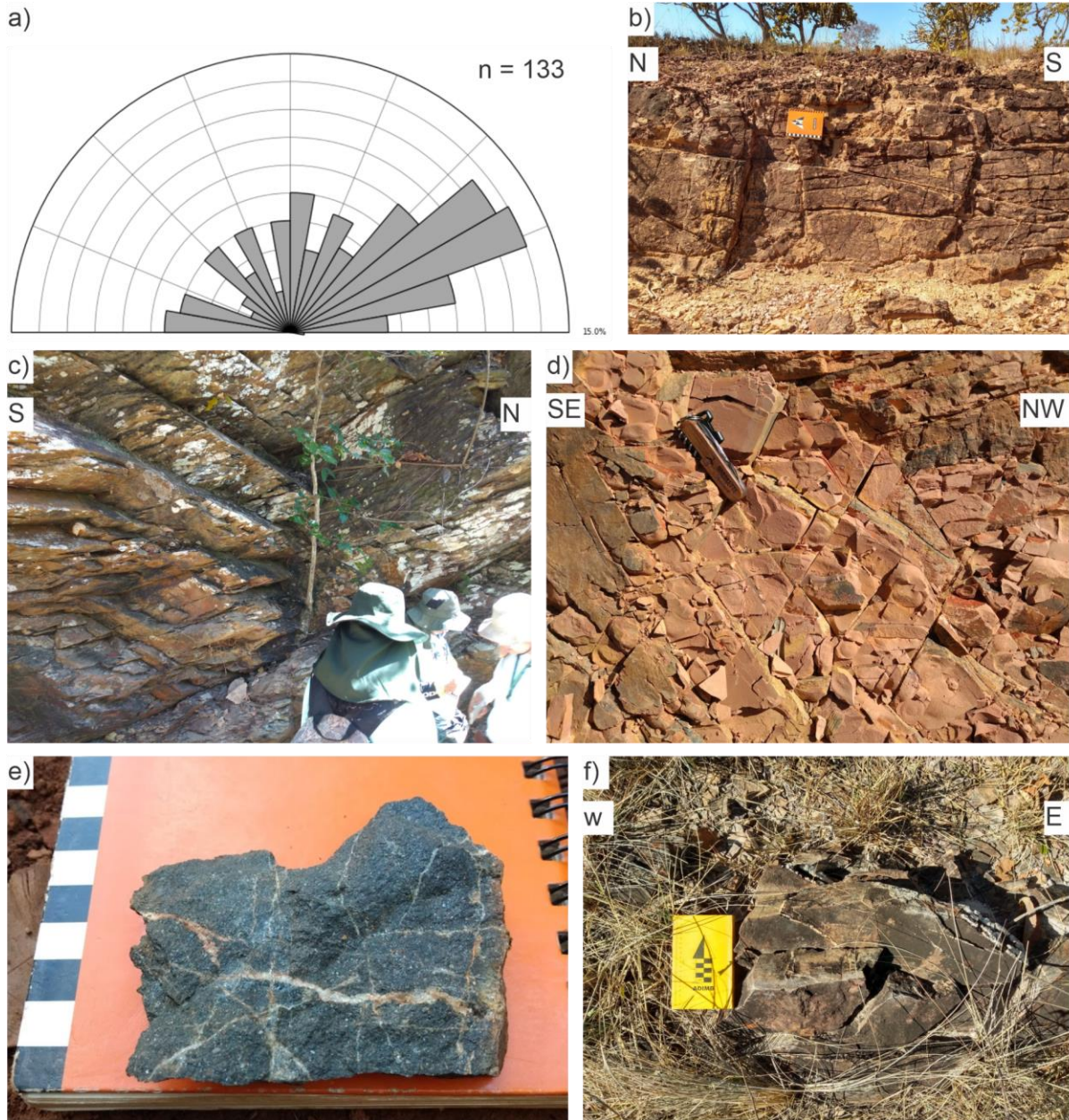


Figura 5.8. a) diagrama de roseta composta por 133 medidas das fraturas da subárea IV, mostrando a direção preferencial para ENE-WSW; b) afloramento no ponto TF20-IV-71, Membro Ribeirão do Franco, presença de fraturas sub horizontais e subverticais; c) afloramento contendo fraturas com espaçamentos centimétricos nos siltitos do Grupo Paranoá, ponto TF20-IV-118; d) siltito/arenito muito fino do Membro Ribeirão do Franco com pares conjugados de fratura, ponto TF20-IV-72; e) litoarenito grosso silicificado com presença de fraturas preenchidas por veios de quartzo leitoso, Membro Ribeirão da Porteira, ponto TF20-IV-102; f) litoarenito com presença de fraturas preenchidas por veios de quartzo associadas com a foliação de plano axial, Membro Ribeirão do Franco, ponto TF20-IV-46.

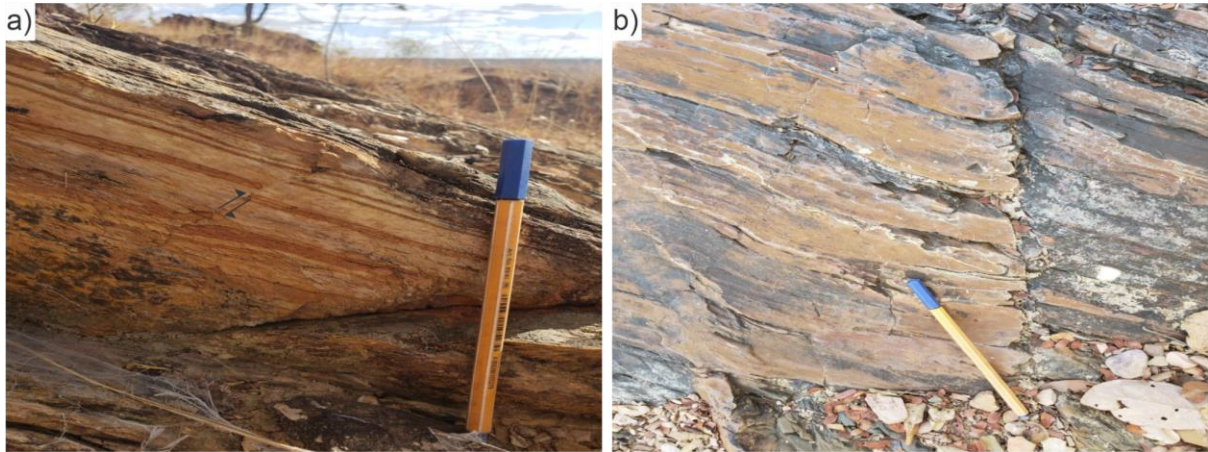


Figura 5.9. Fraturas de cisalhamento.

Falhas

As principais falhas na área de estudos são as falhas de empurrão regionais que apresentam cinemática reversa com topo para ENE (Figura 5.10). Essas falhas ora apenas representam a movimentação relativa da capa sobre a lapa, ora invertem estratigraficamente as unidades presentes na região. Neste último caso, faz-se presente colocando a Formação Quilombo acima do Grupo Bambuí.

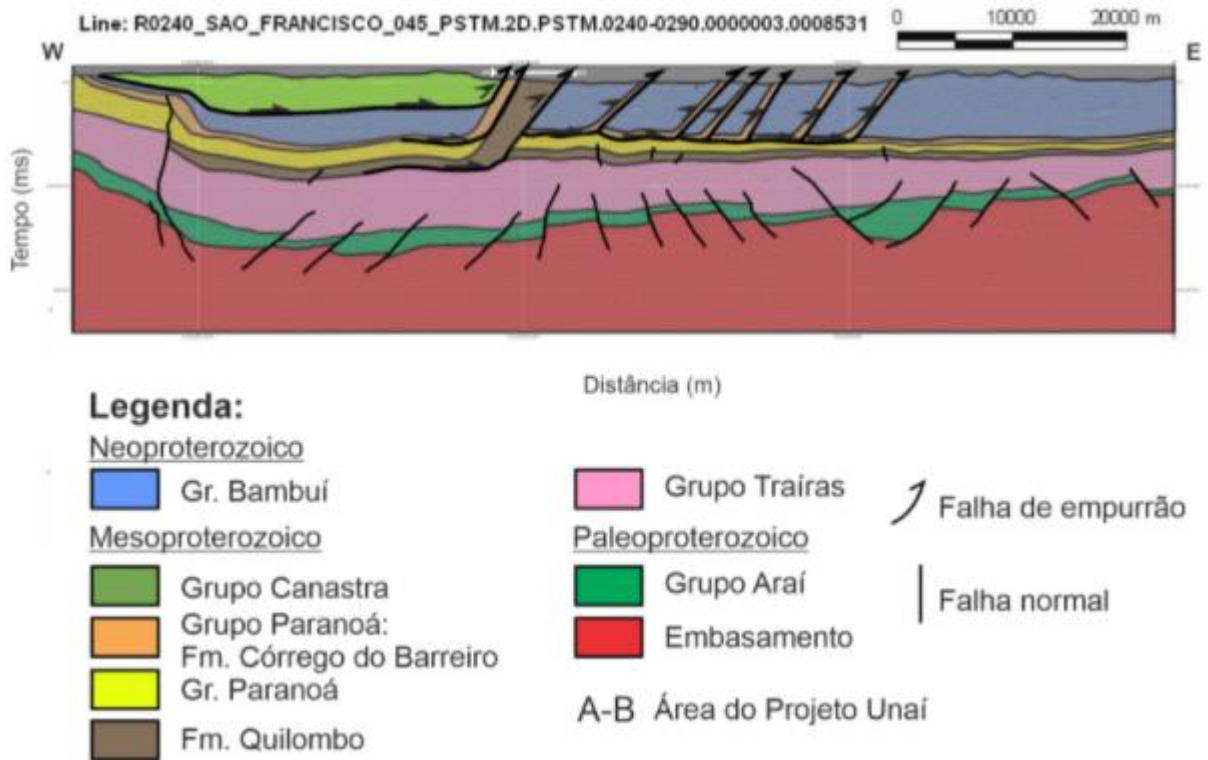


Figura 5.10. Interpretação sísmica da área, deixando evidente as falhas reversas regionais.

Interno à Formação Quilombo, é comum a ocorrência de um sistema de falhas de empurrão e retro-empurrão. Na BR 251, estrada que liga o Distrito Federal a Unaí, contém afloramentos de corte de estrada que expõem os ritmitos do Membro Ribeirão da Porteira (Figura 5.11). A Figura 5.11 contém uma ilustração do afloramento com a presença de uma falha de retroempurrão mergulhando para leste, cinemática distinta das falhas reversas regionais. Em caminhamentos na subárea IV realizadas nos dois membros da Formação Quilombo, foram observadas feições que eram indicativas da presença dessas falhas de retroempurrão internas, sendo que essas feições eram blocos rolados de quartzo estriado além de pontos bem localizados com um grande volume de veios de quartzo. A partir de medidas coletadas na subárea XIV, identificou-se que a cinemática geral é reversa com topo para ENE e componente ligeiramente sinistral.



Figura 5.11. Falha separando regiões com vergência distinta, presente dentro do Membro Ribeirão da Porteira, coordenada UTM 23K, SIRGAS 2000, 277923 mE - 8199369 mS.

Uma série de falhas reversas com movimento de topo para leste estão presentes a leste da área do projeto TF-Unaí, onde o Grupo Paranoá é colocado acima do Grupo Bambuí. Essas falhas são identificáveis por fotogeologia como alinhamentos finos e alongados com direção

preferencial NS. Essas séries de falhas reversas estão indicadas na interpretação sísmica da Figura 5.10.

A Figura 12 mostra o contato tectônico entre o Grupo Paranoá e o Grupo Bambuí nas serras que ficam a leste de Unaí. No contato entre o Grupo Paranoá e Bambuí existem rochas típicas de espelho de falha (*sliken face*), possuem degraus/steps (*slikenlines*) (Figura 12 a). A movimentação provocou a recristalização dos argilo-minerais, formando muscovita e clorita estiradas, dando origem a uma lineação restrita ao espelho de falha.

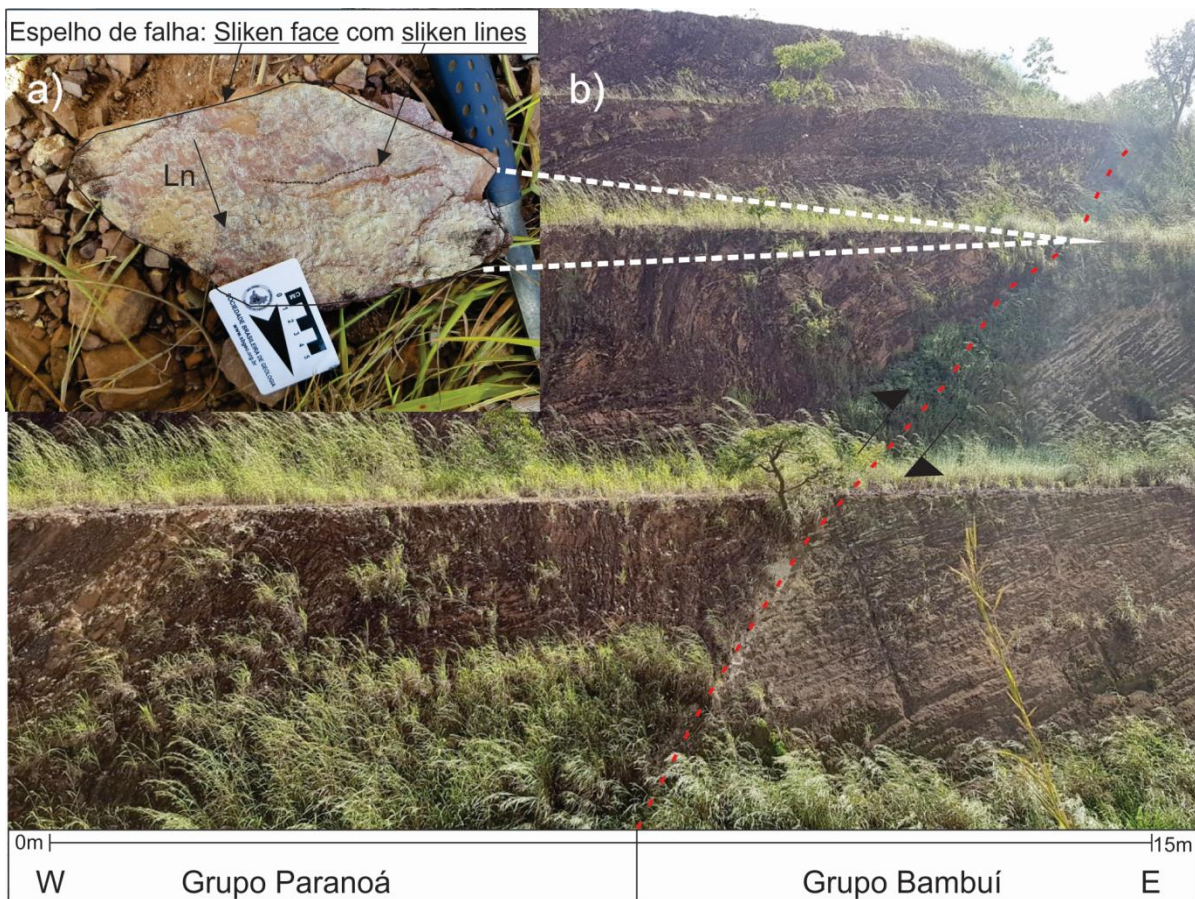


Figura 5.12. Falha de empurrão soerguendo o Grupo Paranoá sobre o Grupo Bambuí. a) Espelho de falha da área adjacente à zona de falha. Coordenada UTM, SIRGAS 2000, Zona 23K, 299204 mE - 8194180 mS.

Na área de estudo, o Grupo Canastra compreende a unidade com maior grau de metamorfismo, sendo encontrada na porção extremo oeste da subárea IV, onde ocorre uma falha reversa de baixo ângulo que coloca o Grupo Canastra acima do Grupo Paranoá. Apresenta a paragênese essencialmente de filitos composta por fengita + clorita em condições de formação de gradiente termal médio, temperaturas entre 250 e 300°C (Simões, 1996), pertencente à fácies iniciais do xisto verde.

## **6. POTENCIALIDADES ECONÔMICAS**

### **6.1. INTRODUÇÃO**

O presente capítulo visa apresentar as principais potencialidades econômicas da área do Projeto Unai 2020. A região está incluída em um cinturão de dobras e cavalgamentos localizado na porção externa da Faixa Orogênica Brasília, onde as rochas apresentam, de maneira geral, um baixo grau metamórfico. A ausência de corpos magmáticos expressivos e zonas de cisalhamento profundas minimizam o potencial de desenvolvimento de jazidas minerais. Logo, com o intuito de explorar as diversas atividades econômicas possíveis na região, serão discutidas as potencialidades geoeconômicas minerais e não-minerais.

### **6.2. POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS MINERAIS**

As potencialidades geoeconômicas minerais presentes na área de estudo abrangem ocorrências de Pb, Zn ± Cu, argilas, dolomito agrícola e agregados, fosfato, ouro e água mineral, como é observado nas áreas requeridas na região do Projeto Unai (Figura 6.1).

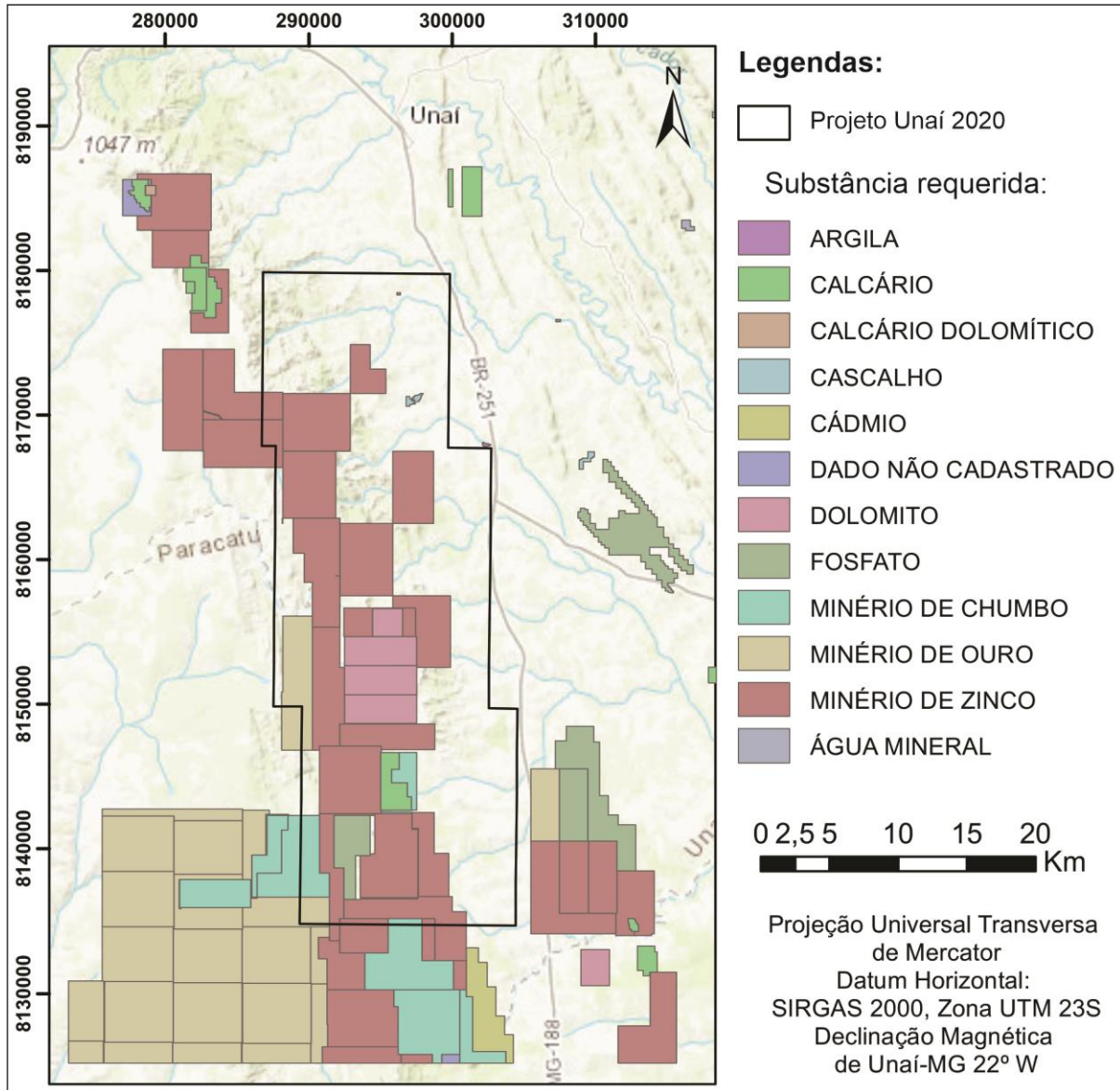


Figura 6.1. Mapa com as áreas requeridas, próximo do Projeto Unai 2020, para Agência Nacional de Mineração (ANM), com destaque nas substâncias minerais solicitadas.

### 6.2.1. Pb-Zn e Cu

As mineralizações de Pb-Zn e Cu associados com sistemas sedimentares-hidrotermais se formam em margens passivas (Classe *Mississippi-Valey-Type* - MVT) e em ambientes de rifteamento (*sedimentar exhalative polymetallic massive sulphides* - SEDEX).

Os depósitos do modelo MVT estão associados principalmente com margens passivas, onde soluções hidrotermais circulam em meio a rochas carbonáticas, como dolomitos e calcários. Os fluidos, que geralmente têm origem do embasamento, são enriquecidos em metais de Zn, Pb ± Cu na forma de cloretos e são transportados em por meio de falhas e fraturas por



gradiente de pressão ou gravidade. Uma vez que os fluidos bacinais possuem quase sempre as mesmas propriedades físico-químicas, existe uma relação entre os sistemas aquíferos com o depósito em questão, sendo que nos sistemas aquíferos carbonáticos, redutores, prevalecem depósitos de Zn e Cu. Os depósitos MVT são epigenéticos, ou seja, são formados após a formação das rochas hospedeiras, e são hospedados como corpos sulfídicos no interior de rochas carbonáticas, preenchendo espaços abertos como brechas, fraturas e poros, comportando-se com um stratabound. Além disso, os depósitos do tipo MVT podem ocorrer a partir da substituição das rochas hospedeiras, e a principal reação hidrotermal é a de dolomitização.

Os depósitos polimetálicos sedimentares exalativos do tipo SEDEX, formados em plataformas marinhas, em ambientes divergentes intracratônicos, geralmente se associam com sedimentos finos bacinais. Essas bacias anorogênicas, nas porções mais profundas, próximo das falhas normais, contêm águas anóxicas e enriquecidas em sulfeto de hidrogênio. Os fluidos mineralizados são oxidados e ricos em metais de Zn, Pb ± Cu, na forma de cloretos, e são transportados através das falhas normais por meio de gradiente termal. Dessa forma, quando os fluidos oxidados chegam até o ambiente anóxico, ocorre a precipitação dos metais em forma de esfaleritas e galenas interestratificadas com sulfetos de ferro e os sedimentos finos.

Através do presente trabalho, a área do projeto e onde se encontra os requerimentos da Figura 6.1, foram reclassificadas seguindo critérios de maior detalhe, comparado com o mapa da CPRM, mudando as unidades geológicas antes denominadas como Grupo Vazante. Portanto, segundo o modelo apresentado pelo Projeto Unaí, a área não tem potencial para depósitos de Pb e Zn do tipo Sedex ou MVT.

### **6.2.2. Argilas**

A ocorrência de argilas com potencial econômico está relacionada com os argilominerais formados durante os processos de pedogênese em ambientes hidromórficos, formados por pelitos da Formação Córrego do Barreiro, Grupo Paranoá, e da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. As argilas apresentam uma grande variedade de usos, incluindo a fabricação de telhas, tijolos, utensílios domésticos e para tratamentos estéticos.

### **6.2.3. Mármore e Dolomitos**

Tendo em vista que no Município de Unaí e Paracatu contém diversas propriedades rurais com lavouras, há demanda pela utilização de fertilizantes. Os mármore dolomíticos do Grupo Canastra (Figura 6.2), eventualmente, podem servir para produção de fertilizantes

destinados ao uso agrícola, de modo que quando beneficiados adequadamente apresentam efeitos positivos em solos pobres em nutrientes. As propriedades químicas dos solos podem ser corrigidas, como por exemplo, em controlar a acidez do solo, aumentando as concentrações de Ca e Mg e diminuindo a toxicidade do Al (Raymundo *et al.*, 2013).

Os dolomitos da Formação Córrego do Barreiro, do Grupo Paranoá, podem ser empregados na produção de brita destinada à construção civil. As britas podem ser utilizadas como material base para pavimentação de estradas, como componente do concreto e na fundação de edifícios. Interessante ressaltar que somente os dolomitos com ausência de estromatólitos podem ser utilizados com essa finalidade, pois os fósseis são considerados Bens Culturais segundo os artigos 63 e 64 da Lei 9.605 de 12/02/1998, logo, são protegidos como patrimônios naturais.

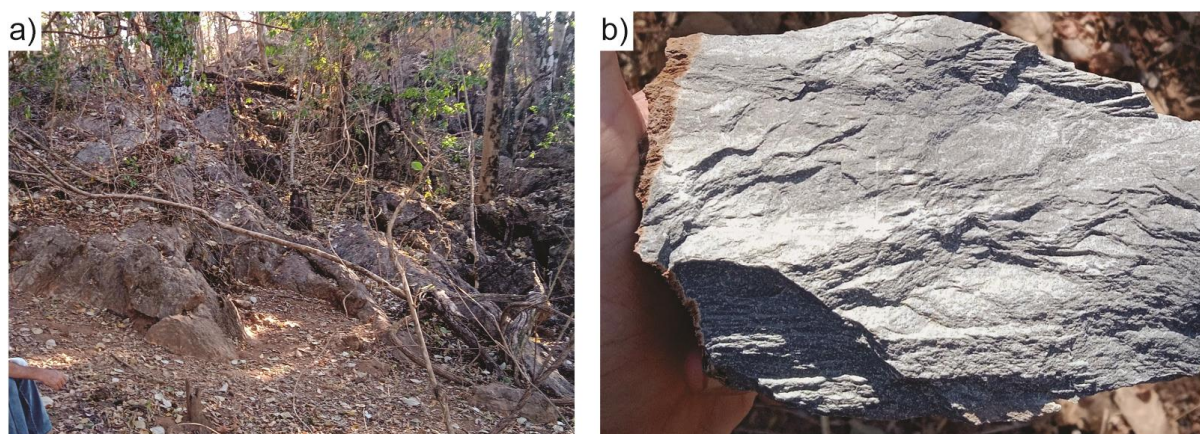


Figura 6.2. a) Dolomitos da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá com potencial de exploração, ponto 20; b) mármore da Fm. Serra do Landim do Grupo Canastra.

#### 6.2.4. Ouro

Os filitos carbonosos da Formação Paracatu do Grupo Canastra são conhecidos por apresentar ouro orogênico, como por exemplo, o depósito tipo Morro do Ouro, localizado em Paracatu/MG. Os depósitos de ouro orogênico, associados com ambientes convergentes de margens ativas, se formam desde a zona de deformação dúctil até a zona de deformação rúptil, de modo que a interface dúctil-rúptil, que coincide com a zona de metamorfismo da fácies xisto verde, é o intervalo que se forma os depósitos com maior teor de Au. Nessa interface dúctil-rúptil, zona que geralmente é o epicentro de abalos sísmicos, geralmente coincide com o domínio onde a pressão de fluido supera a pressão de confinamento, gerando um fraturamento hidráulico e formando estruturas de cisalhamento e extensionais como fraturas e juntas (Groves *et al.*, 2020). O sistema mineral de ouro-orogênico apresenta, de maneira geral, uma fonte de

fluido que é inicialmente transportada de maneira pervasiva, que em seguida acende canalizado ao longo de estruturas, como zonas de cisalhamento, falhas e fraturas. Esse sistema mineral contém corpos mineralizados sulfetados com, na maioria das vezes, pirita, pirrotita e arsenopirita.

A sul da área do Projeto Unai existem várias áreas requeridas para exploração de ouro, justamente em uma porção onde aflora o Grupo Canastra. Porém, na região do projeto aflora somente a Formação Serra do Landim, que apresenta níveis localizados de filitos carbonosos, além de não ocorrerem falhas estruturais profundas, que são fundamentais para transportar os fluidos hidrotermais enriquecidos em Au até a superfície.

#### **6.2.5. Fosfato**

O provável depósito de fosfato na região pode estar relacionado com os siltitos encontrados na Formação Sete Lagoas, base do Grupo Bambuí. Essa unidade é conhecida por apresentar um depósito fosfato associados com siltitos fosfatados, fosforitos estratificados, fosforitos brechados e fosforitos pedogênicos com teores elevados de  $P_2O_5$ , superiores que 24%, nas regiões de Campos Belos/GO e Arrais/TO (Monteiro, 2009). O minério de fosfato ocorre interdigitado com os siltitos que estão próximos do embasamento granítico, onde a deposição ocorreu em um regime transgressivo de uma bacia sedimentar restrita, associado com paleocanais irregulares e descontínuos. Porém, como na região do Projeto Unai 2020 foram evidenciados somente siltitos e margas do Grupo Bambuí que foram depositados acima do Grupo Paranoá, estudos mais detalhados ainda são necessários.

## **4.2. POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS NÃO MINERAIS**

As potencialidades geoeconômicas não-minerais da região incluem, principalmente, o ecoturismo e agropecuária. O ecoturismo representa um segmento promissor da atividade turística, que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural e cultural, com a missão de fomentar uma consciência ambiental através da interpretação do ambiente, em consonância com o desenvolvimento econômico local da comunidade.

A ocorrência de cachoeiras, cavernas e trilhas com cenários fascinantes na região, viabilizam o desenvolvimento de projetos destinados a esse segmento turístico, podendo proporcionar rotas planejadas e conhecidas para o público alvo. Na região contém cachoeiras

de grande porte com fácil acesso, o que permite captar um público alvo (Figura 6.3 a-b). Por meio de um mapeamento das cachoeiras e cavernas com potencial de visitação se torna possível idealizar a cataloga o dos destinos e assim apresentar para os visitantes de forma estruturada e seguindo procedimentos de segurança.

Uma série de cavernas estão associadas com os dolomitos da Forma o Córrego do Barreiro (Figura 6.3 f-g), sendo um interessante atrativo para as pessoas que apreciam a espeleologia. Para isto se tornar viável   indispensável um mapeamento das cavidades naturais, do treinamento de guias para conduzir os visitantes, bem como do apoio da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) e do Centro Nacional de Pesquisa e Conserva o de Cavernas (CECAV).

No que tange os solos espessos da região, especialmente os pelitos do Grupo Paranoá e do Bambuí,   um importante atrativo para os agropecuaristas (Figura 6.3 c). Acima dessas duas unidades já existem diversas terras destinadas para agropecuária, que inclui desde propriedades agrícolas familiares até produ o de grande escala com a utiliza o de pivôs centrais. Na subárea IV existem diversas propriedades com planta o de eucaliptos que são destinados para a constru o civil e para a fabrica o de carvão vegetal (Figura 6.3 d-e).

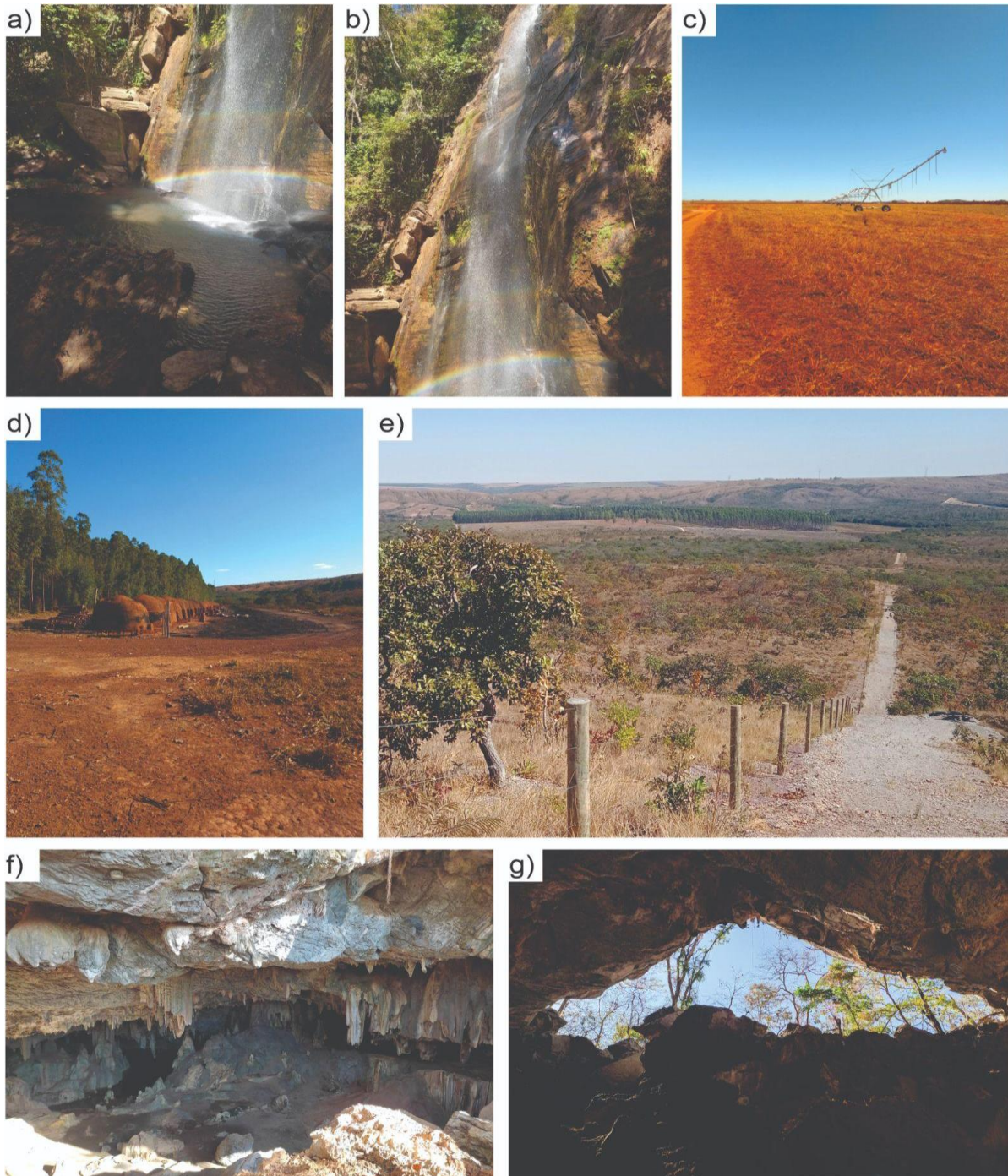


Figura 6.3. a-b) Cachoeira com potencial de abertura para turismo, coordenada UTM Zona 23K 293092mE - 8136314 mS (subárea XIV), c) área com relevo plano suave associado com latossolo, com presença de pivôs destinados a agricultura em larga escala, ponto TF20-IV-129; d) carvoaria com produção de carvão vegetal por meio da madeira dos eucaliptos, ponto TF20-IV-87; e) vista das plantações de eucalipto, nos quais são destinados a construção civil e a produção de carvão vegetal, ponto TF20-IV-50; f - g) cavernas naturais presentes nos dolomitos da Formação Córrego do Barreiro, coordenada UTM Zona 23 297894 mE / 8141500 mS.

## 7. ZONEAMENTO HIDROGEOLÓGICO

### 7.1. INTRODUÇÃO

O estudo do funcionamento hídrico dos materiais (rochas, saprolitos e solos) é fundamental para a gestão e planejamento do uso dos recursos hídricos de uma região, principalmente as que apresentam forte sazonalidade climática e alta taxa de ocupação da superfície. Em períodos de seca, é a descarga de base que é responsável pela manutenção das vazões das nascentes e a perenidade das drenagens superficiais (Campos *et al.*, 2006).

O zoneamento hidrogeológico tem a função de compartimentar o arcabouço geológico em função dos conjuntos de tipos de rochas, dos blocos com contexto tectônico similar, dos padrões de relevo, da densidade de drenagem e conjunto de direções preferenciais de lineamentos e fraturas que controlam a rede de drenagem (Maia *et al.*, 2009). O Zoneamento tem o intuito de definir os sistemas de fluxo e aquíferos com características similares e potenciais hídricos distintos. Essa compartimentação individualiza unidade hidroestratigráfica (UH), que de acordo com Seaber (1982; 1986; 1988) significa um “um corpo rochoso distinto por sua porosidade e permeabilidade” distinguido de acordo com sua nomenclatura estratigráfica estabelecida. Com isso Seaber define que “unidades hidroestratigráficas podem ocorrer em uma ou mais unidades estratigráficas, aloestratigráficas, pedoestratigráficas e litodêmicas”.

A aquisição de dados foi obtida por meio de lineamentos estruturais identificados por sensoriamento remoto, mapeamento geológico e pedológico da área, considerações a respeito da geomorfologia, aspectos climáticos, vazão, regularização e perenidade dos cursos d’água, além de dados disponibilizados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS).

Este capítulo, devido a escassez de dados quantitativos, de poços tubulares profundos, de testes de bombeamento ou de ensaios de infiltração, tem por objetivo expor características quanto às unidades hidroestratigráficas (UH) para demonstrar o potencial hidrogeológico da região e a caracterização geral dos aquíferos da área do Projeto Unai, e secundariamente apresentar o mapa de zoneamento hidrogeológico proposto. A partir da interpretação e interpolação dos dados adquiridos propõem-se a distinção de três domínios aquíferos com porosidades distintas. O Intergranular ou Freático foi dividido em dois sistemas aquíferos denominados de Sistema FI1 e Sistema FI2. O Domínio Fraturado, em função do comportamento reológico das suas rochas foi dividido em nomeados como Sistema Fraturado Profundo 1 FP1 e Sistema Fraturado Profundo 2 FP2. O terceiro domínio é representado pelo

Domínio Físsuro-cárstico, composto pelo Sistema FC.

## 7.2. POÇOS TUBULARES

No Portal SIAGAS (mantido pelo Serviço Geológico do Brasil) são apresentados dados 38 poços tubulares cadastrados que estão localizados no interior ou nas proximidades da área do Projeto Unai (Tabela 7.1), porém os dados são, em sua grande maioria, incompletos e desatualizados, de modo que a data de perfuração é entre 1977 e 2001. Dos 38 poços tubulares, 33 apresentam diâmetro da boca do tubo de revestimento igual a 6 polegadas, outros dois que são cisternas contém diâmetro igual a 1 m. Somente 28 poços contém registros acerca da profundidade do poço, igual a 52 m e a máxima igual a 185 m e a média é igual a 100 m. Em relação às duas cisternas cadastradas, uma apresenta profundidade de 15,4 m e a outra de 25,5 m. Somente um poço contém informações completas acerca dos dados construtivos (Figura 7.1). Na subárea XI existe um poço tubular profundo com revestimento de PVC Geomecânico e ausência de laje de proteção sanitária (Figura 7.4b). A Tabela 7.1 contém dados de 18 poços com informações sobre diâmetro, profundidade, nível estático, nível dinâmico, vazão específica e vazão após estabilização.

Tabela 7.1. Informações de poços tubulares disponibilizadas no Portal SIAGAS. Vazão Específica em m<sup>3</sup>/h/m e Vazão Após Estabilização em m<sup>3</sup>/h. NE e ND em metros.

Código do Poço	Nome (prefixo)	Diâmetro (polegadas)	Profundidade (m)	Data teste	ND	NE	Vazão Específica	Vazão Após Estabilização
3100015256	077	6	120	25/09/98	64	11	0,377	20
3100015257	078	6	120	26/09/98	48	15	0,455	15
3100015258	079	6	132	27/09/98	72	21	0,202	10,28
3100015259	080	6	90	28/09/98	48	14	0,706	24
3100015269	090	6	95	01/08/99		11		20
3100015411	235	6	101,5	11/11/99		10,9		8
3100015417	241	6	107	12/11/99		27		6,8
3100015419	243	6	123	12/11/99		18,8	7	
3100015422	246	6	78	01/01/98		32		13
3100015423	247	6	66	16/11/99		33		5
3100015424	248	6	82	16/11/99		14,8		12
3100015425	249	6	52	16/11/99		12,7		17,2

*Projeto Unai - Subárea IV*

3100015437	262	6	100	01/01/89	50	27	0,217	5
3100015438	263	6	87	04/09/99	57	13	0,048	2,1
3100019439	08		94	21/11/01	28,1	11,5	1,033	17,14
3100019440	09		84	17/11/01	24,9	12,1	1,698	21,82



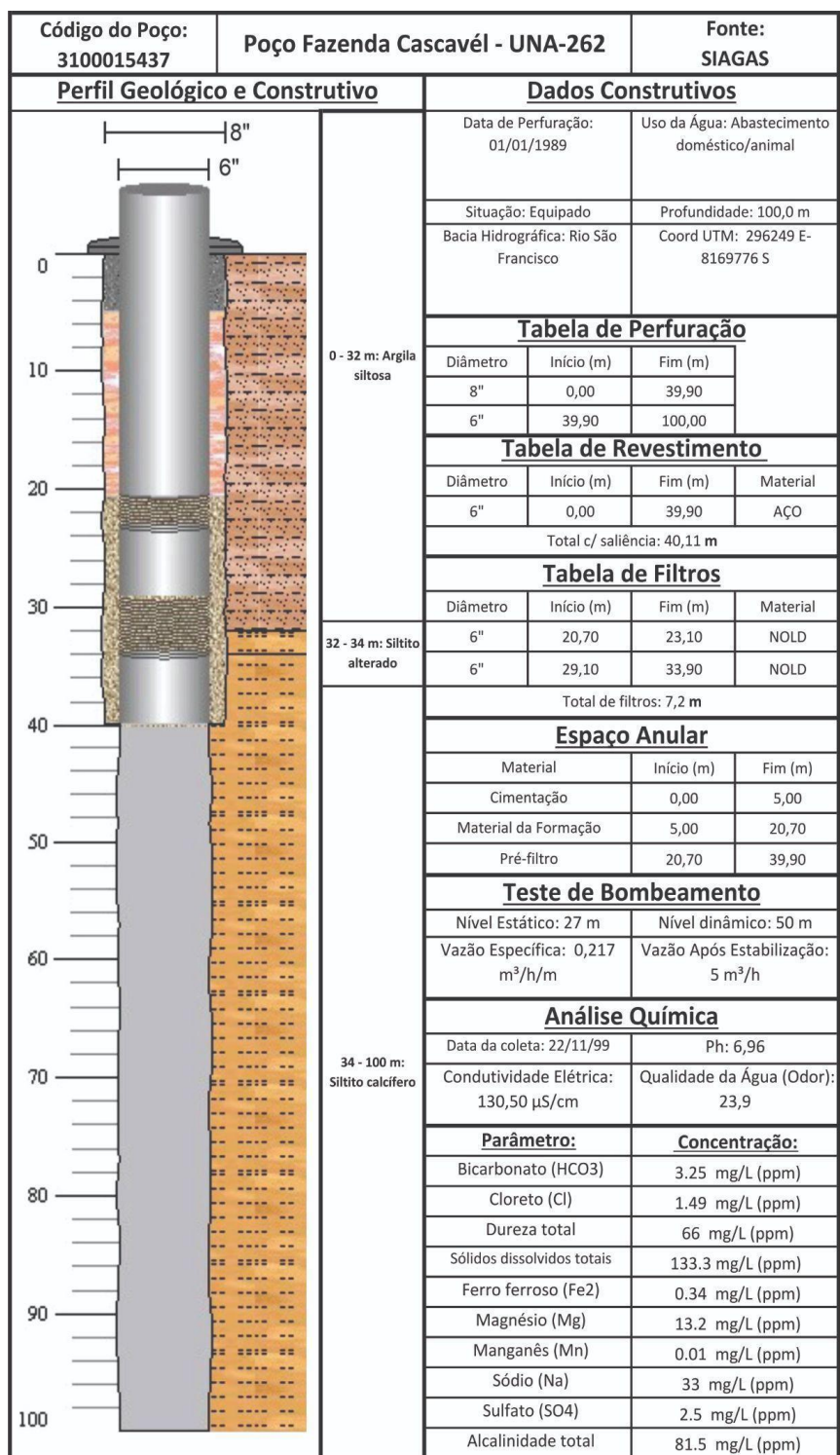


Figura 7.1. Informações acerca do poço número 3100015437 registrado no portal SIAGAS, localizado no interior da subárea III.

### 7.3. UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS

A compartimentação da área em diferentes unidades hidroestratigráficas foi baseada em aspectos geológicos, petrográficos, pedológicos, estruturais, de vazão, regularização e

perenidade dos cursos d'água superficiais, dentre outras informações, de modo que foram separados três domínios hidrogeológicos: freático ou intergranular; fraturado; e fissuro-cárstico. Essa subdivisão hidrogeológica está exposta no “Mapa de Zoneamento Hidrogeológico - Projeto Unaí”, com a representação dos poços tubulares da região, lineamentos estruturais, rede de drenagem e isoietas da pluviosidade média anual entre 1977 e 2006 (Figura 7.2 e Mapa Hidrogeológico em Anexo). Em relação aos lineamentos estruturais que podem estar relacionados com fraturas, dobras e direção do mergulho do acamamento/foliação apresentam direção preferencial NNW. Interessante ressaltar que em uma drenagem seca associada com o Membro Ribeirão da Porteira do Grupo Quilombo foi possível visualizar uma “nascente” de água em meio a uma fratura subhorizontal. A Tabela 7.2 contém os diferentes domínios e sistemas hidrogeológicos presentes na área do Projeto Unaí - TF 2020.

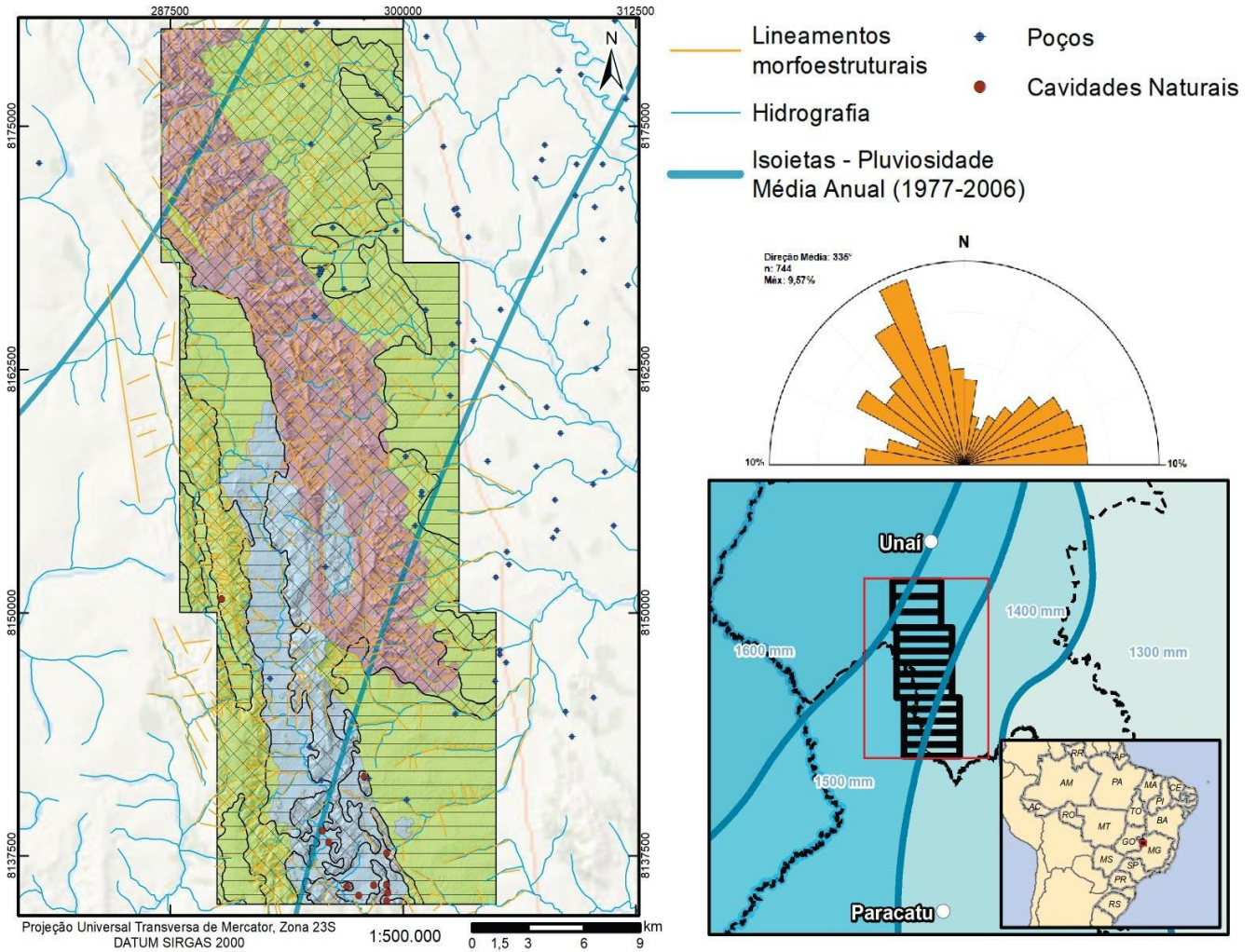




Figura 7.2. Mapa de Zoneamento Hidrogeológico do Projeto Unaí - TF 2020, com lineamentos morfoestruturais, rede de drenagem, isoietas, poços, cavidades naturais e roseta de fraturas. A Tabela 1.2 representa a legenda dos domínios e sistemas hidrogeológicos ilustrados.

Tabela 7.2. Zoneamento hidrogeológico do Projeto Unaí - TF 2020, com descrição do comportamento hidrogeológico de cada meio, bem como o potencial de cada aquífero.

Domínios	Sistema	Características
Freático ou Intergranular	 F11	Aquíferos relacionados a solos espessos: latossolos, argissolos e nitossolos. Apresentam alta condutividade hidráulica (K), da ordem de $10^{-6}$ m/s e alta transmissividade (T), da ordem de $10^{-5}$ m <sup>2</sup> /s.
	 F12	Aquíferos relacionados a solos pouco espessos: cambissolos, neossolos litólicos e plintossolos. Apresentam condutividade hidráulica (K) variável, da ordem de $10^{-7}$ a $10^{-8}$ m/s. Comumente não possuem zona saturada.
Fraturado	<b>FPI (rúptil)</b>	Aquíferos homogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica ( $K \approx 10^{-7}$ m/s) e transmissividade ( $T \approx 10^{-5}$ m <sup>2</sup> /s) moderados. O fluxo é laminar. As principais rochas reservatório são os ritmitos psamo-pelíticos do Membro Ribeirão da Porteira (MPQrp)/Formação Quilombo.

	<p style="text-align: center;"><b>FP2 (dúctil)</b></p>	<p>Aquíferos homogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica (<math>K \approx 10^{-3} \text{ m/s}</math>) e transmissividade (<math>T \approx 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}</math>) baixos, onde (<math>K_x \approx K_y</math>) &lt; <math>K_z</math>. O fluxo é laminar. As principais rochas do reservatório são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os filitos, quartzitos, e mármore da Formação Serra do Landim (MPCsl)/Grupo Canastra;</li> <li>• Os siltitos (MPPcbS - localizados na parte norte) da Formação Córrego do Barreiro/Grupo Paranoá;</li> <li>• Os ritmitos pelito-psamíticos do Membro Ribeirão do Franco (MPQrf)/Formação Quilombo;</li> <li>• Os siltitos, margas, e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas (NPBsl)/Grupo Bambuí.</li> </ul>
<p>Físsuro-Cárstico</p>	<p style="text-align: center;"><b>FC</b></p>	<p>Aquíferos heterogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica (<math>K \approx 10^{-6} \text{ m/s}</math>) e transmissividade (<math>T \approx 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}</math>) altos, dependendo da dissolução e conectividade entre as fraturas. O fluxo é laminar e turbulento. As principais rochas do reservatório são os dolomitos (MPPcbD), arenitos (MPPcbA) e siltitos (MPPcbS - localizados na parte sul) da Formação Córrego do Barreiro/Grupo Paranoá.</p>

### 7.3.1. DOMÍNIO FREÁTICO OU INTERGRANULAR

Os aquíferos do domínio freático são definidos por apresentarem porosidade primária, intergranular, isto é, a água ocupa os espaços entre os minerais constituintes das rochas e solo. Parâmetros físicos e hidrodinâmicos controlam a dinâmica desse tipo de aquífero com destaque para condutividade hidráulica, espessura saturada, estrutura, granulometria, transmissividade e coeficiente de armazenamento. Esses parâmetros estão diretamente associados à geologia e geomorfologia nos quais cada tipo de solo está inserido. Em função dos parâmetros dimensionais, esse domínio foi dividido em dois sistemas denominados sistema FI1 e FI2.

O sistema FI1 é definido como aquíferos relacionados a solos espessos, incluindo na área de estudo: latossolos, argissolos e nitossolos (Figura 7.3a). Apresentam alta condutividade hidráulica, da ordem de  $10^{-6} \text{ m/s}$ , alta transmissividade (T), da ordem de  $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  e como são aquíferos livres seu coeficiente de armazenamento é da ordem de  $10^{-1}$ .

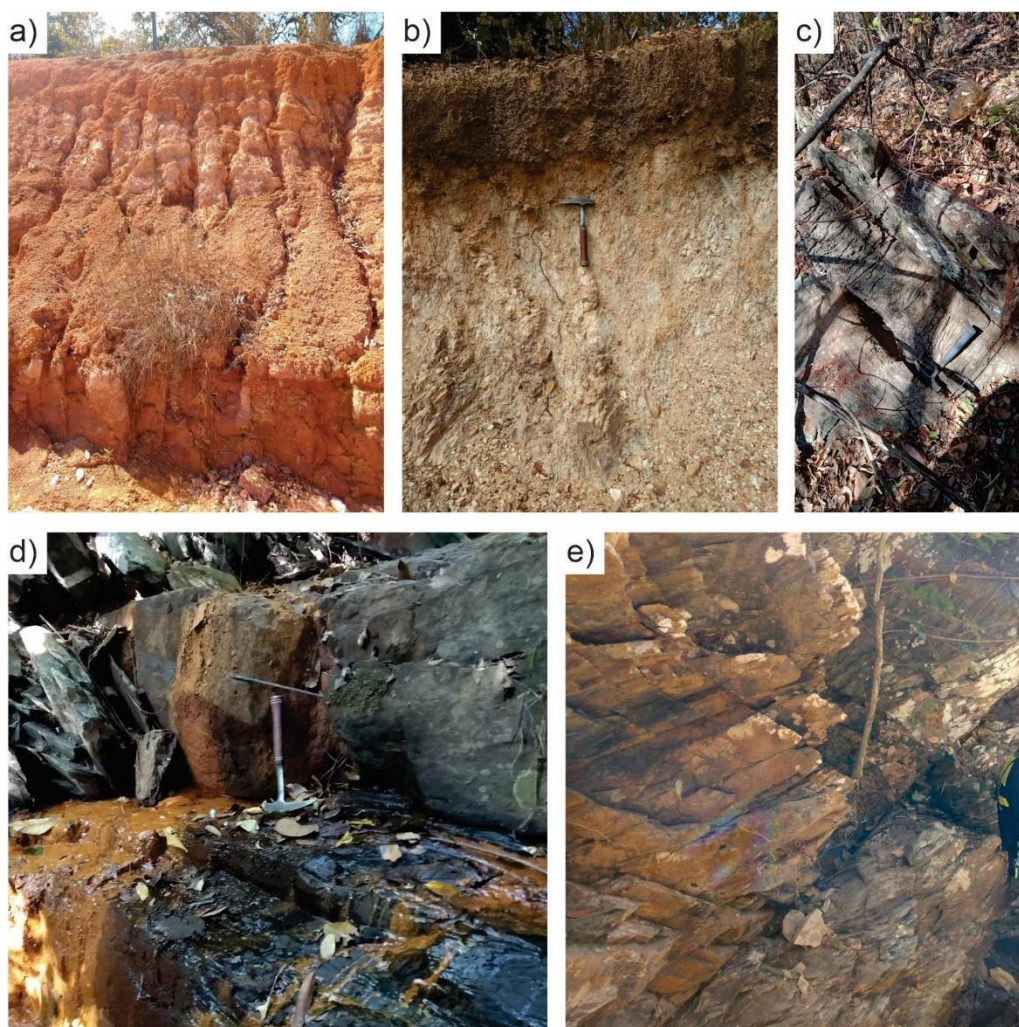


Figura 7.3. a) Latossolo proveniente da alteração de margas do Grupo Bambuí, representante do Sistema FI1 do Domínio Freático; localizada no ponto TF20-IV-156; b) cambissolo háptico proveniente do intemperismo de rochas do Membro Ribeirão da Porteira, representante do Sistema FI2 do Domínio Freático, localizado no ponto TF20-IV-99; c) dolomito estromatolítico com presença de fraturas que passaram por processos de dissolução, rocha do Membro Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, representante do Sistema FC do Domínio Físsuro-Cárstico, localizada no ponto TF20-IV-145; d) ritmito psamopelítico do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo, representante do Sistema FP1 (rúptil) do Domínio Fraturado, rocha com alívio de fratura subhorizontal com percolação de água, localizada no ponto TF20-IV-94; e) siltito cinza fraturado da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, representante do Sistema FP2 (dúctil) do Domínio Fraturado, localizada no ponto TF20-IV-118.

O sistema FI2 é caracterizado como aquíferos relacionados a solos pouco espessos: cambissolos, neossolos litólicos e plintossolos (Figura 7.3b). Apresentam condutividade hidráulica variável, da ordem de  $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  m/s localmente podem ser confinados e comumente não apresentam zona de saturação. Nestes aquíferos as funções reguladoras e filtro sobressaem sobre a função armazenadora.

### **7.3.2. DOMÍNIO FRATURADO**

Os aquíferos do domínio fraturado são definidos como meios rochosos de porosidade secundária, ou seja, o armazenamento e reabastecimento é feito por descontinuidades planares como planos de fraturas, juntas, microfraturas, falhas ou zonas de cisalhamento e de acamamento. O diagrama de roseta dos lineamentos morfoestruturais (Figura 7.2; Mapa em anexo), com população de 774 lineamentos, ilustra uma direção preferencial de N25W, e direções secundárias N50-60W. As suas zonas de intersecção representam as regiões de maior potencial de acumulação e circulação hídrica. Esse domínio foi dividido em Sistema Fraturado Profundo 1 - FP1, em que as rochas apresentam comportamento reológico rúptil e Sistema Fraturado Profundo 2 - FP2, no qual as rochas tem caráter mais dúctil quando submetida a deformação.

O sistema rúptil FP1 é constituído por aquíferos homogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica ( $K \approx 10^{-7}$  m/s) e transmissividade ( $T \approx 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s) moderados, além de fluxo laminar. As principais rochas reservatório são os ritmitos psamo-pelíticos do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo (Figura 7.3 d).

O sistema dúctil FP2 é composto por aquíferos homogêneos, anisotrópicos e com fluxo laminar, com valores de condutividade hidráulica ( $K \approx 10^{-3}$  m/s) e transmissividade ( $T \approx 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s) baixos, onde ( $K_x \approx K_y$ ) <  $K_y$ . As principais rochas reservatório são os filitos, quartzitos, e mármore da Formação Serra do Landim, Grupo Canastra; os siltitos (localizados na porção norte da área do projeto) da Formação Córrego do Barreiro, Grupo Paranoá (Figura 7.3 e); os ritmitos pelito-psamíticos do Membro Ribeirão do Franco, Formação Quilombo; e os siltitos, margas, e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas, do Grupo Bambuí.

### **7.3.3. DOMÍNIO FISSURO-CÁRSTICO**

Os aquíferos do domínio cárstico são definidos como meios de porosidade mista que incluem com rochas carbonáticas e siliciclásticas. Os dolomiticos sofrem processos de dissolução, permitindo que a água circule tanto pelas estruturas tectônicas, quanto pelas cavidades dissolvidas pela percolação de água. Os aquíferos do domínio fissural são caracterizados pela circulação de água em meio às fraturas, juntas e zonas de cisalhamento, como falhas de empurrão e de transcorrência. Logo, a Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, que contém uma associação de rochas psamo-pelíticas carbonatadas, foi inserida no domínio aqui denominado como fissuro-cárstico, que compreende um aquífero formado por dois tipos de porosidade secundária.

Esse domínio, na área de estudo, é constituído por aquíferos heterogêneos e fortemente anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica da ordem de  $10^{-6}$  m /s e transmissividade elevada ( $T \approx 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s), em função do grau de dissolução cárstica e conectividade entre as fraturas. O fluxo é simultaneamente do tipo laminar e turbulento. As principais rochas do reservatório são os dolomitos (Figura 7.3 c), arenitos e siltitos da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá (localizados na porção sul da área do projeto).

#### **7.4. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A área do Projeto Unaí apresenta regiões com diferentes potenciais de armazenamento de recursos hídricos subterrâneos, que contém valores de condutividade hidráulica variável na ordem de  $10^{-5}$  a  $10^{-8}$  m/s, e vazão média de 13,15 m<sup>3</sup>/h, obtida a partir do registro de 15 poços tubulares no portal SIAGAS.

A utilização desses recursos, segundo o Sistema de Informação de Água Subterrânea, é focada principalmente na agropecuária, porém, os dados estão desatualizados e incompletos. A quantidade real de poços na região provavelmente deve ser maior que os poços registrados no Portal SIAGAS, uma vez que nem todos os proprietários rurais fazem a outorga junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), fator que dificulta a fiscalização e monitoramento da taxa de exploração de água que está sendo retirada de cada aquífero.

Logo, seria aconselhável que o IGAM em parceria com a Agência Nacional das Águas (ANA) enviasse profissionais para visitar a sede das propriedades rurais e conferir se os poços estão outorgados, além de mostrar a importância de construir os poços de maneira correta, ou seja, instalando com laje de proteção sanitária, cimentando o espaço anelar dos metros iniciais e utilizando pré-filtros adequados. Notar que o poço tubular profundo representado na Figura 7.4b não contém laje de proteção sanitária, o que aumenta o risco de contaminação da água no interior do poço, principalmente nos períodos chuvosos.

As unidades geológicas que apresentam maior potencial de recarga dos aquíferos são, de maneira geral, o Grupo Paranoá ( fácies pelítica) e o Grupo Bambuí, por se tratarem de domínios caracterizados por apresentarem solos espessos, como latossolos. Portanto, a preservação da vegetação natural nesses dois grupos é fundamental para manter a taxa de infiltração elevada, fato que nem sempre ocorre devido ao excessivo uso da terra para a agropecuária, o que promove uma compactação do solo e aumento do escoamento superficial.

A construção de barragens de água é uma prática muito comum na região (Figura 7.4 a), sendo que caso não seja construída de maneira adequada pode promover diminuição da

vazão das drenagens ou até mesmo sua exaustão, o que pode promover conflitos entre os proprietários das barragens e os donos de propriedades que ficam a jusante ao longo das drenagens. O reservatório de água da Figura 7.4c fica localizado em uma fazenda de grande porte, sendo que água reservada é proveniente do bombeamento de drenagens, fato que pode diminuir a vazão dos rios das proximidades e diminuir a disponibilidade de água para as propriedades vizinhas. Essas barragens e reservatórios de grande porte demonstram a existência de uma preocupação de produtores rurais em armazenar água para os períodos de seca. Logo, a conscientização da população local é fundamental para a mitigação dos problemas relacionados com recursos hídricos.

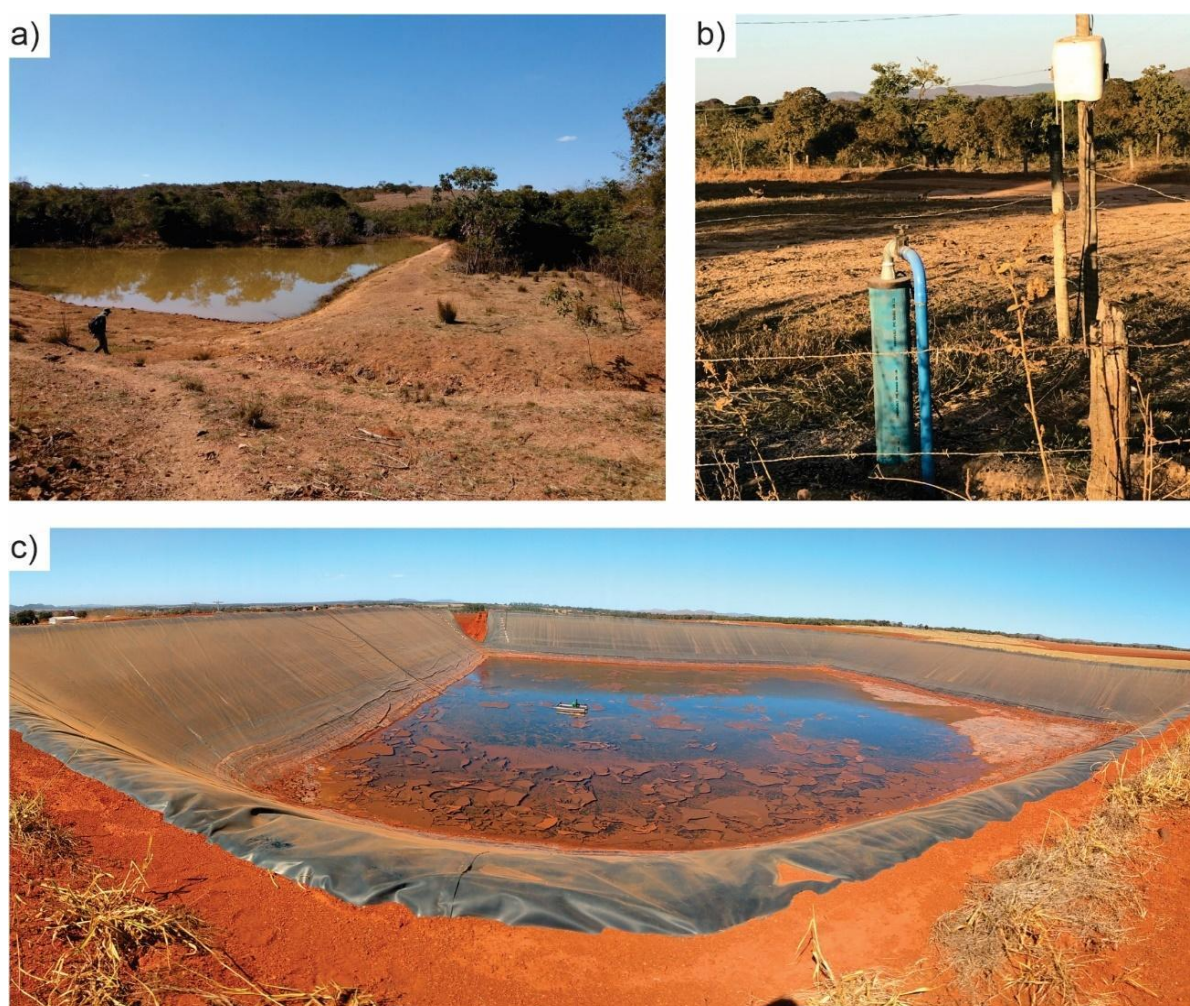


Figura 7.4. a) barragem em drenagem localizada no ponto TF20-IV-30; b) poço tubular profundo com revestimento de PVC geomecânico, localizado na subárea XI; c) reservatório de água destinado a irrigação, água bombeada de drenagens da região, localizada no ponto TF20-IV-128.



## 8. EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

### 8.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como finalidade sugerir um modelo evolutivo geotectônico no qual o Projeto Unaí está inserido, fundado a partir dos conhecimentos e dados apresentados no decorrer deste trabalho. O modelo está relacionado com as informações integradas das outras subáreas do projeto e da revisão bibliográfica derivada de trabalhos anteriores, apresentados no Capítulo 2 - Geologia Regional.

A utilização da seção sísmica, R0240 - São Francisco - 045 - PSTM, cedida pela Agência Nacional de Petróleo, auxiliou na interpretação dos domínios geológicos não aflorantes juntamente com informações regionais e exposições de rochas aflorantes, sendo segmentada desde Cristalina, a leste do Estado de Goiás, até próximo de Bonfinópolis de Minas, a leste. A diferenciação litológica determinada na seção sísmica indica um contexto de dobras e cavalgamentos compostas por falhas reversas que inverteram estratigraficamente as sequências sedimentares da região (Figura 8.1).

A área do projeto é desenvolvida em um embasamento cristalino de idade riaciana dispendo falhas e fraturas originadas por tectonismo extensional Estateriano. Da mesma forma está inserida em um contexto evolutivo de bacia do tipo rifte intracontinental com ciclo iniciado durante o Paleo/Mesoproterozoico, no qual o Grupo Araí representa a base. Esta unidade é formada, em bacia do tipo rifte Estateriana e composta por rochas metassedimentares e metavulcânicas bimodais. Acima, deposita-se o Grupo Traíras, com ocorrência de falhas reativadas no paleorifte, desenvolvido por sequência marinha, constituindo por uma bacia do tipo *sag* Caliminiana (Martins-Ferreira, 2018). Na porção exposta nas subáreas do projeto, compreende a Formação Quilombo de idade Ectasiana, desenvolvida em bacia intracratônica do tipo *sag* (Toscani *et al.*, 2021) e compreende sequências turbidíticas vulcanossedimentares formada em contexto de mar profundo. Em seguida o Grupo Paranoá em contexto de bacia de margem cratônica interligada com bacia intracratônica *sag* Esteniano, que compreende uma sucessão psamo-pelito-carbonatada. O Grupo Canastra representa uma sequência típica de águas profundas em ambiente de sedimentação típico de margem passiva, e possui idade correlata ao Grupo Paranoá. Por fim, o Grupo Bambuí representa uma bacia do tipo *foreland* Ediacarano, formado por uma sucessão pelito-carbonatada com arcóseos.

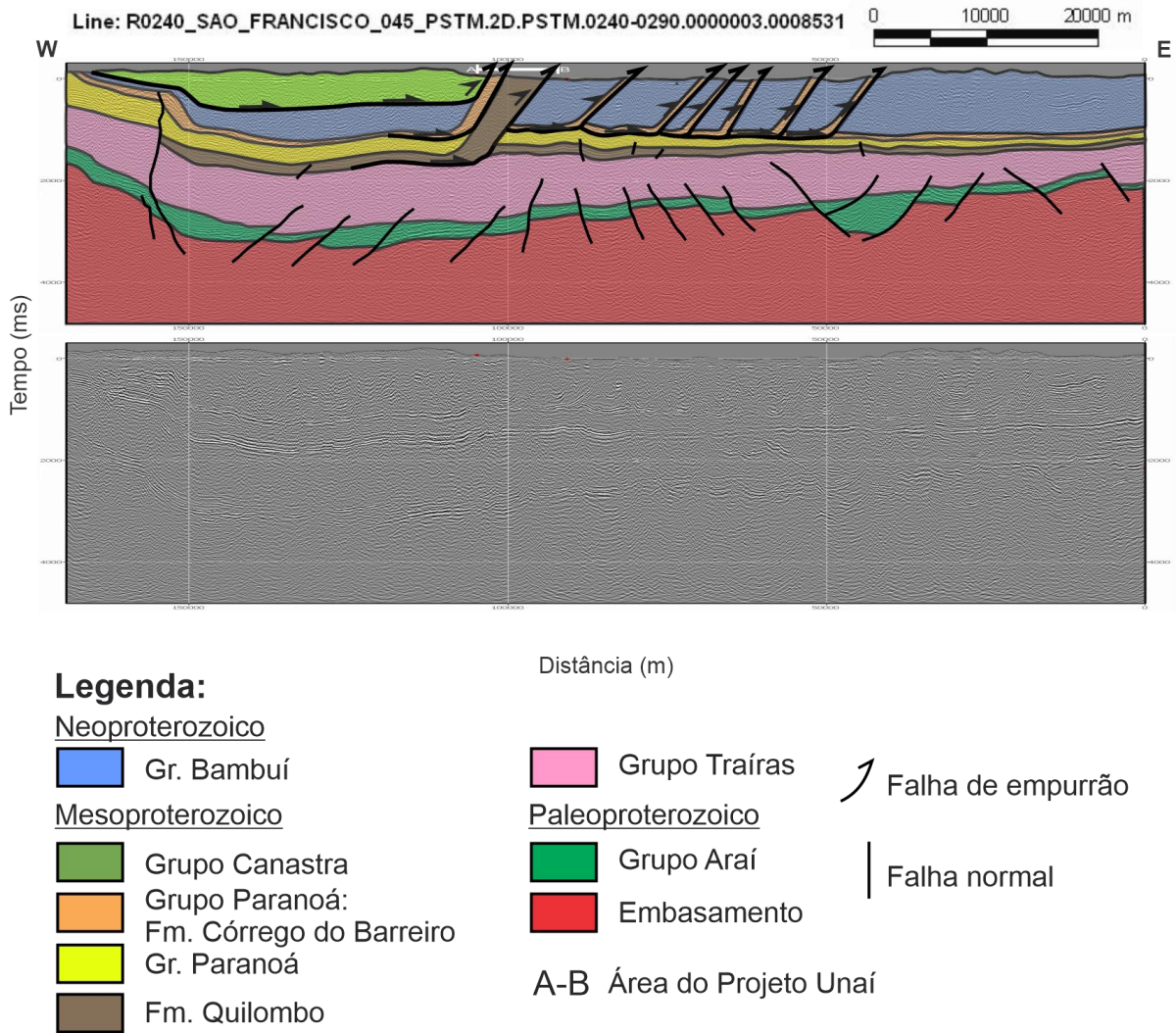


Figura 8.1. Interpretação da seção sísmica, R0240 - São Francisco - 045 - PSTM, cedida pela Agência Nacional de Petróleo.

## 8.2. CONTEXTO GEOLÓGICO NÃO-AFLORANTE

O contexto geológico não aflorante na área do Projeto Unai pode ser interpretado como um embasamento granítico siálico, as rochas vulcano-sedimentares do Grupo Araí e pelas rochas sedimentares do Grupo Traíras, conforme pode ser observado na interpretação sísmica da Figura 8.1.

A evolução geotectônica do embasamento Riacciano, com idades entre 2,3 Ga a 2,05 Ga (Moura, 2018), serviu de base para a deposição das unidades seguintes. A partir de afloramentos localizados a norte da Formação Quilombo e da área do projeto, Moura (2018) identificou ocorrências de rochas correspondentes a esse embasamento.

O embasamento siálico Riacciano, interpretado por Moura (2018), contém rochas com natureza granítica e com composição tonalítica a granodiorítica, de idade de cristalização entre  $2147 \pm 5$  Ma e  $2140 \pm 4$  Ma, obtido através da análise de cristais de zircão. Este segmento é

interpretado como altos paleogeográficos que serviram de substrato para a deposição das unidades sobrepostas. Com base nas rochas aflorantes, a partir de estudos geoquímicos e petrográficos permitem a correlação com granitos tipo-S interpretados como de ambiente de arco magmático (Moura, 2018).

O Grupo Araí é uma sequência do tipo rifte intracontinental depositada durante a Tafrogênese Estateriana, em torno de 1.80 e 1.77 Ga no Paleoproterozoico. Este evento é associado a uma sedimentação continental e magmatismo extrusivo de natureza bimodal (Martins-Ferreira, 2017).

A sedimentação do grupo ocorreu em um ambiente desértico associado com leques aluviais e rios entrelaçados. Dentro da sequência existem associações representantes da fase pré-rifte (Figura 8.2 a) e da fase sin-rifte (Figura 8.2 b). Essas rochas foram depositadas acima do embasamento cristalino com presença de falhas normais com direção NS delimitadas por *grabens* e *horsts*.

O Grupo Traíras, associado com uma bacia do tipo *sag* calimiana, abrange uma sequência de primeira ordem composta por sedimentos siliciclásticos e mistos plataformais influenciados por marés (Martins-Ferreira *et al.*, 2018) (Figura 8.2 c). A sedimentação ocorreu em torno de 1,54 Ga, no mesoproterozoico, onde existe uma discordância entre a base do Grupo Traíras e o topo do Grupo Araí.

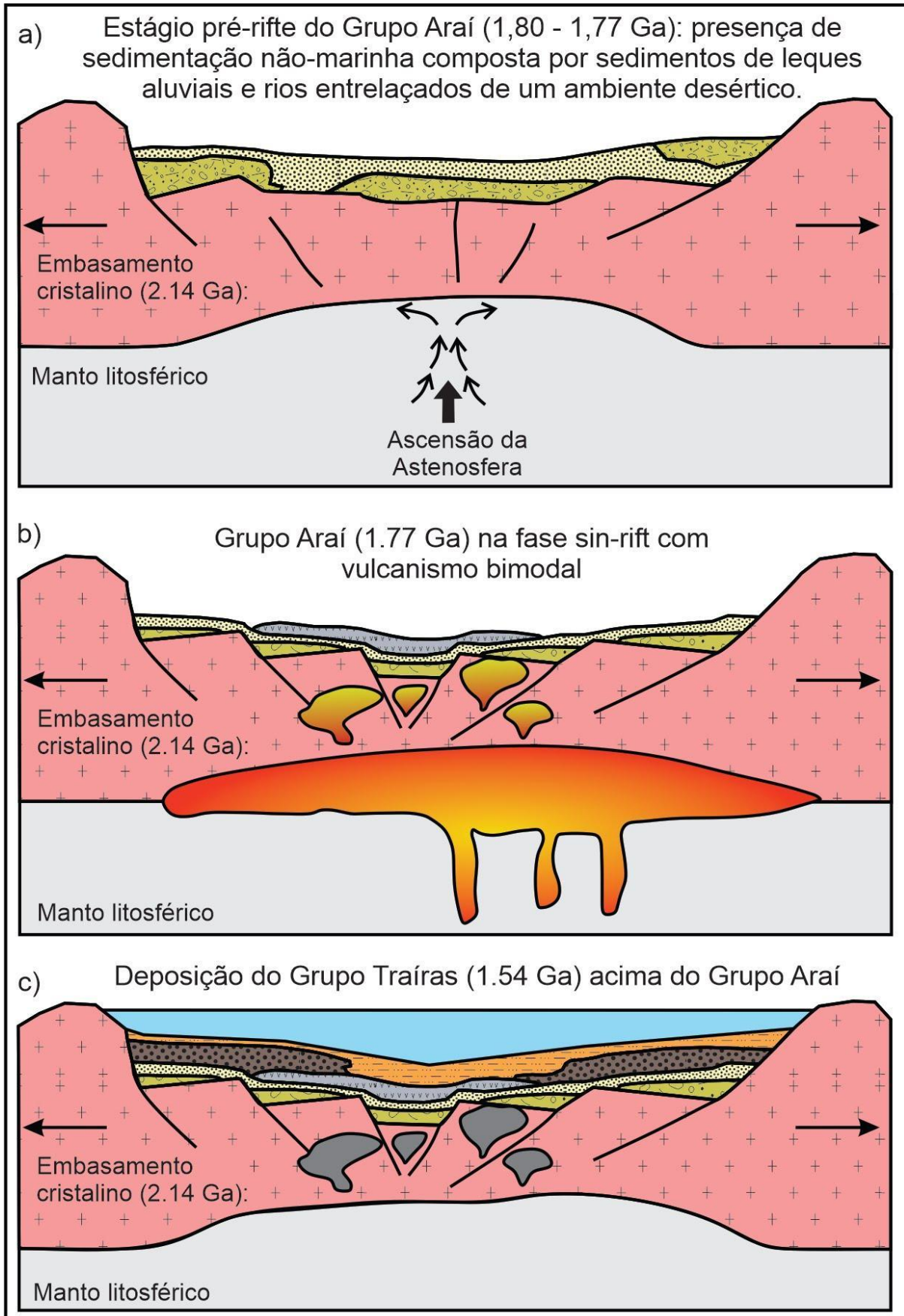


Figura 8.2. Ilustração esquemática do contexto geotectônico não aflorante; observar que o embasamento cristalino apresenta idade de 2.14 Ga e que as sedimentações foram todas siálicas, ou seja, acima da

crosta continental. a) Representação da deposição do Grupo Araí na fase pré-rifte (1.8 Ga), onde em um ambiente desértico continental ocorreu a sedimentação associada com leques aluviais e rios entrelaçados; b) fase sin-rifte do Grupo Araí (tafrogênese Estateriana de 1.77 Ga), com a formação das falhas normais, *horsts* e *grabens* associados com um vulcanismo bimodal; c) deposição do Grupo Traíras, associado com uma bacia do tipo sag Calimiana (1,54 Ga), abrange uma sequência de primeira ordem composta por sedimentos siliciclásticos e mistos plataformais influenciados por marés. Modificado de Martins-Ferreira (2017).

### 8.3. CONTEXTO GEOLÓGICO AFLORANTE

O contexto geológico aflorante na região próxima de Unai é representado pelas rochas turbidíticas vulcanosedimentares da Formação Quilombo, as associações psamo-pelíticas-carbonatadas do Grupo Paranoá, os filitos do Grupo Canastra e as rochas pelito-carbonatadas do Grupo Bambuí.

A Formação Quilombo, que sucede o grupo não aflorante Traíras, está relacionado a turbiditos formados no sopé do talude em contexto de mar profundo, com presença de rochas vulcânicas de composição intermediária a ácida, abrangendo dacitos, andesitos e riolitos (Figura 8.3 a). A porção mais distal da formação, representada pelo Membro Ribeirão do Franco, apresenta uma maior ocorrência das rochas originadas por vulcanismo explosivo subaquático, mas ocasionalmente encontrada no Membro da Ribeirão da Porteira. Dados geocronológicos obtidos em cristais de zircões gerados em rochas vulcânicas intermediárias permitem inferir um evento de vulcanismo na Formação Quilombo de idade U-Pb máximas de  $1394 \pm 9$  Ma, durante o período Ectasiano (Moura, 2018; Campos *et al.*, 2021). Dados concretos ainda são cruciais para restringir de forma categórica o ambiente geotectônico das unidades da Formação Quilombo, podendo estar contidas na bacia intracratônica do tipo *sag* (Toscani *et al.* 2021).

O Grupo Paranoá, instalado acima da Formação Quilombo na área de estudo (Figura 8.3 b), ainda não tem uma concordância a respeito do seu processo evolutivo, sendo tido pela maioria dos autores como relacionado a ambiente de margem passiva (Matteini 2012, Campos *et al.*, 2013, Pimentel 2016, Fuck *et al.* 2017). Entretanto, a ausência de elementos característicos de margem passiva nesta sucessão como sedimentos restritos a águas profundas, ofiolitos e, principalmente, a inexistência de prisma miogeoclinal, impossibilita defini-lo como sendo resultado de uma bacia de margem passiva *stricto sensu* (Martins-Ferreira, 2017).

O Grupo Paranoá sobrepõe antigas falhas desenvolvidas durante o paleo-rifte Araí, que foram reativadas durante a instalação da bacia, gerando arcos epirogênicos que controlam a sedimentação e evolução estratigráfica. Estudos apontam que a unidade é mais bem definida como bacia de margem cratônica interligada com bacia intracratônica *sag*, controlada por reativações das estruturas do rifte Araí, ocasionando altos epirogênicos que agiram como barreiras de isolamento de parte da bacia, a oeste do Cráton São Francisco. A sequência Paranoá é marcada por estratos delgados, de aproximadamente 1500m, e contínuos, sendo possível ter conectado posteriormente a uma bacia de margem passiva (Martins-Ferreira *et al.* 2017). Datações realizadas em zircões sugerem a idade máxima de deposição em 1540 Ma (Matteini *et al.* 2012) ou  $1428 \pm 12$  Ma (Martins-Ferreira *et al.* 2017). A provável idade de deposição encontrada a partir de isótopos de U-Pb e Lu-Hf em zircões detríticos com sobrecrecimento diagenético de xenotima, sugerem uma idade de  $1042 \pm 22$  Ma (Matteini *et al.* 2012), compreendendo uma deposição no período Esteniano.

Em relação ao Grupo Canastra, há interpretações que o sugerem como equivalente distal do Grupo Paranoá (Dardenne, 2000), ou que representam uma sequência mais jovem (Martins-Ferreira *et al.* 2017). De acordo com Dardenne (2000) a unidade apresenta sequências singulares de águas profundas, o que sugere um ambiente de sedimentação típico de margem passiva. A existência de zircões na unidade determina idade máxima de deposição de 1.0 Ga. (Valeriano *et al.* 2004; Rodrigues 2008), apontando uma idade mais jovem que o Grupo Paranoá. Com suporte de dados disponíveis na literatura é sugerido uma transição evolutiva da bacia para margem passiva, provocada por eventos magmáticos responsáveis pela abertura desta bacia oceânica durante a tafrogênese ctoniana, entre 1,0 a 0,8 Ga (Simões, 1996).

O Grupo Bambuí representa a unidade mais recente da área de estudo (Figura 8.3 c), composta em sua parte basal por diamictitos com clastos polimíticos, acompanhado por condições favoráveis para formação de ambiente marinho e o desenvolvimento de uma sequência plataformal com deposição de sedimentos pelíticos carbonatados (Dardenne, 1978, 2000). De acordo com Dardenne (2000) as rochas sedimentares são controladas por três ciclos transgressivos/regressivos, que, respectivamente, se iniciam com rápida transgressão marinha regional, associada com uma abrupta subsidência da bacia caracterizadas por camadas pelíticas marinhas de água profunda que alteram para sequências marinhas rasas e por fim fácies de maré e supramaré. Essa subsidência é correlacionada a tectonismo compressivo regional originado pela Orogenia Brasileira.

A sedimentação da sequência Bambuí apresenta inconformidade com diversas unidades: (i) com o embasamento cristalino, equivalentes ao Grupo Ticunzal e Suíte Aurumina

de idades sideriana/riaciana; (ii) com o Grupo Araí e Traíras de idade estateriana/calimiana; e (iii) com o Grupo Paranoá, esteniano (Dardenne, 2000). A sequência mostra características típicas de bacias do tipo *foreland* e possui zircões detríticos de 0,6 Ga (Rodrigues, 2008), sugerindo uma bacia de idade Ediacarana, formada entre o neoproterozoico tardio e o início do cambriano.

Posteriormente a todo o processo evolutivo regional, as unidades Araí, Traíras, Quilombo, Paranoá, Canastra e Bambuí foram deformadas durante os eventos colisionais ocorridos no Neoproterozoico, durante a chamada Orogênese Brasileira, afetando também o embasamento cristalino. Esse episódio foi responsável pela formação de estruturas presentes no cinturão de dobras e cavalgamentos na porção externa da Faixa Brasília, além de reativar e inverter as falhas normais formadas nos eventos tafrogênicos anteriores.

Na zona externa da Faixa Brasília, o tectonismo compressivo característico do tipo *thin-skinned* (Uhlein *et al.*, 2012), afeta apenas as rochas predominantemente sedimentares, restrito às coberturas, sem a participação do embasamento. Por meio da interpretação sísmica (Figura 8.1) é observado as variações de unidades aflorantes resultantes de uma inversão estratigráfica específica deste tipo de deformação.

As falhas de empurrão que invertem estratigraficamente as unidades na região foram originadas durante o evento orogênico Brasileiro, formando o cinturão de dobras e cavalgamentos da porção externa da faixa Brasília. Essas falhas invertem estratigraficamente as unidades presentes na região, colocando a Fm. Córrego do Barreiro acima da Formação Quilombo e a Formação Quilombo acima do Grupo Bambuí. Já a falha que expõe o Grupo Canastra, é considerada uma falha de baixo ângulo, estando associada com uma *nappe*, ou seja, devido ao coeficiente de fricção basal entre Grupo Canastra e a unidade sotoposta, foi possível que a unidade fosse transportada de oeste para leste por distâncias quilométricas durante a Orogênese Brasileiro, no Neoproterozoico, explicando, assim, a presença da clipe do Grupo Canastra acima da Formação Quilombo, conforme visto nas áreas III e IV do projeto Unai (Simões, 1996).

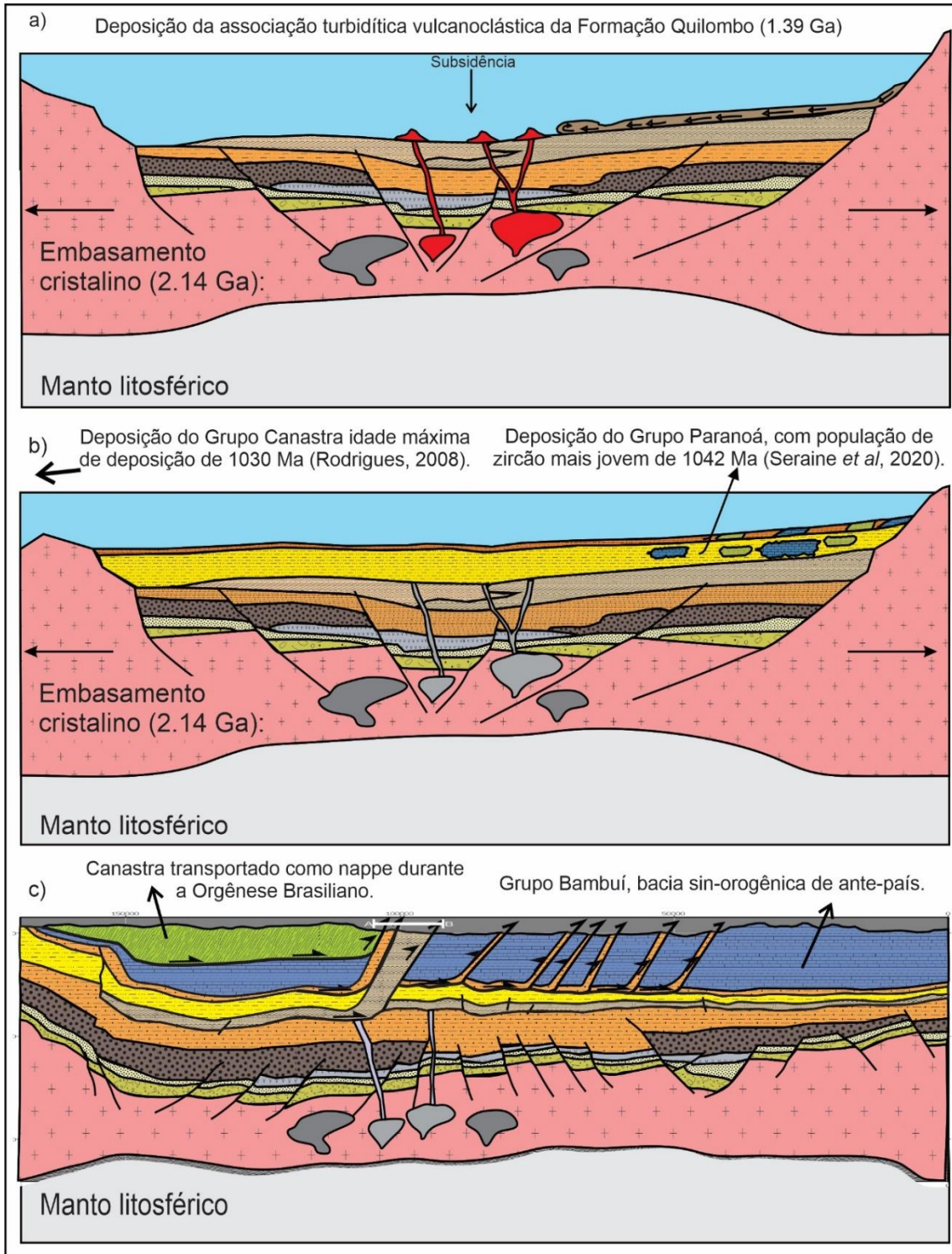


Figura 8.3. a) Representação da deposição dos turbiditos da Formação Quilombo, observar que contém presença de vulcanismos subaquoso; b) ilustração da deposição do Grupo Paranoá, observar que apesar da deposição da base do Grupo Canastra ser correlata com o topo do Grupo Paranoá, o Grupo Canastra não é ilustrado pois estava depositando mais distalmente; c) interpretação com base na linha sísmica: orogênese Brasileiro, com deposição do Grupo Bambuí em uma bacia de antes-país – observar que o Grupo Canastra é uma unidade alóctone que é transportada de oeste para leste como uma nappe.



#### 8.4. CORRELAÇÕES REGIONAIS

As conexões e equivalências entre diferentes contextos geológicos possibilitam indicar correlações regionais entre unidades que evidenciam semelhanças quanto às idades e ambientes deposicionais.

Mediante a interpretação da seção sísmica, cedida pela Agência Nacional de Petróleo, é presumível apontar o embasamento cristalino Riachão equivalente ao contexto descrito para a Suíte Aurumina. A correlação estabelecida por Moura (2018) expõe afloramentos de granitos localizados a norte da área do Projeto Unai com características geoquímicas e petrográficas semelhantes aos Granitos da Suíte Aurumina, que constitui grande parte do embasamento da Faixa Brasília Norte. Com base em resultados geocronológicos de U-Pb obtidos a partir de zircões nos granitos da Suíte Aurumina que apresentam idade de 2.17Ga (Botelho *et al.*, 2006), Moura (2018) correlacionou o embasamento da região de Unai, que apresenta datação de 2,14 Ga, com a Suíte Aurumina.

Na área de estudo do Projeto Unai, por meio de dados de campo, petrográficos e correlações estratigráficas, sugere-se que as rochas previamente interpretadas como pertencentes ao Grupo Vazante (Campos *et al.*, 2021), sejam enquadradas na Formação Córrego do Barreiro, pertencente ao Grupo Paranoá a partir dos seguintes argumentos.

As condições de deposição distintas apontam um ambiente de formação para o Grupo Paranoá de bacia intracratônica *sag* e margem cratônica com predominância de rochas psamopelito-carbonatada, e ausência de constituintes de margem passiva, como sedimentos restritos a águas profundas, ofiolitos e não existência de prisma miogeoclinal. Já o Grupo Vazante, segundo Dardenne (2000) corresponde a uma bacia de margem passiva, com presença de uma sequência marinha pelito-carbonática, depositada numa plataforma marinha rasa durante um ciclo regressivo, se iniciando com um ambiente marinho costeiro o, alterando para um ambiente recifal e por fim cessando com depósitos de planície de maré. Dardenne (2000).

Os dados geocronológicos de idade máxima de deposição para o Grupo Vazante em  $935 \pm 14$  Ma (Rodrigues 2008; Rodrigues *et al.* 2012), e para o Grupo Paranoá de  $1042 \pm 22$  Ma (Matteini *et al.* 2012), sugerem, que as duas bacias ocorram de forma contemporânea e tenham compartilhado um mesmo período de deposição (Dardenne, 2000; Fuck *et al.*, 2017).

Considerando as diferenças sedimentológicas observadas em campo e em petrografia, a reclassificação para Formação Córrego do Barreiro se dá pela diferença abrupta entre o quadro estratigráfico comparativo encontrado nas subáreas do projeto, com ampla ocorrência de arenitos feldspáticos, ausentes no Grupo Vazante. A associação arenito-feldspático, margas,

pelitos e rochas carbonáticas com presença de estromatólitos, equivalem à Formação Córrego do Barreiro, diferenciando do Grupo Vazante. Outra evidência é fundamentada que o Grupo Vazante apresenta maiores taxas de subsidência em comparação ao Grupo Paranoá, além de mineralizações de chumbo e zinco do tipo SEDEX e MVT, apontando diferentes histórias evolutivas.

A unidade correspondente a Formação Córrego do Barreiro descrita no projeto está correlacionado ao Nível Arcoseano descrito por Seraine *et al.* (2020). Presente também no Grupo Paranoá, o nível arcoseano representa uma unidade constituído de arenitos imaturos com alta porcentagem de feldspatos e idades similares, feitas através de zircões detríticos, de 1.1 Ga, revelando as mesmas contribuições detríticas para o Nível Arcoseano e a Formação Córrego do Barreiro. Com base na descrição de fácies sedimentares e análises geoquímicas, Seraine *et al.* (2020) apresentou indicativos que o nível arcoseano está associado com um ambiente localizado em uma bacia rasa com influência de rios entrelaçados, na borda do Cráton São Francisco, sugerindo que a fonte dos detritos estava próxima do local de deposição.

O Grupo Canastra e o Grupo Paranoá, da mesma forma, permanecem em debate suas possíveis correlações laterais. Todavia, diferentemente do Grupo Paranoá, o Grupo Canastra evidencia uma sequência característica de águas profundas em ambiente de sedimentação típico de margem passiva. Com isso, a proposta de evolução para sua bacia envolve abertura do sistema tafrogênico toniano para crosta oceânica entre 1,0 e 0,8 Ga (Martins-Ferreira *et al.* 2017).

## **9. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **9.1. INTRODUÇÃO**

O Projeto Unaí, que apresenta cartografia geológica regional, seguiu critérios de mapeamento em escala de semi-detalle 1:50.000, apresentando mudanças em relação aos mapas preexistentes. A área de estudo está inserida na Folha Unaí SD.23-V-A-III e Folha Serra da Aldeia - SE.23-V-A-VI, cartografada em 2014 pelo Serviço Geológico Brasileiro - CPRM na escala 1:100.000 (Pinho *et al.*, 2017). O Serviço Geológico classifica, na área de estudo, as unidades Grupo Vazante e Grupo Bambuí.

Estratigraficamente, as principais modificações em relação aos mapas apresentados pela CPRM (Figura 9.1.) e Campos *et al.* (2021) podem ser encontradas na Figura 2.2. Nomeadamente, elas seriam: (i) a reclassificação do Grupo Vazante para Formação Córrego do Barreiro, do Grupo Paranoá; (ii) a reclassificação da Formação Serra de Santa Helena para Formação Sete Lagoas, ambas inseridas no Grupo Bambuí; (iii) inserção da Formação Serra do Landim, do Grupo Canastra, antes denominada como Formação Serra da Lapa, Grupo Vazante. Além disso, o presente trabalho, colaborou para a diferenciação sedimentológica das fácies da Formação Córrego do Barreiro e Formação Quilombo, sugerindo um modelo detalhado para os ambientes deposicionais.

Os produtos gerados pela CPRM e o Projeto Unaí são apresentados na Figura 9.1, expondo as mudanças nas unidades cartografadas, os limites geométricos com maior detalhamento e a retirada das coberturas lateríticas.

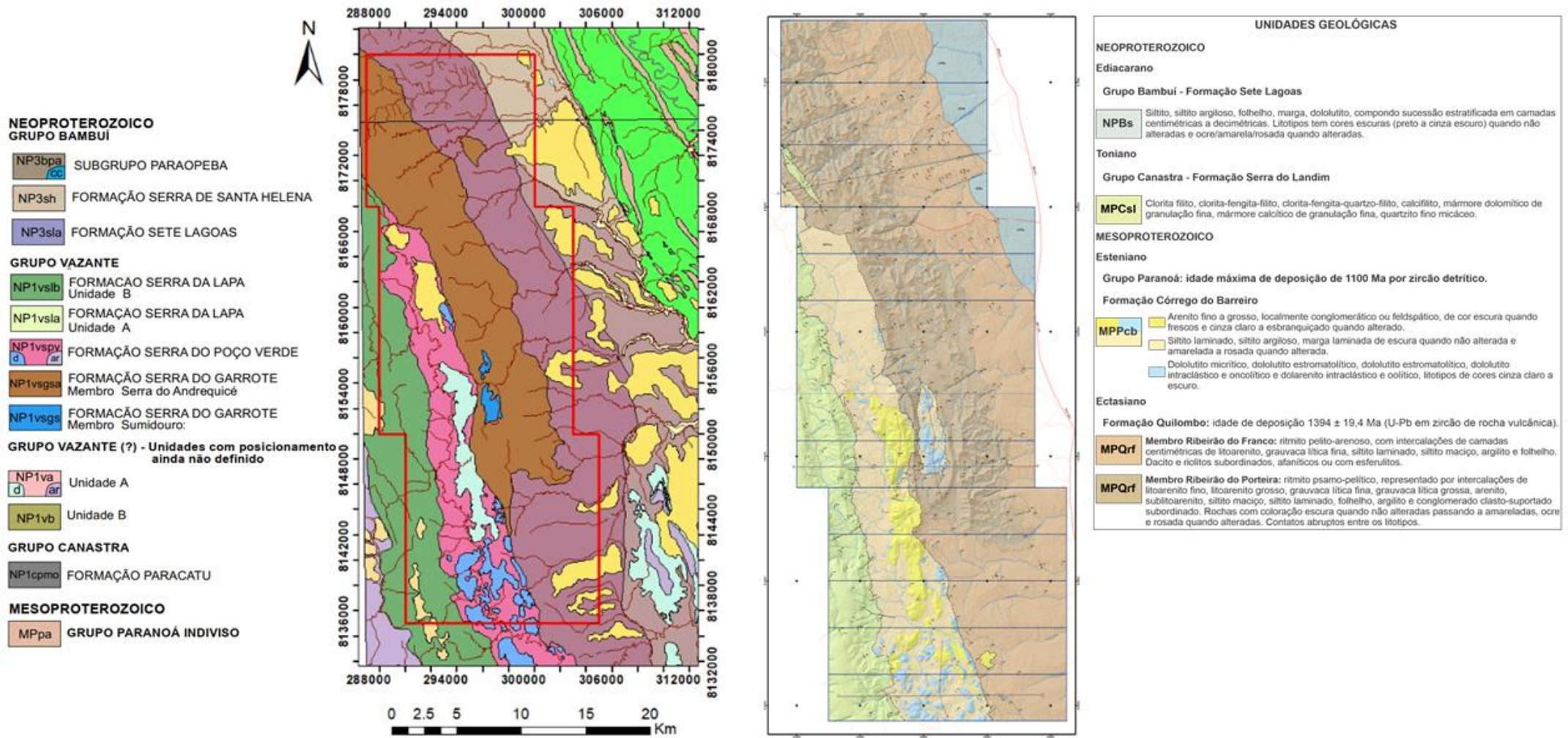


Figura 9.1. Comparação entre o mapa geológico da CPRM, à esquerda, do mapa confeccionado no Projeto Unai, à direita.

## **9.2. CONCLUSÕES**

Os resultados mostrados durante este trabalho oferecem alicerce para a compreensão sobre a deposição das unidades vistas em campo e melhor entendimento acerca da evolução da dinâmica e preenchimento sedimentar da região. As principais interpretações e conclusões realizadas neste estudo serão expostas a seguir:

- O mapeamento geológico proporcionou um nível de detalhamento das unidades que aprimoraram o entendimento da área. Em especial, os recém cartografados membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco, pertencentes à Formação Quilombo, foram delimitados de forma mais acurada, respeitando as divisões entre as duas extensões.
- A Formação Córrego do Barreiro anteriormente interpretada como Grupo Vazante foi reclassificada pela diferença brusca no quadro estratigráfico encontrado em campo e analisado em lâminas delgadas, com presença de rochas sedimentares arcoseanas, podendo ter a presença de feldspato, que é ausente no Grupo Vazante. A integração de dados das subáreas do projeto possibilitou a associação de uma estratigrafia composta por arenito-feldspático, margas, pelitos e rochas carbonáticas com presença de estromatólitos, característico da Formação Córrego do Barreiro.
- A Formação Quilombo foi diferenciada em dez litofácies que seguiram critérios de separação por processos de formação e de estrutura. Em seguida agrupados e associados de acordo com a terminologia criada por Mutti (1992) para associações turbidíticas. Nessa sequência foram descritas cinco fácies sendo a F3, composta por Ortoconglomerado polimítico maciço; a fácies F6 representada por arenitos médio e grosso, e litoarenito feldspático médio a grosso maciço; as fácies F7 constituídas por grauvacas e litoarenitos; a fácies F8 formada por sedimentos de granulometria areia fina a média e silte; e fácies F9 que abrange somente a litofácies Folhelho.
- Por meio da integração de dados da subárea II, no qual ocorre espessas camadas de sedimentos pelíticos, carbonáticos impuros (margas) e carbonáticos puros (calcários micríticos), preponderou a existência da Formação Sete Lagoas, antes considerada como Formação Serra de Santa Helena. Essa conversão se dá pela presença de calcários micríticos, ausentes na Formação Serra de Santa Helena que predomina contribuição pelito-carbonatado.
- A classificação da Formação Serra do Landim, Grupo Canastra, a oeste da área do projeto, antes denominada como Formação Serra da Lapa, do Grupo Vazante, com

escala regional, ocorre pela presença dominada por fengita-clorita-filito e suas pequenas variações, quartzito e lentes de mármore característica da unidade.

- Os dados estruturais caracterizam uma deformação compressiva associada com um cinturão de dobras e cavalgamentos formados na Orogênese Brasileira no neoproterozoico. As estruturas encontradas na área de estudo são oriundas de uma fase de deformação progressiva em níveis crustais rasos.
- Apesar da presença de apenas um domínio estrutural na área de estudo, existe uma nítida diferença no grau metamórfico do Grupo Canastra em relação às demais unidades. O Grupo Canastra apresenta um metamorfismo de grau mais elevado, na fácies xisto verde baixo, enquanto as demais unidades estão anquimetamorfizadas.
- A correlação do embasamento estabelecida por Moura (2018) associa características semelhantes entre a geoquímica, petrografia e resultados geocronológicos de U-Pb em zircões detríticos com idades de 2,14Ga aos Granitos da Suíte Aurumina. Entretanto, mais análises e a utilização de métodos geofísicos, como por exemplo, a Gravimetria, é fundamental para um melhor entendimento do embasamento da área do projeto.
- Através das associações de fácies desenvolvidas para a Formação Quilombo é sugerido um contexto de mar profundo associado a leques turbidíticos. Os fluxos de materiais, que tinham granulometria variando entre argila e cascalhos, se davam por meio de cânions submarinos em sopés de taludes continentais. O Membro Ribeirão da Porteira, mais proximal no ambiente turbidítico, e o Membro Ribeirão do Franco, com características mais distais. A diferença predominante entre os dois membros é a associações de fácies com domínio de rochas psamíticas para o Ribeirão da Porteira, e o outro contém associações de fácies pelíticas, o Membro Ribeirão da Porteira. Além de rochas sedimentares, os dois membros apresentam intercalações de níveis com vulcânicas efusivas.
- O baixo grau metamórfico da área de estudo aponta provável ausência de depósitos minerais com potencialidades econômicas relevantes. Apenas o Grupo Canastra apresenta metamorfismo de baixo grau, abrangendo as fácies xisto verde baixo na zona da clorita.
- Em relação às potencialidades econômicas da área do projeto, a ausência de corpos magmáticos expressivos e zonas de cisalhamento profundas minimizam o potencial de desenvolvimento de jazidas minerais. Portanto a área não possui potencialidade para

ocorrência de Pb, Zn  $\pm$  Cu, argilas, dolomito agrícola e agregados, fosfato, ouro e água mineral, sendo necessário estudos em maior escala de detalhes. O segmento do ecoturismo representa uma promissora atividade para a promoção do turismo local.

### **9.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para melhor compreensão da área em que está inserido o projeto, propõem-se algumas investigações. Um mapeamento geológico e estrutural em escala de detalhe a norte e sul da área pode proporcionar melhor entendimento do ambiente de formação da Formação Quilombo e da Formação Córrego do Barreiro, além de um melhor entendimento a respeito dos eventos tectônicos e esforços presentes na bacia. Recomendam-se, também, trabalhos com datações absolutas pelos métodos U-Pb em zircões detríticos e caracterização geoquímica para a Formação Quilombo, para determinação com maior acurácia da idade de deposição. A geocronologia U-Pb das rochas vulcânicas atualmente indicam uma idade de 1.39 Ga (Campos *et al.*, 2021). Essas datações se mostram indispensáveis para a correlação da Formação Quilombo com outras unidades contemporâneas e para o entendimento evolutivo da bacia em que está inserida.

No que tange o embasamento da área, os dados sísmicos não são suficientes para inferir com clareza as unidades a compõem. Com isso, é indicada a aquisição de dados terrestres para mapeamento gravimétrico da área, podendo estabelecer o comportamento e a distribuição lateral dos altos do embasamento que é sobreposto pelos grupos Paranoá, Canastra, Bambuí e Formação Quilombo. Com o objetivo de um melhor entendimento acerca da evolução geotectônica e sedimentar da Formação Quilombo, investigações sobre a estratigrafia, petrografia, geocronologia, e de geologia estrutural correlacionadas com produtos geofísicos são fundamentais.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional do Petróleo. GeoANP - Mapa de dados georreferenciados. Disponível em: <http://geo.anp.gov.br/home>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.
- Alvarenga, C. D., Moura, C. V., Gorayeb, P. S., & Abreu, F. D. (2000). Paraguay and Araguaia belts. *Tectonic Evolution of South America*, 31, 183-193.
- Alvarenga, C. J. S., Dardenne, M. A., Vieira, L. C., Martinho, C. T., Guimarães, E. M., Santos, R. V., & Santana, R. O. (2012). Estratigrafia da borda ocidental da Bacia do São Francisco. *Boletim Geociências*. Petrobras. Rio de Janeiro 20 (1/2), 145–164.
- Alvarenga, C. D., & Dardenne, M. A. (1978). Geologia dos grupos Bambuí e Paranoá na Serra de São Domingos, MG. In *Congresso brasileiro de geologia* (Vol. 30, pp. 546-556).
- Barbosa, O. (1955). Guia das Excursões do IX Congresso da Sociedade Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 3-5.
- Barbosa A. L. 1969. Mapa geológico das quadrículas de Ouro Preto e Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS/ DNPM. Professional Paper 641-A, plate 9.
- Barbosa, O.; Braun, O. P. G.; Dyer, R. C.; Cunha, C. A. B. R. 1970. Geologia da Região do Triângulo Mineiro. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*, DNPM, Bol. 136, 140p.
- Bigarella, J.J.; Becker, R.D. & Passos, E. (1996). Paisagem cárstica. In: *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*, v.1. Florianópolis: UFSC. Cap. 5. p. 242-308.
- Blakely, R. J. (1996). Potencial theory in Gravity & Magnetic Applications. *Cambridge University Press, Cambridge*, 441pp.
- Blum M.L.B. (1999). Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 229 pp.
- Botelho, N. F., Fuck, R. A., Dantas, E. L., Laux, J. H., & Junges, S. L. (2006). 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*, 92.
- Braun, O. P. G. (1968). Contribuição à geologia do Grupo Bambuí. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 22, pp. 155-166).



- Campos, J. E. G., Bogossian, J., & Carvalho, R. M. (2012). Sedimentology of the Psammopelitic-carbonate Unit, Paranoá Group, and Sete Lagoas Formation, Bambuí Group: examples of mixed carbonate-siliciclastic sedimentation in the Proterozoic of the Brasília Fold Belt. *Brazilian Journal of Geology*, 42(3), 513-522.
- Campos, J. E. G., Dardenne, M. A., Freitas-Silva, F. H., & Martins-Ferreira, M. A. C. (2013). Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. *Brazilian Journal of Geology*, 43(3), 461-476.
- Campos, J. E. G., Martins-Ferreira, M. A. C., das Graças Moura, F., & Chemale Jr, F. (2021). Discovery of Precambrian deep-water turbidites and submarine volcanism in the Brasília Belt, Central Brazil: The Quilombo Formation. *Journal of South American Earth Sciences*, 108, 103226.
- Campos Neto, M. D. C. (1984). Litoestratigrafia relações estratigráficas e evolução paleogeográfica dos grupos Canastra e Paranoá (Região de Vazante-Lagamar, MG). *Revista Brasileira de Geociências*, 14(2), 81-91.
- Campos, J.E.G., Monteiro, C.F., & Rodrigues, L.N. (2006). Geologia e zoneamento hidrogeológico da bacia do Rio Preto, DF/GO/MG. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E).
- Chiavegatto, J. R. S. (1992). Análise estratigráfica das sequências tempestíficas da Formação Três Marias (Proterozoico Superior), na porção meridional da Bacia do São Francisco. 216 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Cloud, P., & Dardenne, M. (1973). Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, 84(5), 1673-1676.
- Costa M.T., & Branco J.J.R. (1961). Roteiro da excursão Belo Horizonte – Brasília. Belo Horizonte, UFMG - Instituto de Pesquisas Radioativas, Publicação 15, 25p.
- CPRM. Atlas Pluviométrico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique///Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- CPRM. SIAGAS. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.
- Dardenne M.A. (2000). The Brasília Fold Belt. Em: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (Eds.) *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, pp. 231–263.

- Dardenne, M. A., Freitas-Silva, F. H., Souza, J. D., & Campos, J. E. G. (1998). Evolução tectono-sedimentar do Grupo Vazante no contexto da Faixa de Dobramentos Brasília. In *Congresso Brasileiro Geologia* (Vol. 40, p. 26). Resumos, SBG Belo Horizonte.
- Dardenne, M. A., Freitas-Silva, F. H., Nogueira, G. S. M., & Souza, J. C. F. (1997). Depósitos de fosfato de Rocinha e Lagamar, Minas Gerais. *Schobbenhaus, C.; Queiroz, ET; Coelho, CES (cords)*, 113-122.
- Dardenne, M. A. (1978). Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 30, No. 1978, pp. 597-610).
- Dardenne M.A., 1979. Les minéralisations plomb-zinc du Groupe Bambui et leur contexte géologique. Doctorate thesis, Université Paris VI, France. 275 pp.
- Derby O.A. 1879. Observações sobre algumas rochas diamantíferas da Província de Minas Gerais. *Archivos do Museu Nacional*, 4:121-132.
- Dickson, B.L. & Scott, K.M. (1997). Interpretation of Aerial Gamma-Ray Surveys-Adding the Geochemical Factors. *Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17: 187-200.
- Dott, R.L., Jr. (1964), 'Wacke, graywacke and matrix - What approach to immature sandstone classification?', *J. Sediment. Petrol.*, vol. 34, no. 3, pp. 625-632.
- Dunham, R.J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W.E. Ham (Editor), *Classification of Carbonate Rocks*. Am. Assoc. Pet. Geol., Mere., 1:108 121.
- EMBRAPA. ALOS - Advanced Land Observing Satellite. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/sentinel>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- EMBRAPA. SENTINEL - Missão Sentinel. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/sentinel>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- Embry, A. F., & Klovan, J. E. (1971). A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian petroleum geology*, 19(4), 730-781.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 83p. (Embrapa-SNLCS, Série Miscelânea 1).
- Evans, I. S. General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. (1972). In: CHORLEY, R. J. (Ed.). *Spatial analysis in geomorphology*. London: Harper & Row, Publishers, 393p. ISBN: 06-041272-0. Part I, geral, p.17-90.

- Faria, A., (1995). Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São Joao D'Aliança-Alto Paraiso de Goiás. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, pp. 199.
- Fernandes, N. A., Olivo, G. R., & Layton-Matthews, D. (2019). Siliciclastic-hosted zinc mineralization in the Proterozoic Vazante–Paracatu District, Brazil: Implications for metallogeny and sources of metals in sediment-hosted base metal systems. *Ore Geology Reviews*, 114, 103139.
- Ferreira F. J. F., Weihermann J. D., Barão L. M., Fedalto G., Castro L. G., Stevanato R. (2016). Gamaespectrometria Aérea e sua Aplicação na Cartografia Geológica. In: Nadalin R. J. (eds.) Tópicos Especiais em Cartografia Geológica. 2ª edição, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 303-335p.
- Folk., R.L. (1975), Glacial deposits identified by chattermark traces in detrital garnets: *Geology*, 8, 473-475.
- Freitas-Silva, F. H., & Dardenne, M. A. (1994). Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. *Simp. Geol. Centro Oeste*, 4, 164-165.
- Fuck, R.A., Marini, O.J., Dardenne, M.A., De Figueiredo, A. N. (2017). Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio: os grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia-Colinas, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 18(1), 54-62
- Fuck, R. A., Pimentel, M. M., & Silva, L. J. H. D. (1994). Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 38, pp. 215-216). SBG Balneário Camboriú.
- Groves, D. I., Santosh, M., Deng, J., Wang, Q., Yang, L., & Zhang, L. (2020). A holistic model for the origin of orogenic gold deposits and its implications for exploration. *Mineralium Deposita*, 55(2), 275-292.
- Guimaraes, E.M., 1997. Estudos de proveniência e diagênese com ênfase na caracterização dos filossilicatos dos Grupos Paranoá e Bambuí, na região de Bezerra-Cabeceiras (GO). Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, pp. 270.
- Gunn P. J., Maidment D., Milligan P. R. (1997). Interpreting aero- magnetic data in areas of limited outcrop. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17 (2): 175–182.
- Guy, M. (1966). Quelques principes e quelques experiences sur la metodologie de la photo-interpretation. *Simposium Internacional de Photo-Interpretation*, v.1, 21-41. Paris.

- INMET. Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária – SISDAGRO. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. (2006). Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Paracatu: Resumo Executivo. Governo de Minas Gerais. Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 384p.
- Jaques Al, Wellman P, Whitaker A & Wyborn D. (1997). High-resolution Geophysics in Modern Geological Mapping. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2): 159- 173.
- Kearey P., Brooks M., Hill I. (2009). Geofísica de exploração. Ed. Oficina de textos, 438 pg.
- Laranjeira, N. P. F., & Dardenne, M. A. (1990). Relações estratigráficas e aspectos estruturais das sequências supracrustais aflorantes a nordeste de Unaí–MG. In *Congresso Brasileiro de Geologia, Natal–RN... Anais* (Vol. 1, pp. 23-33).
- Lasa Engenharia e Prospecções S.A. (2001). 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. 120p
- Madalosso, A. (1980). Considerações sobre a paleogeografia do Grupo Bambuí na região de Paracatu–Morro Agudo (MG). In *31o Congresso Brasileiro de Geologia, Anais...*(2) (pp. 772-785).
- Madalosso, A., & Valle, C. R. O. (1978). Considerações sobre a estratigrafia e sedimentologia do Grupo Bambuí na região de Paracatu-Morro Agudo (MG). In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 30, pp. 622-631).
- Maia, P. H. P., Cruz, M. J. M., & Sampaio, M. C. (2009). Zoneamento dos aquíferos do Estado da Bahia. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 13(1):45-52.
- Martins-Ferreira, M.A.C. (2017). Evolução tectônica das bacias Araí e Paranoá na faixa Brasília norte. PhD 503 Thesis. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Brazil.
- Martins-Ferreira, M. A. C., Chemale Jr, F., Dias, A. N. C., & Campos, J. E. G. (2018). Proterozoic intracontinental basin succession in the western margin of the São Francisco Craton: constraints from detrital zircon geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, 81, 165-176.
- Martins, M. (1999). Análise estratigráfica das sequências mesoproterozoicas (borda oeste) e neoproterozoicas da Bacia do São Francisco. 1999. 214 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- Martins, M., & Lemos, V. B. (2007). Análise estratigráfica das seqüências neoproterozóicas da Bacia do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(4 suppl), 156-167.
- Martins-Neto, M. A. (2009). Sequence stratigraphic framework of Proterozoic successions in eastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, 26(2), 163-176.
- Matteini, M., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., de Alvarenga, C. J. S., & Dardenne, M. A. (2012). U–Pb and Hf isotope study on detrital zircons from the Paranoá Group, Brasília Belt Brazil: Constraints on depositional age at Mesoproterozoic–Neoproterozoic transition and tectono-magmatic events in the São Francisco craton. *Precambrian Research*, 206, 168-181.
- Meneses, P. R., & Almeida, T. D. (2012). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. *Universidade de Brasília, Brasília*.
- Miller H.G. & Singh V. (1994). Potential Field Tilt - a new concept for location of potential field sources. *Journal of Applied Geophysics*, 32: 213-217.
- Misi, A., Azmy, K., Kaufman, A. J., Oliveira, T. F., Sanches, A. L., & Oliveira, G. D. (2014). Review of the geological and geochronological framework of the Vazante sequence, Minas Gerais, Brazil: Implications to metallogenic and phosphogenic models. *Ore Geology Reviews*, 63, 76-90.
- Moeri, E. (1972). On a columnar stromatolite in the Precambrian Bambuí Group of Central Brazil. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 65, 185 – 195.
- Monteiro, C. (2009). Fosforitos do grupo Bambuí na Região de Campos belos (GO)/Arraias (TO) na borda oeste do Cráton São Francisco. 2009. 62f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Geologia)—Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.
- Moura, F. D. G. (2018). Geologia do Grupo Quilombo e seu embasamento cristalino na região de Unai-MG. il. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) —Universidade de Brasília, Brasília, xii, 79 f.
- Mutti, E. (1992). Turbidite sandstones. Milan, AGIP & I.G.U. Pr. 275p.
- Nogueira, G. M. S. (1993). Enquadramento estratigráfico, sedimentologia e evolução geoquímica do depósito fosfático de Lagamar, MG-Formação Vazante-Proterozóico Médio (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado, IG/UnB, Brasília, 134p).
- Olivo, G. R., Monteiro, L. V., Baia, F., Slezak, P., Carvalho, I., Fernandes, N. A., ... & Layton-Matthews, D. (2018). The Proterozoic Vazante hypogene zinc silicate district, Minas Gerais, Brazil: a review of the ore system applied to mineral exploration. *Minerals*, 8(1), 22.

- Paula-Santos, G. M., Babinski, M., Kuchenbecker, M., Caetano-Filho, S., Trindade, R. I., & Pedrosa-Soares, A. C. (2015). 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*, 28(2), 702-720.
- Pimentel, M. M., Dardenne, M., Fuck, R., Viana, M. D. G., Junges, S., Fischel, D., ... & Dantas, E. L. (2001). Nd isotopes and the provenance of detrital sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 14(6), 571-585.
- Pimentel M.M., Giustina M.E.S.D., Rodrigues J.B., Junges S.L. (2012). Idade dos grupos Araxá e Bambuí: implicações para a evolução da Faixa Brasília. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46, v.CD.
- Pimentel, M. M. (2016). The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal of Geology*, 46, 67-82.
- Pinho, J. M. M., Féboli, W. L., Signorelli, N., Tuller, M. P., Brito, D. C., Ribeiro J. H., Baptista, M. C. Silva, R. N. 2017. Nota explicativa. 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, Patos De Minas. Projeto Vazante - Paracatu. 356p., 12 Mapas Geológicos escala 1:100.000 (Série Geologia do Brasil - PGB), versão disponível em [www.cprm.gov.br/ GeoSBG](http://www.cprm.gov.br/GeoSBG) e RIGEO. CPRM-BH. Belo Horizonte - MG. Brasil.
- Plano Diretor De Recursos Hídricos Da Bacia Do Rio Paracatu - PLANPAR. (1998) Relatório de inventário dos recursos hídricos. In: Sistema de Informação de recursos hídricos.
- Raymundo, V., Neves, M. A., Cardoso, M. S., Bregonci, I. S., Lima, J. S., & Fonseca, A. B. (2013). Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 47-53.
- Reis, H. L., & Alkmim, F. F. (2015). Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: The Três Marias salient, São Francisco basin, Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, 66, 711-731.
- Ribeiro, J. F., & Walter, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado: ecologia e flora*, 1, 151-212.
- Ribeiro V, Mantovani M, Louro H V A. (2013). Aerogamaespectrometria e suas aplicações no mapeamento geológico. *TerraeDidatica*, 10: 29-51.
- Rimann, E.T. 1917. A kimberlita no Brasil. *Anais da Escola de Minas, Ouro Preto*, 15:27-32.

- Rodrigues, J. B. (2008). Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí: um estudo de zircões detríticos e idades modelo Sm-Nd. 141 f. Tese (Doutorado em Geologia)-Universidade de Brasília, Brasília.
- Rodrigues J.B., Pimentel M.M., Buhn B., Matteini M., Dardenne M.A., Alvarenga C.J.S., Armstrong R.A. (2012). Provenance of the Vazante Group: New U-Pb, Sm-Nd, Lu-Hf isotopic data an implications for the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt. *Gondwana Research*, 21:439-450.
- Rodrigues, J. B., Pimentel, M. M., Dardenne, M. A., & Armstrong, R. A. (2010). 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*, 29(2), 512-521.
- Roest Wr, Verhoef J & Pilkington M. (1992). Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, 57(1): 116-125.
- Santos, R. V., de Alvarenga, C. J. S., Babinski, M., Ramos, M. L. S., Cukrov, N., Fonseca, M. A., ... & Noce, C. M. (2004). Carbon isotopes of Mesoproterozoic–Neoproterozoic sequences from Southern São Francisco craton and Araçuaí Belt, Brazil: Paleographic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, 18(1), 27-39.
- Santos, R. V.; Alvarenga, C. J. S.; Dardenne, M. A.; Sial, A. N.; Ferreira, V. P. (2000). Carbon and oxygen isotope profiles across Meso-Neoproterozoic limestones from central Brazil: Bambuí and Paranoá groups. *Precambrian Research*, Amsterdam, v. 104, n. 3-4, p. 107-122.
- Schöll, W. U. (1973). Sedimentologie und Geochemie der Bambui-Gruppe am SE-Rand des São-Francisco-Beckens (Minas Gerais, Brasilien). (Doctoral dissertation).
- Seaber, P. R. (1982). Definition of hydrostratigraphic units. In *2nd Annual Symposium on Florida Hydrogeology, Northwest Florida Water Management District. Public Information Bulletin* (Vol. 82, No. 3, pp. 25-26).
- Seaber, P. R. (1986). Evaluation of classification and nomenclature of hydrostratigraphic units. *EOS Transactions of the American Geophysical Union*, 67(16), 281.
- Seaber, P. R. (1988). Hydrostratigraphic units. *Hydrogeology. The Geological Society of North America, Boulder Colorado. 1988. p 9-14. 38 ref.*
- Seraine, M., Campos, J. E. G., Martins-Ferreira, M. A. C., Giorgioni, M., & Angelo, T. V. (2020). Tectonic significance of abrupt immature sedimentation in a shallow cratonic margin basin: The Arkose Level, Mesoproterozoic Paranoá Group. *Journal of South American Earth Sciences*, 97, 102397.

- Seraine, M., Campos, J. E. G., Martins-Ferreira, M. A. C., de Alvarenga, C. J. S., Chemale Jr, F., Angelo, T. V., & Spencer, C. (2021). Multi-dimensional scaling of detrital zircon geochronology constrains basin evolution of the late Mesoproterozoic Paranoá Group, central Brazil. *Precambrian Research*, 365, 106381.
- Silva, C.H. (2003). Evolução geológica da faixa Brasília na região de Tapira, Sudoeste de Minas Gerais. 196 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- Silva, D. V., da Cunha, F. F., Vicente, M. R., de Alencar, C. A. B., & Souza, I. P. (2017). Análise de precipitação, balanço hídrico climatológico e classificação climática no Município de Unaí-MG. *Brazilian Geographical Journal*, 8(1), 68-82.
- Simões L.S. A. & Navarro G. (1996). Estruturação da Faixa Brasília na região de Araxá, MG. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais, 92-95.
- Soares, P. C., & Fiori, A. P. (1976). Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, 16(32), 71-104.
- Souza Dias, B. F. (2007). Bibliografia sobre Biodiversidade no Bioma Cerrado.
- Souza, J. C. F. (1997). Litoestratigrafia e sedimentologia da Formação Vazante na região de Coromandel, MG. Instituto de Geociências, Universidades de Brasília, Brasília (Doctoral dissertation, Tese de mestrado, 75p).
- Tanizaki, M. L. N., Campos, J. E. G., & Dardenne, M. A. (2015). Estratigrafia do Grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil Central. *Brazilian Journal of Geology*, 45, 95-108.
- Teles, L. S. B. (2018). Classificação supervisionada voltada às áreas fosfatadas da região de Coromandel-MG visando a localização de novos alvos exploratórios Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento Ambiental). Universidade de Brasília.
- Toscani, R., Campos, J. E. G., Matos, D. R., & Martins-Ferreira, M. A. C. (2021). Complex depositional environments on a siliciclastic-carbonate platform with shallow-water turbidites: The Natividade Group, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 107, 102939.
- Uhlein, A., Fonseca, M. A., Seer, H. J., & Dardenne, M. A. (2012). TECTÔNICA DA FAIXA DE DOBRAMENTOS BRASÍLIA–SETORES SETENTRIONAL E MERIDIONAL. *Geonomos*, 20(2), 1-14.
- USGS (United States Geological Survey). Shuttle Radar Topography Mission. <http://edc.usgs.gov/srtm/mission.html>. 2004b. Acesso em: Junho de 2021.

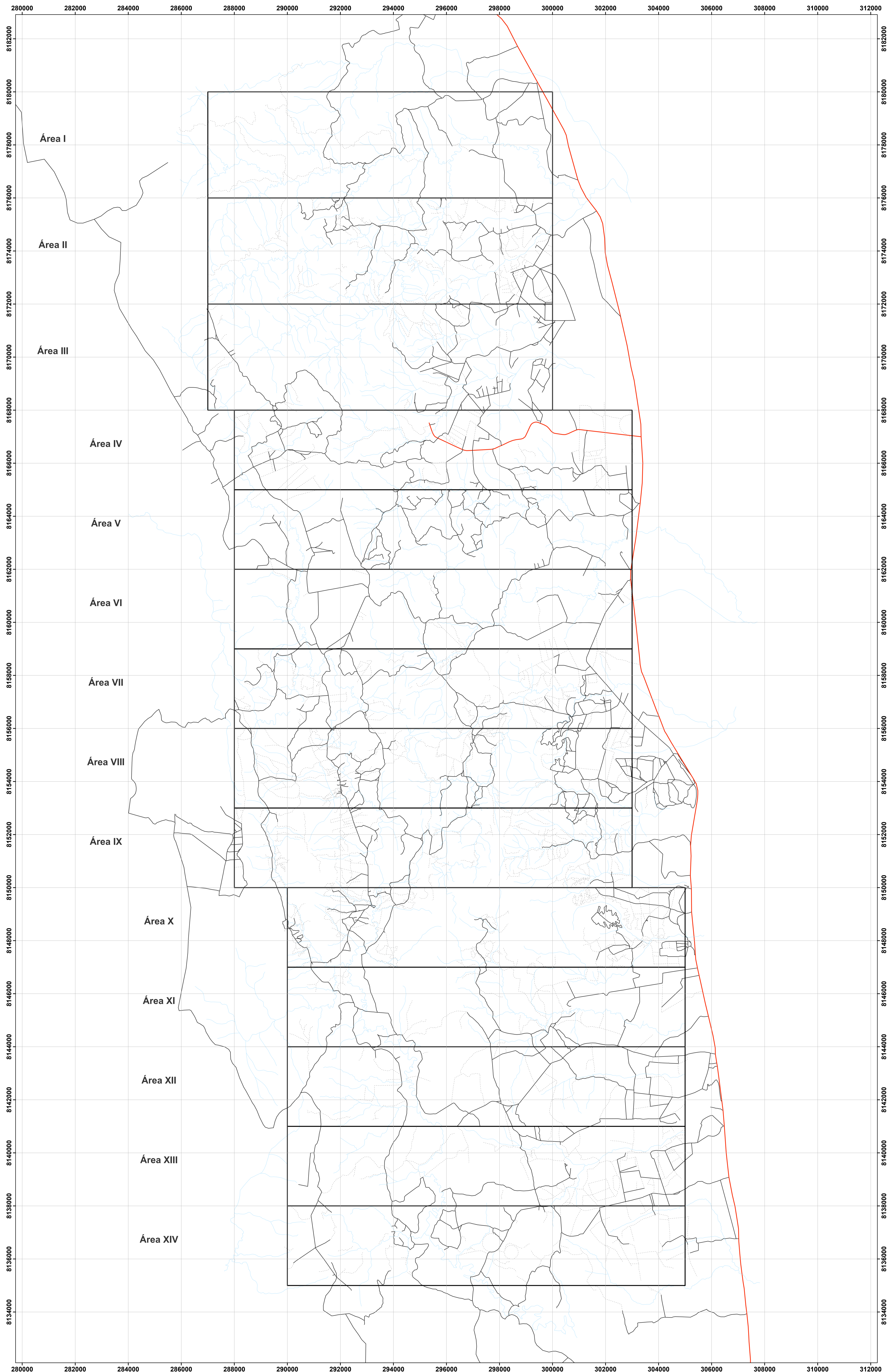


- Valeriano, C.M., Machado, N., Simonetti, A., Valladares, C.S., Seer, H.J., Simões, L.S.A., (2004). U–Pb geochronology of Southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research* 130, 27–55.
- Vieira, L. C., Almeida, R. P., Trindade, R. I., Nogueira, A. C., & Janikian, L. (2007). A Formação Sete Lagoas em sua área-tipo: fácies, estratigrafia e sistemas deposicionais. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(4 suppl), 168-181.

## ANEXOS

<b>APÊNDICE A – Mapa Base do Projeto Unai.....</b>	<b>2</b>
<b>APÊNDICE B – Mapa Base (i) da Subárea IV.....</b>	<b>3</b>
<b>APÊNDICE C – Mapa Base (ii) da Subárea IV.....</b>	<b>4</b>
<b>APÊNDICE D – Tabela de Pontos da Subárea IV.....</b>	<b>5-9</b>
<b>APÊNDICE E – Fichas Petrográficas.....</b>	<b>10-36</b>
<b>APÊNDICE F – Mapa Geológico do Projeto Unai.....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE G – Mapa Geológico da Subárea IV.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE H – Zoneamento Hidrogeológico.....</b>	<b>39</b>

PROJETO UNAI - MAPEAMENTO GEOLÓGICO 1: 50.000



Legenda

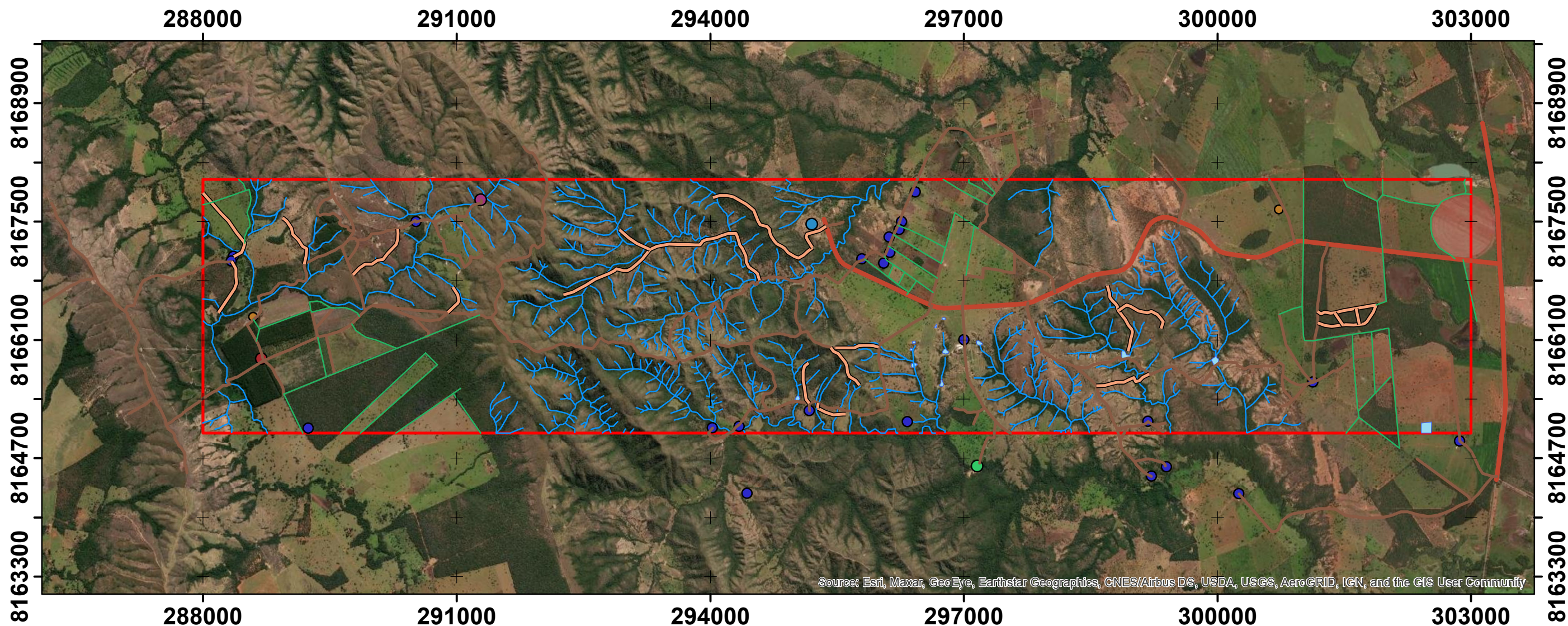
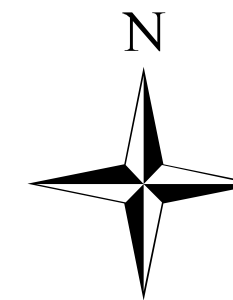
- Áreas TF
- Drenagem
- Vias de Acesso**
- Estrada Asfaltada
- Estradas de Terra
- Trilhas e Cercas



Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator  
DATUM SIRGAS 200 - Zona 23 S



# Trabalho Final - Mapa Base Área IV



## Legenda







-  Área IV
-  Drenagem
-  Lagoa

## Vias de Acesso

### Tipo

-  Cercas
-  Estrada Asfaltada
-  Estrada de Terra
-  Trilha

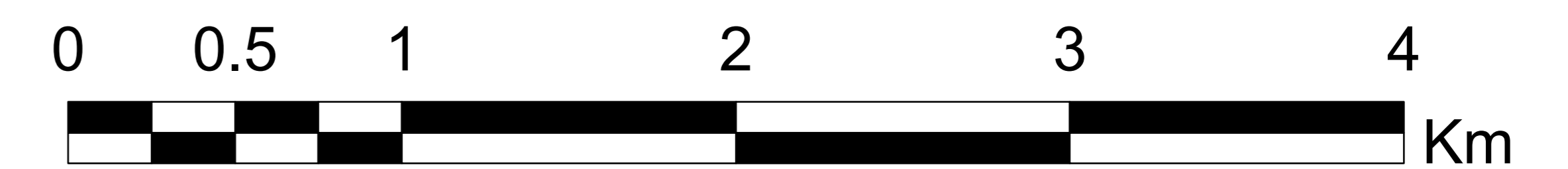
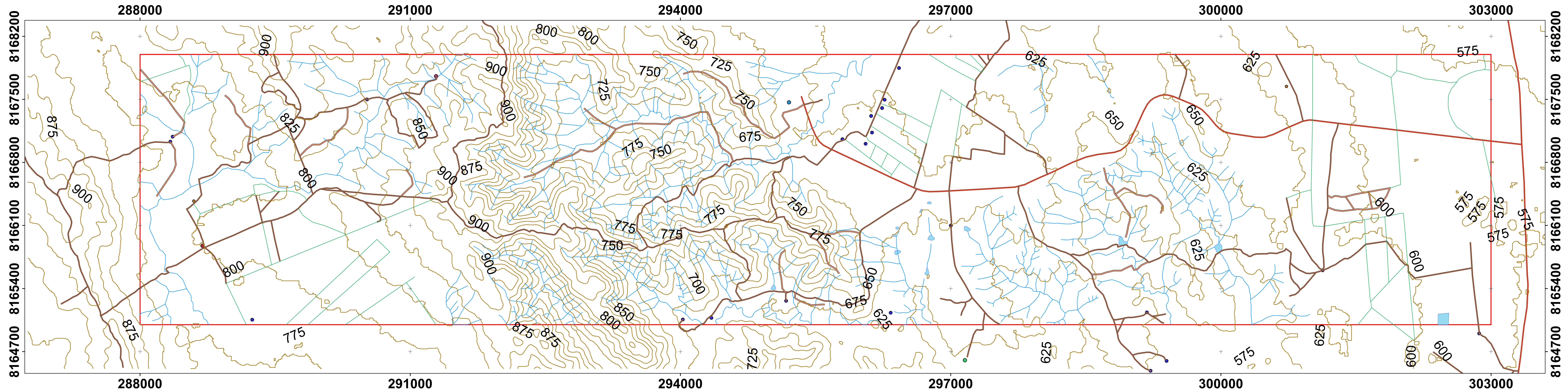
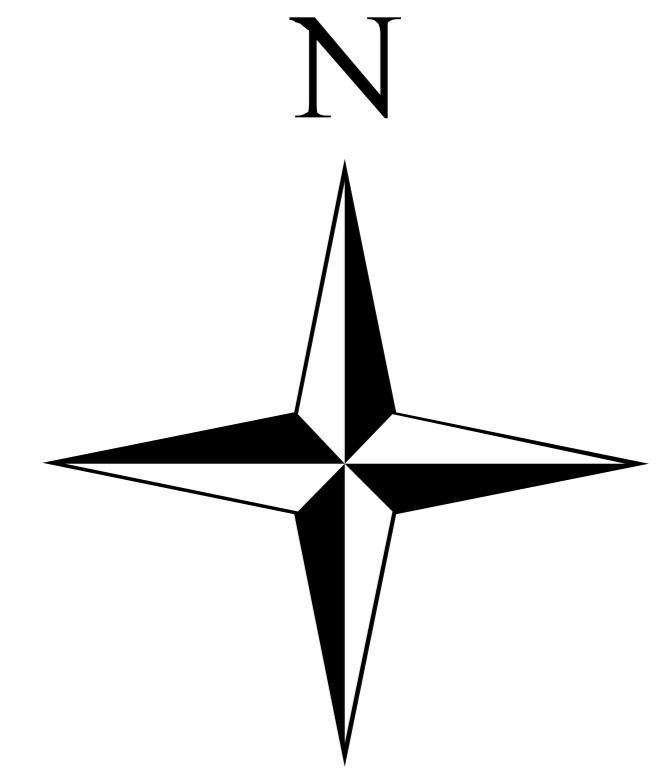
## Localidade

-  Banco de Areia!
-  Barragem?
-  Feno
-  Penitenciaria
-  Sede
-  Sede/Eucalipto

Universidade de Brasília - Instituto de Geociências  
 Trabalho Final Projeto Unaí - 2021  
 Alunos: Arthur Siqueira Reis e Gustavo Mesquita de Abreu  
 Orientador: José Eloi Guimarães Campos

Sistema de Coordenada: SIRGAS 2000 UTM Zona 23S  
 Projeção: Transversa de Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000  
 Escala 1:60.000

# Trabalho Final 2021 - Mapa Base Área IV



## Legenda

- Curvas de Nível
- ▭ Área IV
- Drenagem
- Lagoa

## Vias de Acesso

- Tipo**
- Cercas
  - Estrada Asfaltada
  - Estrada de Terra
  - Trilha

## Localidades

- Banco de Areia!
- Barragem?
- Feno
- Penitenciaria
- Sede
- Sede/Eucalipto

Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zona 23S  
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: SIRGAS 2000  
Escala 1:25.000

Ponto	X	Y	Altitude	Unidade	Subunidade
TF20-IV-01	288098	8165474	797	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-02	288169	8165487	785	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-03	288241	8165830	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-04	290472	8164340	798	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-05	290585	8164424	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-06	290575	8164325	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-07	292093	8164736	876	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-08	292162	8164774	895	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-09	292294	8164807	871	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-10	292738	8164494	855	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-11	293007	8164265	677	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-12	302797	8167047	597	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-13	301928	8167521	606	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-14	301004	8168012	648	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-15	301024	8167282	624	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-16	300621	8167114	642	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-17	300517	8167076	650	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-18	300026	8167139	656	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-19	299294	8167512	656	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-20	299070	8167164	660	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-21	298711	8166902	672	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-22	297016	8166429	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-23	297086	8165577	665	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-24	297188	8165520	648	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-25	297520	8165618	622	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-26	297771	8165690	647	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-27	297823	8165968	656	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-28	298418	8165714	650	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-29	298630	8165641	630	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-30	298863	8165848	615	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-31	299245	8166000	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-32	299304	8165779	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco


Ponto	X	Y	Altitude	Unidade	Subunidade
TF20-IV-33	299947	8165771	599	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-34	300447	8165900	622	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-35	290040	8166523	826	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-36	289962	8166638	809	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-37	289787	8166870	836	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-38	289786	8167389	872	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-39	289651	8167640	887	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-40	289453	8168149	900	<b>Grupo Canastra</b>	<b>Formação Serra do Landim</b>
TF20-IV-41	289861	8168309	893	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-42	289903	8168628	887	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-43	289971	8168780	887	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-44	290420	8169452	941	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-45	290562	8169492	954	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-46	291219	8168928	943	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-47	291921	8168292	931	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-48	292038	8167539	903	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-49	291995	8167351	909	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-50	291519	8166676	906	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-51	294151	8164902	674	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-52	294139	8165038	668	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-53	294225	8165393	747	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-54	294377	8165471	686	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-55	294346	8165604	670	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-56	294650	8165544	702	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-57	294727	8165487	720	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-58	295009	8165380	660	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-59	295511	8165304	668	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-60	296098	8165297	667	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-61	296231	8165686	662	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-62	296445	8165802	644	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-63	296832	8165928	647	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco

Ponto	X	Y	Altitude	Unidade	Subunidade
TF20-IV-64	296598	8166536	661	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-65	296736	8167018	653	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-66	296897	8167596	650	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-67	297257	8167696	656	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-68	297767	8168197	643	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-69	298025	8168166	625	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-70	298140	8168150	631	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-71	298517	8167780	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-72	298787	8167513	634	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-73	299016	8167481	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-74	299309	8167681	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-75	299546	8167742	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-76	299540	8167530	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-77	288638	8166572	807	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-78	288476	8166473	798	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-79	288113	8166272	804	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-80	288147	8166569	807	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-81	287869	8166810	826	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-82	288305	8167194	817	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-83	288540	8167267	798	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-84	288926	8167526	798	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-85	289182	8167563	835	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-86	289175	8167353	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-87	289085	8167165	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-88	290063	8166483	823	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-89	291039	8166415	890	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-90	291239	8166402	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-91	291574	8166371	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-92	291649	8166348	880	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-93	291678	8166410	865	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-94	291681	8166465	847	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira



Ponto	X	Y	Altitude	Unidade	Subunidade
TF20-IV-95	291872	8166520	794	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-96	292120	8166536	770	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-97	292393	8166592	732	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-98	293157	8167029	702	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-99	293820	8167192	692	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-100	294020	8167278	648	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-101	294474	8166971	674	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-102	294959	8166814	656	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-103	295047	8166685	690	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-104	295136	8166473	695	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-105	295227	8166877	655	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-106	294645	8165323	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-107	293977	8165773	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-108	294265	8166039	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-109	293672	8165859	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-110	293728	8166412	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-111	294582	8166804	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão da Porteira
TF20-IV-112	288641	8166953	779	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-113	288031	8167502	804	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-114	2887750	8167609	809	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-115	287570	8167493	815	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-116	287547	8167447	813	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-117	287398	8167301	827	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-118	287379	8167281	831	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-119	287124	8166943	883	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-120	287031	8166946	900	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-121	286254	8167619	942	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-122	285975	8168583	913	Grupo Canastra	Formação Serra do Landim
TF20-IV-123	286200	8168821	875	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-124	287254	8168921	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-125	287288	8168045	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro

Ponto	X	Y	Altitude	Unidade	Subunidade
TF20-IV-126	298747	8166909	628	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-127	302875	8164918	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-128	302501	8165124	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-129	301878	8165347	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-130	301431	8165456	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-131	301387	8165932	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-132	301245	8166114	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-133	300815	8165343	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-134	300631	8165099	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-135	300363	8165091	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-136	300692	8165308	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-137	301106	8165027	-	Formação Quilombo	Membro Ribeirão do Franco
TF20-IV-138	301601	8164716	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-139	301709	8164370	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-140	301877	8164023	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-141	302312	8164057	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-142	302865	8164141	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-143	303233	8164463	-	Grupo Bambuí	Formação Sete Lagoas
TF20-IV-144	297547	8142912	-	Grupo Paranoá	Formação Córrego do Barreiro
TF20-IV-145	297344	8143260	-		
TF20-IV-146	296021	8139761	-		
TF20-IV-147	295003	8138903	-		
TF20-IV-148	294994	8138852	638		
TF20-IV-149	294969	8137831	-		
TF20-IV-150	294256	8136336	-		
TF20-IV-151	295604	8137169	-		
TF20-IV-152	299012	8138594	667		
TF20-IV-153	291711	8166484	752		
TF20-IV-154			-		
TF20-IV-155			-		
TF20-IV-156			-		

	Universidade de Brasília – UnB	Arthur Siqueira Reis
	Instituto de Geociências - IG	Gustavo Mesquita de Abreu

## FORMAÇÃO QUILOMBO

### 1. 20-IV-94B – Grauvaca fina lítica

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão da Porteira
<b>Localização:</b>	23K, 291681; 8166465

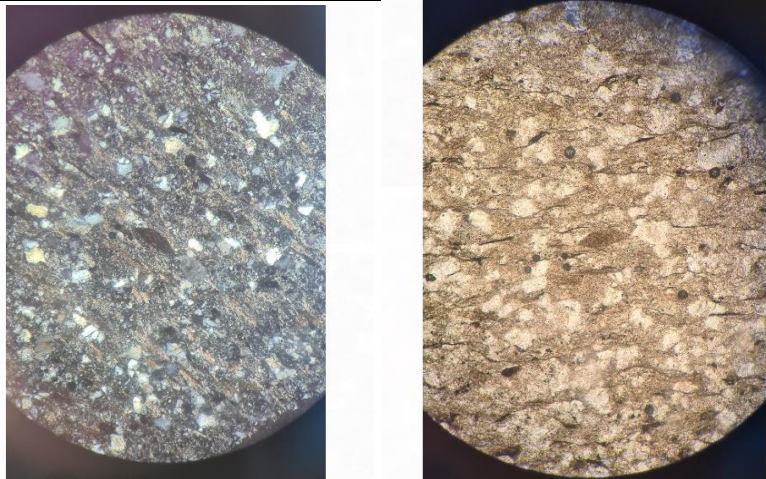
### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Cinza azulado
<b>Estrutura:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Silte a areia fina
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado
• <b>Forma do Grão:</b>	Granulometria muito fina, logo, não é possível identificar morfologia dos grãos
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Quartzo, fragmentos líticos e matriz
<b>Lâmina para micrografia</b>	Amostra de mão



### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

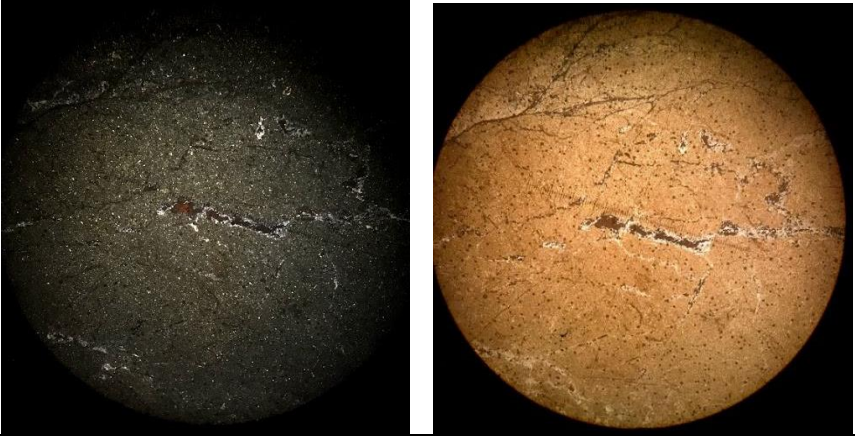
<b>Estrutura e escala:</b>	Contém uma foliação bem-marcada, evidenciada pela deformação da matriz.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	Quartzo com granulometria entre 0,05 mm e 0,2 mm; fragmentos líticos pelíticos com fração entre 0,03 mm e 0,2 mm; fragmentos líticos de arenitos com fração entre 0,07 e 0,25 mm; contém pirita eudétrica com ~0,08 mm; matriz pelítica.
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionada

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Forma dos grãos:</b></li> </ul>	<p>Quartzo anguloso a subanguloso, em geral são esféricos, porém ocorrem raros cristais alongados. Fragmentos líticos alongados sub-angulos com baixa esfericidade.</p>
<p><b>Fábrica:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Suporte:</b> clasto suportado</li> <li>● <b>Contato dos grãos:</b> concavo/convexo e suturados, principalmente entre os grãos de quartzo, (indicativos de alta compactação) contatos planares em alguns grãos mais alongados. Raramente pontuais.</li> </ul>
<p><b>Composição</b></p>	<p>Arcabouço composto de quartzo (40%), fragmentos líticos de arenito (20%) e fragmentos líticos de pelitos (20%). Matriz argilosa (20%).</p>
<p><b>Maturidade:</b></p>	<p>Imaturo texturalmente e composicionalmente devido presença de angulosidade nos fragmentos líticos, presença de óxidos e mais de 15% de matriz.</p>
<p><b>Fotos:</b></p>	
<p>Fotomicrografia em aumento x10</p>	
<p><b>Interpretação:</b></p>	<p>Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da formação Ribeirão da Porteira atrelado a fluxo laminar devido suas características texturais.</p> <p>Os fragmentos líticos são provenientes de rochas sedimentares. Existem fragmentos líticos de arenito e pelitos. A matriz presente na rocha é semelhante com os fragmentos líticos de pelito, logo, pode-se dizer que a matriz da rocha tem a mesma proveniência que o litofragmentos de pelito, sendo que a matriz era um pelito que foi mais esfarelado/fragmentado.</p>
<p><b>Classificação:</b></p>	<p><b>Grauvaca fina lítica</b></p>

## 2. 20 – IV – 16 – Vulcânica afanítica ácida a intermediária

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão do Franco
<b>Localização:</b>	23K, 300621 E; 8167114 S

<b>DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA</b>	
<b>Cor:</b>	Cinza esverdeada.
<b>Grau de Cristalinidade</b>	Holovítrea
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulação</b>	Vítrea
• <b>Tamanho relativo dos cristais</b>	Vitrofírica (coexistem pequenos cristais, inseridos numa matriz essencialmente vítrea).
<b>Observações:</b>	<b>Amostra com planos de fraturas com precipitação de um material de coloração avermelhada (óxidos?)</b>
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>
	
<b>DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA</b>	
<b>Grau de Cristalinidade</b>	Hipovítrea (constituída essencialmente de material vítreo)
<b>Textura: Microporfírica</b>	
• <b>Granulação:</b>	Fina a densa. Quartzo associados com veios submilimétricos e cristais arredondados.
• <b>Mineralogia:</b>	Quartzo (20%), matriz amarronzada (80%).
• <b>Forma geométrica dos cristais:</b>	Xenomórfica (prevalcem cristais de quartzo com morfologia anédrica).

<b>Trama:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trama intersetal (o espaço entre os microfenocritais de quartzo é preenchido por vidro).</li> </ul>
<b>Observações:</b>	Contém fraturas submilimétricas preenchidas por quartzo. Os cristais de quartzo contém “óxidos de coloração castanha” dentro dos grãos.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Rocha Vulcano caniça formada a partir de vulcanismo subaquoso associado com sequências turbidíticas em taludes continentais.
<b>Classificação:</b>	<b>Vulcânica afanítica ácida a intermediária</b>

### 3. 20-IV-95 – Litoarenito fino

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão da Porteira
<b>Localização:</b>	23K, 291872; 8166520.

#### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza escuro, possível observar alguns grãos de coloração branca dispersos na amostra.
<b>Estrutura:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Areia fina com fragmentos líticos.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Os fragmentos líticos são subangulosos.
<b>Fábrica:</b>	Clástica.
<b>Composição:</b>	Quartzo, matriz bem fina, minerais escuros (óxidos), feldspato, fragmentos líticos.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>



### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	Quartzo, fragmentos líticos de pelito, feldspatos e micas com granulometria entre 0,2 e 0,6 mm.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado
• <b>Forma dos grãos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arredondamento:</b> subarredondados</li> <li>• <b>Esfericidade:</b> média a baixa</li> </ul>
<b>Fábrica:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Suporte:</b> Clasto-suportado(?) Borda dos grãos alterada para matriz</li> <li>• <b>Contato dos grãos:</b> Contatos concavo/convexo, e planares</li> </ul>
<b>Composição</b>	Quartzo (80%), fragmento líticos de pelitos (10%), feldspato (7%) e mica (2%)
<b>Maturidade:</b>	Maturidade textural: média a alta. Maturidade composicional: média
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da


	Formação Ribeirão da Porteira atrelado a fluxo laminar devido suas características texturais. Ambiente com alta energia devido a presença de grãos de quartzo e fragmentos líticos. Ausência de matriz significa que a matriz foi lavada devido a um fluxo laminar. Os fragmentos líticos são provenientes de rochas sedimentares, que são provavelmente pelitos.
<b>Classificação:</b>	<b>Litoarenito fino.</b>



#### 4. 20 – IX – 99 – Ortoconglomerado polimítico.

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão da Porteira
<b>Localização:</b>	23K, 296175; 8150770

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA	
<b>Cor:</b>	Cinza
<b>Estrutura:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Arcabouço com grãos entre 12 mm e 0,5 mm. Matriz areia muito fina a silte.
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionada
• <b>Forma do Grão:</b>	Predominantemente esféricos e alongados, porém ocorrem grãos subangulosos e arredondados.
<b>Fábrica:</b>	Clástica.
<b>Composição:</b>	Arcabouço com fragmentos de arenito, siltito e folhelho.
<b>Lâmina para micrografia</b>	Amostra de mão
	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA	
<b>Estrutura e escala:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	Grãos de arenito, grauvaca, siltito e folhelho com granulometria entre 30 mm e 0,5 mm. Grãos de quartzo com granulometria entre 0,05 e 0,15 mm. Os fragmentos de arenitos predominam arenitos muito finos. Contém fragmentos com tamanho de 0,2 mm de veios de quartzo. Contém menos 5% de matriz e o resto é arcabouço.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado
• <b>Forma dos grãos:</b>	Predominantemente esféricos e alongados, porém ocorrem grãos sub-angulosos e arredondados.
<b>Fábrica:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Suporte:</b> Clasto-suportado.</li> <li>• <b>Contato dos grãos:</b> Planares a pontuais</li> </ul>

<b>Composição</b>	Fragmentos de siltito; fragmentos de grauvaca; fragmentos de arenito muito fino; fragmentos de folhelho; grãos de quartzo; grãos de veios de quartzo e matriz silte-arenosa.
<b>Maturidade:</b>	Sub-maturo texturalmente e imaturo composicionalmente.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da formação Ribeirão da Porteira. Ambiente com alta energia devido a presença clastos com tamanho entre 30 mm e 0,5 mm.. Os fragmentos líticos são provenientes de rochas sedimentares, que são provavelmente pelitos.
<b>Classificação:</b>	<b>Ortoconglomerado polimítico.</b>

### 5. TF20-VIII-44 – Ortoconglomerado polimítico.

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão da Porteira
<b>Localização:</b>	23K, 297430; 8153087

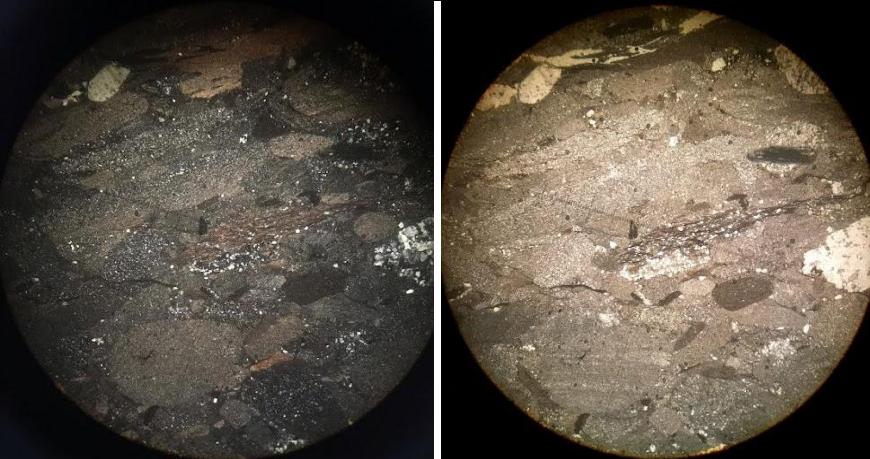
#### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza. Conglomerados de cor cinza escura, cinza clara e esbranquiçados.
<b>Estrutura:</b>	Maciça.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Arcabouço com grãos entre 6 mm e 1 mm. Matriz areia muito fina a silte.
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionada
• <b>Forma do Grão:</b>	<b>Arredondamento:</b> grãos de diversos tamanhos contendo grãos bem arredondados e baixa esfericidade. Possui grãos subangulosos menores. <b>Esfericidade:</b> Possui clastos bem esféricos e outros alongados de baixa esfericidade.
<b>Fábrica:</b>	Clástica.
<b>Composição:</b>	Arcabouço com fragmentos de arenito, siltito e folhelho.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>



#### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Maciça
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	Fragmentos líticos de arenito fino com 3 a 6mm. Fragmentos líticos de siltito/folhelhos de 0,5 a 2mm. Grãos monocristalinos de quartzo de 0,2 a 0,5mm.
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionado
• <b>Forma dos grãos:</b>	Arredondados a subarredondados com baixa esfericidade (fragmentos alongados).
<b>Fábrica:</b>	• Arcabouço formado por fragmentos de rochas tamanho de seixos. Clasto suportados.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contatos planares entre a maioria dos grãos, com alguns contatos pontuais suturados e concavo-convexo.</li> </ul>
<b>Composição</b>	Fragmentos de siltito; fragmentos de arenito muito fino; fragmentos de folhelho; grãos de quartzo; grãos de veios de quartzo e matriz silte-arenosa.
<b>Maturidade:</b>	Sub-maturo texturalmente e imaturo composicionalmente.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	<p>Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da formação Ribeirão da Porteira. Ambiente com alta energia devido à presença clastos com tamanho entre 30 mm e 0,5 mm.</p> <p>Os fragmentos líticos são provenientes de rochas sedimentares, que são provavelmente pelitos.</p>
<b>Classificação:</b>	<b>Ortoconglomerado polimítico.</b>

6. 20 – II – 108b – Vulcânica subafanítica ácida a intermediária

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão do Franco
<b>Localização:</b>	23K, 297669 E; 8173166 S

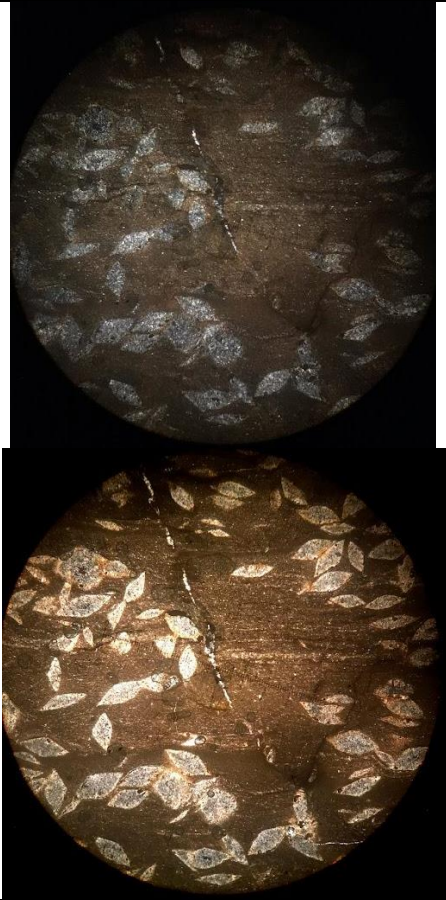
**DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA**

<b>Cor:</b>	Cinza esverdeada.
<b>Grau de Cristalinidade</b>	Hipovítrea (constituída essencialmente de material vítreo).
<b>Textura: Microporfirítica</b>	
• <b>Granulação</b>	Vítrea a fina
• <b>Tamanho relativo dos cristais</b>	Vitrofírica (coexistem pequenos cristais, inseridos numa matriz essencialmente vítrea).
<b>Observações:</b>	Amostra com indício de percolação de fluídos pelas fraturas, além de contém precipitações de óxidos de coloração azul metálico (provavelmente óxido de manganês).
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>





**DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA**


<b>Grau de Cristalinidade</b>	Hipovítrea (constituída essencialmente de material vítreo)
<b>Textura: Microporfirítica</b>	
• <b>Granulação:</b>	Fina a densa. Quartzo associados com veios submilimétricos e cristais arredondados.
• <b>Mineralogia:</b>	Quartzo (35%), matriz amarronzada (65%).
• <b>Forma geométrica dos cristais:</b>	Hipidiomórfica
<b>Trama:</b>	• Trama intersetal (o espaço entre os microfenocristais de quartzo é preenchido por vidro).

<b>Observações:</b>	Cristais de quartzo tem um formato de “olho” e aparentemente os cristais estão ordenados, provavelmente seguindo uma direção de fluxo. O cristais de quartzo contém “óxidos” dentro dos grãos.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Rocha Vulcano caniça formada a partir de vulcanismo subaquoso associado com sequências turbidíticas em taludes continentais.
<b>Classificação:</b>	<b>Vulcânica subafanítica ácida a intermediária</b>

## 7. 20 – XI – 116 – Grauvaca fina lítica

<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão do Franco
<b>Localização:</b>	23K, 297748; 8147300.

<b>DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA</b>	
<b>Cor:</b>	Preta fresca e marrom alterada
<b>Estrutura:</b>	Laminação plano-paralela contínuas e descontínuas.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Areia fina (70%), composta principalmente por quartzo (grãos com brilho vítreo). Morfologia dos grãos indistinta. Matriz (30%).
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Granulação fina, logo, não é possível distinguir o formato dos grãos.
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Quartzo e matriz.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>
	
<b>DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA</b>	
<b>Estrutura e escala:</b>	Contém uma foliação bem marcada, evidenciada pela deformação da matriz.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quartzo monocristalino - 0,2 a 0,01 mm</li> <li>• Quartzo policristalino - 0,5 a 0,2 mm</li> <li>• Feldspatos - 0,3 a 0,1 mm</li> <li>• Opacos - 0,2 a 0,03 mm</li> </ul>
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionada
• <b>Forma dos grãos:</b>	Subangulosos, esfericidade variada
<b>Fábrica:</b>	Contatos flutuantes onde há mais matriz e pontuais a planares onde há menos matriz. Lâminas intercaladas, que são distintas devido ao maior e menor conteúdo de opacos.

<b>Composição</b>	Quartzo (60%); feldspatos (5%); matriz (30%) e opacos (2%)
<b>Maturidade:</b>	Imaturo texturalmente e composicionalmente.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da formação Ribeirão da Porteira atrelado a fluxo laminar devido suas características texturais.
<b>Classificação:</b>	Grauvaca fina.



## 8. 20 – IX – 42 – Grauvaca feldspática

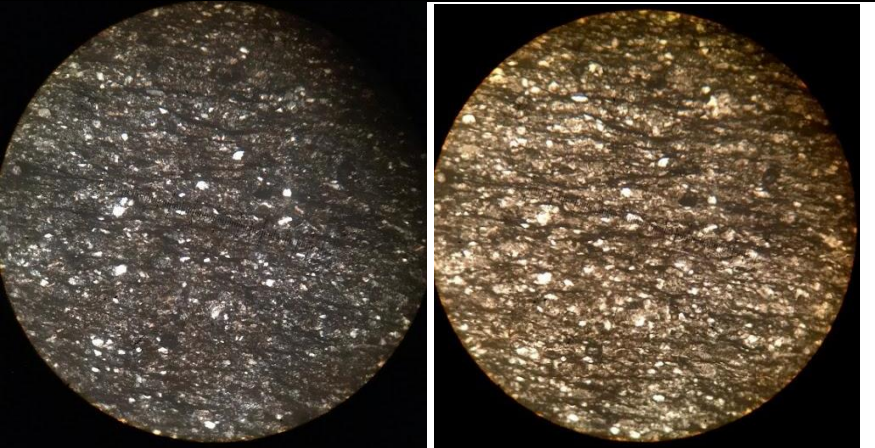
<b>Unidade:</b>	Formação Quilombo, Membro Ribeirão do Franco
<b>Localização:</b>	23K, 297467; 8153089.

### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza escuro.
<b>Estrutura:</b>	Maciça.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Areia muito fina.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Granulação fina, logo, não é possível distinguir o formato dos grãos.
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Quartzo, matriz bem fina, minerais escuros (óxidos).
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>
	

### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Contém uma foliação bem marcada, evidenciada pela deformação da matriz.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	• Domínio com quartzo de granulometria areia fina, grande volume de matriz argilosa. Possui outro domínio com mudança significativa de granulometria e aumento no volume de quartzo.
• <b>Seleção:</b>	Mal selecionada
• <b>Forma dos grãos:</b>	Subangulosos, esfericidade moderada
<b>Fábrica:</b>	Contatos flutuantes onde há mais matriz e pontuais a planares onde há menos matriz.
<b>Composição</b>	Quartzo (20 a 25 %); feldspatos (5%); matriz (60 a 65 %) e opacosprimáticos detríticos (5%)
<b>Maturidade:</b>	Imaturo texturalmente e composicionalmente.

<b>Fotos:</b>	
<p>Fotomicrografia em aumento x20</p>	
<p><b>Interpretação:</b></p>	<p>Rocha relacionada a deposição de uma sequência turbidítica no sopé de um talude, inferindo-se a parte mais proximal por ser da formação Ribeirão da Porteira atrelado a fluxo laminar devido suas características texturais.</p>
<p><b>Classificação:</b></p>	<p>Grauvaca feldspática</p>

## GRUPO PARANOÁ: FORMAÇÃO CÓRREGO DO BARREIRO

### 9. 20-XI-125 – Dolomicalutito com extraclastos de quartzo e feldspato

<b>Unidade:</b>	Grupo Paranoá – Formação córrego do Barreiro
<b>Localização:</b>	23K 296055 E 8145404 S

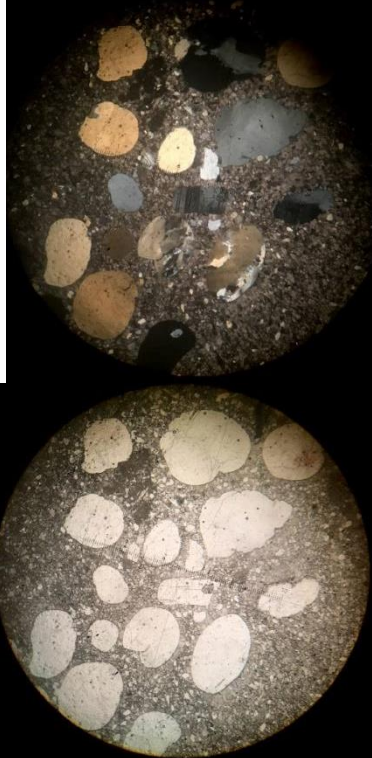
#### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza claro
<b>Estrutura:</b>	Intercalações de domínios mais ricos em matriz e domínios mais ricos em extraclastos de quartzo que frequentemente não se tocam e alguns clastos angulosos de fragmentos líticos (siltito escuro). Presença de níveis de esteiras microbianas.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Matriz fina (argila/silte) coesa. Arcabouço com clastos muito grossos a grânulos (cascalho muito fino)
• <b>Seleção:</b>	Moderadamente a pobremente selecionado
• <b>Forma do Grão:</b>	<b>Arredondamento:</b> Grãos de quartzo bem arredondados, enquanto fragmentos siltosos são sub-angulosos. <b>Esfericidade:</b> grãos de quartzo apresentam alta esfericidade, enquanto fragmentos siltosos tem baixa esfericidade.
<b>Fábrica:</b>	Matriz suportado, com porcentagem de matriz e arcabouço variando entre domínios. Variando de 95% de matriz até domínios com apenas >50% de matriz. Clastos classificam como extraclastos.
<b>Composição:</b>	Matriz dolomítica e extraclastos quartzosos e líticos.
<b>Observações</b>	esteiras algais, espessura sub-milimétrica, largura centimétrica observável na capa de alteração.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>



### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Intercalações sub-centimétricas de domínios com predomínio de extraclastos grossos de quartzo feldspatos e domínios com predomínio de clastos carbonáticos/dolomíticos siltosos/micritico.
<b>Textura:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Granulometria:</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● &gt;50% carbonato siltoso a no máximo areia fina (0,03-0,1 mm)</li> <li>● Extraclastos apresentam granulometria areia muito grossa, mas também podem variar até granulometria areia fina (0.1 – 3,6 mm).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Seleção:</b></li> </ul>	Muito mal selecionado a bem selecionado a depender do domínio e quantidade de extraclastos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Forma dos grãos:</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Extraclastos de quartzo com maior granulometria apresentam de forma subarredondada a bem arredondado com alta esfericidade e alguns com baixa esfericidade. Clastos menores podem ter formas angulosas com baixa esfericidade</li> <li>● Extraclastos de feldspato potássico são sub-angulosos com baixa esfericidade</li> <li>● Carbonato apresenta-se de forma amorfa. Matriz recristalizada.</li> </ul>
<b>Fábrica:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Suporte:</b> Matriz suportado. 90% matriz ate domínios com apenas 20% de matriz</li> <li>● <b>Contato dos grãos:</b> Flutuante, extraclastos não se tocam.</li> </ul>
<b>Composição</b>	<p><b>Componentes Aloquímicos</b> (arcabouço)          Extraclastos - fragmento de rocha terrígena detritica, predominantemente quartzo 98% e plagioclásio (macla polissintética) 1% e microclínio 1% (macla <i>tartan</i>)</p> <p><b>Componentes Ortoquímicos</b> (matriz / cimento)</p>

	Micrita 75%- lama (amorfa predominantemente recristalizada) e espartita ao redor de alguns extraclastos.
<b>Maturidade:</b>	Apesar dos clastos arredondados e quartzosos, apresenta baixa maturidade textural devido a sua má seleção. Composicionalmente o arcabouço ;e submaturo devido a presença de microclinio e plagioclásio.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Componentes aloquímicos terrígenos interpretados como extraclastos apresentam textura que evidencia retrabalhamento (arredondamento e esfericidade). Algumas feições de dissolução nos componentes aloquímicos (extraclastos), como bordas convexas/concavas, podem ser indícios de compactação química. Evidências de recristalização tanto na matriz micritica sendo recristalizada como nos extraclastos de quartzo policristalino e com extinção ondulante. Feições de solubilidade demonstrada em cristalização de cimento espático ao redor dos extraclastos. Não apresenta porosidade. Estima-se ambiente próximo da fonte (extraclastos) com energia media a alta para o retrabalhamento dos mesmos, além da presença de esteiras microbianas.
<b>Classificação:</b>	Dololutito micritico recristalizado com extraclastos de quartzo e feldspato/ Mudstone com extraclastos de quartzo e feldspato

### 10. 20-XII-54 – Arenito feldspático grosso

<b>Unidade:</b>	Grupo Paranoá – Formação córrego do Barreiro
<b>Localização:</b>	23K, 292997L 8142507N Observação: bloco rolado de quartzito do Paranoá em meio ao clorita-fengita-filito

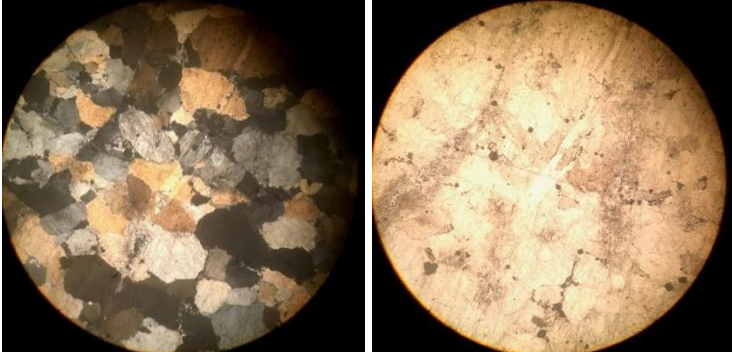
#### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza claro
<b>Estrutura:</b>	Maciça com capa de alteração expondo feldspatos.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Areia muito grossa a grossa.
• <b>Seleção:</b>	Moderadamente selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Grãos de quartzo com textura sacaroidal,
<b>Fábrica:</b>	Clasto suportado
<b>Composição:</b>	Quartzo, feldspato e pirita.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Fotomicrografia</b>



#### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Maciça.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; Quartzo – 0,2 a 2 mm, predomina-se granulometria grânulo a areia muito grossa.</li> <li>• Feldspato – 0,4 a 3,2 mm -</li> <li>• Quartzo (veios) – 0,02 a 0,06 mm</li> <li>• Pirita – 0,03 a 0,4 mm</li> <li>• Epidoto – 0,05 mm</li> </ul>
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Forma dos grãos:</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Arredondamento:</b> subarredondado a subanguloso, onde os grãos de quartzo apresentam maior arredondamento em relação ao de feldspato. Feldspatos apresentam maior idiomorfismo, ao ver que mantem sua forma sub-prismática, mesmo quando alterados.</li> <li>● <b>Esfericidade:</b> média</li> </ul>
<p><b>Fábrica:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Suporte:</b> clasto suportado. &lt;3% matriz, material argiloso proveniente da alteração do fds.</li> <li>● <b>Contato dos grãos:</b> comumente suturado mas também concavo convexo. Raramente planares.</li> </ul>
<p><b>Composição</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quartzo (89%) – extinção ondulante forte</li> <li>● KF-Microclínio (7%) – maclas (lei da albíta e da periclina);/sericitização</li> <li>● Plagioclásio (1%) - maclas polissintéticas</li> <li>● Pirita (3%)</li> </ul> <p>Epidoto (&lt;1%) - inclusão dentro do quartzo.</p>
<p><b>Maturidade:</b></p>	<p>Composicionalmente é relativamente madura e texturalmente é moderadamente madura.</p>
<p><b>Fotos:</b></p>	
<p>Fotomicrografia em aumento x10</p>	
<p><b>Interpretação:</b></p>	<p>Rocha pertencente a Fm. Córrego do Barreiro, provavelmente relacionado a ambientes marinhos rasos. Muito quartzo pode inferir certo grau de maturidade ou área fonte muito quartzosa.</p> <p>Granulometria areia grossa com grãos subesféricos pode inferir um grau de energia moderada a mais elevado.</p> <p>Contatos suturados estão relacionados ao grau de compactação avançado. Relação das piritas diagenéticas, devido disposição textural na amostra, disseminadas e euédricas.</p> <p>Textura sacaroidal e extinção ondulante no quartzo pode estar relacionada a processos de recristalização provenientes de anquimetamorfismo.</p> <p>Feldspato alterado relacionado a processos de sericitização, provalmente relacionados a processos intempéricos recentes. Vênulas quartzosas relacionadas a preenchimentos de fraturas por alívio de pressão.</p>
<p><b>Classificação:</b></p>	<p>Arenito feldspático grosso silicoso.</p>

## GRUPO CANASTRA: FORMAÇÃO SERRA DO LANDIM

### 11. TF20-XIII-33– Filito

<b>Unidade:</b>	Grupo Canastra – Formação Serra do Landim
<b>Localização:</b>	23K, 291812; 8138942.

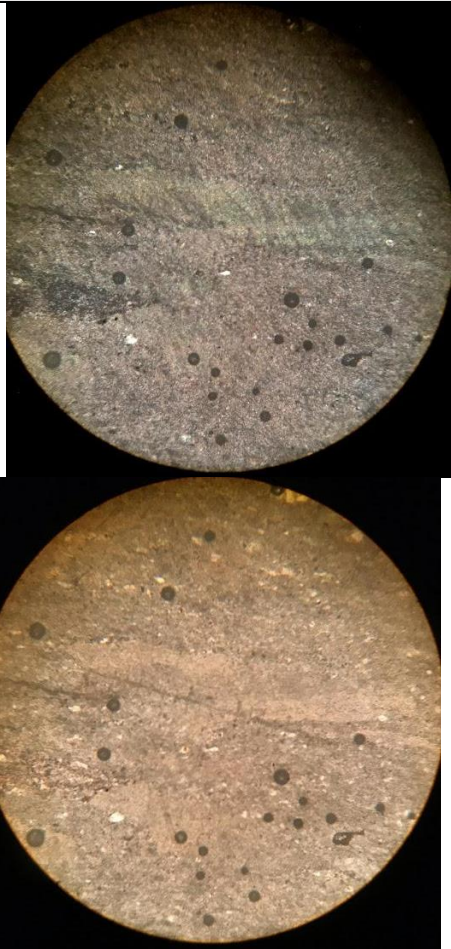
#### DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza clara com planos mais esbranquiçados.
<b>Estrutura:</b>	Rocha com foliação penetrativa
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Areia muito fina.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Granulação fina, logo, não é possível distinguir o formato dos grãos.
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Quartzo, matriz bem fina, minerais escuros (óxidos).
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>
	

#### DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

<b>Estrutura e escala:</b>	Foliação diagenética(?) presente por alternância de níveis de composição mineralógica distintos. Possível observar domínios micáceos (fengita) de granulometria silte, com birrefringência alta e com foliação, o que faz se destacar das áreas vizinhas compostas com predominantemente por outro mineral (clorita). Possui uma direção preferencial da foliação que por vez dita também a orientação dos quartzos. Os quartzos são arredondados a subarredondados com alta esfericidade, possuem tamanho na ordem de 0,05 mm. É possível observar regiões que sofreram alteração onde se encontra mineral intemperizado de coloração marrom escura. É observado essa alteração nos fragmentos líticos de forma mais recorrente. É observado fragmentos líticos formados por quartzo, tendo assim origem de um arenito.
----------------------------	--

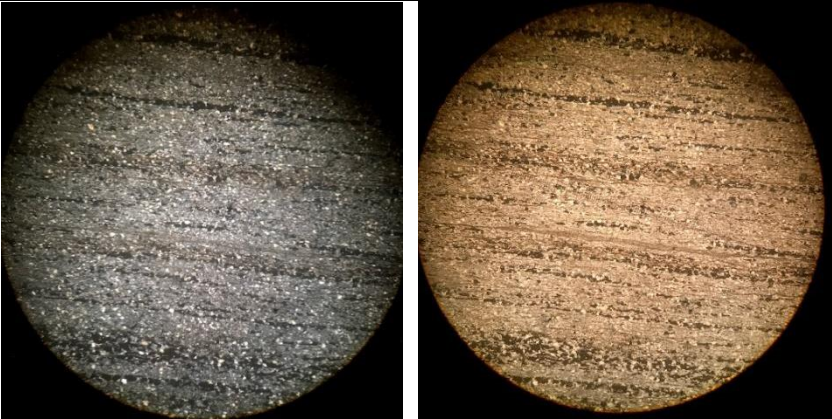


<b>Textura: Lepidoblástica.</b>	
● <b>Granulometria:</b>	● Micas de granulação silte e argila. Quartzo de tamanhos entre 0,05 e 0,2 mm.
● <b>Seleção:</b>	Mal selecionada
● <b>Forma dos grãos:</b>	Subangulosos, esfericidade moderada
<b>Fábrica:</b>	Contatos flutuantes onde há mais matriz e pontuais a planares onde há menos matriz.
<b>Composição</b>	50% mica fengita; 40% clorita; 5% fragmentos líticos de arenito; 5% quartzo.
<b>Protólito</b>	Fragmentos líticos de arenito e protólito de silito.
<b>Paragênese:</b>	Fengita + clorita
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x20	
<b>Interpretação:</b>	
<b>Classificação:</b>	Fengita-Clorita-Filito

## 12. TF20-XIV-29– Siltito

<b>Unidade:</b>	Grupo Canastra – Formação Serra do Landim
<b>Localização:</b>	23K, 293481; 8134788

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA	
<b>Cor:</b>	Rocha fresca com estratos brancos, ocre e marrom claro.
<b>Estrutura:</b>	Estratificação plano-paralela.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Silte
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Não é possível observar na amostra de mão
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Quartzo, acamamentos marrom claro pode ser por oxidação.
<b>Lâmina para micrografia</b>	Amostra de mão
	
DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA	
<b>Estrutura e escala:</b>	Contém uma foliação bem marcada, evidenciada pela deformação da matriz.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria:</b>	<p>Domínios com quartzo de 0,08 mm a 0,1mm e minerais opacos oxidados. Granulometria areia muito fina.</p> <p>Os domínios com concentração muito menor de óxidos possuem grãos de granulometria que varia entre silte fino a silte grosso. Possui quartzo policristalino com grãos que variam 0,05 a 0,1mm. (quartzo 2).</p>

	Minerais com 0,25mm cúbicos extintos (pirita?).
● <b>Seleção:</b>	Bem selecionados. Possui dois tamanhos característicos do quartzo nos diferentes planos da amostra
● <b>Forma dos grãos:</b>	Grãos subarredondados para o quartzo 1 e baixa esfericidade. Possui extinção ondulada.  Grãos menores, quartzo 2, possui grãos arredondados e alta esfericidade.
<b>Fábrica:</b>	<b>Suporte (matriz/arcabouço):</b> Matriz argilosa 15%. <b>Contato dos grãos:</b> contatos suturados (quartzo 1), pontuais, planares.
<b>Composição</b>	50% de quartzo 1; 15% de quartzo 2; 15% argilomineral de coloração marrom clara; 10% de mica crenulada.; 5% de opacos euédricos de formato cúbico tamanho entre 0,3 e 0,1mm; 5% de opacos marrom escuro anédricos e ocorrem no plano de foliação;
<b>Maturidade:</b>	Maturidade mineralógica baixa e textural alta.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	Sedimentação ocorreu entre os mounds carbonáticos.
<b>Classificação:</b>	Siltito.

**TF20-X-04 - Mármore**

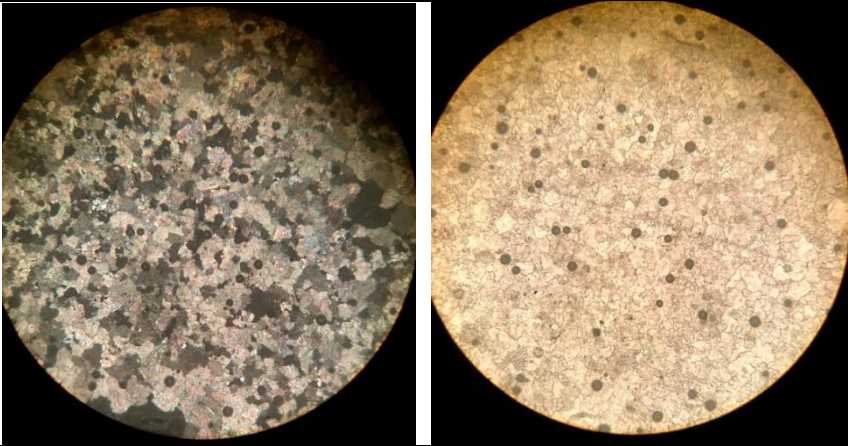
<b>Unidade:</b>	Grupo Canastra – Formação Serra do Landim
<b>Localização:</b>	23K, 290457; 8149185.

**DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA**

<b>Cor:</b>	Rocha fresca de coloração cinza clara. Branca quando alterada.
<b>Estrutura:</b>	Rocha maciça.
<b>Textura:</b>	
• <b>Granulometria</b>	Granulometria areia fina. Regiões brechadas com clastos angulosos.
• <b>Seleção:</b>	Bem selecionado.
• <b>Forma do Grão:</b>	Não é possível observar na amostra de mão
<b>Fábrica:</b>	Clástica
<b>Composição:</b>	Carbonática.
<b>Lâmina para micrografia</b>	<b>Amostra de mão</b>

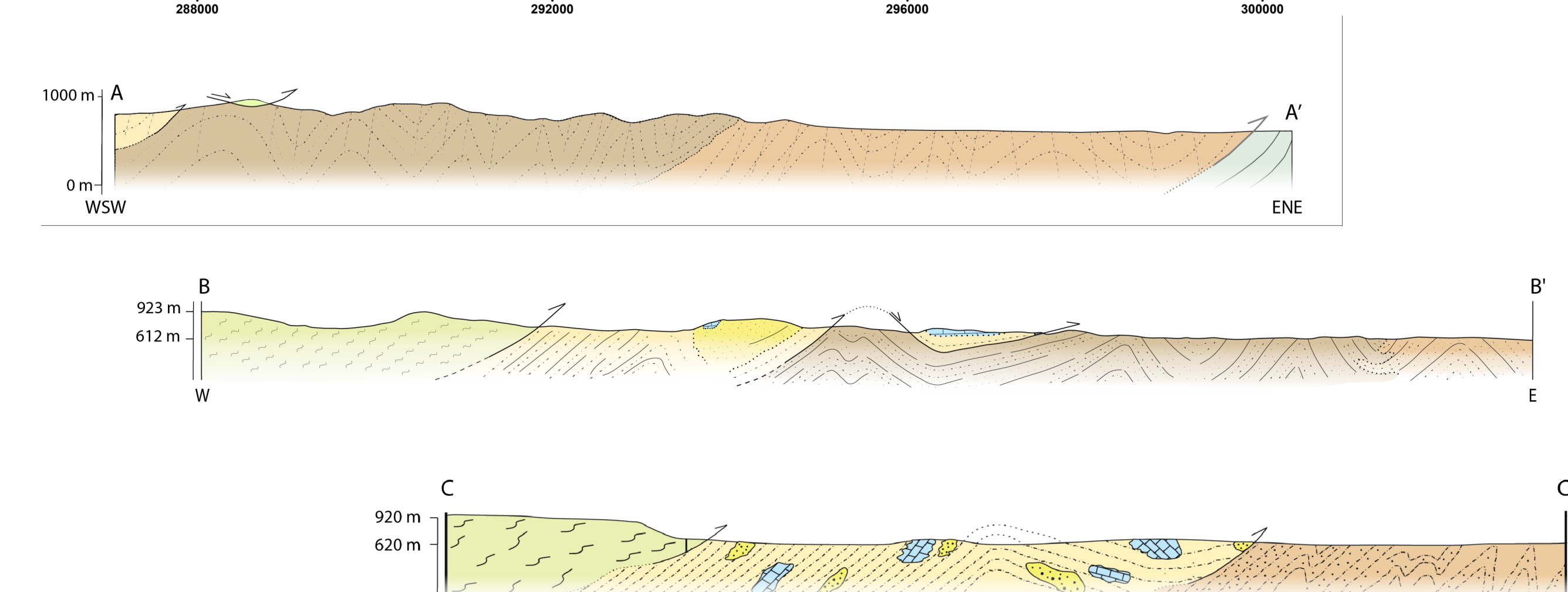
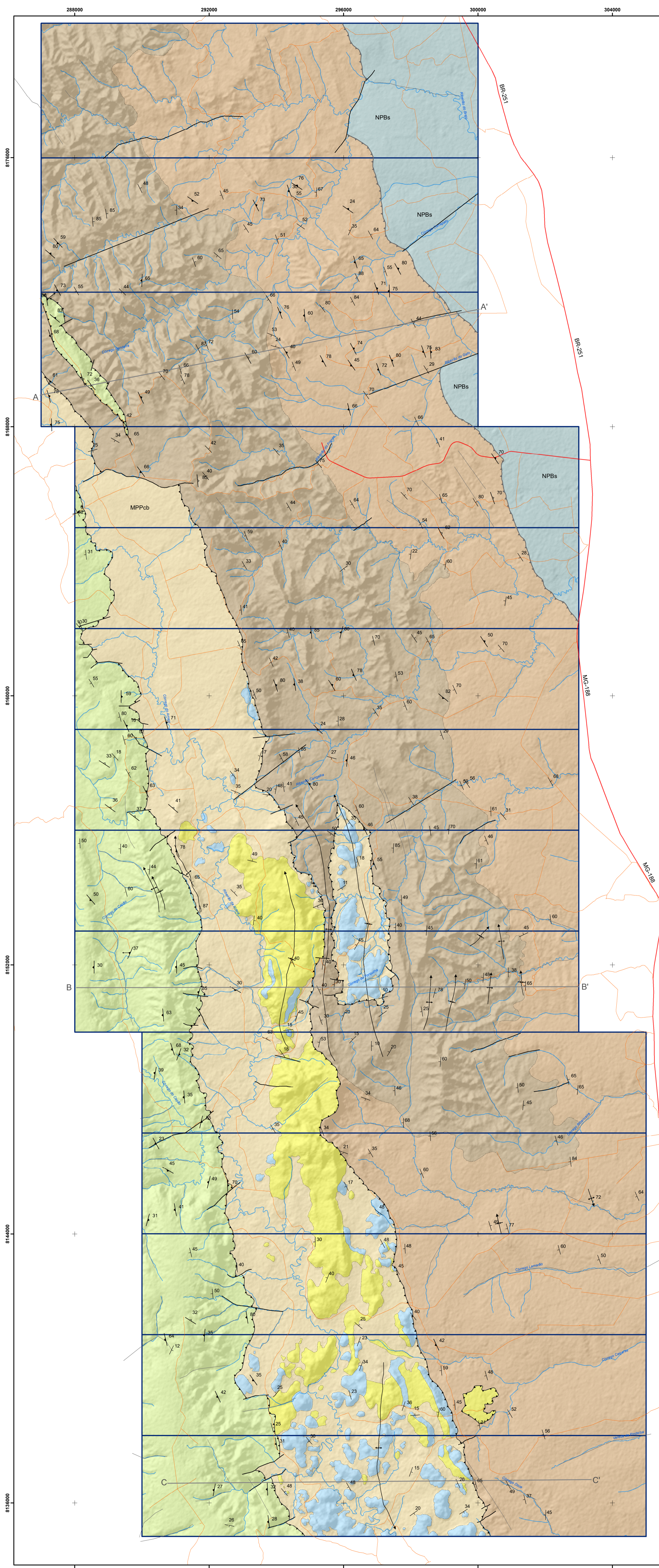
**DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA**

<b>Estrutura e escala:</b>	Estrutura maciça. Possui domínio com concentração de minerais de granulação fina e outro domínio, que representa a maior parte da amostra, de granulação muito fina. Sendo uma estrutura heterogênea em sua dispersão e tamanho, mas homogenia na composição total. A estrutura presente é reliquiar, próprias da rocha carbonática original.
<b>Textura:</b>	
• <b>Textura:</b>	Granoblástica. Textura inequigranular com pouca diferença de tamanho entre os dois domínios.
• <b>Granulometria:</b>	Carbonatos 0,2mm a 0,35mm grãos maiores.  Carbonatos de 0,05mm a 0,1mm.

	Extraclastos de quartzo 0,04 a 0,07mm.
● <b>Protólito</b>	Rocha carbonática
● <b>Paragênese:</b>	Carbonato + Qtz
<b>Fábrica:</b>	<b>Suporte (matriz/arcabouço):</b> Matriz argilosa 15%. <b>Contato dos grãos:</b> contatos suturados (quartzo 1), pontuais, planares.
<b>Composição</b>	98% minerais carbonáticos; 2% de quartzo com extinção ondulada moderada.
<b>Maturidade:</b>	Maturidade mineralógica baixa e textural alta.
<b>Fotos:</b>	
Fotomicrografia em aumento x10	
<b>Interpretação:</b>	
<b>Classificação:</b>	Mármore.

# Projeto Unai 2020

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

##### Ectasianio

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

##### MPQrf

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

##### MPQrp

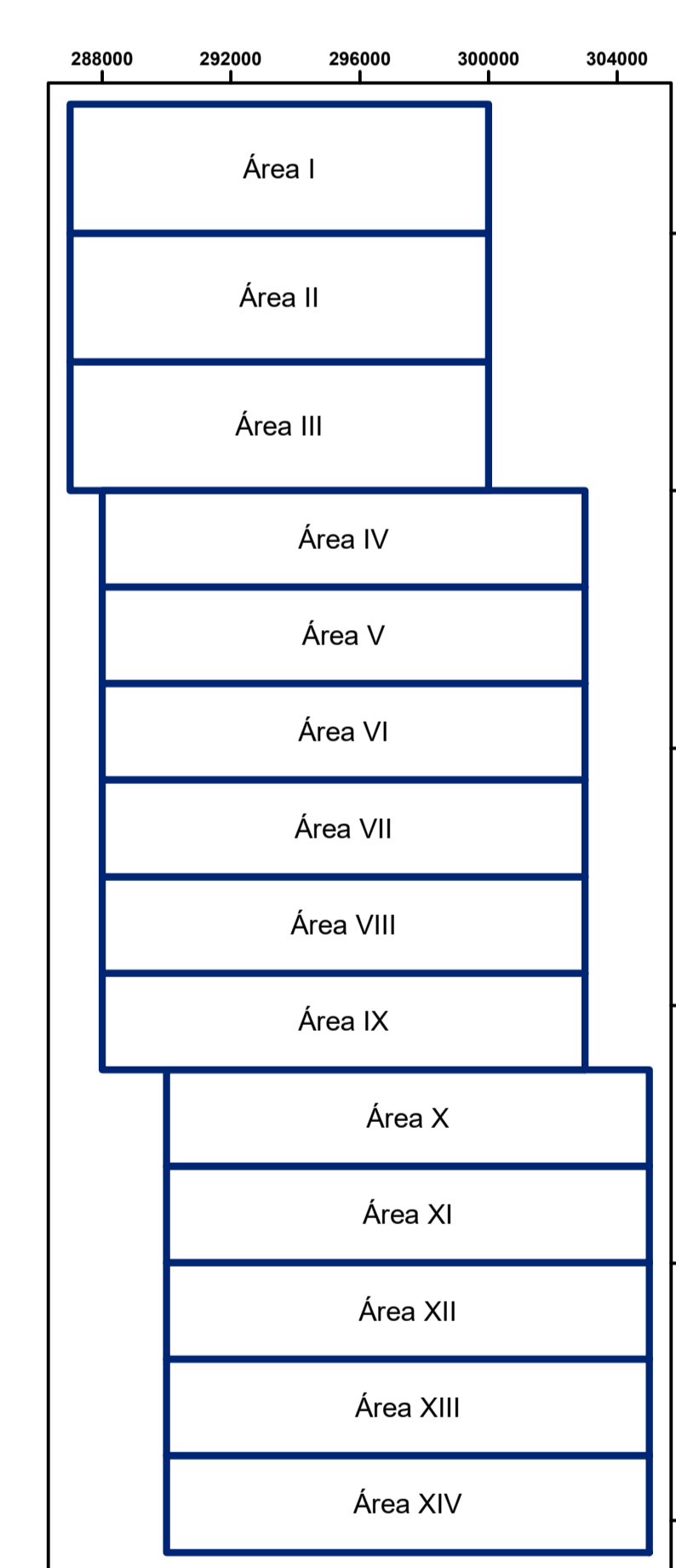
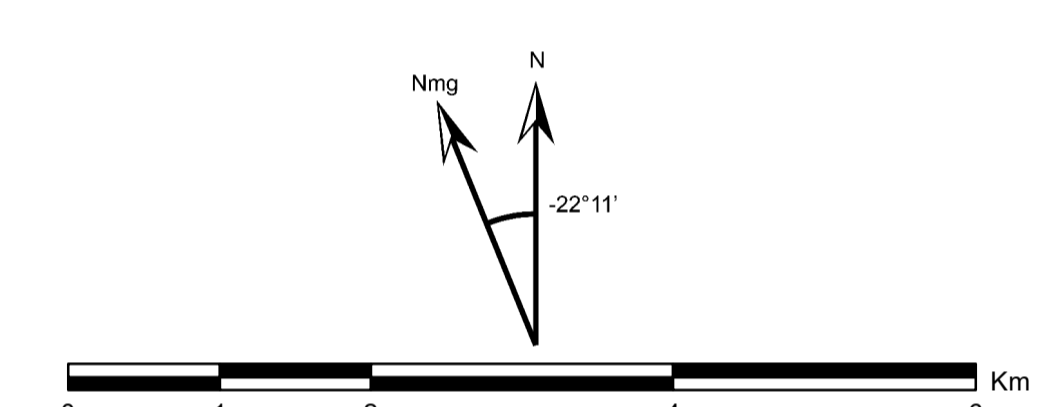
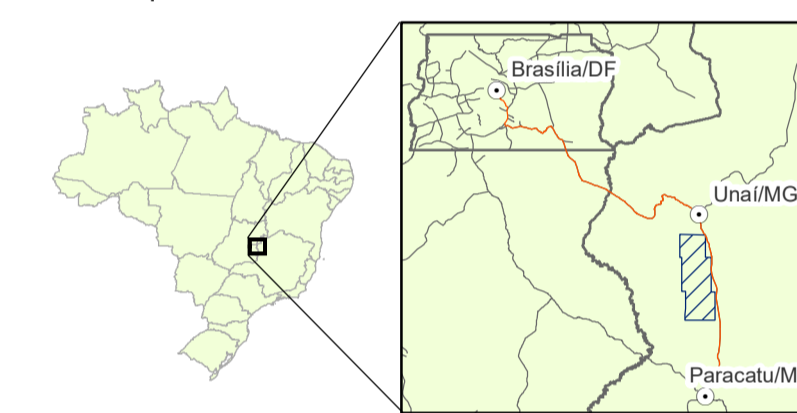
Membro Ribeirão da Porteira: ritmito psamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaça litica fina, grauvaça litica grossa, arenito, subitarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito, e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas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

### Convenções Geológicas

- Acamamento - S0
- Folição principal - Sp
- Folição 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 sincinal 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

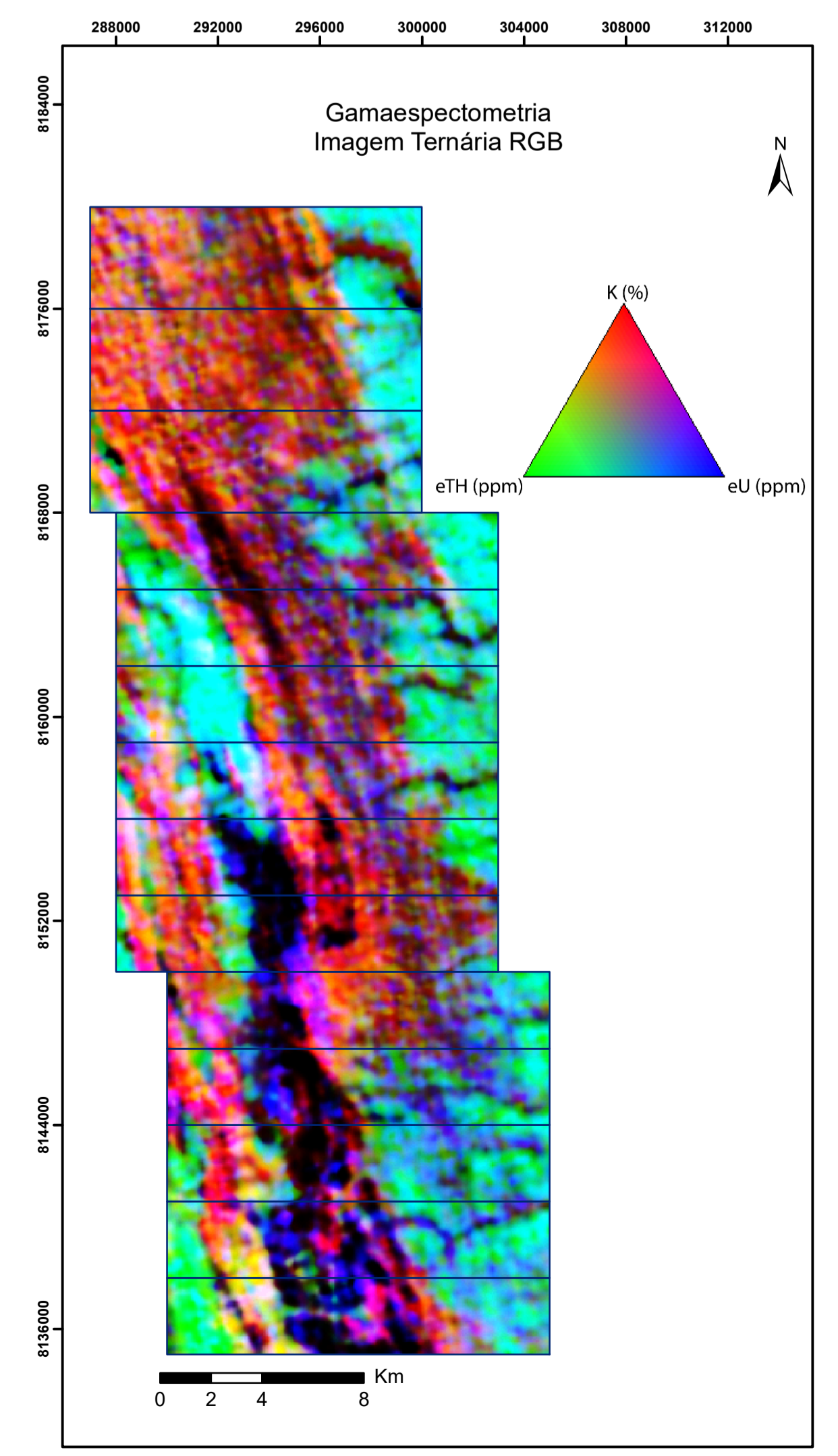
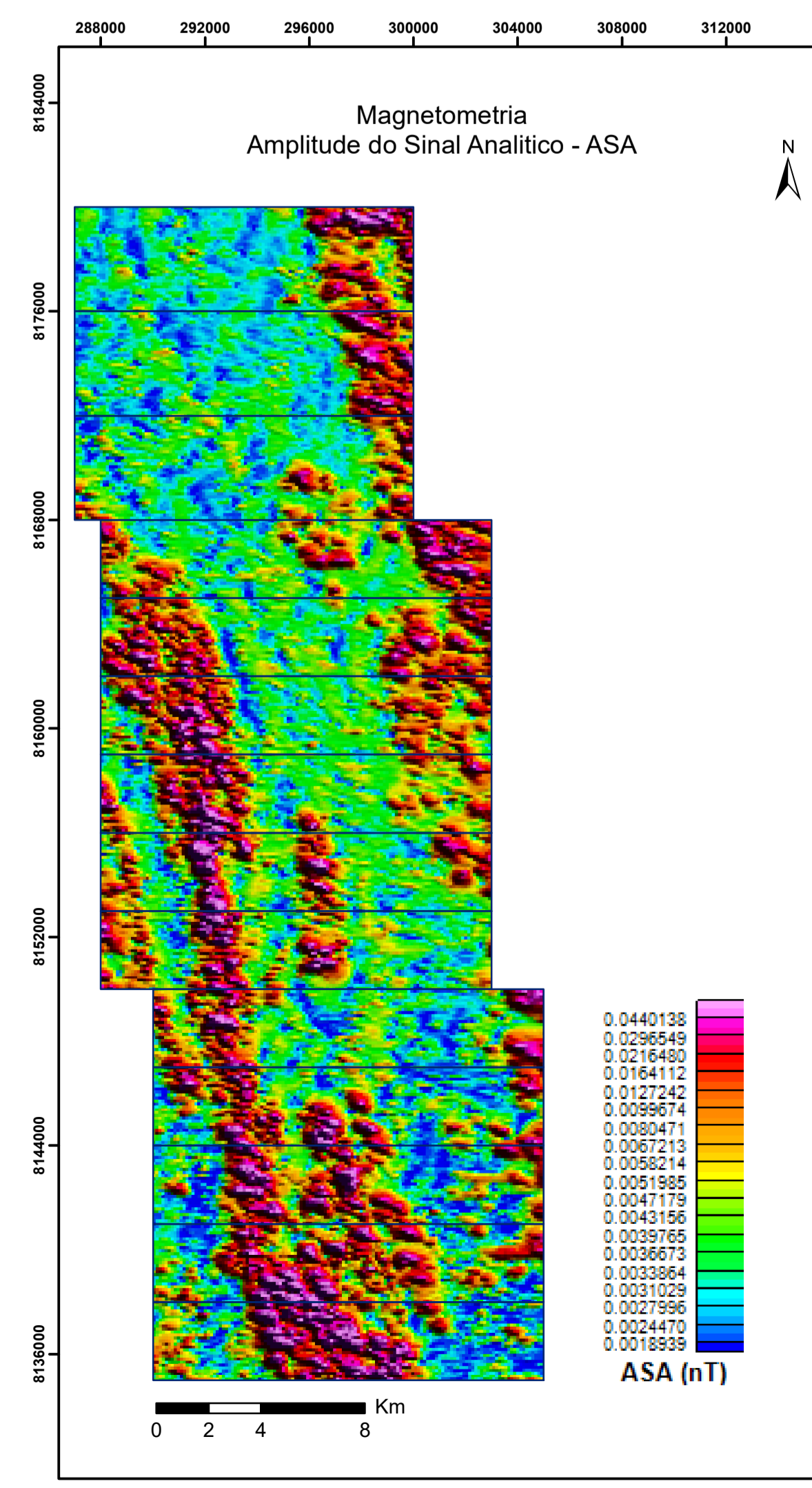
### Projeto Unai TF2020 - Mapa Geológico Integrado

**Coordenador**  
Prof. Dr. José Elói Guimarães Campos

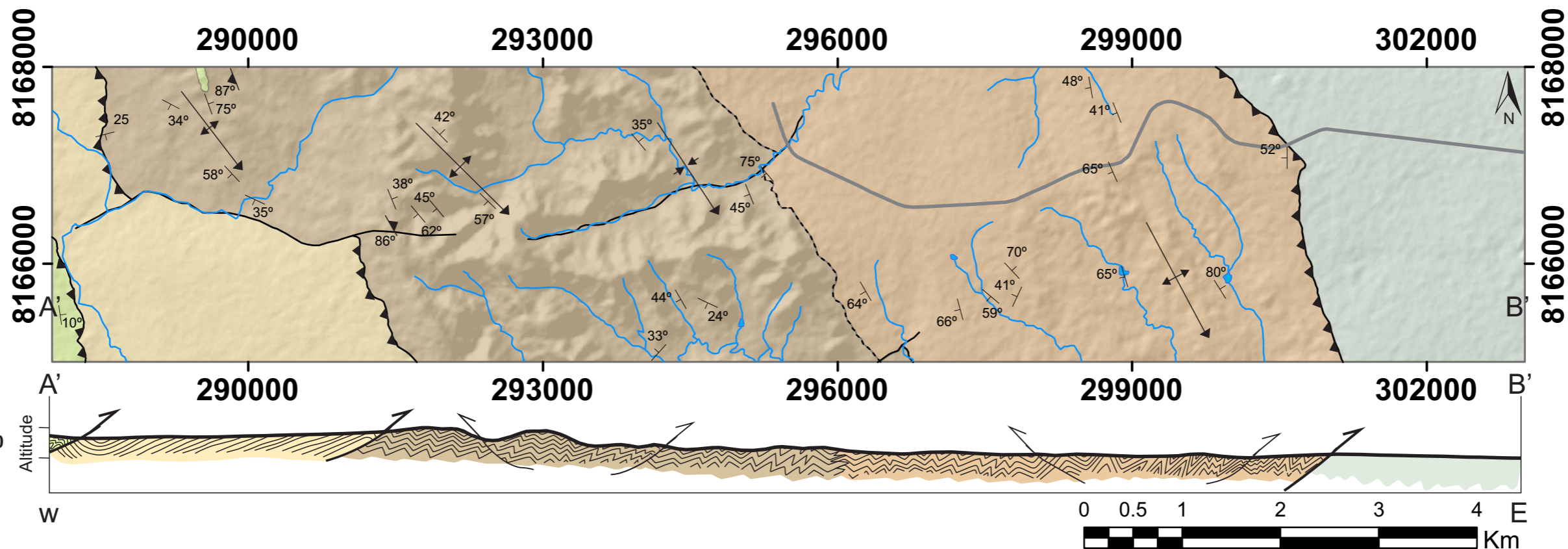
**Professores Orientadores**  
Prof. Dr. Martino Giorgioni  
Profa. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

**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: Pailina 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, Rayline 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



# MAPA GEOLÓGICO 1:50.000 - ÁREA IV - PROJETO UNAÍ 2020



Perfil AB- Subárea IV:  
Escala vertical: 1:50.000  
Escala horizontal: 1:50.000

## UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

### NEOPROTEROZOICO

#### Ediacariano

##### Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas

**NPBs** Siltito, folhelho, siltito argiloso, marga e calcário micrítico.

#### Toniano

##### Grupo Canastra - Formação Serra do Landim

**MPCsl** Clorita filito, clorita-fengita filito, clorita-fengita-quartzo filito, calcifilito, mármore fino dolomítico, mármore calcítico de granulação fina, quartzito fino micáceo, com ocorrência local de granada filito.

### MESOPROTEROZOICO

#### Esteniano

##### Grupo Paranoá: idade máxima de deposição de 1.1 Ga (zircão detrítico).

##### Formação Córrego do Barreiro

**MPPcb** Siltito laminado, siltito argiloso e marga laminada.

#### Ectasiano

##### Formação Quilombo: idade de deposição 1394 ± 19 Ma (U-Pb em zircão de rocha vulcânica).

##### Membro Ribeirão do Franco

**MPQrf** Ritmito pelito-arenoso, com intercalação de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaca lítica, siltito laminado ou maciço, argilito e folhelho. Vulcânica ácida a intermediária subordinada (dacito e riolito), afanítica ou com esferulitos.

##### Membro Ribeirão da Porteira

**MPQrp** Ritmito psamo-pelítico, representado por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaca lítica fina, grauvaca lítica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço ou laminado, folhelho e argilito, além de conglomerado clasto-suportado subordinado.

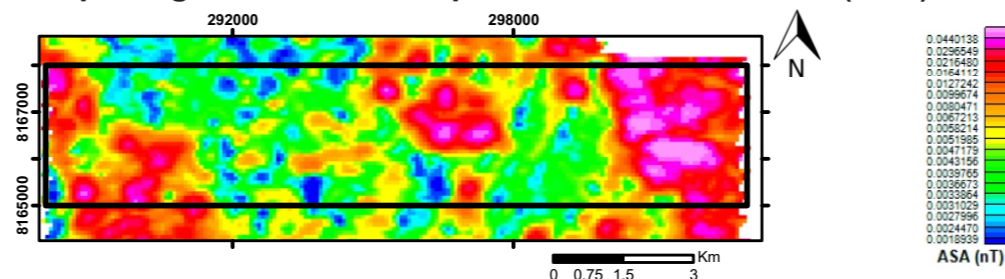
## CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Falha de empurrão
- Falha de rasgamento
- Acamamento - S0
- Foliação principal - Sp
- Contato Interdigitado
- Dobra Sinclinal com caimento
- Dobra Anticlinal com caimento

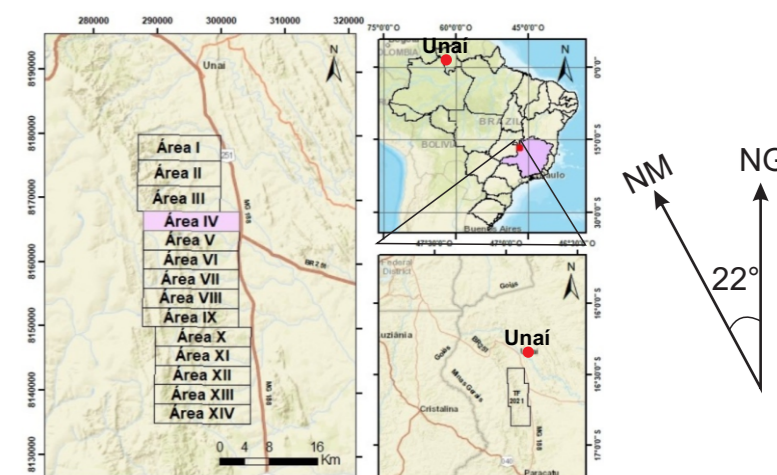
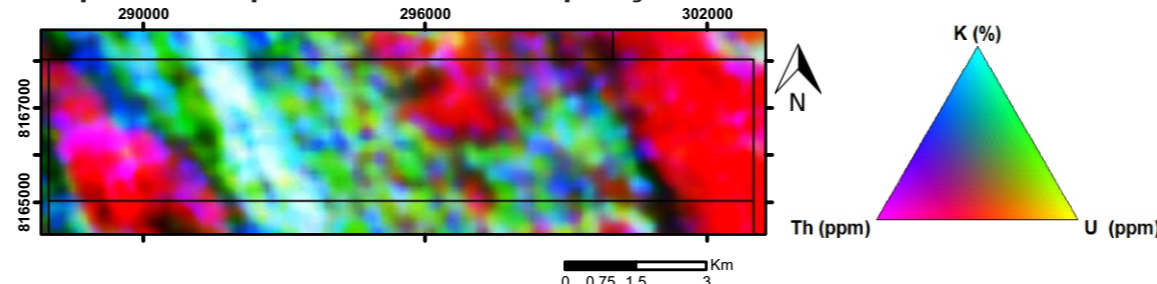
## CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Drenagens
- Barragens
- Estrada de asfalto

## Mapa Magnetométrico - Amplitude do Sinal Analítico (ASA)



## Mapa Gamaespectrométrico - Composição Ternária RGB



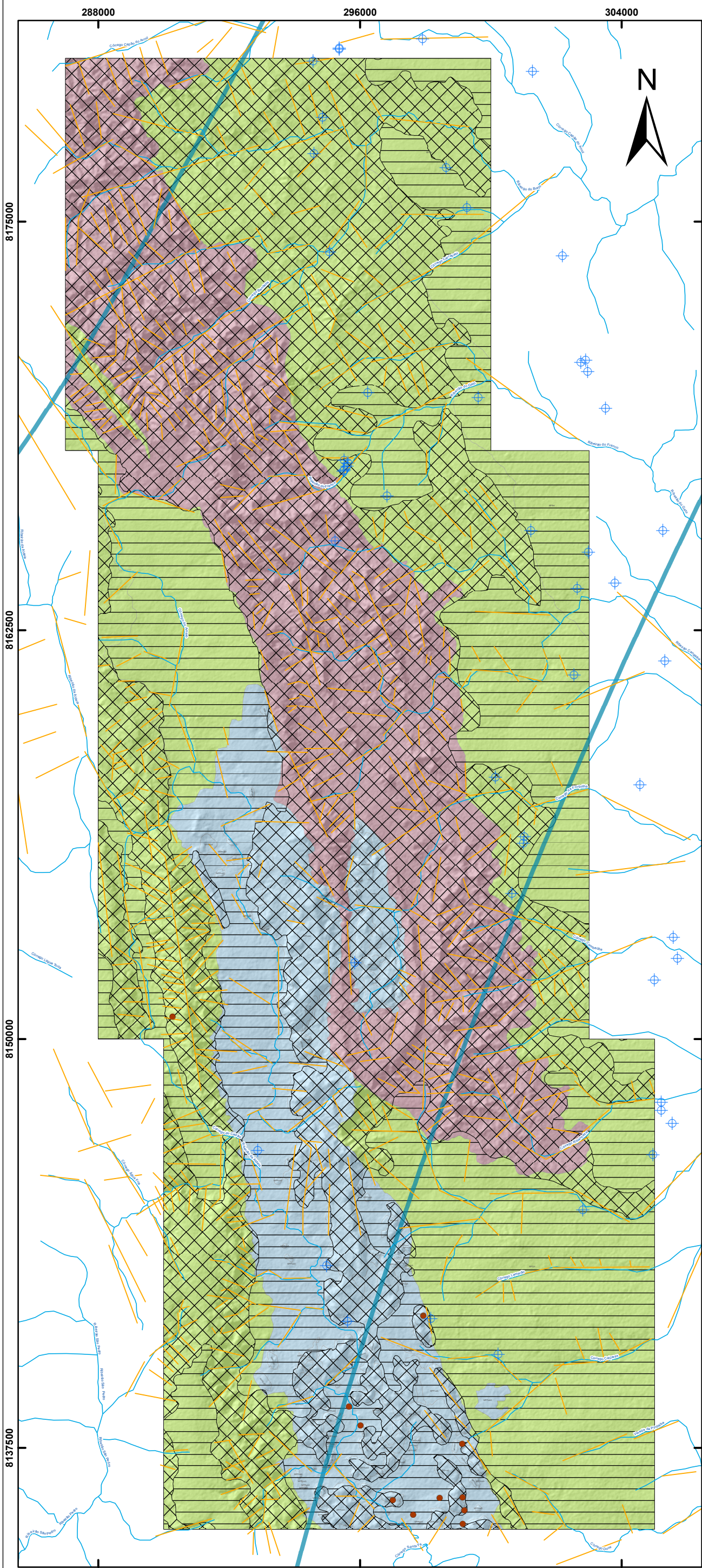
Mapa Geológico 1:50.000  
Trabalho Final de Graduação - 2021  
Projeto Unai - 2020  
ÁREA IV

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR  
Datum Horizontal SIRGAS 2000 Zona 23S

Coordenador: José Eloi Guimarães Campos  
Orientadora: Eliza Inez Nunez Peixoto

Autores:  
Arthur Siqueira Reis &  
Gustavo Mesquita de Abreu





- Poços
- Cavidades Naturais
- Lineamentos morfoestruturais
- Hidrografia
- Isoietas - Pluviosidade Média Anual (1977-2006)

Dominios	Sistema	Características
Freático ou intergranular	F11	Aqüíferos relacionados a solos espessos: latossolos, argissolos e nitossolos. Apresentam alta condutividade hidráulica (K), da ordem de $10^{-6}$ m/s e alta transmissividade (T), da ordem de $10^{-5}$ m <sup>2</sup> /s.
	F12	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 <sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> /s) baixos, onde ( $K_x \approx K_y$ ) < $K_y$ . O fluxo é laminar. As principais rochas reservatório são: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os filitos, quartzitos, e mármores da Formação Serra do Landim (MPCsl)/Grupo Canastra;</li> <li>• Os siltitos (MPPcbS - localizados na parte norte) da Formação Córrego do Barreiro/Grupo Paranoá;</li> <li>• Os ritmitos pelito-psamíticos do Membro Ribeirão do Franco (MPQrf)/Formação Quilombo;</li> <li>• Os siltitos, margas, e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas (NPBsl)/Grupo Bambuí.</li> </ul>
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 <sup>2</sup> /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.

UNIDADES GEOLÓGICAS

NEOPROTEROZOICO

Ediacariano

Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas

**NPBs** Siltitos, siltitos argilosos, folhelhos, margas, calcários micríticos, compondo sucessão estratificada em camadas centimétricas a decimétricas, dobradas. Rochas de cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas e ocre/amarela/rosada quando alteradas.

MESOPROTEROZOICO

Steniano - idade máxima de deposição 1050 Ma (Zircão detritico e sobrecrecimento de xenotima em zircão detritico).

Grupo Paranoá - Formação Córrego do Barreiro

**MPPcb** **A** Arenitos grossos, médios, finos até conglomeráticos feldspáticos (escuras quando frescos e cinza claro a esbranquiçados quando alterados).  
**S** Siltitos laminados, siltitos argilosos, margas laminadas de cores escuras quando não alteradas e amareladas a rosadas quando alteradas.  
**D** Dolomitos cinza claro a escuro, micríticos, estromatolíticos (estromatólitos colunares) doleruditos intraclásticos e oncolíticos e doleritos intraclásticos e oolíticos.

Grupo Canastra - Formação Serra do Landim

**MPCsl** Clorita filitos, clorita-fengita filitos, clorita-fengita-quartzito filitos, calcifilitos, mármores finos dolomíticos, mármores finos calcíticos, quartzitos finos micáceos.

Ectasiano - idade de deposição 1394 Ma (U/Pb em Zircão de rocha vulcânica).

Formação Quilombo

**MPQrf** Membro Ribeirão do Franco: ritmitos pelito-arenosos, com intercalações de camadas centimétricas de litoarenitos, grauvacas líticas, siltitos laminados, siltitos macios, argilitos, folhelhos e rochas vulcânicas ácidas a intermediárias subordinadas (dactilo e riolito), afaníticas ou com esferulitos.

**MPQrp** Membro Ribeirão da Porteira: ritmitos psamo-pelíticos, representados por intercalações de litoarenitos finos, litoarenitos grossos, grauvacas líticas finas, grauvacas líticas grossas, arenitos, sublitoarenitos, siltitos macios, siltitos laminados, folhelhos, argilitos, e conglomerados clasto-suportados subordinados. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarela, ocre e rosada quando alteradas. Contatos bruscos entre as camadas individuais.

Diagrama de Rosetas dos Lineamentos Morfoestruturais Projeto Unai

