



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

**Trabalho de Mapeamento Geológico Final**  
**Projeto Unai**  
**Subárea III**

Hanna Costa Nogueira - 13/0027723  
Ingrid Eva Oliveira Ribeiro - 14/0143947

**Relatório do Trabalho de Mapeamento Geológico Final - 2020**

**Projeto Unai**

**Subárea III**

**Hanna Costa Nogueira**

**Ingrid Eva Oliveira Ribeiro**

**Coordenador:**

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

**Orientadores:**

Prof. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Prof. Dr. Martino Giorgioni

Msc. Lucas Santos Batista Teles

**Banca Examinadora:**

Prof. Dra. Edi Mendes Guimarães

Prof. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Msc. Marina Seraine Fernandes de Souza

**Brasília, Novembro de 2021.**

## Agradecimentos

*Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Valéria Costa e Dauro Nogueira, por toda dedicação, suporte e incentivo. À minha família, por todo carinho e apoio. Ao meu namorado, Luís Felipe, por toda ajuda em todos os momentos e compreensão durante minhas ausências necessárias.*

*Agradeço a toda equipe do Projeto Unai, ao motorista Sérgio Paulo (Serjão) por todo cuidado, atenção e lanches durante todos os dias de campo. Aos meus colegas de TF, agradeço pelas informações compartilhada e emoções vividas, e pelo apoio. À minha dupla, Ingrid Eva Oliveira Ribeiro, agradeço toda nossa parceria, apesar de todos os sufocos e medos, vencemos esse desafio juntas.*

*Agradeço a professora Eliza Peixoto por todas discussões enriquecedoras e auxílio para concluir este trabalho. Em especial, ao professor José Eloi Campos por todo esforço para que tornasse nosso Trabalho Final possível, pela coordenação e assistência durante todo esse ano.*

*Hanna Costa Nogueira*

*Agradeço e dedico este trabalho, inicialmente, ao meu filho, Davi Ribeiro Monteiro, por ser minha maior força e meu maior motivador em tudo, aos meus pais, Gilvan Andre Ribeiro e Agda Maria Silva Oliveira, por sempre me apoiarem em minhas escolhas e aos estudos, apesar de todas dificuldades, e aos meus avós, Edson Ribeiro (in memoriam) e Luzia Maria Ribeiro, por me darem suporte financeiro nos estudos, desde criança. Agradeço imensamente também, ao meu companheiro, Cláudio, por toda força e apoio emocional nesta reta final da graduação.*

*Aos meus colegas de curso, Ana Flávia, Bianca, Manoel, Linda, Raylline, Lívio, Ricardo Avelino, Raíssa Carvalho, agradeço muito por todos conselhos, desabafos, parceria e força, principalmente, a minha dupla de TF, Hanna Costa Nogueira, pela sua dedicação e resiliência, em que sempre se manteve firme e forte neste trabalho.*

*Quero também agradecer a todas minhas amigas de longa data, Isabela Ávila, Giovanna Lustosa, Letícia Arabi, Maria Eduarda Oliveira, Thaina Lima, Vitória Alves e Yasmin Almeida, por todo apoio e força que me deram durante esses anos de graduação.*

*Agradeço imensamente ao professor Dr. José Elói Guimarães, pelo excelente profissional que é, por sua dedicação e resiliência para a realização deste trabalho de graduação, o qual tenho grande admiração. Agradeço também a nossa orientadora, a professora Dra. Eliza Inês Peixoto, por todo auxílio e acompanhamento em nosso relatório. Por fim, agradeço ao professor Dr.*

*Martino Giorginni e ao Dr. Lucas Batista Teles, por todo apoio neste trabalho, e também ao Instituto de Geociências e a Universidade de Brasília, por proporcionar este imenso aprendizado.*

*Agradeço sempre a Deus pelo dom da vida e por sempre me abençoar.*

*Ingrid Eva Oliveira Ribeiro*

### Resumo

O presente projeto foi realizado no Município do Unaí, no contexto tectônico da porção Sul da zona externa da Faixa Brasília. Este estudo objetivou a compreensão das relações estratigráficas da região, bem como o mapeamento em maior detalhe da Formação Quilombo, e as correlações entre as unidades estratigráficas presentes. Foram mapeados na área do Projeto Unaí, unidades dos Grupos Canastra, Paranoá e Bambuí, sendo elas respectivamente, as Formações Serra do Landim, Córrego do Barreiro e Sete Lagoas, além da nova unidade mapeada recentemente na literatura regional, a Formação Quilombo. Esta unidade foi dividida em dois membros, sendo eles, Membro Ribeirão da Porteira e Membro Ribeirão do Franco, interpretados como um turbidito de águas profundas com rochas vulcânicas intercaladas. Tectonicamente, a área está inserida na zona externa da Faixa Brasília, onde predomina um sistema de *nappes*, e em uma estrutura do tipo *thin-skinned* atuante em seu cinturão de dobras e cavalgamentos. As rochas estão deformadas em um sistema compressivo, caracterizado pela presença de falhas reversas, dobras regionais com vergência para leste e uma foliação plano-axial ubíqua (Sp). Com base nas evidências de campo, bem como datações realizadas por outros estudos, propõe-se a sedimentação dessas unidades inicialmente em bacia SAG para a Formação Quilombo, bacia intracratônica para o Grupo Paranoá, ambiente de margem passiva para o Grupo Canastra, e bacia de antepaís para o Grupo Bambuí. Devido ao contexto tectônico local, a região de estudo apresenta um baixo potencial para mineralizações, porém podendo ocorrer potenciais para fosfato, bem como, para argila. Além disso, há potencial para o geoturismo na região, devido a presença de cachoeiras e grandes serras na região. A região apresenta dois domínios hidrogeológicos, sendo um fraturado e um intergranular, divididos em dois sistemas cada, os quais estão diretamente associados aos solos e as rochas presentes localmente, os quais em geral apresentam um baixo potencial hídrico.

**Palavras-chave: Faixa Brasília, Formação Quilombo, Turbidítico, Bacia SAG, Grupo Canastra**

**Abstract**

This project was carried out in Unaí-MG, in the tectonic context of the southern portion of the outer zone of the Brasília Belt. This study aimed to understand the stratigraphic relationships of the region, as well as the more detailed mapping of the Quilombo Formation, and the correlations between the stratigraphic units present. The units of the Canastra, Paranoá and Bambuí Groups were mapped in the Unaí Project area, being them respectively in the Serra do Landim, Córrego do Barreiro and Sete Lagoas Formations, in addition to the new unit recently mapped in regional literature, the Quilombo Formation. This unit was divided into two members, the Member Ribeirão da Porteira and the Member Ribeirão do Franco, which were identified in the region of this study, with ten lithofacies, interpreted as a deep water turbidite with intercalated volcanic rocks. Tectonically, the area is inserted in the external zone of the Brasília Belt, where a system of nappes predominates, and in a type of thin-skinned structure acting in its belt of folds and overhangs. The rocks are deformed in a compressive system, characterized by the presence of reverse faults, regional folds with an eastward vergence and an oblique plane-axial foliation (Sp). Based on field evidence, as well as dating from other studies, it is proposed the sedimentation of these units initially in the SAG basin for the Quilombo Formation, intracratonic basin for the Paranoá Group, passive margin environment for the Canastra Group, and foreland basin for the Bambuí Group. Due to the local tectonic context, the study region has a low potential for mineralization, however potentials for phosphate may occur, as well as clay, may occur. In addition, there is potential for geotourism in the region, due to the presence of waterfalls and large mountain ranges. The region has two hydrogeological domains, one fractured and one intergranular, divided into two systems each, which are directly associated with the soils and rocks present locally, which in general have a low water potential.

**Keywords: Brasilia Belt, Quilombo Formation, Turbidite, SAG basin, Canastra Group.**

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.1</b> - Mapa do Brasil com destaque do Estado de Minas Gerais. Em detalhe, o mapa com as principais vias de acesso para a área do Projeto Unaí. Indicando as subáreas. ....	2
<b>Figura 1.2</b> - Mapa base da subárea III. Estão identificadas as drenagens principais e secundárias, as estradas principais de acesso a área, as trilhas e as fazendas. ....	3
<b>Figura 1.3</b> - Diagrama para Classificação de rochas detríticas. Modificado de Folk,1975. ....	4
<b>Figura 1.4</b> - Mapa do Relevo sombreado da Subárea III, destacando a geomorfologia local. ....	6
<b>Figura 1.5</b> - a) Cerrado Campo Sujo com presença de mata de galeria em drenagens, no extremo oeste da subárea III.no extremo oeste da subárea III. b) Cerrado Campo Limpo em contraste com Cerrado Campo Sujo c) Cerrado Campo Sujo, no extremo oeste da subárea III. ....	8
<b>Figura 2.1</b> - A) Localização de Província Tocantins no território brasileiro. B) Detalhe da referida província enfocando a faixa Brasília e suas Zonas Interna e Externa. A linha tracejada indica o limite do Cráton São Francisco. C) Mapa geológico regional da Faixa Brasília. (Dantas <i>et al</i> , 2014) ....	11
<b>Figura 2.2</b> - Coluna estratigráfica da Formação Quilombo. Traduzido de Campos <i>et al.</i> , 2021. ....	13
<b>Figura 2.3</b> - Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás/Distrito Federal (modificada de Faria 1995). ....	17
<b>Figura 2.4</b> - Coluna estratigráfica do Grupo Canastra compilada de Dardenne (2000) (Modificada de Teles, 2018). ....	19
<b>Figura 2.5</b> - Coluna estratigráfica do Grupo Vazante, compilada de Dardenne (2000). Modificado em Teles (2018). ....	21
<b>Figura 2.6</b> - Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí definida por Dardenne (1978). ....	23
<b>Figura 3.1</b> - Hillshade com iluminação em 315°, com destaque para os lineamentos locais, no polígono na subárea III. ....	26
<b>Figura 3.2</b> - Imagem Sentinel-2 com realce da composição para a Banda 2 – Vermelho, destacando as drenagens presentes na região, no poligonal da Subárea III. ....	27
<b>Figura 3.3</b> - Imagem de satélite Landsat 5, com realce de composição verde, destacando os lineamentos, no polígono da Subárea III. ....	27
<b>Figura 3.4</b> - Localização das áreas que foram realizadas as aquisições. Indicando a área 1. (SEME, 2001). ....	29
<b>Figura 3.5</b> - Fluxograma com etapas do processamento de dados realizado pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A. (SEME, 2001). ....	30
<b>Figura 3.6</b> - Mapa de Amplitude do Sinal Analítico do Projeto Unaí. ....	31
<b>Figura 3.7</b> - Derivada vertical do campo magnético anômalo (Dz). ....	32
<b>Figura 3.8</b> - Mapa Inclinação do Sinal Analítico. ....	33
<b>Figura 3.9</b> - (a) Mapa Percentagem de Potássio; (b) Mapa equivalente de Urânio; (c) Mapa equivalente de Tório. ....	34
<b>Figura 3.10</b> - Mapa de composição ternária RGB na área do Projeto Unaí. ....	35
<b>Figura 3.11</b> - Mapa de domínios magnéticos da área do Projeto Unaí sob o produto ASA. ....	36
<b>Figura 3.12</b> - Mapa de domínios gamaespectrométricos da área do Projeto Unaí sob o produto ternário RGB. ....	37
<b>Figura 3.13</b> - Modelo esquemático da estrutura de aquisição de dados em sísmica. ....	39
<b>Figura 3.14</b> - Modelo convolucional de traço sísmico de reflexão confeccionado a partir de um padrão de camadas plano-paralelas com diferentes contrastes de impedância (Brooks, 2009). ....	39

<b>Figura 3.15</b> - Linha sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM (ANP).....	40
<b>Figura 4.1</b> - Coluna estratigráfica geral do Projeto Unaí. À esquerda são apresentadas as litofácies de cada unidade .....	41
<b>Figura 4.2</b> - Coluna estratigráfica da Formação Quilombo.....	42
<b>Figura 4.3</b> - Fácies ortoconglomerado polimítico (oCp). A) Afloramento na subárea VIII. B) Amostra TF20-VIII-44. C) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis paralelos da amostra TF20-VIII-44 com clastos de quartzo, arenito e fragmentos líticos alongados. D) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados da amostra TF20-VIII-44 com clastos de quartzo, arenito e fragmentos líticos alongados. ....	45
<b>Figura 4.4</b> - Fácies Arenito sublítico na subárea III, com fragmentos líticos e matriz. ....	46
<b>Figura 4.5</b> - Fácies Grauvaca (Gr). A) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados da amostra TF20-XI-116 com fragmentos líticos de quartzo, e uma matriz lamosa com presença de quartzo. B) Amostra macroscópica TF20-XI-116 da grauvaca maciça, de coloração cinza. ....	47
<b>Figura 4.6</b> - Fácies Grauvaca Lítica fina a média (GrLfm). A) Amostra 20-IV-94B maciça de coloração cinza, com fragmentos líticos. B) Fotomicrografia da amostra 20-IV-94B sob luz transmitida em nicóis cruzados de granulação fina a grossa, com presença de quartzo e feldspato e C) Fotomicrografia da amostra 20-IV-94B sob luz transmitida em nicóis paralelos de granulação fina a grossa, com presença de quartzo e feldspato.....	48
<b>Figura 4.7</b> - Fácies grauvaca grossa no ponto TF20-III-8, de coloração avermelhada e presença de fragmentos líticos e veio de quartzo.....	49
<b>Figura 4.8</b> - Fácies litoarenito laminado, com laminações cruzadas, afloramento na área VIII. ....	49
<b>Figura 4.9</b> - A) Amostra do litoarenito no ponto TF20-III-212. B) Amostra do litoarenito no ponto TF20-IV-95. C) Fotomicrografia da amostra TF20-IV-95 sob luz transmitida em nicóis paralelos do litoarenito, com grãos de quartzo, mica branca e fragmentos líticos. D) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados do litoarenito, com grãos de quartzo, mica branca e fragmentos líticos. ....	50
<b>Figura 4.10</b> - Fácies arenito argiloso observada no ponto TF20-III-140. ....	51
<b>Figura 4.11</b> - A) Fácies siltito arenoso no ponto TF20-III-4 apresenta laminações com colorações diferentes. Alterado, coloração creme e avermelhada, quando fresco, coloração cinza esverdeada. B) Fácies siltito arenoso no ponto 20-III-66 com laminações internas e coloração rosada. ....	52
<b>Figura 4.12</b> - Fácies arenito fino. A) Bloco rolado de arenito fino maciço no ponto TF20-III-34, com presença de cristais de limonita. B) Fácies arenito fino no ponto 20-III-69, maciço de coloração bege quando alterado. ....	53
<b>Figura 4.13</b> - Fácies siltito laminado. A) Siltito laminado no ponto TF20-III208, de coloração rosada quando alterada, e cinza quando fresca, muito laminada. B) Siltito laminado no ponto TF20-III-38, com camadas intercaladas de folhelho.....	54
<b>Figura 4.14</b> - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de siltito arenoso, siltito folheado e folhelho.....	57
<b>Figura 4.15</b> - Seção estratigráfica do afloramento da Figura 4.12. ....	58
<b>Figura 4.16</b> - Membro Ribeirão da Porteira com intercalações de litoarenito, siltito arenoso e arenito fino. ....	59
<b>Figura 4.17</b> - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de siltito e folhelhos com estrutura folheada. ....	60
<b>Figura 4.18</b> - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de arenito argiloso e siltito. ....	61
<b>Figura 4.19</b> - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de siltito arenoso e siltito. ....	62
<b>Figura 4.20</b> - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de siltito arenoso e siltito. ....	62



<b>Figura 4.21</b> - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de grauvaca, litoarenito e folhelho....	64
<b>Figura 4.22</b> - A) Afloramento de rocha vulcânica na área III ao longo de drenagem. B) Amostra de campo de Dacito. C) Fotomicrografia da amostra 20-II-108B sob luz transmitida em nicóis paralelos de amígdalas observadas em amostras de Dacito. D) Fotomicrografia da amostra 20-II-108B sob luz transmitida em nicóis cruzados de amígdalas observadas em amostras de Dacito.	65
<b>Figura 4.23</b> - Modelo deposicional Turbidítico da Formação Quilombo. ....	66
<b>Figura 4.24</b> - Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá. ....	66
<b>Figura 4.25</b> - Fácies siltito com laminação plano-paralela. A) Afloramento no ponto 20-III-94. B) Siltito laminado de coloração ocre. ....	68
<b>Figura 4.26</b> - Fácies arenito grosso a conglomerático com estratificação cut and fill. A) Amostra 20-XIV-32, arenito com dois domínios, sendo um deles arenito de granulação fina e outro arenito médio a grosso. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-32 sob luz transmitida em nicóis paralelos, com cristais de quartzo. C) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-32 sob luz transmitida em nicóis cruzados evidenciando os dois domínios, com presença de quartzos com diferentes granulometrias. ....	69
<b>Figura 4.27</b> - Fácies doloarenito maciço. Amostra TF20-III-37. ....	70
<b>Figura 4.28</b> - Fácies dololutito com extraclastos. ....	71
<b>Figura 4.29</b> - Fácies dololutito maciço. A) Afloramento dololutito maciço. B) Amostra do dololutito maciço. ....	72
<b>Figura 4.30</b> - Fácies dololutito estromatólítico planar visto na área XIII. ....	72
<b>Figura 4.31</b> - Fácies dololutito estromatólítico colunar e dômico. A) Afloramento do dololutito estromatólítico colunar e dômico. B) Amostra TF20-XIV-32B do dololutito estromatólítico colunar. C) Fotomicrografia da amostra TF 20-XIV-32B sob luz transmitida em nicóis paralelos do dololutito estromatólítico colunar. D) Fotomicrografia da amostra TF 20-XIV-32B sob luz transmitida em nicóis cruzados do dololutito estromatólítico colunar, com organismos bioconstrutores. ....	73
<b>Figura 4.32</b> - Fácies brecha maciça. A) Brecha maciça centimétrica. B) Brecha maciça plurimétrica. ....	74
<b>Figura 4.33</b> - Modelo deposicional do Grupo Paranoá. ....	75
<b>Figura 4.34</b> - Siltito da Formação Serra do Landim. A) Amostra 20-XIV-29 com camadas milimétricas, laminação plano-paralela. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-29 sob luz transmitida em nicóis paralelos de siltito com laminações plano-paralelas. C) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-29 sob luz transmitida em nicóis cruzados de siltito com laminações plano-paralelas. ....	76
<b>Figura 4.35</b> - Afloramento de siltito na Formação Serra do Landim. ....	77
<b>Figura 4.36</b> - Filito da Formação Serra do Landim. A) Fotomicrografia da amostra 20-XIII-33 sob luz transmitida em nicóis paralelos, composta por quartzo, mica branca, fragmentos líticos e clorita. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIII-33 sob luz transmitida em nicóis cruzados, composta por quartzo, mica branca e clorita presente na matriz. C) Amostra 20-XIII-33 filito da Formação Serra do Landim. ....	77
<b>Figura 4.37</b> - Afloramento do mármore da Formação Serra do Landim. ....	78
<b>Figura 4.38</b> - Amostra de mão de mármore com aspecto brechado. ....	78
<b>Figura 4.39</b> - Formação Sete Lagoas, afloramento na subárea II. ....	79
<b>Figura 5.1</b> - Mapa geológico e perfil geológico da subárea III. ....	80
<b>Figura 5.2</b> - Estereogramas dos acamamentos (a) e das foliações (b) da subárea III. ....	81

<b>Figura 5.3</b> - Estereogramas dos acamamentos (S0) e foliações (Sp e Ss) da Formação Quilombo (a e b), Grupo Paranoá (c e d) e Grupo Canastra (e e f).....	82
Figura 5.4 - Dobra chevron no Membro Ribeirão da Porteira. ....	83
Figura 5.5 - Dobra aberta no Membro Ribeirão do Franco.....	84
Figura 5.6 - Dobra Suave no Membro Ribeirão do Franco.....	84
<b>Figura 5.7</b> - Mapa geológico da Subárea III, com destaque para os traços da foliação .....	85
<b>Figura 5.8</b> - Afloramento na Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, onde podem ser observados o acamamento (S0), a foliação (Sp) e fratura.....	86
<b>Figura 5.9</b> - Afloramento no Membro Ribeirão da Porteira, onde podem ser observados o acamamento (S0), a foliação (Sp) e fratura.....	87
<b>Figura 5.10</b> - a) Amostra alterada foliada em campo. b) Fotomicrografia em nicóis cruzados de silito da Formação Serra do Landim, com foliação marcada por filossilicatos (c) Foliação (Ss) observada na Formação Serra do Landim, do Grupo Canastra.....	88
<b>Figura 5.11</b> - Lineação de estiramento com steps em afloramento rasteiro de Silito Arenoso no Membro Ribeirão do Franco. ....	89
<b>Figura 5.12</b> - Afloramento em lajedo de Silito do Membro Ribeirão da Porteira, exigindo lineação de intersecção entre foliação e acamamento. ....	89
<b>Figura 5.13</b> - Falhas observadas no Membro Ribeirão da Porteira, podem ser observadas as camadas sub-horizontais e camadas sub-verticais, com presença de dobra chevron na porção leste. ....	90
<b>Figura 5.14</b> - Fraturas em par conjugado observadas localmente no Membro Ribeirão do Franco. ....	91
<b>Figura 5.15</b> - Roseta com as direções de fraturas observadas na subárea III.....	92
<b>Figura 5.16</b> - Representação da evolução estrutural associada a processos erosionais diferenciais. Traduzido de (Valeriano, 2017). ....	93
<b>Figura 6.1</b> - Gruta do Sapezal na subárea XII.....	96
<b>Figura 6.2</b> - Cachoeira localizada na subárea XIV .....	97
<b>Figura 6.3</b> - Trilha para passeio de motocross na subárea III. ....	98
<b>Figura 7.1</b> - (A) Armazenamento de água no solo entre os anos de 1981 e 2010. (B) Gráfico do balanço hídrico climatológico entre os anos de 1981 e 2010.7.2- <b>Caracterização dos Aquíferos</b> .99	
<b>Figura 7.2</b> - Mapa de zoneamento hidrogeológico da área do Projeto Unai, em que se evidenciam os três domínios de aquíferos e seus respectivos sistemas, e o diagrama de rosetas dos lineamentos morfoestruturais. ....	100
<b>Figura 7.3</b> - Zoneamento hidrogeológico da subárea III, com os poços tubulares presentes na subárea.....	104
<b>Figura 7.4</b> - Perfil construtivo do poço na subárea III. Retirado do site do SIAGAS.....	105
<b>Figura 7.5</b> - Etapas de construção para o sistema Caixa de Recarga. Retirado de Relatório de consulta técnica da Adasa. ....	106
<b>Figura 8.1</b> - Desenho esquemático interpretado da linha sísmica presente em Unai-MG. ....	109
<b>Figura 8.2</b> - Estágio pré-rift do Grupo Araí. ....	110
<b>Figura 8.3</b> - Estágio sin-rift do Grupo Araí, mudança para a fase de subsidência flexural com a deposição do Grupo Traíras. ....	110
<b>Figura 8.4</b> - Formação Quilombo depositado na bacia intracratônica SAG em águas profundas. ....	111
<b>Figura 8.5</b> - Grupo Paranoá depositado na bacia intracratônica. ....	112

<b>Figura 8.6</b> - Deposição do Grupo Bambuí, em bacia tipo <i>Foreland</i> , marcando inversão da bacia anterior. ....	113
<b>Figura 9.1</b> – a) Mapa em escala 1:50000 do Projeto Unaí. b) Mapa elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil em escala 1:100000. ....	116

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 2.1</b> - Tabela esquemática resumitiva das unidades litológicas presentes na região do Projeto Unaí. ....	12
<b>Tabela 3.1</b> - Faixas espectrais e resolução das bandas do sensor TM do satélite Landsat 5. ....	28
<b>Tabela 3.2</b> - Descrição dos domínios magnéticos individualizados na área do trabalho final. ....	36
<b>Tabela 3.3</b> - Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados do trabalho final. ....	38
<b>Tabela 4.1</b> - Fácies sedimentares da Formação Quilombo, com suas estruturas e processos relacionados. ....	44
<b>Tabela 4.2</b> - Associações de fácies da Formação Quilombo e os respectivos ambientes deposicionais. ....	56
<b>Tabela 4.3</b> - Fácies da Formação Corrégo do Barreiro, com seus respectivos processos de formação e associação de fácies. ....	68

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Apresentação .....	1
1.2	Justificativa.....	1
1.3	Objetivos.....	1
1.4	Localização e Vias de Acesso .....	1
1.5	Metodologia.....	2
1.5.1	Pré-campo.....	2
1.5.2	Campo .....	3
1.5.3	Pós-campo .....	5
1.6	Aspectos Fisiográficos.....	5
1.6.1	Geomorfologia .....	5
1.6.2	Solo.....	6
1.6.3	Clima e Cobertura Vegetal .....	7
1.6.4	Hidrografia .....	8
1.7	Embasamento Teórico .....	9
<b>2</b>	<b>Geologia Regional .....</b>	<b>11</b>
2.1	Contexto Geotectônico .....	11
2.2	Arcabouço estratigráfico.....	12
2.2.1	Introdução.....	12
2.2.2	Formação Quilombo.....	12
2.2.3	Grupo Paranoá.....	15
2.2.4	Grupo Canastra.....	19
2.2.5	Grupo Vazante.....	20
2.2.6	Grupo Bambuí.....	22
<b>3</b>	<b>Geotecnologias.....</b>	<b>25</b>
3.1	Introdução.....	25
3.2	Sensoriamento Remoto.....	25
3.2.1	Imagem ALOS .....	25
3.2.2	Imagem Sentinel-2 .....	26
3.2.3	Imagem Landsat 5 .....	27
3.3	Aerogeofísica.....	28
3.3.1	Aquisição de dados aerogeofísicos .....	28

3.3.2	Produtos Magnetométricos.....	30
3.3.3	Análise e Interpretação dos Produtos .....	35
3.3.4	Sísmica de refração .....	38
<b>4</b>	<b>Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais .....</b>	<b>41</b>
4.1	Introdução.....	41
4.2	Geologia do Projeto Unaí .....	42
4.2.1	Formação Quilombo.....	42
4.2.1.1	Fácies Sedimentares .....	42
4.2.1.2	Associação de fácies .....	55
4.2.1.3	Sistemas Depositionais.....	65
4.2.2	Grupo Paranoá.....	66
4.2.2.1	Fácies Sedimentares .....	68
4.2.2.2	Associação de fácies .....	74
4.2.2.3	Sistemas Depositionais.....	75
4.2.3	Grupo Canastra.....	75
4.2.4	Grupo Bambuí .....	78
<b>5</b>	<b>Geologia Estrutural .....</b>	<b>80</b>
5.1	Introdução.....	80
5.2	Arcabouço Estrutural .....	81
5.2.1	Arcabouço Estrutural Dúctil.....	81
5.2.1.1	Dobras .....	82
5.2.1.2	Foliações .....	85
5.2.1.3	Lineações .....	88
5.2.2	Arcabouço Estrutural Rúptil.....	90
5.2.2.1	Falhas .....	90
5.2.2.2	Fraturas .....	91
5.2.3	Metamorfismo .....	92
<b>6</b>	<b>Potencialidades Econômicas .....</b>	<b>94</b>
6.1	Introdução.....	94
6.2	Potencialidades Geoeconômicas Minerais .....	94
6.2.1	Potencial para Pb e Zn ± Cu.....	94
6.2.2	Potencial para fosfato .....	94
6.2.3	Potencial para Au .....	95
6.2.4	Agregados para Construção Civil e Uso agrícola .....	95
6.3	Potencialidades Geoeconômicas Não Minerais.....	96

6.3.1	Geoturismo e Turismo de aventura .....	96
<b>7</b>	<b>Zoneamento Hidrogeológico .....</b>	<b>99</b>
7.1	Introdução .....	99
7.2	Caracterização dos Aquíferos .....	100
7.2.1	Domínio Aquífero Intergranular .....	100
7.2.2	Domínio Aquífero Fraturado.....	101
7.2.3	Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico.....	102
7.3	Importância e Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos .....	102
<b>8</b>	<b>Evolução Geotectônica.....</b>	<b>108</b>
8.1	Introdução .....	108
8.2	Contexto Geológico Não Aflorante .....	109
8.3	Contexto Geológico Aflorante.....	111
8.4	Correlações Regionais .....	113
<b>9</b>	<b>Considerações finais e Recomendações.....</b>	<b>115</b>
9.1	Evolução do Conhecimento.....	115
9.2	Recomendações .....	117

## **1 Introdução**

### **1.1 Apresentação**

O projeto Unai integra as disciplinas “Preparação para Mapeamento Geológico Final” e “Trabalho de Mapeamento Geológico Final”, do curso de Geologia da Universidade de Brasília.

Este trabalho foi realizado em 2021, desenvolvido por vinte e sete alunos divididos em doze duplas e um trio. Coordenado pelo professor Dr. José Eloi Guimarães Campos com a participação dos professores doutores Eliza Inez Nunes Peixoto e Martino Giorgioni, e o mestre Lucas Santana Batista Teles.

Neste projeto foi elaborado o mapeamento geológico em escala 1:50.000 com uma área total de 651km<sup>2</sup> entre os Municípios de Unai e Paracatu, no Noroeste de Minas Gerais. A área está contida nas Folhas Unai (SE.23-V-A-III) e Serra da Aldeia (SE.23-V-A-VI) em escala 1:100.000 cartografada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

### **1.2 Justificativa**

A área de estudo do projeto apresenta algumas questões geológicas a serem estudadas e debatidas. Dentre elas, podem-se citar o detalhamento dos ambientes deposicionais das unidades, uma cartografia detalhada da Formação Quilombo e a verificação das relações tectônicas das unidades são os principais motivadores. Portanto, o Projeto Unai colabora para um melhor entendimento da evolução geológica da região. Além disso, uma grande contribuição para a formação dos novos geólogos, envolvendo diversas áreas das geociências durante a realização de todo o projeto.

### **1.3 Objetivos**

O projeto Unai foi realizado com intuito de apresentar dois produtos, sendo eles, o mapa geológico em escala 1:50.000 (Anexo I) e o relatório de campo. O mapeamento geológico de campo tem o objetivo de investigar relações estratigráficas e tectônicas na presente região, bem como investir e detalhar formações geológicas, com ênfase da Formação Quilombo.

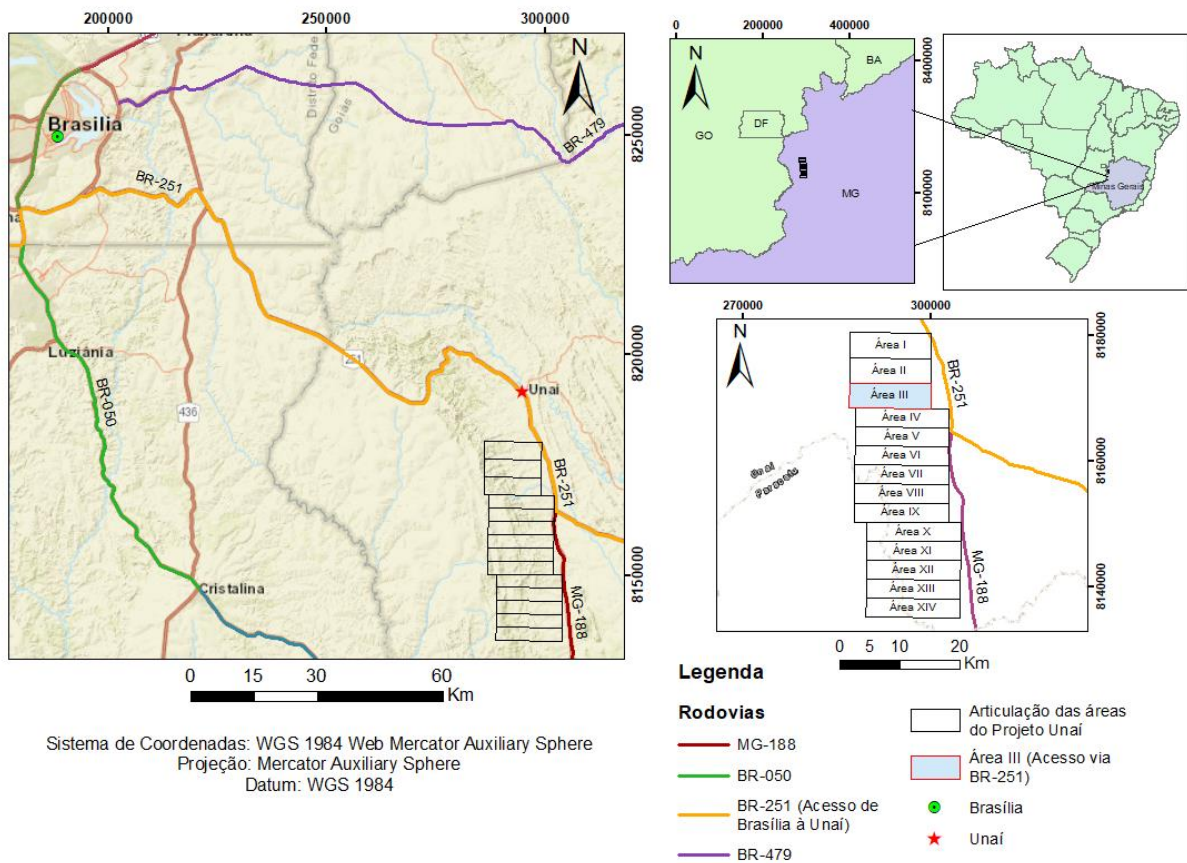
### **1.4 Localização e Vias de Acesso**

A área de estudo está situada na porção noroeste do Estado de Minas Gerais, na região sudeste do Brasil. A base do Projeto Unai foi estabelecida na sede do município homônimo, que está a 207 km de Brasília, Distrito Federal. A forma de acesso a área se dá pela rodovia DF-130 e após a saída de Brasília, a rodovia interestadual BR-251. A principal via de acesso utilizada por todas as subáreas é a BR-251, no sentido sul, em direção ao Município de Paracatu.

A subárea III, detalhada neste projeto, possui como principal via de acesso a BR-251 saindo da base em Unai, e seguindo pelas estradas de terra que dão acesso a fazendas e povoados da



região, também são utilizadas estradas de terra das subáreas II e IV para acesso. As demais subáreas do projeto também utilizaram a BR-251 como principal via de acesso e posteriormente as estradas de terra.



**Figura 1.1** - Mapa do Brasil com destaque do Estado de Minas Gerais. Em detalhe, o mapa com as principais vias de acesso para a área do Projeto Unaí. Indicando as subáreas.

## 1.5 Metodologia

O Trabalho de Mapeamento Final, denominado Projeto Unaí-2020, foi dividido em três etapas, sendo elas, pré-campo, campo e pós-campo, descritas a seguir. Para a elaboração do mapeamento geológico são utilizados e aplicados conhecimentos aprendidos durante o curso de graduação em geologia, como a utilização de *softwares* para elaboração de mapas e interpretações realizadas na etapa pré-campo, aperfeiçoamento de técnicas durante o campo, estudos geofísicos, petrografia, potencial hidrogeológico e econômico da área.

### 1.5.1 Pré-campo

Esta etapa iniciou-se em maio de 2021, e será descrita a seguir.

#### Compilação Bibliográfica

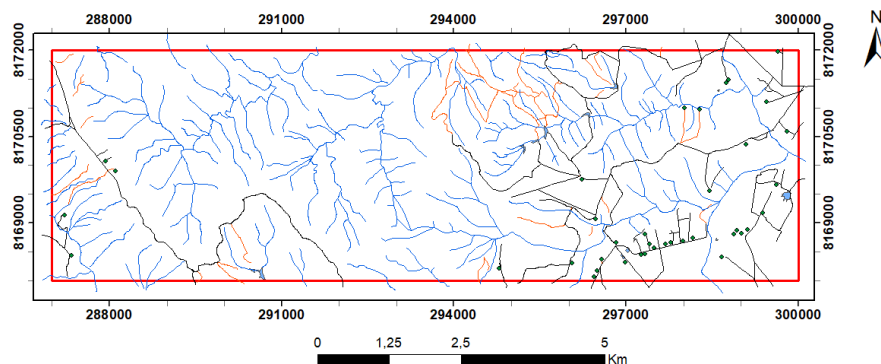
Uma extensa pesquisa bibliográfica foi feita para entender o contexto geológico da área, com levantamentos de dados geológicos do Serviço Geológico do Brasil, trabalhos acadêmicos de

Mestrado e Doutorado na área do projeto, ou próximo a ela. Também foram realizadas algumas aulas expositivas nos meses de maio e junho para discutir as questões geológicas pertinentes.

#### Mapa Base e Levantamento Aerogeofísico

Foi elaborado o Mapa Base com auxílio dos *softwares* ArcMap 10.8 e *Google Earth Pro*, apresentando as principais drenagens e rodovias, estradas de tráfego lento, que foram utilizadas para facilitar os caminhamentos realizados, trilhas e cercas, como também fazendas e povoados presentes na subárea III.

Para as estratégias de caminhamentos e delimitação de contatos, foi feito um recorte da área do Projeto Unaí de um levantamento aerogeofísico do estado de Minas Gerais, realizado pela Secretaria de Estado de Minas e Energia de Minas Gerais, em que a área do projeto está inserida, e foram utilizados os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico.



**Figura 1.2** - Mapa base da subárea III. Estão identificadas as drenagens principais e secundárias, as estradas principais de acesso a área, as trilhas e as fazendas.

### 1.5.2 Campo

#### Caminhamentos e Logística

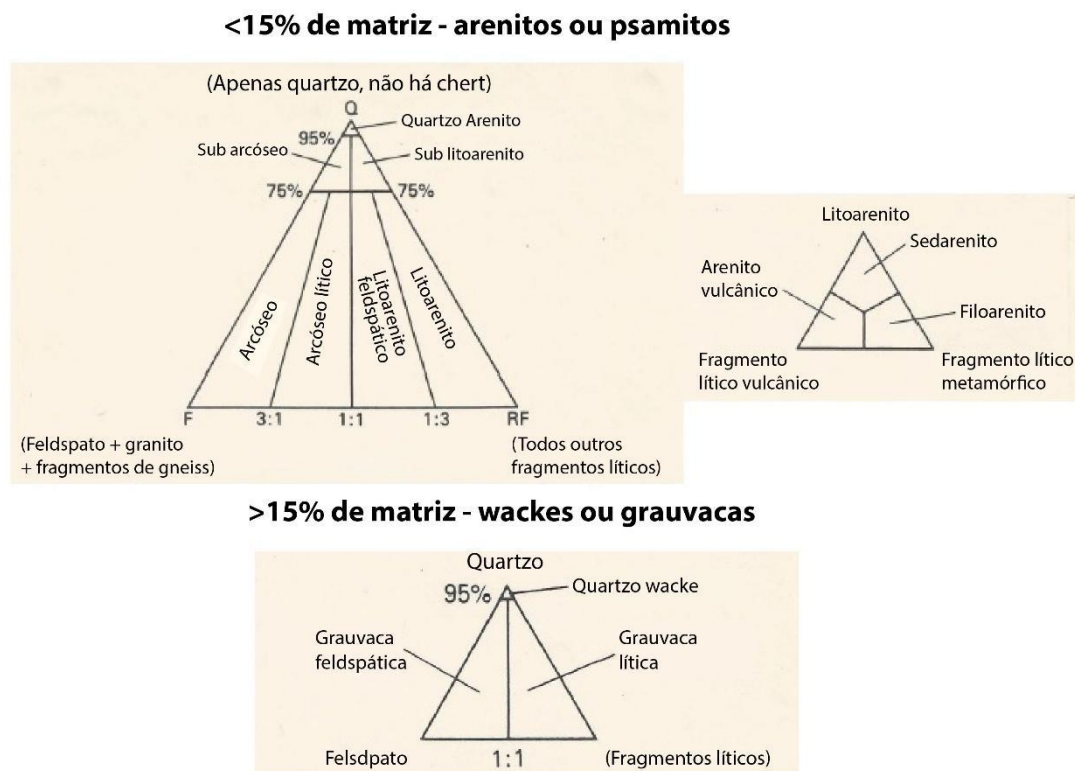
O campo foi realizado no mês de julho, entre os dias 5 de julho e 21 de julho, sendo realizados diversos caminhamentos no intuito de mapear a maior parte da área de estudo, foram realizados 236 pontos pela subárea III, com descrição de afloramentos, extração de medidas, coletas de amostras, e pontos de controle (Anexo III).

Possuindo um relevo com grandes diferenças de elevação e vales profundos na subárea III, o caminhamento na porção oeste da área ficou comprometido, desta forma, indicando o motivo de uma menor densidade de pontos na região. Assim sendo, os caminhamentos foram realizados ao longo de drenagens, onde havia rochas frescas e estruturas importantes preservadas.

No polígono mapeado da subárea III, não há ocorrências de afloramentos de algumas unidades presentes no Projeto, como os litotipos do Grupo Bambuí, e restritamente ocorrem litotipos do Grupo Canastra e do Grupo Paranoá, como mostrado no Mapa Geológico da subárea III (Anexo II). Desta forma, alguns dias de campo foram destinados para observação destas litologias em outras áreas do projeto, as litologias do Grupo Canastra e Paranoá nas subáreas XII, XIII e XIV, e as do Grupo Bambuí na subárea II.

### Classificação dos litotipos

De acordo com Folk (1975), a classificação de rochas detríticas é feita com base nos tamanhos dos grãos e na composição. Em relação aos tamanhos dos grãos, os menores e mais finos são agrupados como Pelitos; os de tamanho médio e granulometria média, que são as areias, agrupados em Psamitos; e os maiores e grossos são os Psefitos. Seguindo o critério da composição, com menos de 15% de matriz seriam os psamitos ou arenitos, que seriam separados de acordo com a quantidade de quartzo, feldspato e fragmento lítico, com mais de 15% de matriz, as grauvacas ou wackes, e também separados de acordo com a quantidade de quartzo e feldspato.



**Figura 1.3** - Diagrama para Classificação de rochas detríticas. Modificado de Folk, 1975.

Para as rochas carbonáticas, segundo Folk (1975), a classificação é baseada no tipo e no tamanho dos componentes aloquímicos e ortoquímicos. De acordo com Dunhan (1962), modificado por Embry & Kloyan (1971), separando os carbonatos em cimentados organicamente e não cimentados organicamente.

### Dados obtidos

A partir das rochas descritas em campo, com suas respectivas características e definindo as unidades que cada uma pertencia, foi confeccionado um mapa geológico preliminar em escala 1:50000 com contatos, unidades litológicas e estruturas principais, e seções geológicas representativas de cada subárea. Por fim, a separação das amostras mais representativas de todo o Projeto Unai para confecção das lâminas.

### **1.5.3 Pós-campo**

#### Compilação de dados pré-campo e campo

Esta é a etapa final do projeto, foi realizada entre os meses de agosto e outubro de 2021, com intuito de relacionar os dados obtidos em campo com as interpretações e discussões realizadas durante o pré-campo, para uma melhor conclusão para a elaboração do mapa geológico final. Foi realizada a confecção de lâminas com amostras que melhor representavam as diferentes unidades mapeadas. Com as lâminas descritas, e o mapa geológico final feito com contatos definidos, e suas estruturas analisadas a partir da confecção de estereogramas com auxílio do software *Open Stereo*, e do software *ArcMap*, foram elaborados os capítulos de Geologia Estrutural, Potencialidade Econômica, Zoneamento Hidrogeológico e Evolução Geológica da área.

#### Descrição Petrográfica

Para a descrição petrográfica das rochas detríticas, foi elaborada uma ficha de descrição, iniciando pela identificação da amostra, inserindo a idade, a unidade, a localização, a interdigitação. Realizando uma descrição macroscópica da rocha e microscópica da lâmina, indicando a textura, a composição e maturidade da rocha. Por fim, a interpretação da lâmina com sua evolução, a importância econômica e classificação pelos critérios de Folk (1975). Para rochas carbonáticas seguindo a mesma ficha de descrição, com indicação dos componentes aloquímicos e ortoquímicos, e seguindo a classificação de Folk (1975) e Dunhan (1962).

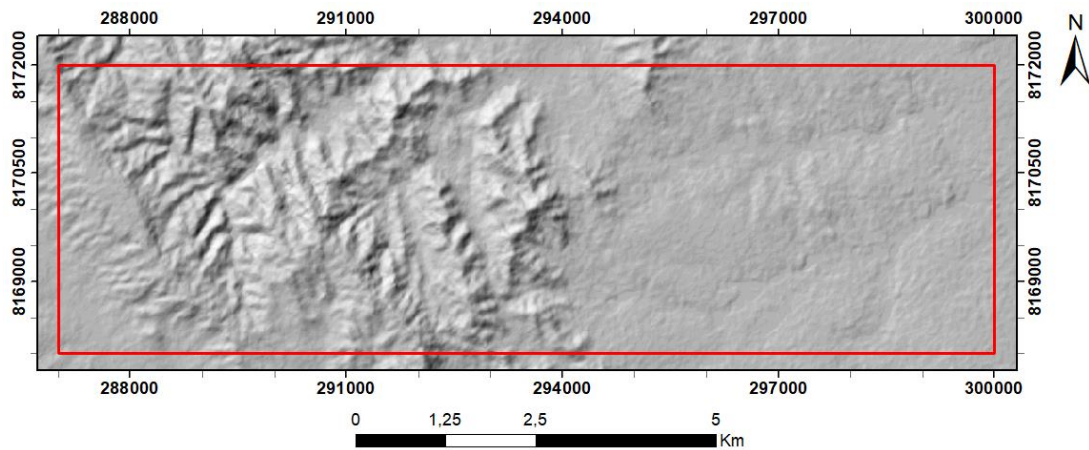
## **1.6 Aspectos Fisiográficos**

### **1.6.1 Geomorfologia**

A região do Município de Unai possui três domínios geomorfológicos, sendo a maior parte caracterizada por um relevo plano, uma porção com relevo ondulado a fortemente ondulado, e por fim, um domínio montanhoso.

A área onde o Projeto Unai está inserido apresenta três domínios geomorfológicos: Domínio de serras com relevo ondulado a fortemente ondulado, a exemplo da serra onde aflora o Grupo Canastra e da Serra presente na Formação Quilombo, no Membro Ribeirão da Porteira; Domínio de relevo plano a suavemente ondulado; Domínio de relevo aplainado.

Na subárea III, na porção oeste da área, a altitude máxima é próxima de 985 metros, o relevo é ondulado a fortemente ondulado, sendo a serra sustentada por arenitos silicificados e quartzitos, pertencentes ao Membro Ribeirão da Porteira. Ao leste da área, a morfologia é caracterizada por um terreno plano a suavemente ondulado e regiões aplainadas, com ampla presença de atividade antrópica, marcada em parte pelo Membro Ribeirão do Franco, e em maior parte, pelo Grupo Bambuí, localizado nas regiões mais aplainadas.



**Figura 1.4** - Mapa do Relevo sombreado da Subárea III, destacando a geomorfologia local.

### 1.6.2 Solo

Os solos que prevalecem no Projeto Unai são Neossolos litólicos, Cambissolos, Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Gleissolos e Plintossolos.

Neossolos são solos pouco evoluídos pedogeneticamente, rasos e com ausência do horizonte B, apresentam sequência de horizontes  $A \rightarrow C \rightarrow R$  ou  $A \rightarrow R$ , sendo classificado no segundo nível categórico como litólico, indicando que o horizonte A é pouco desenvolvido. Os cambissolos são solos com perfis pouco espessos, principalmente o pedum, com horizonte Bi (B incipiente) abaixo de um horizonte A pouco desenvolvido, com sequência de horizontes  $A \rightarrow Bi \rightarrow C \rightarrow R$ . Latossolos são solos com horizonte Bw (B latossólico) abaixo de qualquer horizonte A, possuem homogeneidade e são espessos, apresentam sequência de horizontes  $A \rightarrow Bw \rightarrow C \rightarrow R$ . Os solos podzolizados, os Nitossolos e os Argissolos, representam a podzolização definida pela transição de argilas do horizonte A para o horizonte B, formando perfis de solos estruturados. Os Nitossolos são caracterizados pelo horizonte Bn (B nítico), com sequência de horizonte  $A \rightarrow Bn \rightarrow C \rightarrow R$ , e Argissolos com horizonte Bt (B textural), e sequência de horizonte  $A \rightarrow Bt \rightarrow C \rightarrow R$ .

Os Gleissolos, representam solos com horizonte B (horizonte glei) abaixo de qualquer horizonte A ou H. Para o processo de gleização, é preciso que ocorra o encharcamento pelo menos em uma época do ano, portanto, o horizonte glei é associado a intensa deficiência de drenagem em que o ferro se apresenta reduzido, imprimindo tons esbranquiçados a acinzentados, com sequência do horizonte sendo A ou H → Bg → C → R. Por fim, os plintossolos são caracterizados por horizonte plíntico ou petroplíntico dentro dos primeiros 40 cm do perfil ou dentro dos primeiros 200 cm do perfil quando o horizonte plíntico ocorre abaixo do horizonte A ou E.

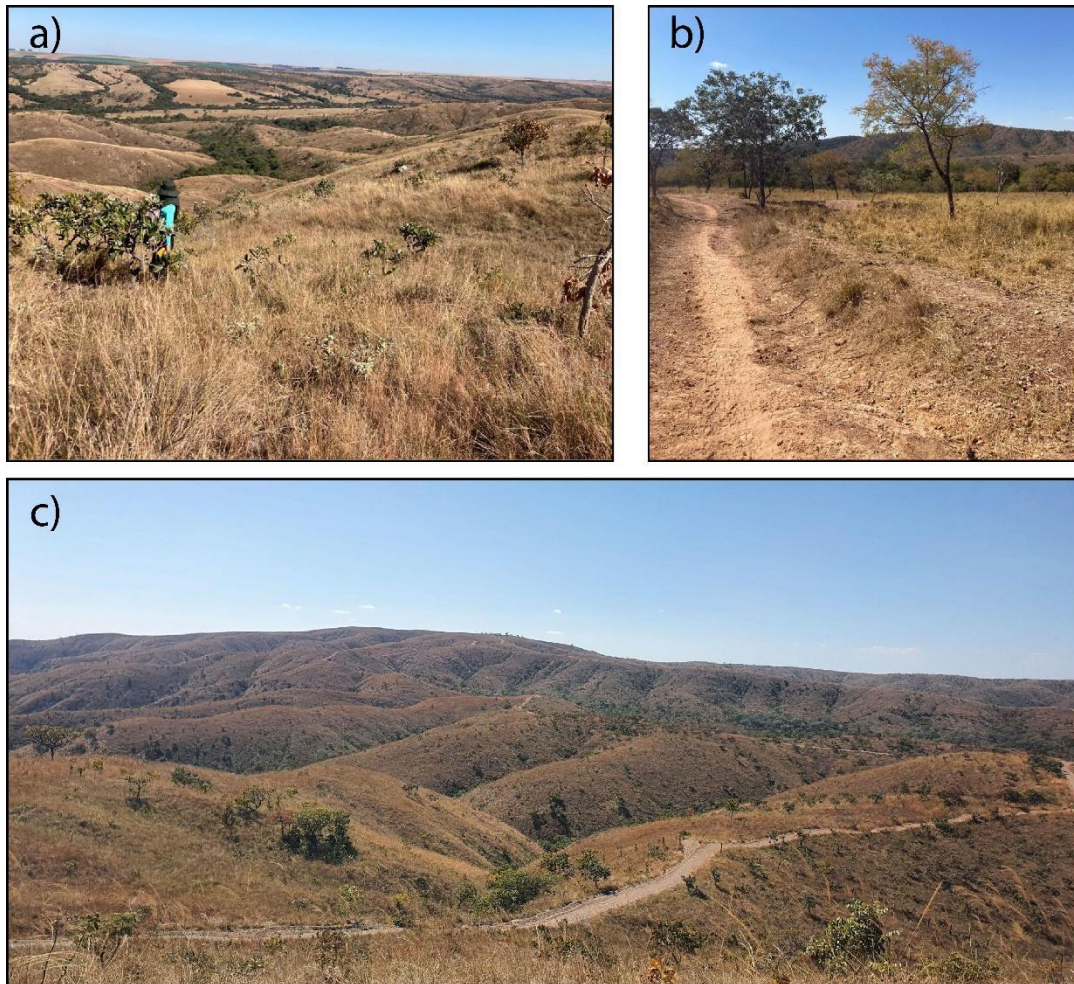
Na subárea III, estão presentes os Neossolos litólicos, Latossolos Vermelhos e Cambissolos, os quais refletem diretamente a litologia e o relevo local. Os Neossolos Litólicos estão associados aos litotipos presentes nos Membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco, sendo característico da Formação Quilombo, e predominante no Membro Ribeirão da Porteira. Os Latossolos Vermelhos estão associados a ocorrências de litotipos do Grupo Paranoá, bem como, atrelado a presença do Grupo Bambuí na parte leste da área. Já os Cambissolos, se associam ao Membro Ribeirão do Franco, localizado na porção mais a Leste da área.

### **1.6.3 Clima e Cobertura Vegetal**

O estado de Minas Gerais é recoberto por dois biomas, sendo eles: Mata Atlântica e Cerrado. Na área do projeto, localizada no noroeste de Minas Gerais, o bioma característico predominante é o Cerrado, destacado pela presença de vegetação rasteira e arbórea com raízes profundas, com solos avermelhados.

O clima do Município de Unai é classificado como tropical semiúmido, com duas estações bem definidas, uma estação chuvosa e outra seca. A seca predomina entre os meses de maio e agosto, coincidindo com o período mais frio, e as chuvas se concentram entre os meses de outubro e março, a temperatura média anual é de 22,5 °C.

Na porção centro-oeste da subárea III a vegetação está preservada, devido ao relevo bastante acidentado e de difícil acesso, podendo ser observadas duas fitofisionomias, mata de galeria, nas regiões próximas às drenagens, e campo sujo nos morros, com solos rasos, como observado na Figura 1.5 a). No extremo leste, existe um avanço de atividades antrópicas, com diversos pastos destinados à pecuária, dessa forma, a vegetação nativa não predomina em alguns locais, mas é possível observar algumas fitofisionomias, como mata de galeria próximo às drenagens, mata seca, cerradão e campo sujo, como visto na figura 1.5 b).



**Figura 1.5** - a) Cerrado Campo Sujo com presença de mata de galeria em drenagens, no extremo oeste da subárea III. b) Cerrado Campo Limpo em contraste com Cerrado Campo Sujo c) Cerrado Campo Sujo, no extremo oeste da subárea III.

#### 1.6.4 Hidrografia

O Projeto Unaí está inserido na Região Hidrográfica do São Francisco, muito extensa e abrange sete estados, sendo eles: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal. Esta região hidrográfica é subdividida em quatro regiões: Alto do São Francisco, Médio São Francisco, Sub-Médio São Francisco e Baixo São Francisco. Assim sendo, a área de estudo está inserida na região do Médio São Francisco, onde os principais rios e córregos são: Rio Preto, Rio São Marcos, Ribeirão Soberbo, Ribeirão do Franco, Ribeirão do Carmo, Ribeirão Aldeia, Ribeirão Canabrava e Ribeirão Roncador. Na região da Subárea III, se destaca a presença do Ribeirão do Franco, ocorrendo outros córregos também como o Córrego do Amaro e o Córrego Boa Vista.

## 1.7 Embasamento Teórico

### Fácies de Mutti

Em 1992, Mutti sugeriu um esquema de fácies, que foi feito a partir das transformações de fluxos. Cada fácies é uma associação de fácies, a partir da combinação de variações texturais, dos tipos de estruturas deposicionais internas. Cada uma demonstra o comportamento de um fluxo gravitacional durante sua descida no talude. Foram definidas nove fácies, sendo elas: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9.

Para melhor entendimento dos processos que ocorrem, as fácies definidas neste projeto foram correlacionadas com as fácies de Mutti (1992). As fácies que ocorrem na subárea III foram associadas as fácies: F3, F6, F7, F8, F9. As quais serão descritas a seguir.

#### Fácies F3:

Essa fácies é constituída de conglomerado polimítico, clasto-suportados e matriz-suportados, apresentando clastos de quartzos monocristalino e policristalino, feldspatos, arenito, folhelho, além de fragmentos líticos, constituídos também destes clastos. As rochas dessa fácies apresentam uma baixa maturidade textural e composicional.

O processo de formação desta fácies se dá através de uma transformação gravitacional, devido a uma perda na força do fluxo, os clastos mais grossos tendem a se concentrar na base do fluxo, gerando o assentamento destes clastos.

#### Fácies F6:

É definida por arenitos grossos, como o arenito quartzoso e arenito sublítico, sendo ambos maciços.

Está fácies é gerada devido a uma corrente turbulenta que submetida a um processo de separação através uma corrente descendente geram arenitos com essas granulometrias, ou também por mudança de corrente de turbidez supercrítica de alta densidade para corrente subcrítica de baixa densidade.

#### Fácies F7:

É composta por grauvasca lítica e litoarenito, de granulometria fina a grossa, os quais podem apresentar laminação plano-paralela, apresentando variedade textural e mineralógica.

A grauvasca lítica é gerada por um fluxo de turbidez, e grãos de quartzo sendo a evidência de um fluxo turbulento. Devido a uma transformação de fluxo turbulento para laminar formando o litoarenito.

#### Fácies F8:

Caracterizada por siltito arenoso e arenito argiloso, em áreas restritas é possível observar estas camadas intercaladas com siltitos e folhelhos, rochas de granulação mais fina, de forma desordenada.



Esta fácies ocorre associado ao início de um fluxo de turbidez subcrítico, em regiões próximas de lobos, os fluxos com tração de carga grossa a média na base e no topo o retrabalhamento de fluxos granulares. Devido a zona de turbulência na porção do fluxo de turbidez, os detritos em suspensão fazem com que ocorra a deposição de areia média a fina.

**Fácies F9:**

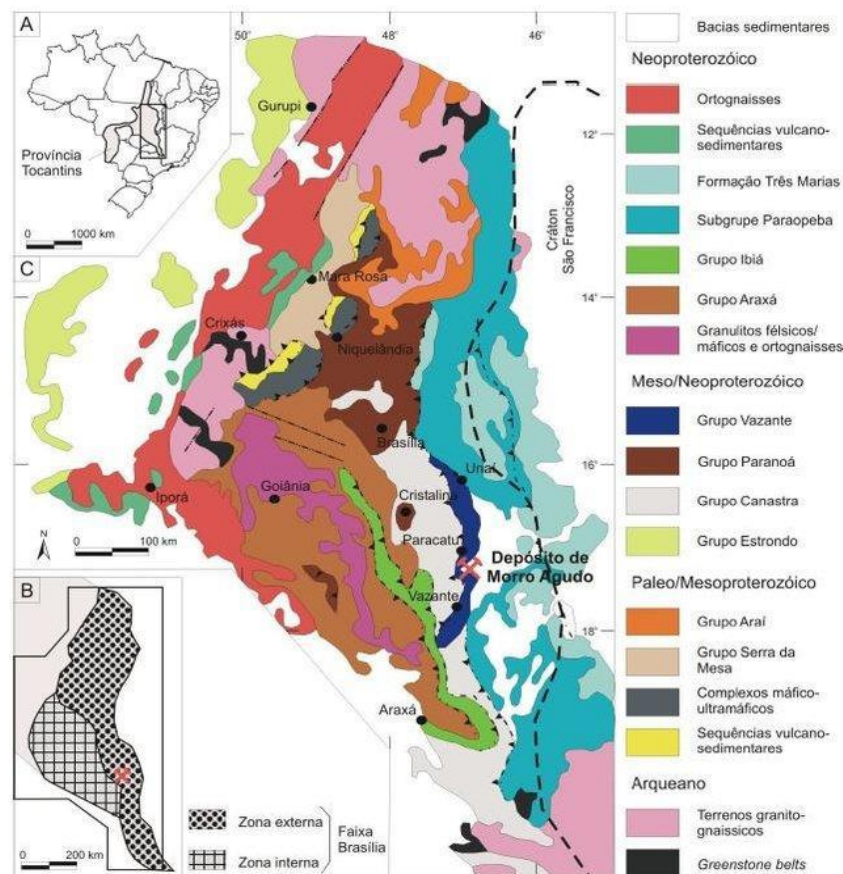
É constituída por siltito e folhelho, representam a fácies mais pelítica do fluxo turbidítico. Essas rochas ocorrem como estratos intercalados, apresentando estratificação e laminação plano-paralela. Comumente, se encontra intercalada com a fácies F8.

## 2 Geologia Regional

### 2.1 Contexto Geotectônico

A região de estudo está localizada entre os Municípios de Unai - MG e Paracatu - MG, próximo a BR 251, na porção mais externa da Faixa Brasília. Este sistema orogênico, por sua vez, se insere no contexto tectônico da Província Tocantins (Figura 2.1), localizada na Plataforma Sul-Americana, inserida na maior parte do continente brasileiro. De acordo com o contexto tectônico local, estão presentes na região os grupos Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí, bem como a Formação Quilombo.

A Província Tocantins é oriunda da Orogênese Brasileira neoproterozoica, resultante da convergência de três blocos continentais, representados pelos Crátons Amazônico, São Francisco e Paranapanema. A província é caracterizada pela seguinte compartimentação, de leste a oeste: Zona Cratônica, Faixa Brasília, Maciço de Goiás, Arco Magmático de Goiás e Faixa Paraguai-Araguaia, de acordo com a estruturação proposta por Fuck *et al.* (1993) e Fuck (1994).



**Figura 2.1** - A) Localização de Província Tocantins no território brasileiro. B) Detalhe da referida província enfocando a faixa Brasília e suas Zonas Interna e Externa. A linha tracejada indica o limite do Cráton São Francisco. C) Mapa geológico regional da Faixa Brasília. (Dantas *et al.*, 2014)

A Faixa Brasília, possui cerca de 1000 quilômetros de extensão, em uma área alongada de direção N-S, representada por um cinturão móvel que evoluiu no intervalo do Mesoproterozoico ao Neoproterozoico situado na porção oriental da Província Tocantins (Almeida *et al.*, 1977). É distinguida em três unidades estruturais, de leste para oeste: Zona cratônica, Zona externa e Zona interna, segundo Fuck *et al.* (1994). A Zona externa é composta por unidades metassedimentares datadas do mesoproterozoico, predominando neste setor, um cinturão de dobras e empurrões em nível crustal mais raso, com dobras flexurais e de deslizamento, zonas de cisalhamento rúptil e interferência por sistemas transcorrentes (Fonseca & Dardenne, 1995).

## 2.2 Arcabouço estratigráfico

### 2.2.1 Introdução

Na área do Projeto Unaí, afloram as seguintes unidades, da base para o topo: Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra, Grupo Vazante e Grupo Bambuí.

Unidade	Litologias Principais	Idade
Grupo Bambuí	Sedimentos pelíticos e carbonatos	Neoproterozoico
Grupo Vazante	Metassedimentos definidos por uma sequência marinha pelítico- dolomítica.	Mesoproterozoico- Neoproterozoico
Grupo Canastra	Associação de metassedimentos psamíticos e pelíticos, frequentemente contendo carbonato, e essencialmente consiste em filitos e quartzitos, metamorfizados na fácies xisto verde.	Mesoproterozoico
Grupo Paranoá	Sequência psamo-pelito-carbonatada.	Mesoproterozoico
Formação Quilombo	Sequência Vulcano-sedimentar	Mesoproterozoico

**Tabela 2.1** - Tabela esquemática resumitiva das unidades litológicas presentes na região do Projeto Unaí.

### 2.2.2 Formação Quilombo

A Formação Quilombo ainda é objeto de estudo e pesquisa de alguns autores, tendo as rochas aflorantes associadas a diferentes unidades (Laranjeira e Dardenne, 1990), interpretaram como sendo parte do Grupo Paranoá; em Rodrigues (2008), considerou que seria sedimentos do Grupo Vazante, da Formação Serra do Garrote; Batista *et al.* (2015) denominou uma unidade do Grupo Vazante, mas não a definiu. Moura (2018), definiu o Grupo Quilombo. Campos *et al.*, (2021) denominam-na Formação Quilombo, além de indicar rochas vulcânicas com idade em ca.  $1394 \pm 13$  Ma, estes autores interpretam a sequência como registro turbidítico.

A formação aflora entre os grupos Canastra e Bambuí, em vales retos e profundos, e cortes de estrada. As fácies dessa sequência são descritas pela classificação sedimentar. Foram definidas

duas unidades (Campos *et al.*, 2021), o membro Ribeirão da Porteira, aflorando em uma área de colinas altas e íngremes, e o membro Ribeirão do Franco, próximo a terrenos aplainados, e também associações de fácies distintas, (Figura 2.2)

As fácies são interpretadas e associadas de acordo com o sistema turbidítico seguindo a classificação de fácies turbidíticas (Mutti 1992).

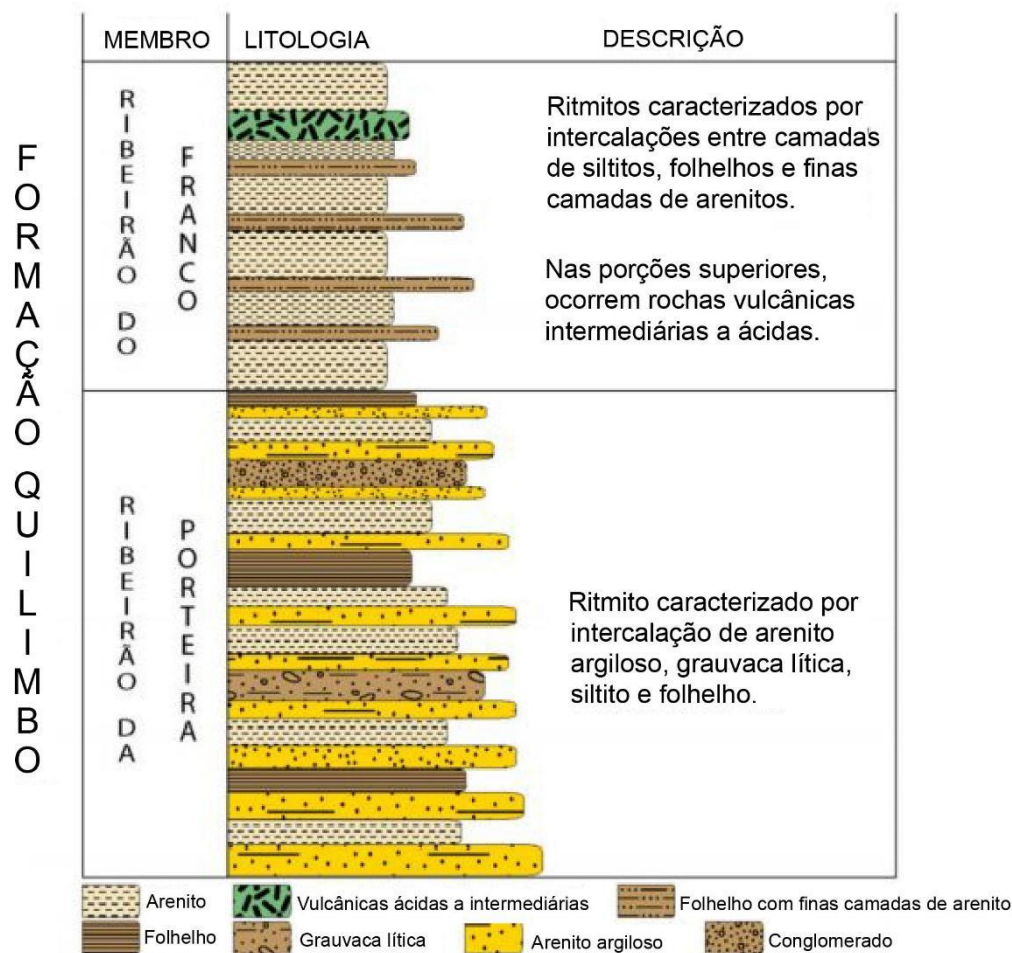


Figura 2.2 - Coluna estratigráfica da Formação Quilombo. Traduzido de Campos *et al.*, 2021.

### Membro Ribeirão da Porteira

O Membro Ribeirão da Porteira é formado por uma sequência rítmica psamo-pelítica, com litoarenitos de granulação fina a grossa e grauvasca lítica com intercalações regulares de ardósia e metassiltitos (Campos *et al.*, 2021). As rochas desse membro possuem coloração verde, e quando intemperizadas, coloração avermelhada a amarelada.

Com base na classificação de fácies turbidíticas de Mutti 1992, sendo subdividido em. Este Membro, foi subdividido em: Fácies F3, Fácies F6 e Fácies F7.

- **Fácies F3:**

A Fácies F3 é representada por um conglomerado suportado por clastos (Campos *et al.*, 2021). Esses clastos são formados por fragmentos de rochas sedimentares e metamórficas de baixo grau, e são bastante arredondados. Esta classificação foi dada para o conglomerado a partir de como foram formados os acamamentos, por correntes turbidíticas expostas à transformação de escoamento turbulento coeso para escoamento de tração.

- **Fácies F6:**

A fácies é composta por quartzo arenito maturo e litoarenito, e mineralogicamente matura, com mais de 95% da estrutura composta por quartzo e grãos líticos menores, com os grãos predominantemente arredondados e esféricos, variando a granulometria de grossa a média, e presença de cimento silicoso (Campos *et al.*, 2021). Os acamamentos maciços são intercalados com siltito ou arenito de granulação fina, com laminação horizontal. São formados depósitos de arenitos bem classificados, de granulação grossa a média, com estratificação paralela ou cruzada (Campos *et al.*, 2021).

- **Fácies F7:**

É formada por um pacote de arenito impuro, com camadas com estruturas maciças ou estratificação horizontal, com laminação interna. Essas rochas são classificadas como grauvasas líticas, apresentando grãos de quartzo arredondados, fragmentos líticos alongados e clastos com granulometria de areia média. A matriz dessas rochas é essencialmente pelítica, de coloração avermelhada a acastanhada (Campos *et al.*, 2021).

### **Membro Ribeirão do Franco**

Representa a sedimentação de deposição mais distal do grupo, este membro é caracterizado por ritmitos distais com camadas delgadas de litoarenito de granulação fina, intercalados com ardósia e siltito, apresentando o mesmo padrão rítmico do Membro Ribeirão da Porteira, porém com fácies de granulação mais fina. Comumente, se desenvolve uma fácies de granulação fina com intercalações de grauvasa lítica de granulação fina com camadas pelíticas. Na porção superior, ocorrem rochas vulcânicas intercaladas nos sedimentos como lavas afaníticas, com aspecto maciço (Campos *et al.*, 2021). Os contatos entre as camadas vulcânicas, pelíticas e psamíticas deste membro, são tidos como abruptos. Raramente, algumas estruturas sedimentares são observadas, como marcas onduladas e laminação cruzada, evidenciando processos trativos (Campos *et al.*, 2021).

Este membro é caracterizado pela intercalação entre as litofácies denominadas de F7, F8 e F9, de acordo com a classificação para fácies turbidíticas (Mutti 1992; Mutti *et al.* 2003, 2009), e pela presença de rochas vulcânicas, as quais serão descritas a seguir.

- **Fácies F8:**

É composta por arenitos argilosos, laminados e maciços, bem como, por siltitos argilosos a arenosos, com geometria tabular e relativa continuidade lateral (Moura, 2018), que raramente se intercalam com camadas de fácies F7 e F9 (Campos *et al.*, 2021). É observado internamente nos acamamentos desta fácies, uma granodecrescência ascendente. Os arenitos aqui presentes, são mal selecionados, com matriz siltico-argilosa, de granulometria areia fina, comumente sem contato entre os grãos (Moura, 2018), sendo maciços e laminados.

- **Fácies F9:**

Se caracteriza como argilitos, argilitos siltosos e folhelhos maciços a laminados com estratificação plano-paralela (Moura, 2018). Essa fácies ocorre como a mais distal no sistema turbidítico, desenvolvendo estruturas trativas como laminação oblíqua à laminação plano-paralela

- **Rochas Vulcânicas:**

Ocorrem como finas camadas no topo do membro, intercaladas aos sedimentos clásticos turbidíticos, evidenciando a natureza simultânea da sedimentação e do vulcanismo, por vezes essas camadas ocorrem de formas tabulares maciças, ou como corpos oblatos (Moura, 2018). Essas rochas apresentam coloração cinza-escuro a preta e avermelhada quando alteradas, variando de acordo com o intemperismo local, apresentam densidade, dureza e coesão maiores que as rochas sedimentares adjacentes (Moura, 2018), predominantemente possuem texturas afaníticas a microporfíricas. A natureza subaquática deste vulcanismo é evidenciada pela presença de fácies hialoclastica, com pequenos esferulitos arredondados a planos mostrando feição augen, estruturas esferulíticas, crescimento radial de agulhas de cristobalita e cristais circulares de feldspatos (Campos *et al.*, 2021).

A idade da Formação Quilombo é bastante discutida, assim como a sua estratigrafia. Foi realizada a datação U-Pb de cristais de zircão presentes em uma amostra de rocha vulcânica do Membro Ribeirão do Franco, com idades do Mesoproterozoico, porém esses zircões poderiam ser herdados e assim gerar a incerteza da idade. Essa mesma foi encontrada nas formações superiores do Grupo Paranoá em zircão detrítico (Seraine *et al.*, 2020), o que gera dúvidas quanto ao enquadramento da Formação Quilombo a algum Grupo já existente na literatura.

### 2.2.3 Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá, datado do Mesoproterozoico, é constituído essencialmente por metaconglomerados, ardósias, metarrimitos, metacalcários e metadolomitos, com preservação das estruturas sedimentares primárias, bem como filitos carbonosos, quartzitos, metacarbonatos (Campos *et al.*, 2013), que variam de rochas anquimetamórficas a de baixo grau metamórfico, de fácies xisto verde. Em suma, é classificado como uma sequência psamo-pelito-carbonatada, o qual representa uma sucessão estratigráfica de margem passiva, depositada em plataforma mista

controlada pela paleogeografia, definido como uma bacia de margem cratônica possivelmente conectada a uma bacia de margem passiva (Seraine *et al.*, 2020; Martins-Ferreiras, 2018). O Grupo Paranoá se sobrepõe aos grupos Araí e Traíras, separados deles por uma discordância erosiva (Campos *et al.*, 2013).

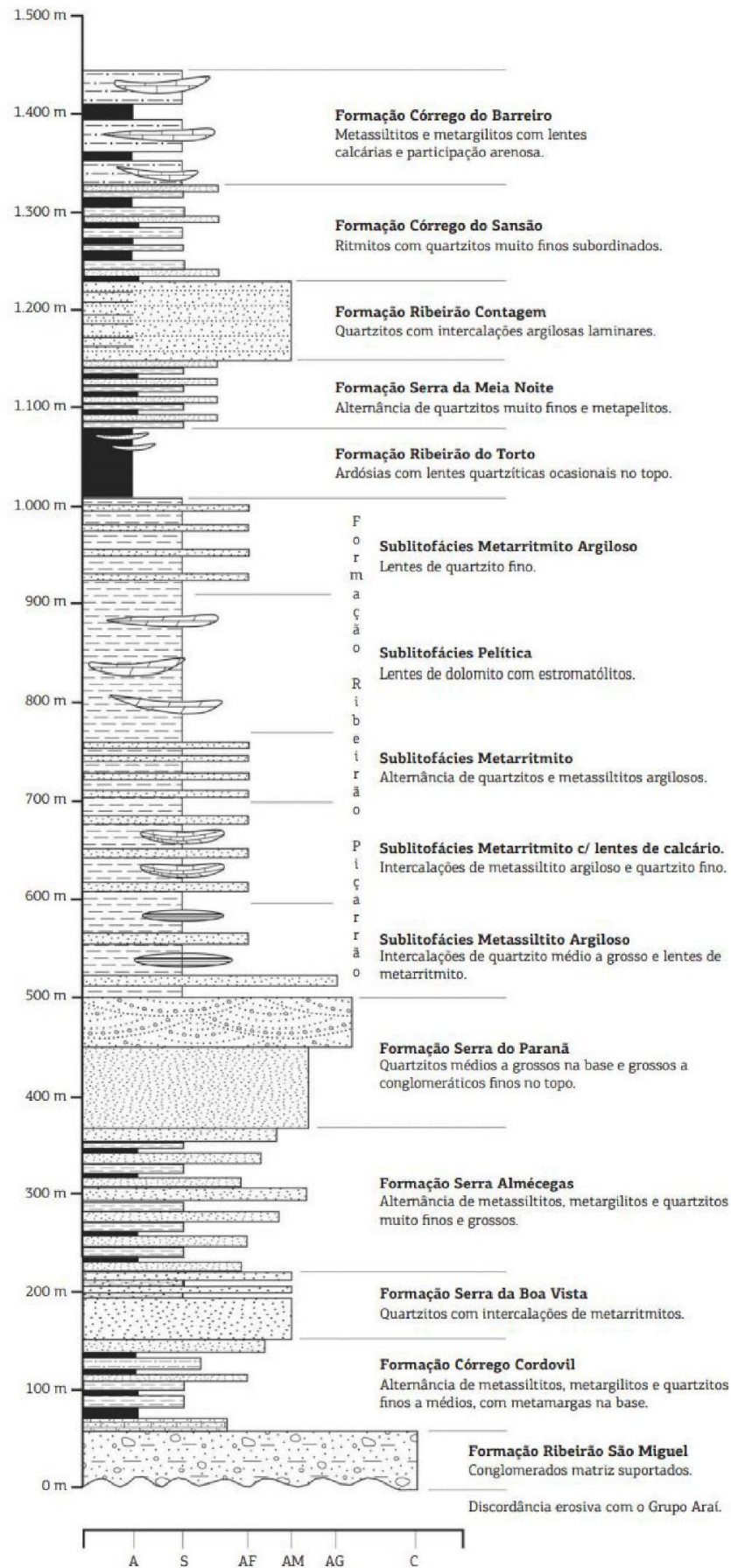
Estão presentes em sua estratigrafia, onze formações, sendo elas da base para o topo: Ribeirão São Miguel, Córrego Cordovil, Serra da Boa Vista, Serra Almécegas, Serra do Paranã, Ribeirão Piçarrão, Ribeirão do Torto, Serra da Meia Noite, Ribeirão Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro (Figura 2.3), descritas por (Campos *et al.*, 2013), sendo esta última, representativa na localidade do presente Projeto de mapeamento integrado na região de Unai. A Formação Ribeirão São Miguel é caracterizada pela presença de conglomerados matriz-suportados, com matriz arenosa e cimentos de carbonatos, com clastos milimétricos a decimétricos, de quartzitos finos a médios, metassiltitos e de mármore finos.

A Formação Córrego Cordovil é constituída por metarritmitos com intercalações regulares de quartzitos feldspáticos micáceos, finos a médios, com camadas de metassiltitos e metassiltitos argilosos.

A Formação Serra da Boa Vista é composta por quartzitos finos a médios, de coloração branca a acinzentada quando frescos, e amarelada a rosada quando alterados. Estes quartzitos apresentam os grãos arredondados, sendo maduros e bem selecionados.

A Formação Serra Almécegas é representada por metarritmitos psamo-pelíticos, que se caracterizam por intercalações de lâminas de quartzitos finos, metassiltitos argilosos e metagrauvas quartzosas. Apresentam coloração esverdeada quando frescos.

A Formação Serra do Paranã possui quartzitos médios a grossos, com estratificação plano-paralela, cruzada tabular, tangencial, revirada e acanalada, como também camadas métricas de quartzitos conglomeráticos.



**Figura 2.3** - Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás/Distrito Federal (modificada de Faria 1995).



A Formação Ribeirão Piçarrão se caracteriza pela presença de metassiltitos argilosos de coloração cinza esverdeada a amarelada quando frescos, e rosada a vermelho escuro quando alterados. Apresenta ainda quartzitos médio a grossos e rochas carbonáticas na forma de lentes interdigitadas.

A Formação Ribeirão do Torto é constituída de ardósias de coloração roxa, quando alterada, e cinza esverdeada quando inalterada, com presença de duas foliações marcantes e penetrativas nessas rochas, que são tidas como clivagens ardosianas.

A Formação Serra da Meia Noite é caracterizada como uma alternância de estratos de quartzitos finos a médios, de espessura centimétrica a métrica, com níveis mais finos de metassiltitos.

A Formação Ribeirão Contagem se caracteriza por quartzitos de granulometria fina a média, bem selecionados, maduros, de coloração branca e cinza claro, comumente bem silicificados. Observa-se estruturas sedimentares tais como, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte.

A Formação Córrego do Sansão é composta por metarritmitos homogêneos com intercalações centimétricas regulares de metassiltitos, metalamitos e quartzitos finos. Ocorrem estruturas sedimentares como climbing ripples, hummockys de pequeno porte e raramente marcas onduladas simétricas de oscilação, além de estratificações plano-paralelas.

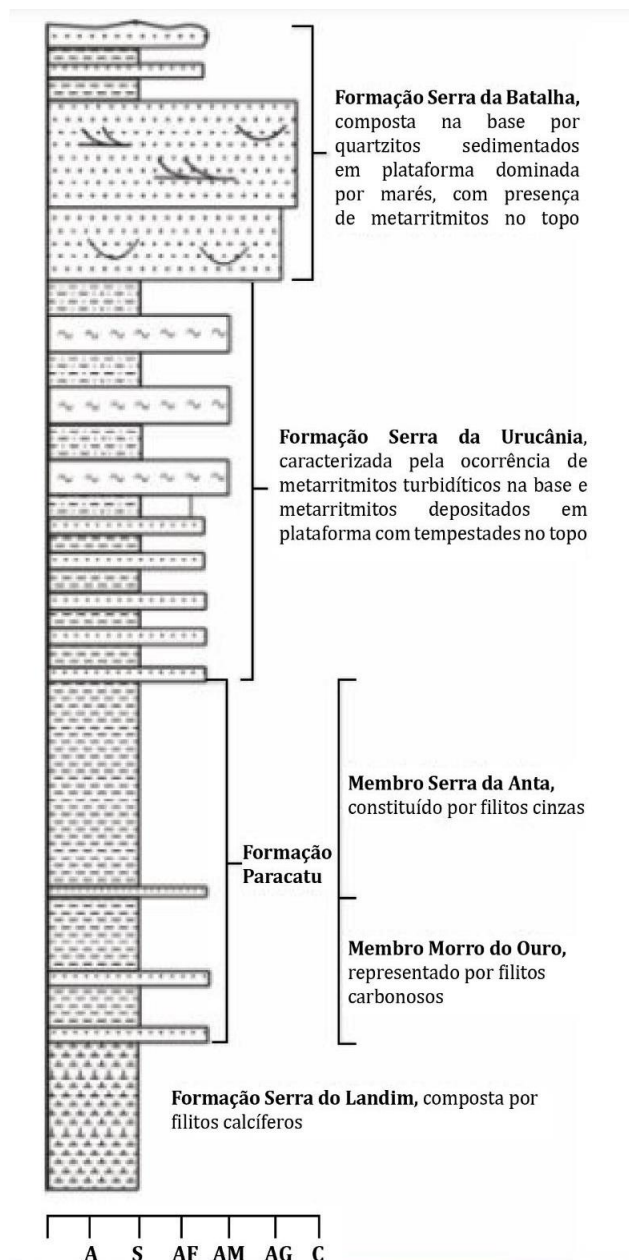
A Formação Córrego do Barreiro, é constituída principalmente por metalamitos siltosos de coloração cinza prateado, bastante laminados, podendo apresentar foliações, ocorrendo ainda litotipos carbonáticos e quartzíticos. Estão presentes rochas carbonáticas, tais como calcários pretos ou cinza escuros, micríticos ou intraclásticos, dolomitos de coloração cinza claros, localmente estromatolíticos, brechas calcárias, por vezes silicificadas, e quartzitos médios, grossos a conglomeráticos, mal selecionados, preto a cinza escuro e feldspáticos, com clastos subangulosos a arredondados (Campos *et al.*, 2013). Na porção inferior, são observadas lentes de quartzito feldspático de granulação grossa, em sua área tipo (Seraine *et al.*, 2020), as quais se relacionam quanto às características cronológicas e sedimentológicas, com o nível arcoseano, deste grupo.

A idade do Grupo Paranoá é interpretada a partir da sua posição estratigráfica (ocorre sobre sedimentos da fase pós-rifte do Grupo Araí e sob pelitos e carbonatos do Grupo Bambuí), pela presença de estromatólitos cônicos (conophyton) e por dados isotópicos. Variando de 1.542, idade obtida por análises de U-Pb em sobrecrecimento de xenotima em zircão detrítico, que seria a idade de deposição do grupo (Matteini *et al.*, 2012), e 1.042 Ma baseada em zircão detrítico, sendo uma idade máxima de deposição do grupo, e interpretada como mesoproterozoico (Campos, 2013).

### 2.2.4 Grupo Canastra

O Grupo Canastra constitui uma unidade metassedimentar datado do Mesoproterozoico, foi formado em um contexto de bacia de margem passiva em um megaciclo regressivo, de acordo com (Dardenne, 2000). É caracterizado como uma associação de rochas psamo pelíticas carbonatadas, com presença de carbonatos, de baixo grau metamórfico, na fácies xisto verde, zona da clorita (Rodrigues, 2008), se caracterizando como uma sucessão psamo-pelítica, constituída principalmente por quartzitos e filitos. O Grupo Canastra é considerado um equivalente lateral do Grupo Paranoá, porém de maior grau metamórfico (Dardenne *et al*, 2012).

Este grupo é composto por quatro formações, sendo da base para o topo, Serra do Landim, Paracatu, Serra da Urucânia e Serra da Batalha (Figura 2.4).



**Figura 2.4** - Coluna estratigráfica do Grupo Canastra compilada de Dardenne (2000) (Modificada de Teles, 2018).

A Formação Serra do Landim, constitui a base do Grupo Canastra, e é caracterizada principalmente pela presença de cálcifilitos e calcixistos, de coloração verde pálido a cinza esverdeado (Dardenne, 2000), ricos em cloritas. A base da formação é constituída por margas e lentes de calcário, que gradam para os calcifilitos e calcixistos, e no topo há ocorrência de lentes de quartzitos finos (Rodrigues, 2008). Esta formação apresenta contato tectônico com os filitos da Formação Paracatu, comumente marcado pela presença de nódulos de pseudo-chert.

A Formação Paracatu se subdivide em dois membros, propostos por Freitas-Silva & Dardenne (1994), sendo eles, Morro do Ouro, membro inferior, e Serra da Anta, membro superior. O Membro Morro do Ouro, constitui a base da Formação Paracatu, se iniciando com um nível relativamente contínuo de quartzito, com variação da espessura, posteriormente passando para espessas camadas de filito carbonoso com níveis de quartzitos finos no topo (Freitas-Silva & Dardenne, 1994). O Membro Serra da Anta, que representa o topo da Formação Paracatu, é caracterizado por espessas camadas de sericita filitos (Rodrigues, 2008), de coloração cinza a cinza esverdeado, com intercalações carbonáticas e de finas camadas de quartzitos. (Dardenne, 2000).

A Formação Serra Urucânia é caracterizada por metarritmitos arenosos, com intercalações de quartzitos finos (Dardenne, 2000). Portanto, predominam os metapelitos (filitos). No topo do Grupo Canastra, a Formação Serra da Batalha, definida pela predominância de quartzitos finos.

A idade do Grupo Canastra é baseada na interpretação de dados apresentados por Rodrigues (2008) a partir de análises em zircão detrítico, com idade máxima de 1.05 Ga. Portanto, de idade mesoproterozoica.

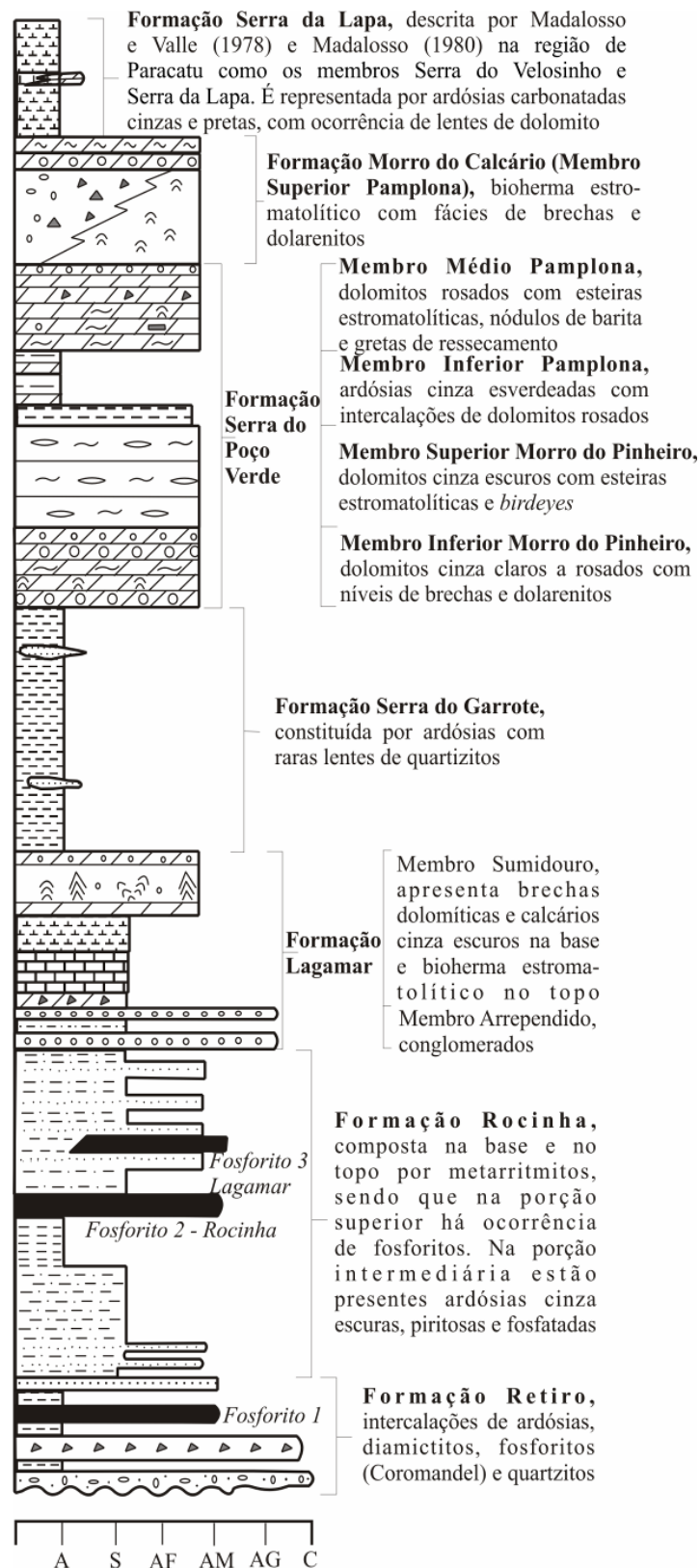
### **2.2.5 Grupo Vazante**

O Grupo Vazante é composto por rochas metassedimentares, sendo uma extensa sequência pelito-carbonatada de origem marinha, a faixa que compreende essa sequência apresenta orientação N-S. É dividido em sete formações, conforme a coluna estratigráfica (Figura 2.5), seguindo da base ao topo: Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Serra da Lapa (Dardenne, 2000).

A Formação Retiro caracteriza a formação basal do grupo, sendo composta por camadas de quartzito intercalados por ardósias, e marcada por camadas de diamictitos com clastos de calcários, granitos, dolomitos, metassiltitos, com uma matriz pelítica. Em alguns locais, a unidade é fosfatada (Dardenne, 2000).

A Formação Rocinha é definida por uma sequência rítmica, que apresenta na base uma ritmicidade areno-pelítica, e no topo uma sequência de ardósias intercaladas com camadas de metassiltitos, apresentando coloração amarela a roxa quando alterada. Verticalmente é possível notar a transição para carbonatos cinza escuro e ardósia com pirita, com algumas laminações finas

fosfatadas que são responsáveis pela formação de intraclastos e fosfoarenitos ricos em pelitos, sendo chamado de Fosforito 2 (Dardenne, 2000).



**Figura 2.5** - Coluna estratigráfica do Grupo Vazante, compilada de Dardenne (2000). Modificado em Teles (2018).

A Formação Lagamar, representa a unidade psamo-pelito-carbonatadas, na sua porção basal é caracterizada pela intercalação entre camadas de quartzitos, metassiltitos, conglomerados e ardósias (Moura, 2018). É dividida em dois membros: o Membro Arrependido composto por conglomerado, e o Membro Sumidouro por pelitos e dolomitos.

A Formação Serra do Garrote, é uma sequência espessa de ardósias com coloração variando entre o verde e cinza, localmente rítmica, apresentando carbonato e pirita, e raramente intercalações finas de quartzitos.

A Formação Serra do Poço Verde, é predominantemente dolomítica, sendo dividido em quatro membros: Morro do Pinheiro Inferior, Morro do Pinheiro Superior, Pamplona Inferior e Pamplona Médio.

A Formação Morro do Calcário, é caracterizada por dolomitos com estromatólitos, composta por doloruditos, com biohermas estromatolíticas preservadas e associadas à fácies doloarenitos pelíticos e oncolíticos. Sendo as formações Serra do Poço Verde e Morro do Calcário, composta com sequências dolomíticas, a distinção pode ser dificultada.

A Formação Serra da Lapa representa o topo deste grupo, sendo composta por filitos carbonosos, metassiltitos carbonáticos, lentes de dolomita e camadas de quartzito. As lentes carbonáticas apresentam fácies de dolomitos laminados com presença de cianobactérias, com estromatólitos colunares e brecha intraformacional.

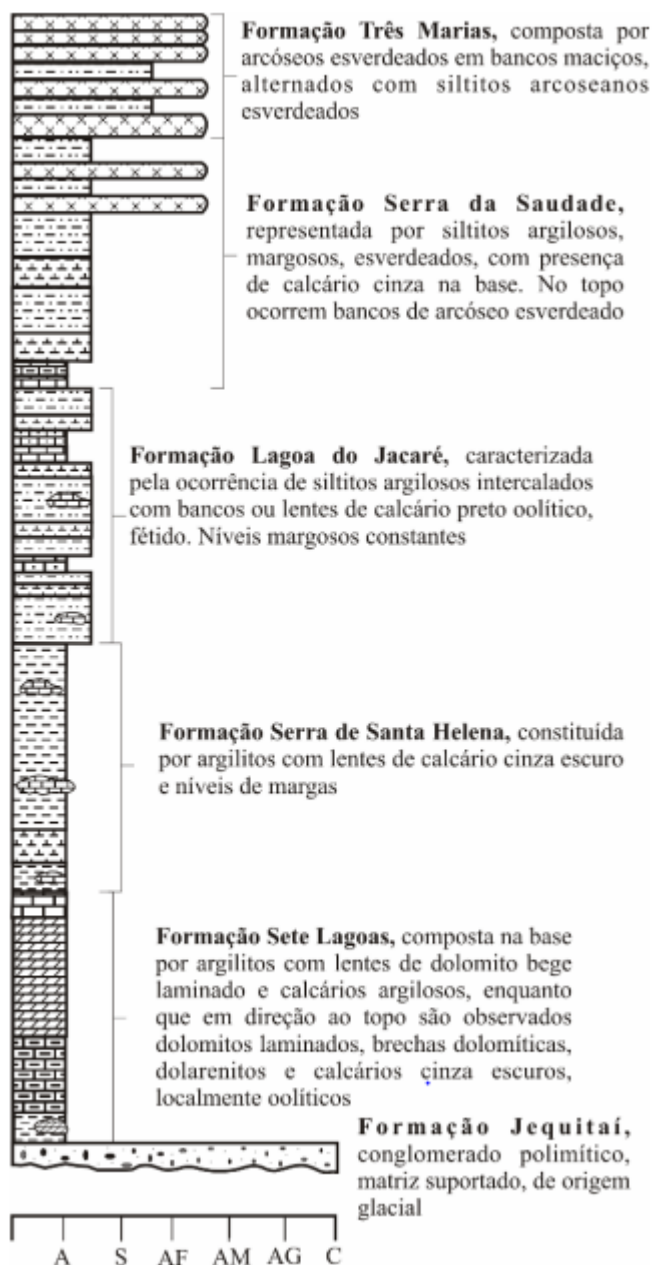
A idade do Grupo Vazante gera várias controvérsias, por não existir vulcanismo associado a essa sequência sedimentar. A datação de Pb/Pb em galena em depósitos do Vazante e Morro agudo, apresentam idades variando entre 1.2 Ga a 650 Ma (Dardenne, 2000).

### **2.2.6 Grupo Bambuí**

O Grupo Bambuí é caracterizado por uma sequência pelito-carbonatada-arcoseana, e com ampla contribuição carbonática. A separação estratigráfica mais utilizada atualmente é a proposta por Dardenne (1978a, 1979), dividindo o grupo em seis formações, seguindo da base ao topo na coluna estratigráfica (Figura 2.6): Formação Jequitaiá, Formação Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias.

A Formação Jequitaiá é composta por diamictitos de origem glacial, com fragmentos de quartzito, calcário e arcóseos, gnaiss e diversos tipos de granitoide, e uma matriz silto-areno-argilosa, de cor cinza-esverdeada e contendo carbonato (Rodrigues, 2008).

A Formação Sete Lagoas, com sedimentos pelítico-carbonatado, sendo na base composta por rochas carbonatadas que constituem lentes de todas as dimensões numa sequência margosa e pelítica, dentre essas, dolomitos cinza-claro com pseudomorfos de aragonita, calcarenitos e calcilitos intercalados por lâminas de argila de cor arroxeada (Alvarenga *et al.*, 2012).



**Figura 2.6** - Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí definida por Dardenne (1978).

No topo da formação, ocorre em contato brusco com as camadas subjacentes, sendo formada por calcários cinza escuros a negros e margas da mesma cor. Camadas de calcarenitos e calcirruditos são encontradas intercaladas em sucessões de margas.

A Formação Serra de Santa Helena, é essencialmente pelítica, caracterizada por rochas de granulação fina, sendo siltitos e folhelhos de coloração cinza-esverdeados e com intercalações de arenito e lentes de calcário (Lima, 2005), e com ocasionais estruturas *hummocky*.

A Formação Lagoa do Jacaré, formada por siltitos e margas cinza esverdeadas e cinza escuras, com raras intercalações de calcários de coloração cinza escuro.

Formação Serra da Saudade formado por rochas siltico-argilosas esverdeadas, com lentes irregulares de calcário microcristalino cinza-claro, a porção superior desta unidade apresenta camadas centimétricas de arenito muito fino com laminações cruzadas (Alvarenga *et al.*, 2012). A Formação Três Marias composta por bancos de siltitos e arenitos arcoseanos, de coloração esverdeada e raras intercalações conglomeráticas.

A idade do Grupo Bambuí é bastante questionada, mas a maioria dos autores concordam que existem zircão detrítico datados de uma idade neoproterozóica, em torno de 600 Ma (Pimentel *et al.*, 2012).

## 3 Geotecnologias

### 3.1 Introdução

No Projeto Unai para auxiliar durante as etapas de campo e pós-campo, as principais geotecnologias utilizadas foram o sensoriamento remoto e geofísica aérea.

Os domínios litológicos foram discriminados na etapa pré-campo com base em imagens de satélite em conjunto com os produtos geofísicos. Esses produtos também foram utilizados para extração e análise de lineamentos estruturais.

### 3.2 Sensoriamento Remoto

O método de sensoriamento remoto é aplicado nas áreas de levantamentos de recursos naturais, cartografia de precisão e outros diversos mapeamentos temáticos. O objetivo é a obtenção de imagens da superfície terrestre sem o contato físico com esta, por meio da detecção e medição quantitativa pelos sensores de respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres, denominados de alvos (Meneses & Almeida, 2012).

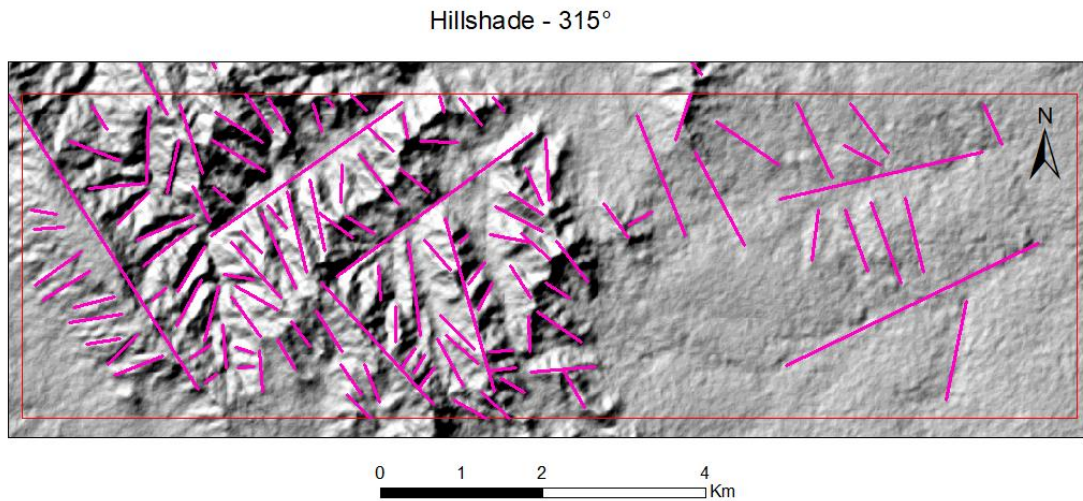
Para utilizar as imagens do satélite Sentinel, e dos sensores PALSAR e TM, foi realizado o processamento no *software* ArcGis 10.6.1 e no Google Earth Engine, tal como, para a geração do mapa base na etapa pré-campo e os demais mapas utilizados no campo.

#### 3.2.1 Imagem ALOS

O satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) esteve em operação entre os anos de 2006 e 2011, foi lançado pela empresa japonesa Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA (Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa). O satélite era equipado por três sensores, sendo um deles o PALSAR (Phased Array type-L band Synthetic Aperture Radar), capaz de adquirir imagens dia e noite com alta resolução independentemente das condições climáticas. As imagens possuem resolução espacial 12,5 m, utilizando  $^{\circ}$  como ângulo de off-nadir, e foram obtidas a partir de um sistema radar do tipo SAR interferométrico (Synthetic Aperture Radar).

As imagens foram utilizadas com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação (MDE), para representar a elevação da superfície da terra em intervalos regularmente espaçados, e assim criar perfis topográficos e uma visão geral da declividade do terreno. Este produto é muito utilizado em estudos geológicos, por conta da forte relação entre o relevo e o seu tipo de cobertura, como solos e rochas, além de evidenciar lineamentos estruturais.





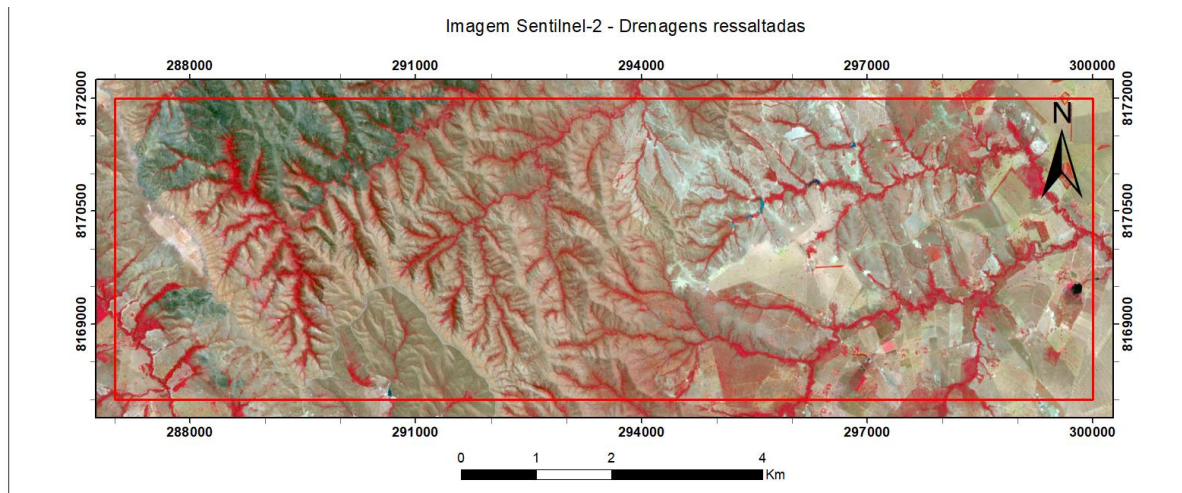
**Figura 3.1** - Hillshade com iluminação em 315°, com destaque para os lineamentos locais, no polígono na subárea III.

A partir dos mosaicos obtidos, gerando os modelos digitais de elevação, utilizou-se posteriormente, a ferramenta Hillshade no software ArcMap, com o objetivo de destacar o relevo local e delimitar os lineamentos presentes. Foram obtidos 4 produtos Hillshade, nos ângulos de iluminação de 45°, 135°, 225° e 315°, com fator Z igual a 2, destes, optou-se pela utilização da imagem de relevo sombreado com iluminação em 315°, por apresentar um maior destaque dos lineamentos e contraste nos relevos. A imagem (Landsat 5) possui uma composição que ressalta os lineamentos, e foi utilizado para delimitação dessas feições.

### 3.2.2 Imagem Sentinel-2

O par de satélites Sentinel-2 foi direcionado ao monitoramento da vegetação, solos e áreas costeiras e é dotado com sensor óptico de alta resolução espacial. O Sentinel-2A foi o primeiro satélite óptico da série a ser operado pela ESA (Agência Espacial Europeia), o sensor multiespectral MSI com 13 bandas espectrais, variando de 443 a 2190 nm, com resolução espacial de 10 m para as bandas do visível, 20m para o infravermelho e 60 m para as bandas de correção atmosférica. O Sentinel-2B, que foi lançado em 2017, também assume os mesmos objetivos, com o mesmo sensor MSI. A resolução temporal, o período que o satélite faz uma nova aquisição de imagem do mesmo ponto na superfície terrestre, é 5 dias.

Este produto ressalta as feições de drenagem, e foi utilizado para extrair essas feições da subárea III.

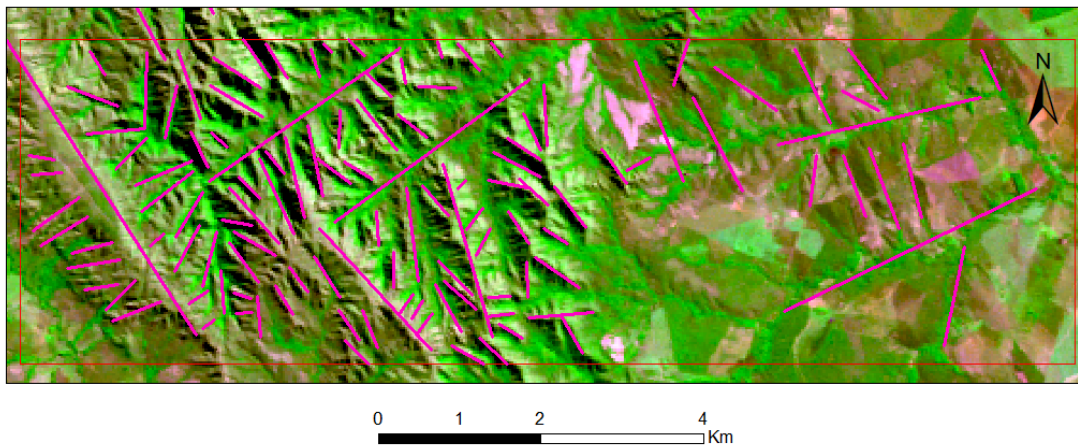


**Figura 3.2** - Imagem Sentinel-2 com realce da composição para a Banda 2 – Vermelho, destacando as drenagens presentes na região, no poligonal da Subárea III.

### 3.2.3 Imagem Landsat 5

O satélite Landsat 5 foi lançado em 1984 com os mesmos sensores do satélite Landsat 4, os sensores MSS e TM. O sensor MSS deixou de enviar dados em 1995, e o sensor TM permaneceu ativo até novembro de 2011. A resolução temporal, o período que o satélite faz uma nova aquisição de imagem do mesmo ponto na superfície terrestre, é 16 dias. As faixas espectrais referente à resolução das bandas da imagem do Landsat 5 em cada intervalo encontra-se na Tabela 3.1

Imagem Landsat 5 - Composição Verde



**Figura 3.3** - Imagem de satélite Landsat 5, com realce de composição verde, destacando os lineamentos, no polígono da Subárea III.

A imagem do Landsat que salta a banda 2 (verde) foi utilizada no presente trabalho, para auxílio na delimitação de lineamentos estruturais, devido ao realce de algumas morfologias.

Bandas	Comprimento de onda ( $\mu\text{m}$ )	Resolução espacial (m)
Banda 1 – Azul	0.45 - 0.52	30
Banda 2 - Verde	0.52 - 0.6	30
Banda 3 - Vermelho	0.63 - 0.69	30
Banda 4 – Infravermelho Próximo	0.76 - 0.90	30
Banda 5 – Infravermelho Médio	1.55 - 1.75	30
Banda 6 – Infravermelho Termal	10.4 - 12.5	120
Banda 7 – Infravermelho Médio	2.08 - 2.35	30

**Tabela 3.1** - Faixas espectrais e resolução das bandas do sensor TM do satélite Landsat 5.

### 3.3 Aerogeofísica

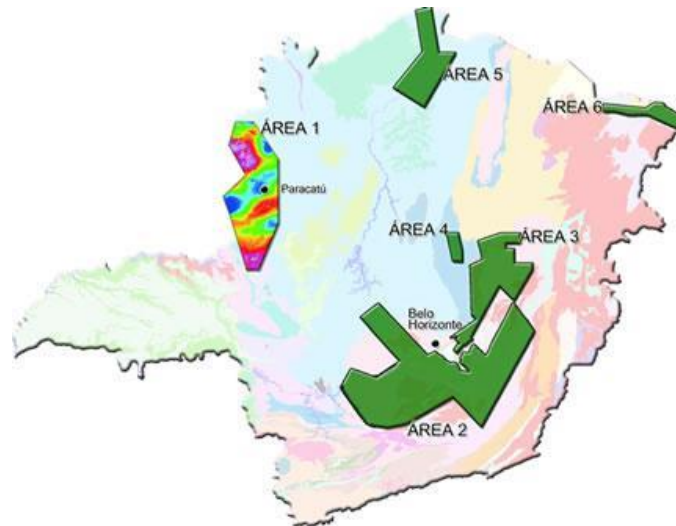
Os métodos geofísicos de exploração têm se mostrado uma ferramenta importante para o mapeamento geológico. Principalmente os métodos de alta resolução de magnetometria e gamaespectrometria, são considerados como excelentes alternativas para terrenos tropicais, nos quais os espessos perfis de solo e a escassez de afloramentos dificultam o mapeamento geológico pelos métodos tradicionais (Jaques *et al.*, 1997).

Estes dois métodos associados permitem caracterizar domínios litoestruturais, auxiliando no mapeamento geológico. O método magnetométrico é baseado no Potencial Magnético, que tem como objetivo principal investigar os materiais dispersos na subsuperfície pelas propriedades físicas da rocha, como a susceptibilidade magnética.

E a gamaespectrometria, é um método potencial capaz de detectar a radiação gama originada da desintegração de elementos radioativos presentes na superfície terrestre. Existem diversos elementos radioativos naturais, porém neste método a radiação gama é oriunda da desintegração do potássio ( $^{40}\text{K}$ ) e dos elementos das séries do urânio ( $^{238}\text{U}$ ) e do tório ( $^{232}\text{Th}$ ) (Ferreira *et al.*, 2016).

#### 3.3.1 Aquisição de dados aerogeofísicos

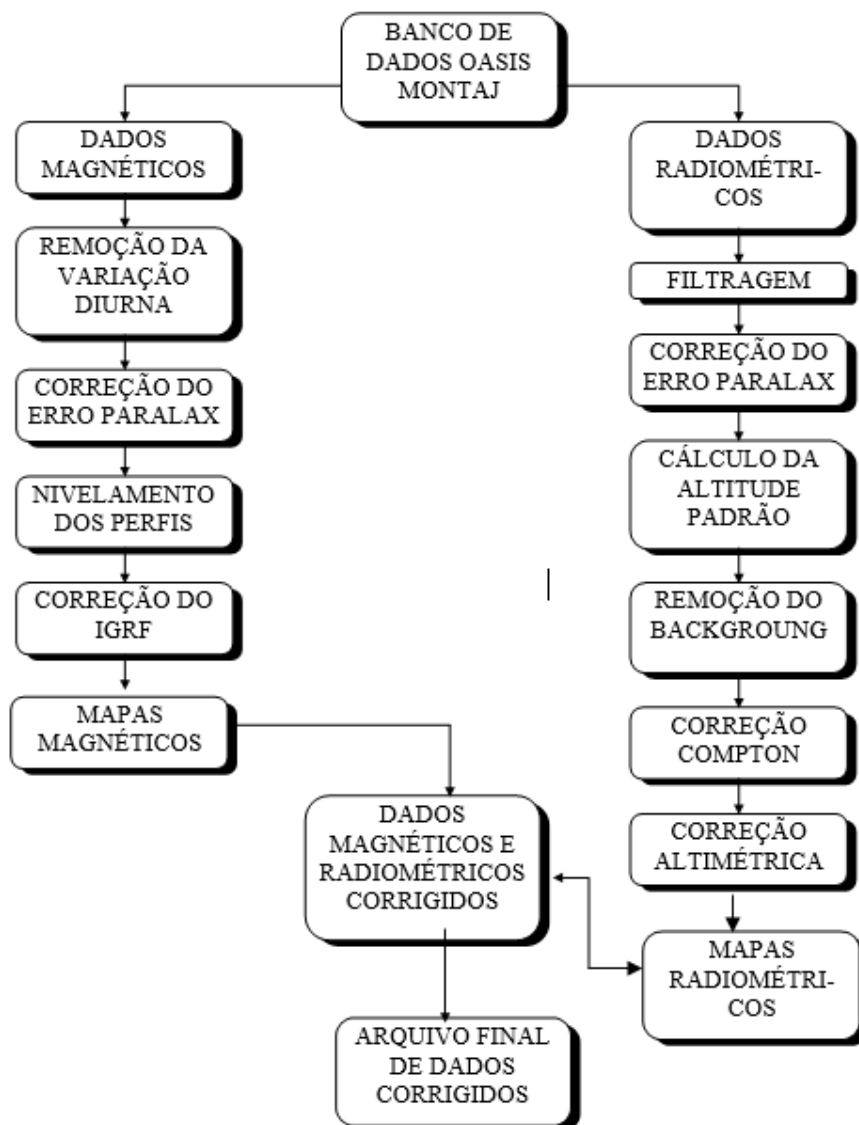
Os dados aerogeofísicos gerados neste trabalho foram gerados pelo Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, que foi dividido em 6 áreas, sendo esses dados magnetométricos e gamaespectrométricos obtidos da área 1 mostrada na Figura 3.4. O programa foi coordenado pela Secretaria de Minas e Energia de Minas Gerais (SEME), que contratou a empresa Lasa Engenharia e Prospecções S.A. para a aquisição e processamento dos dados.



**Figura 3.4** - Localização das áreas que foram realizadas as aquisições. Indicando a área 1. (SEME, 2001).

Foram utilizadas duas aeronaves equipadas com magnetômetro de bombeamento ótico de vapor césio Scintrex, modelo CS-2 e gamaespectrômetro multicanal Picodas, modelo PGAM-1000, e sistema de navegação GPS Picodas/Novatel de 12 canais.

O levantamento foi realizado entre os meses de agosto e dezembro de 2000. Somando todas as seis áreas, o levantamento cobriu 72.774 km<sup>2</sup>, o equivalente a 320.074 km lineares de voo. As linhas de voo tinham espaçamento de 250 m orientadas na direção N30°E, e as linhas de controle espaçamento de 2500 m, e direção N60°W. A altura média dos voos foi de 100 m, com velocidade próxima a 200 km/h. O fluxograma apresentado na Figura 3.5 apresenta as etapas do processamento realizado pela empresa Lasa Engenharia e Prospecções S.A.



**Figura 3.5** - Fluxograma com etapas do processamento de dados realizado pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A. (SEME, 2001).

### 3.3.2 Produtos Magnetométricos

Os produtos gerados com os dados magnetométricos tem como base investigar a geologia a partir das anomalias do campo magnético, que são geradas a partir de fontes com diferentes geometrias, profundidades e propriedades magnéticas. Desse modo, são necessárias diversas técnicas de filtragem e realce para melhor interpretação.

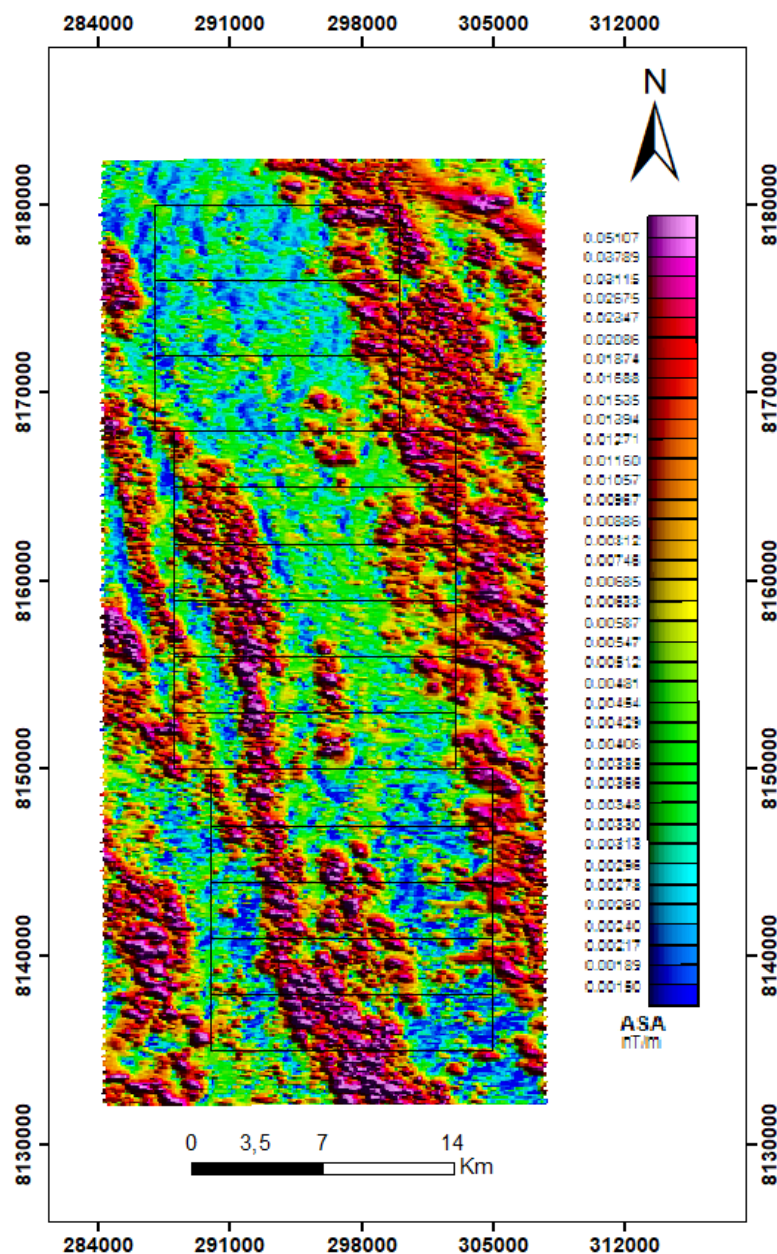
A partir dos dados magnéticos foi gerado o mapa de campo magnético anômalo (CMA), e a partir dele os demais mapas, que são filtros para realçar os dados, como o de amplitude do sinal analítico (ASA), derivada vertical (Dz) e inclinação do sinal analítico (TILT).

### Amplitude do sinal analítico (ASA)

O sinal analítico é uma técnica eficiente de determinação de parâmetros geométricos, como localização de limites geológicos, estruturais e profundidades de corpos (NABIGHIAN, 1972; RAO; BABU; NARAYAN, 1981; THOMPSON, 1982; BLAKELY, 1996). Sendo um produto analítico das derivadas do campo magnético X, Y e Z, definido por essa fórmula:

$$ASA = \sqrt{Dx^2 + Dy^2 + Dz^2}$$

Este produto delimita as bordas do corpo ou da feição geológica usando dados magnéticos.



**Figura 3.6** - Mapa de Amplitude do Sinal Analítico do Projeto Unai.

Derivada vertical (Dz)

A derivada vertical demonstra a taxa de variação do campo magnético anômalo em relação à distância vertical da fonte causadora, podendo obter informações de feições mais rasas.

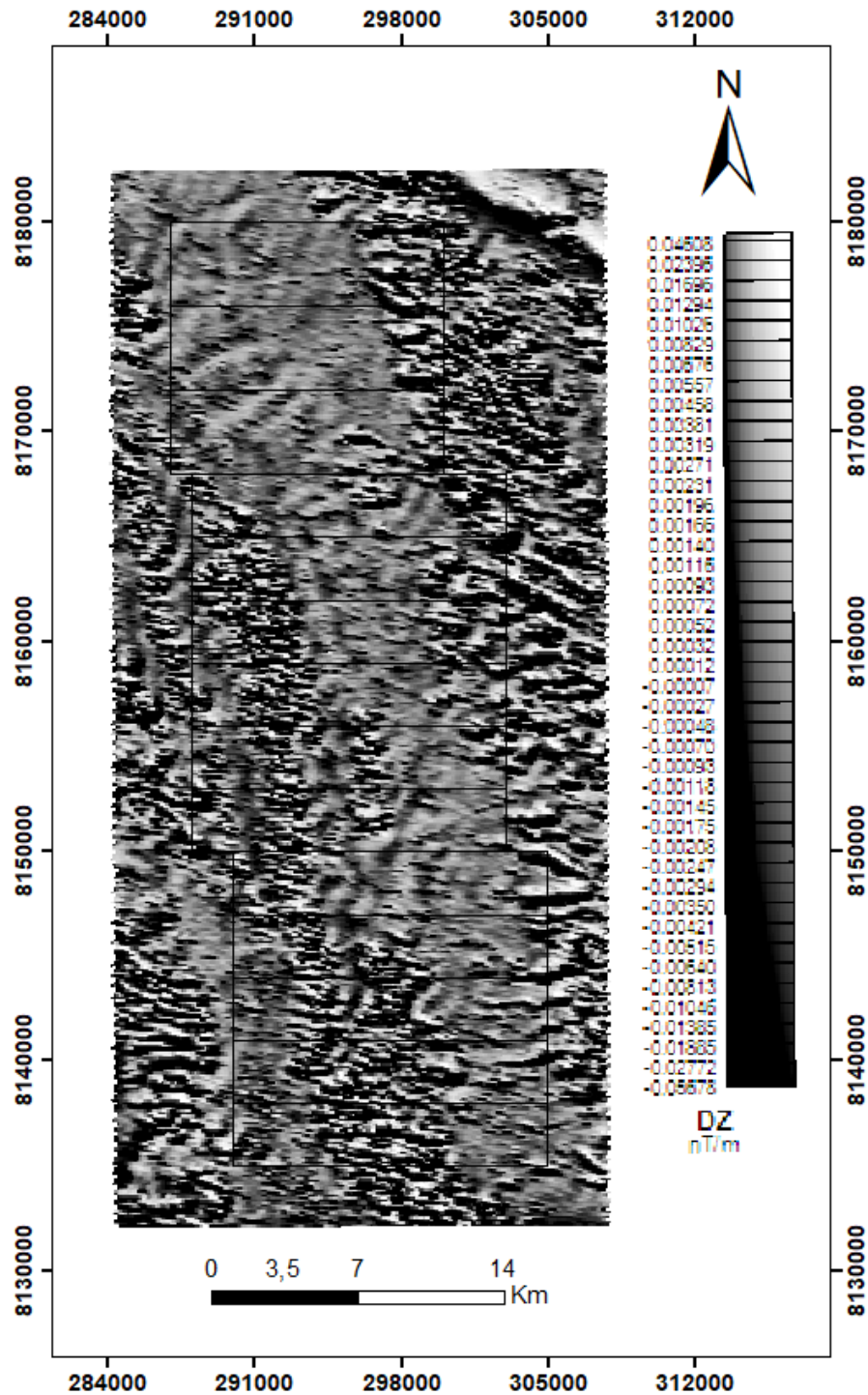
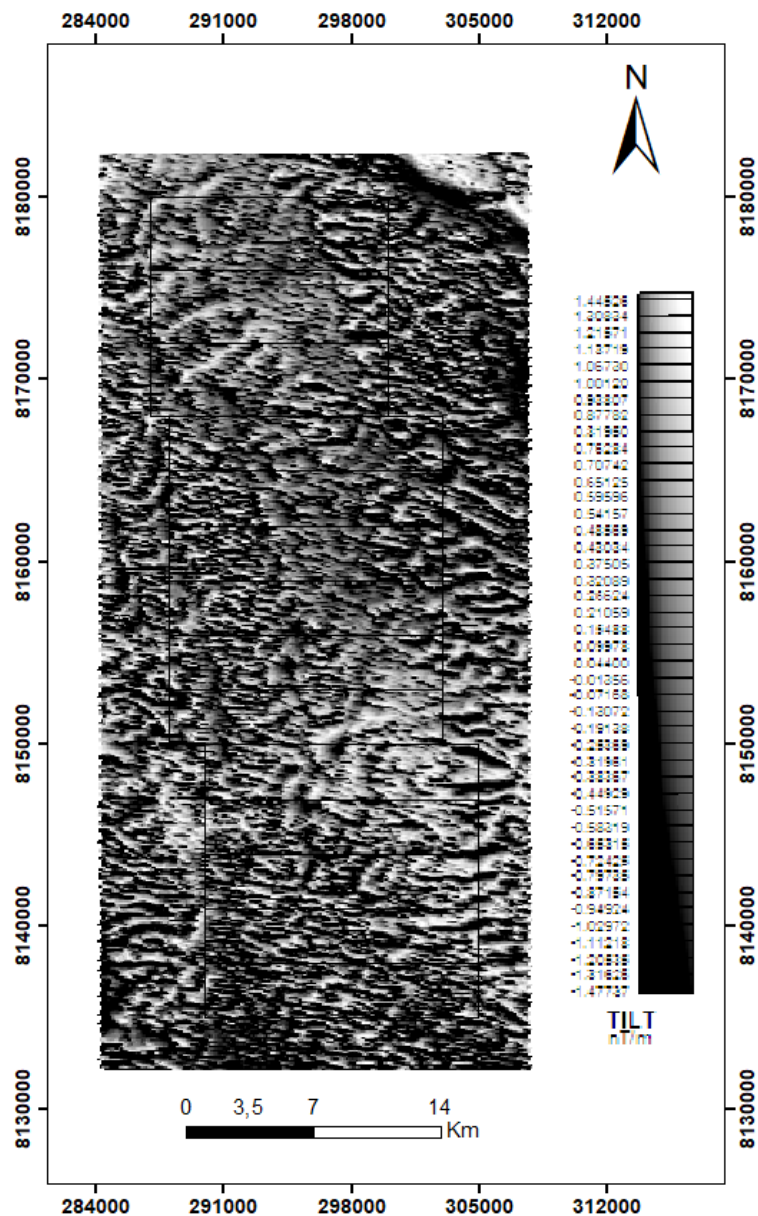


Figura 3.7 - Derivada vertical do campo magnético anômalo (Dz).

Inclinação do sinal analítico (TILT)

Este produto realça os lineamentos estruturais.

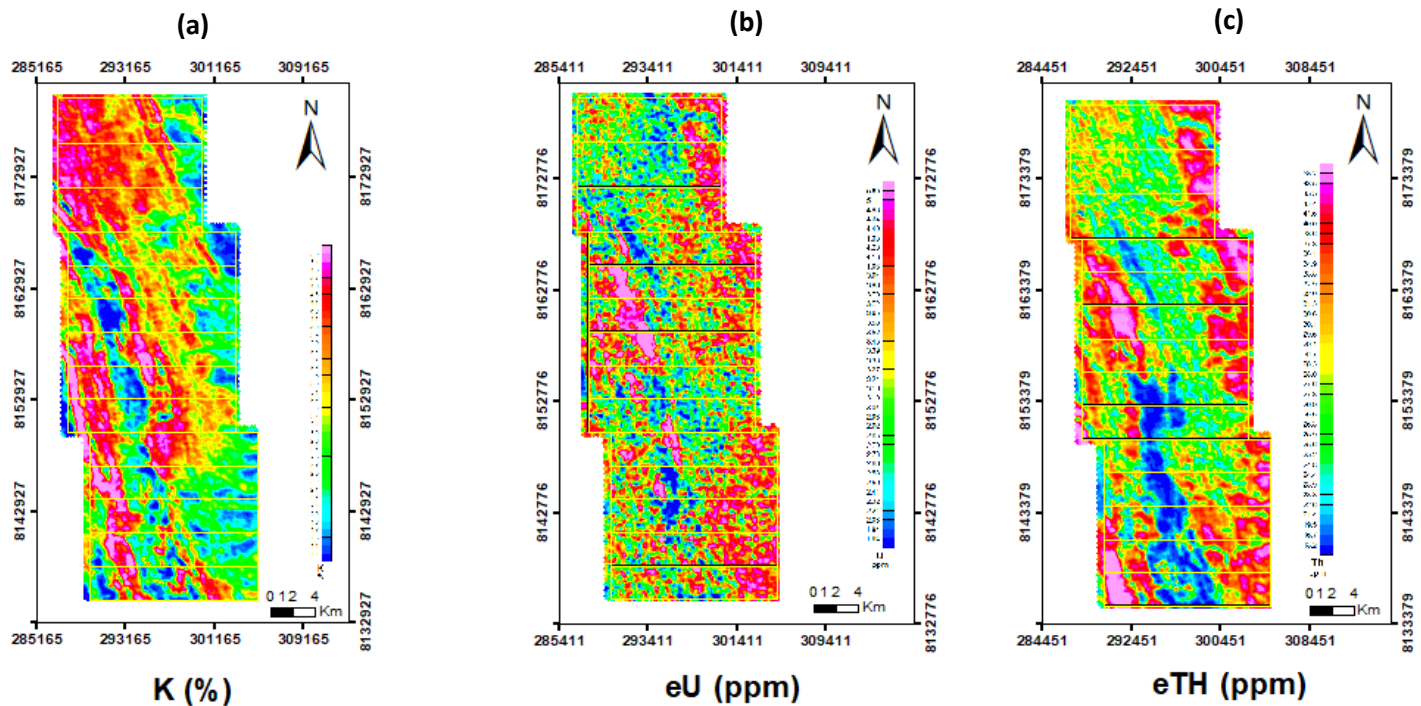


**Figura 3.8** - Mapa Inclinação do Sinal Analítico.

## Produtos Gamaespectrométricos

Os produtos obtidos com o processamento dos dados gamaespectrométricos foram gerados a partir da Contagem Total, com mapas do Percentual de Potássio (KPerc), Equivalente de Thório (eTh) e Equivalente de Urânio (eU), em ppm, mostrado na Figura 3.9. Também foi confeccionado o mapa ternário de composição RGB (Figura 3.10), que considera as cores Vermelha, Verde e Azul.





**Figura 3.9** - (a) Mapa Percentagem de Potássio; (b) Mapa equivalente de Urânio; (c) Mapa equivalente de Tório.

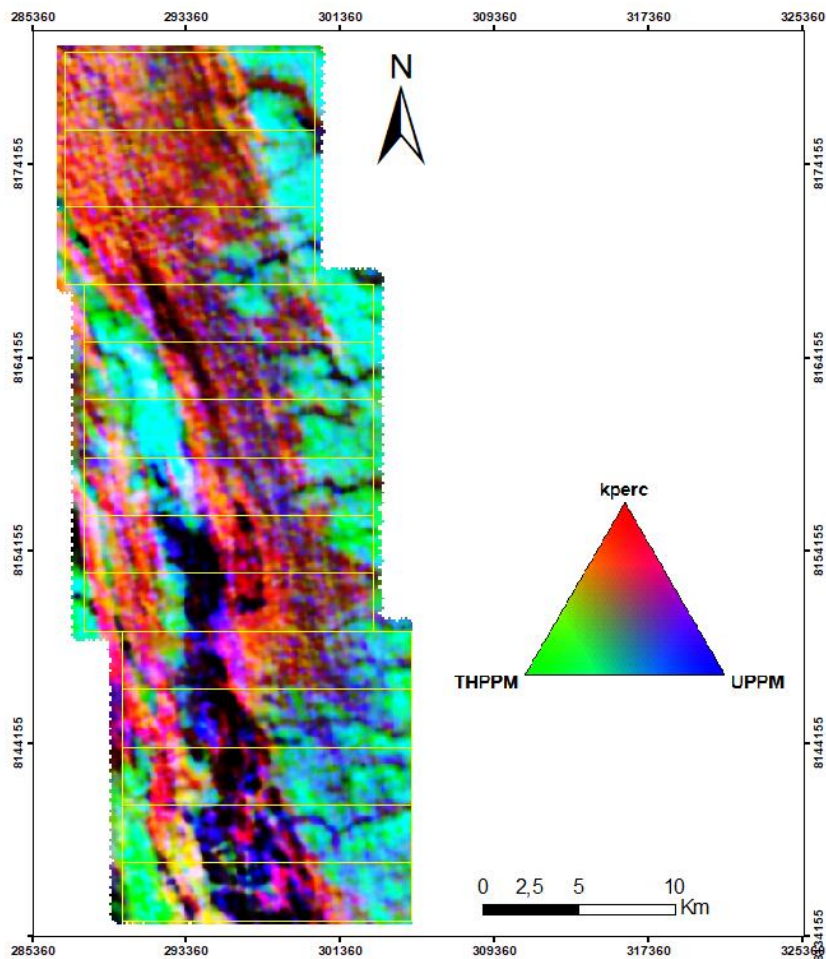
Para melhor entendimento dos mapas apresentados, é importante salientar que o potássio possui 2,32% de abundância na crosta terrestre, e sua ocorrência está associado a feldspatos, micas, principalmente rochas félsicas, e rochas sedimentares, como arcósios, argilitos e folhelhos. O potássio é um elemento muito solúvel, desta forma, é móvel durante o intemperismo e alteração hidrotermal, fazendo com que os minerais de potássio sejam destruídos e gerando argilominerais (Ferreira, 2013).

O urânio e tório tem concentração média na crosta terrestre, de 2,7 e 10,5 ppm, respectivamente, estão associados a minerais acessórios, como zircão, allanita e apatita. Como os minerais acessórios são mais resistentes ao intemperismo, o urânio e tório se comportam de maneira distinta do potássio, podendo ficar acumulados em determinados locais. O urânio ainda pode ser lixiviado em sua forma mais solúvel (hexavalente), e o tório por se apresentar na forma tetravalente não tem o mesmo comportamento (Ferreira, 2002).

#### Composição Ternária RGB

O mapa de composição ternária auxilia na separação de diferentes domínios, podendo ser diferentes litologias. A cor vermelha (R) associado ao potássio (%), a verde (G) ao equivalente de tório e o azul (B) ao equivalente de urânio, onde a legenda está disposta em um triângulo

equilátero. A cor branca representa altas concentrações dos três elementos, e a cor preta a teores baixos dos elementos.



**Figura 3.10** - Mapa de composição ternária RGB na área do Projeto Unai.

### 3.3.3 Análise e Interpretação dos Produtos

Os produtos geofísicos gerados foram analisados e interpretados para gerar informações sobre as litologias e as estruturas presentes no Projeto Unai. Foram criados mapas de domínios em escala regional, abrangendo toda área do projeto, para delimitar feições importantes.

#### Magnetometria

A partir do produto da amplitude do sinal analítico (ASA) foi gerado o mapa com os domínios magnéticos. Para essa separação foi baseada na intensidade, frequência, orientação e continuidade das anomalias. Foram separados 3 domínios (Figura 3.11) que estão descritos na tabela 3.2.

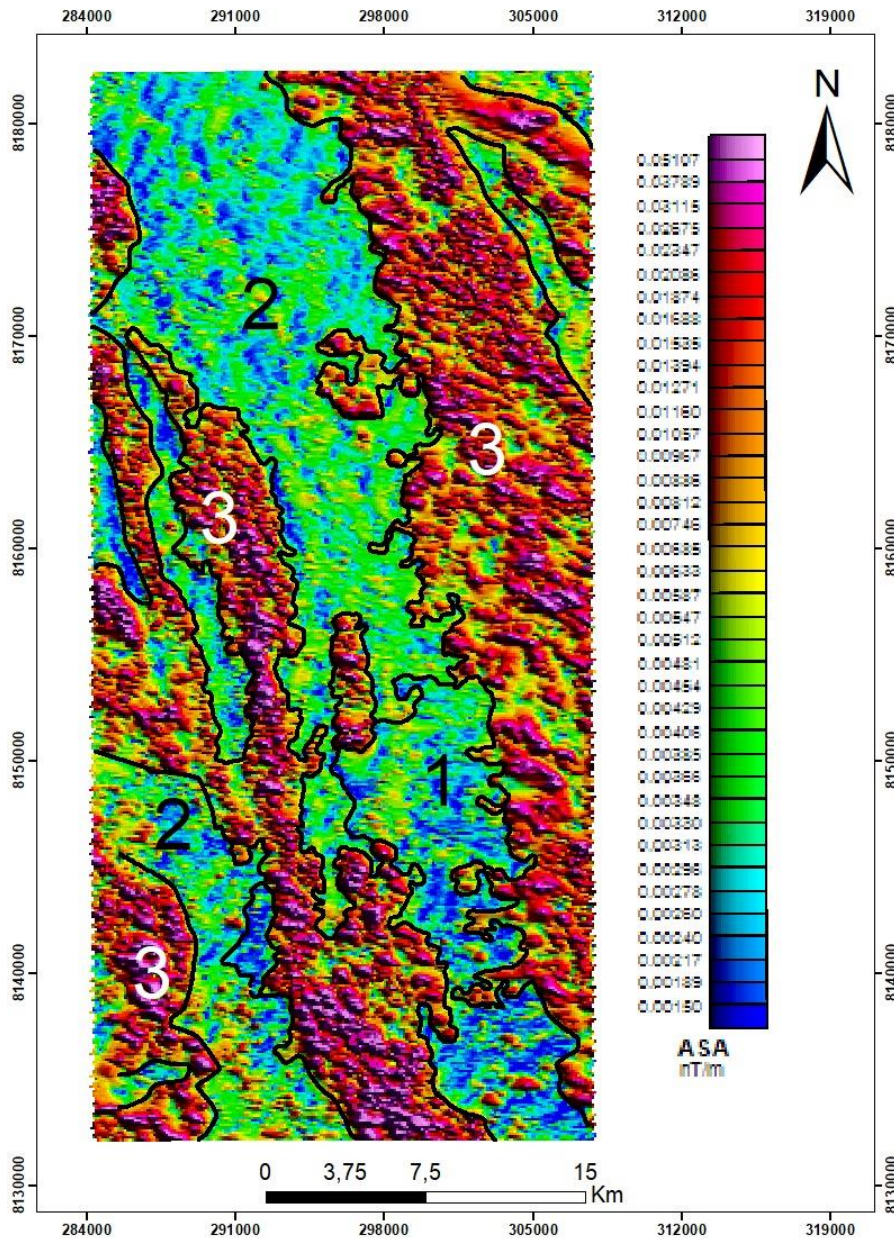


Figura 3.11 - Mapa de domínios magnéticos da área do Projeto Unaí sob o produto ASA.

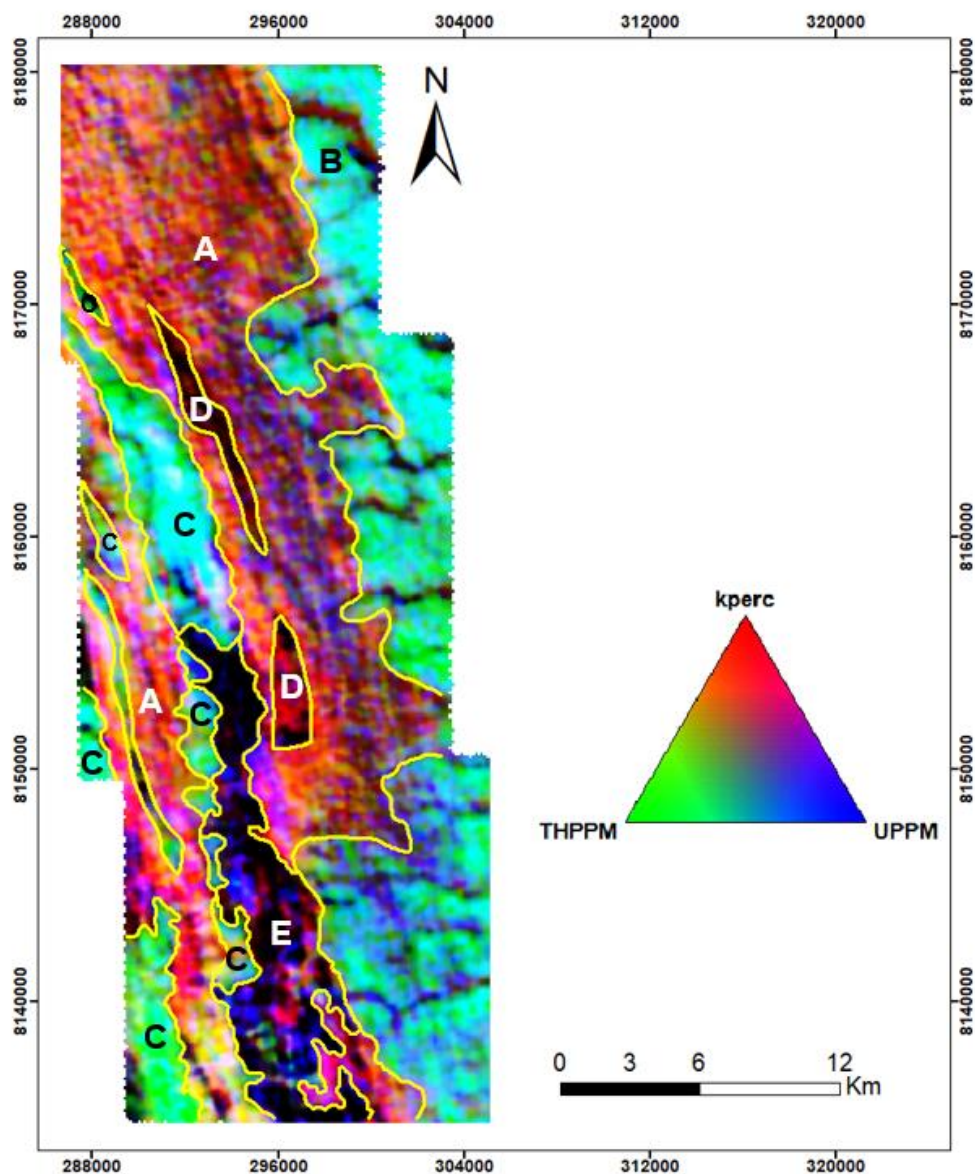
Domínio	Descrição
1	Gradiente magnético baixo, heterogêneo, com <i>trend</i> de anomalia na direção NNW-SSE.
2	Gradiente magnético intermediário, heterogêneo, com o <i>trend</i> de anomalia na direção NNW-SSE.
3	Gradiente magnético alto, homogêneo, e algumas porções mais heterogêneas, apresentando <i>trend</i> de anomalia na direção NNW-SSE.

Tabela 3.2 - Descrição dos domínios magnéticos individualizados na área do trabalho final.

Este método não ajudou a identificar e caracterizar a geologia da área de estudo, por se tratar de metassedimentos de baixo grau, e ausência de magmatismo. Na subárea III, o domínio 2 apresenta menor susceptibilidade magnética comparado ao domínio 3, que apresenta uma maior susceptibilidade que está associada a solos mais espessos.

### Gamaespectrometria

O mapa de domínios gamaespectrométricos foi gerado a partir do mapa de composição ternária RGB, e o método para separação dos domínios (Figura 3.12) foi baseado na variação da concentração dos radioelementos K, U e Th, em escala: alta, média ou baixa. A descrição dos domínios está na tabela 3.3.



**Figura 3.12** - Mapa de domínios gamaespectrométricos da área do Projeto Unai sob o produto ternário RGB.

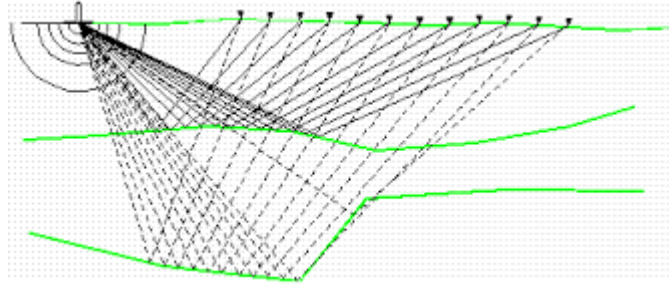
<b>Domínio</b>	<b>K</b>	<b>U</b>	<b>Th</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	Alto	Médio	Baixo	Domínio contínuo, com cores avermelhadas indicando altos de K, pontos com uma resposta mais elevada de U.
<b>B</b>	Baixo	Alto	Médio	Domínio contínuo, com cores verdes e alguns pontos mais azuis. Concentrações significativas de U e Th.
<b>C</b>	Baixo	Alto	Alto	Domínios de formas irregulares. Com cores variando entre verde e azul. Com resposta de U e Th.
<b>D</b>	Médio	Baixo	Baixo	Domínios com formas irregulares. Com cores avermelhadas, alta concentração de U, e pontos com baixa concentração de K, U e Th.
<b>E</b>	Baixo	Médio	Baixo	Domínio contínuo com baixas concentrações de K, U e Th. Com pontos com altas concentrações de U.

**Tabela 3.3** - Descrição dos domínios gamaespectrométricos individualizados do trabalho final.

Na subárea III, o domínio A apresenta resposta elevada para potássio, indicando regiões com solos rasos. Já o domínio B com resposta alta para Th e U, associados a solos espessos.

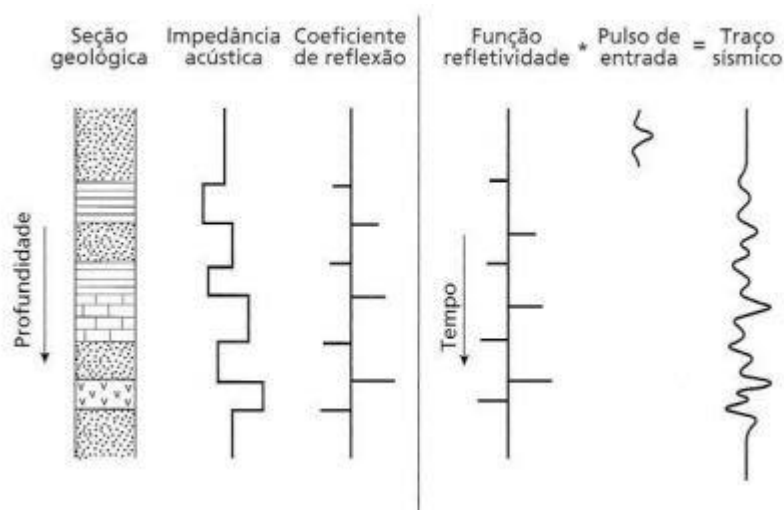
### 3.3.4 Sísmica de refração

O levantamento sísmico tem como objetivo a criação de ondas sísmicas que se propaguem em superfície, a partir de uma fonte que pode ser controlada, sendo as ondas detectadas depois por um transdutor e registradas em um sismógrafo, compreendendo verticalmente a seção local (KEAREY, BROOKS, HILL, 2009, p.54). A sísmica de reflexão, é muito utilizada, devido ao detalhamento de estruturas geológicas, nestes levantamentos, ocorre a reflexão do pulso de energia sísmica em um ângulo de incidência próximo da normal, o tempo de incidência e reflexão dos pulsos são calculados, convertendo-os em estimativas das profundidades, como também na compreensão da continuidade lateral de uma sequência sedimentar (KEAREY, BROOKS, HILL, 2009, p.183).



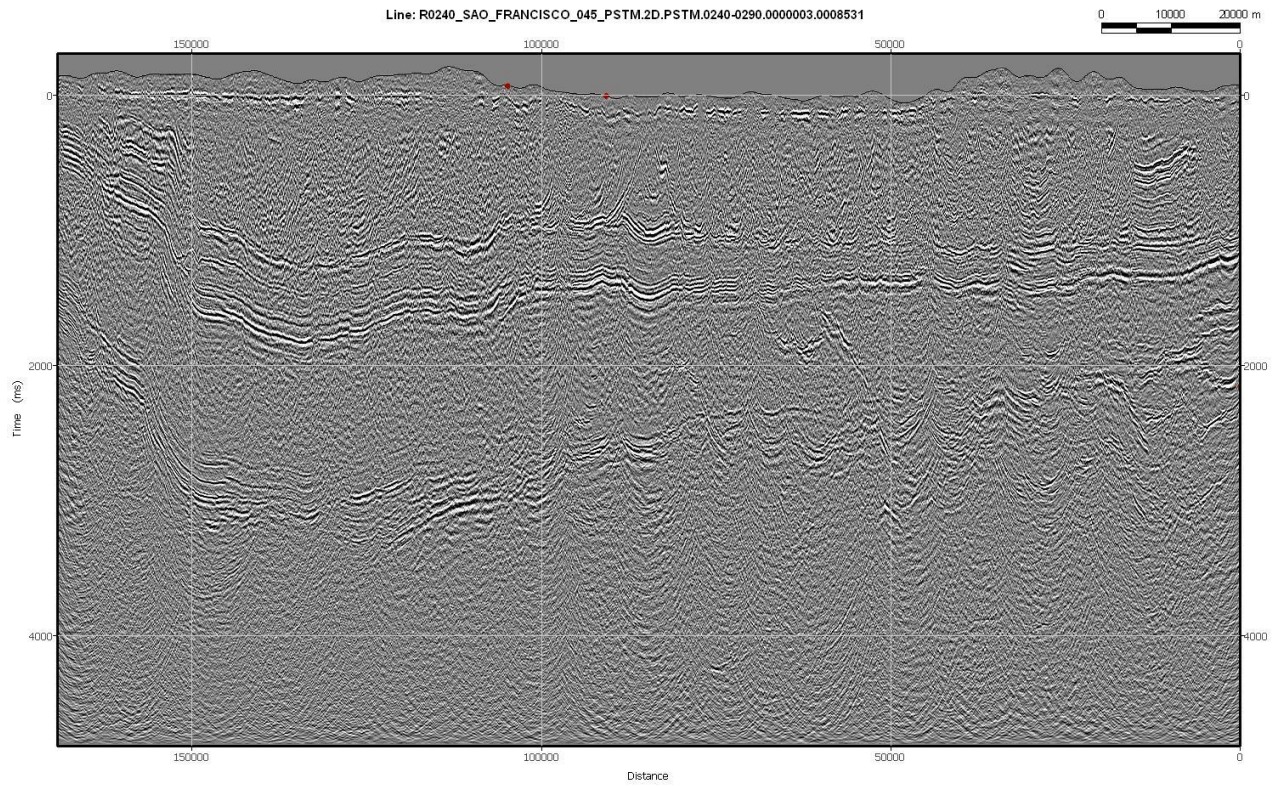
**Figura 3.13** - Modelo esquemático da estrutura de aquisição de dados em sísmica.

O sismograma é constituído de representações visuais do movimento vertical no solo em dado intervalo de tempo, esta representação é chamada de traço sísmico, que compõe a resposta da estratigrafia e do sistema de registro ao pulso sísmico emitido pela fonte. Em suma, o sismograma é um conjunto de traços físicos, que junto com as demais informações adquiridas pela sísmica, auxiliam a interpretação da geologia local.



**Figura 3.14** - Modelo convolucional de traço sísmico de reflexão confeccionado a partir de um padrão de camadas plano-paralelas com diferentes contrastes de impedância (Brooks, 2009).

No presente trabalho, foi interpretada uma linha sísmica (Figura 3.15), que corta o polígono da área do Projeto Unaí, a qual será descrita e interpretada posteriormente, para a integração do conhecimento geológico da região.



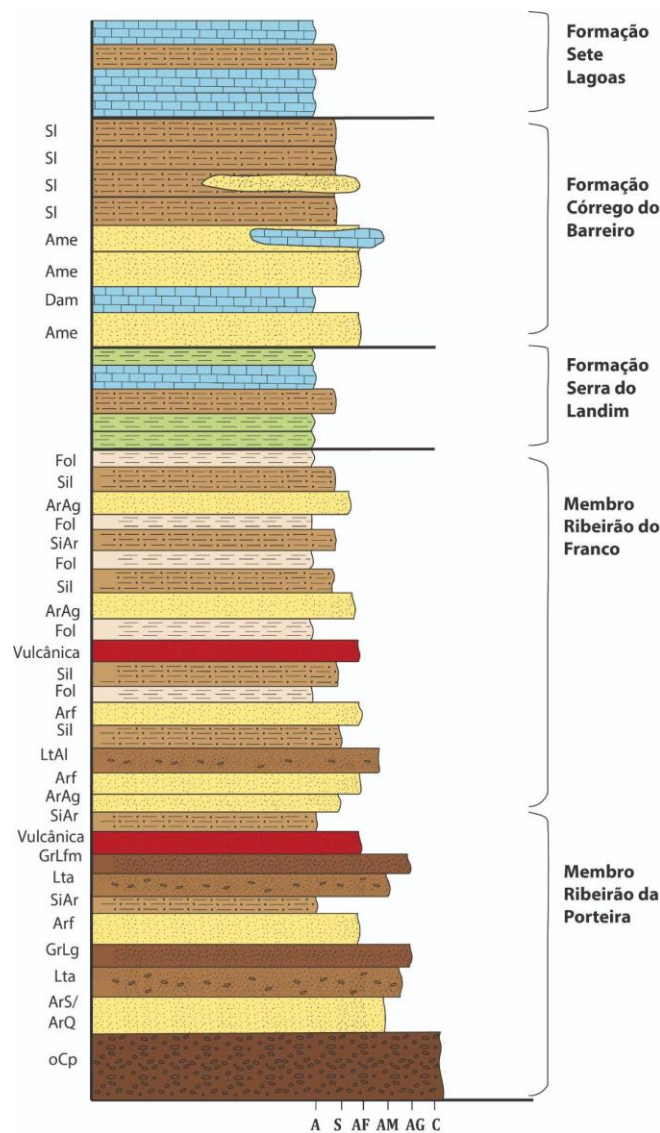
**Figura 3.15** - Linha sísmica R0240-São-Francisco-045-PSTM (ANP)

## 4 Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais

### 4.1 Introdução

Este capítulo apresenta a descrição das unidades cartografadas no Projeto Unaí e o detalhamento das litologias presentes a partir das descrições petrográficas (Anexo IV). Todas as fácies do Projeto Unaí serão descritas, mesmo não sendo aflorante na subárea III. Serão apresentadas as descrições das litofácies com suas respectivas estruturas e processos. Seguido às descrições das associações de fácies, é apresentada a interpretação dos ambientes deposicionais em que se desenvolveram.

Foram caracterizadas quatro unidades no Projeto, e individualizadas em ordem cronoestratigráfica, sendo elas: Formação Quilombo, Grupo Paranoá, Grupo Canastra e Grupo Bambuí (Figura 4.1).



**Figura 4.1** - Coluna estratigráfica geral do Projeto Unaí. À esquerda são apresentadas as litofácies de cada unidade



## 4.2 Geologia do Projeto Unai

### 4.2.1 Formação Quilombo

Esta formação de idade mesoproterozoica, representa uma sequência vulcano-sedimentar. É caracterizada por uma sequência rítmica, e interpretada como um registro turbidítico (Campos *et al.*, 2021), onde aflora em um cinturão norte-sul de 70 km de extensão e cerca de 10 km de largura, ocupando uma área de mais de 700 km<sup>2</sup>. Ocorre entre os grupos Canastra e Bambuí, em contato por falhas reversas, e internamente na Formação Quilombo contato interdigitado entre os Membros Ribeirão da Porteiras e Ribeirão do Franco, aflorando entre vales retos e profundos, e em cortes de estradas.

A formação Quilombo é dividida em dois membros, que possuem relações laterais e verticais entre si, sendo eles: Membro Ribeirão da Porteira e Membro Ribeirão do Franco. Para essa separação foi observado que cada membro apresenta associações de fácies diferentes.

#### 4.2.1.1 Fácies Sedimentares

Através das descrições das litologias feitas em campo, das seções estratigráficas e das descrições petrográficas, foi possível identificar as principais fácies sedimentares que compõem a Formação Quilombo (Figura 4.2).

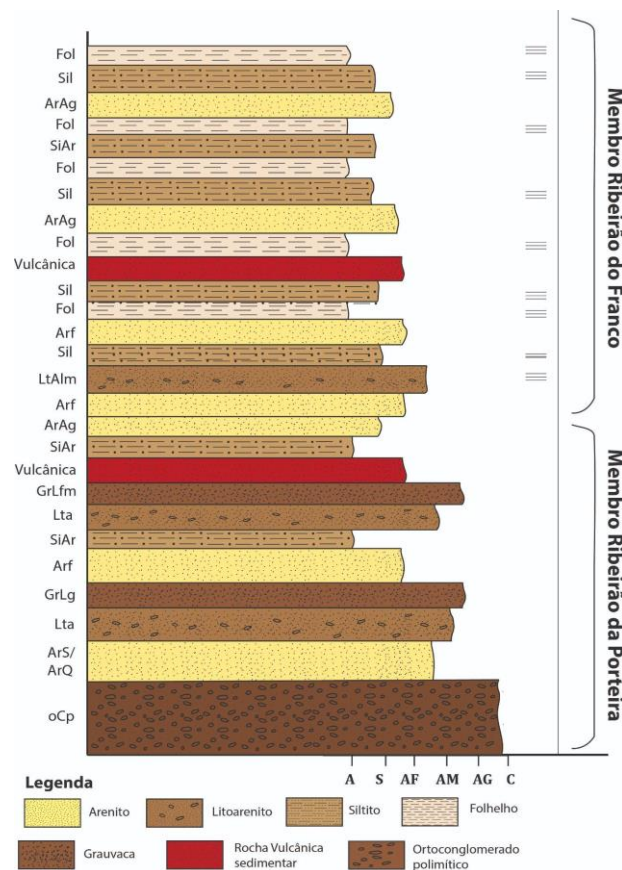


Figura 4.2 - Coluna estratigráfica da Formação Quilombo.

Para a determinação de cada fácies, foram observados parâmetros, como: litologias; composição; variação de cores; variação granulométrica; identificação das estruturas sedimentares. As fácies identificadas da Formação Quilombo estão resumidas na Tabela 4.1 a seguir:

<b>Sigla</b>	<b>Fácies</b>	<b>Estruturas Sedimentares</b>	<b>Processos</b>
oCp	Ortoconglomerado Polimítico	Maciço	Fluxo de turbidez de alta densidade hiperconcentrado
ArS	Arenito Sublítico	Estratificação Plano-Paralela	Fluxo de turbidez subcrítico
ArQ	Arenito Quartzoso	Estratificação Plano-Paralela	Fluxo de turbidez subcrítico
Arf	Arenito fino	Maciço	Fluxo de turbidez subcrítico
Gr	Grauvaca	Maciço	Fluxo de turbidez de alta densidade
GrLfm	Grauvaca Lítica Fina a média	Maciço	Fluxo de turbidez de alta densidade
GrLg	Grauvaca Lítica Grossa	Maciço	Fluxo de turbidez de alta densidade
LtAlm	Litoarenito laminado	Laminação plano-paralela	Fluxo laminar
LtA	Litoarenito	Maciço	Fluxo laminar
ArAg	Arenitos "argilosos"	Laminação plano-paralela	Fluxo de turbidez de baixa densidade
SiAr	Siltitos arenosos	Laminação plano-paralela	Fluxo de turbidez de baixa densidade

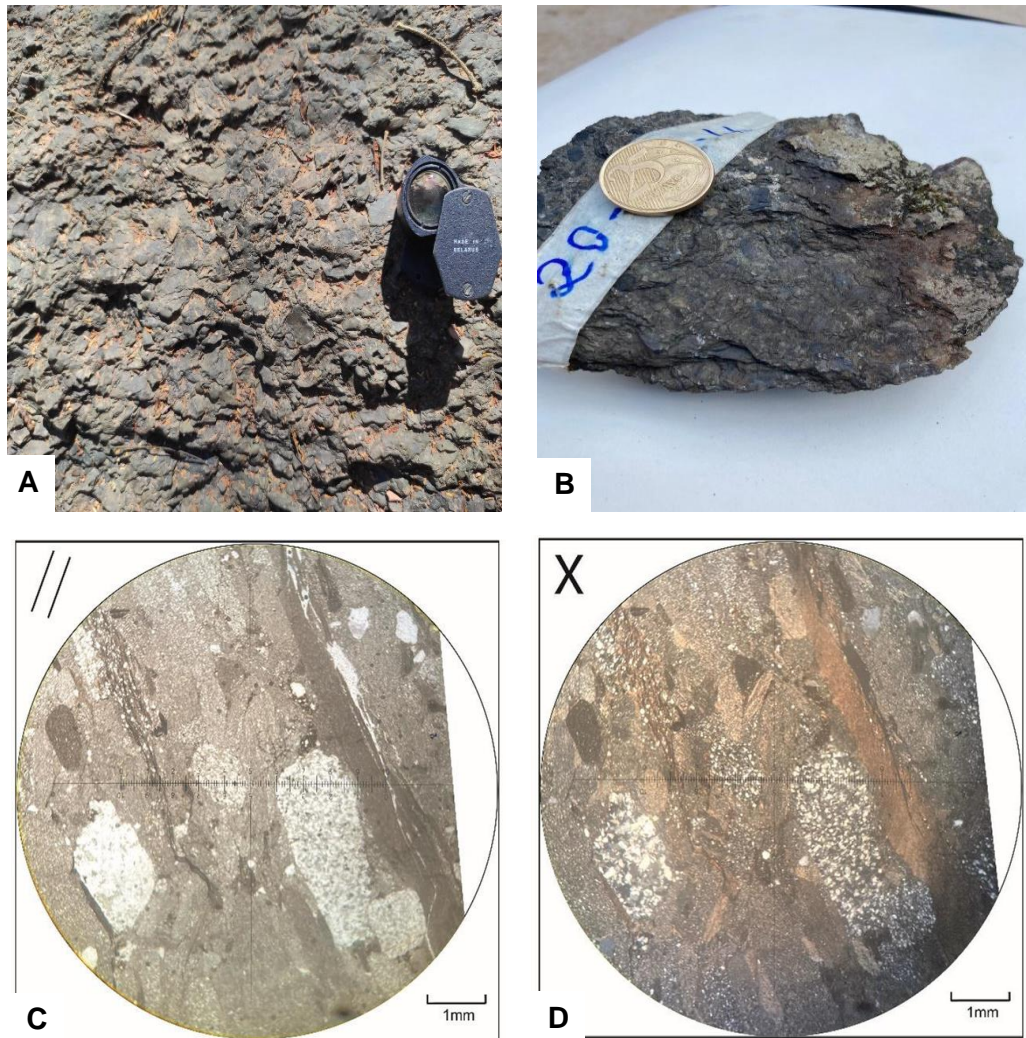
Sil	Siltitos	Estratificação e laminação plano-paralela	Sedimentação por decantação
Fol	Folhelhos	Laminação plano-paralela	Sedimentação por decantação

**Tabela 4.1** - Fácies sedimentares da Formação Quilombo, com suas estruturas e processos relacionados.

### **Ortoconglomerado Polimítico (oCp)**

Rocha maciça, coloração verde escura, os clastos variam de milimétricos a centimétricos, observado na Figura 4.3B. Ocorrem em porções mais restritas, sendo observado na subárea VIII, intercalados com camadas pelíticas e arenosas.

Conglomerado, clasto-suportado, maciço com o arcabouço apresentando clastos de quartzos monocristalino e policristalino, feldspatos, arenito, e os fragmentos líticos, que são folhelhos. Os clastos de quartzo variam de areia média a grossa (0,4 a 1,5 mm), subarredondados, com esfericidade variando, os contatos planares entre os grãos. Os arenitos variando de areia fina a seixo (1,4 a 4,8 mm), subarredondados a arredondados visto na Figura 4.3C. Os fragmentos líticos, os folhelhos, que podem ser observados variando de areia fina a seixo, alongados, com contatos planares entre os grãos.



**Figura 4.3** - Fácies ortoconglomerado polimítico (oCp). A) Afloramento na subárea VIII. B) Amostra TF20-VIII-44. C) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis paralelos da amostra TF20-VIII-44 com clastos de quartzo, arenito e fragmentos líticos alongados. D) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados da amostra TF20-VIII-44 com clastos de quartzo, arenito e fragmentos líticos alongados.

Esta fácies é gerada devido a uma transformação gravitacional, inicialmente um fluxo de turbidez hiperconcentrado, e devido a uma perda na força do fluxo, os clastos mais grossos tendem a se concentrar na base do fluxo, gerando o assentamento destes clastos.

#### **Arenito Sublítico (ArS)**

O arenito sublítico, ocorre de forma pontual no Membro Ribeirão da Porteira, apresentam matriz e fragmentos líticos.



**Figura 4.4** - Fácies Arenito sublítico na subárea III, com fragmentos líticos e matriz.

Essa fácies é formada por fluxo de turbidez subcrítico, associada à fácies arenito fino, por processos de tração de carga grossa a média na base, e no topo, retrabalhamento de fluxos granulares, além de deposição dos sedimentos de granulometria areia média à fina em suspensão, devido ao fluxo de turbidez.

#### **Arenito Quartzoso (ArQ)**

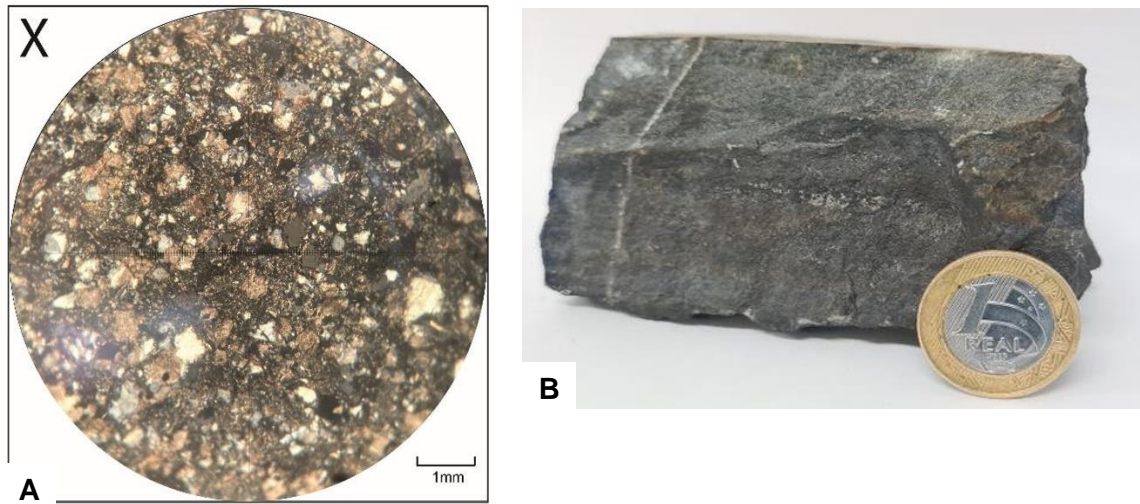
O arenito quartzoso apresenta grãos de quartzo areia muito fina a média, com maturidade mineralógica, comumente aparece intercalados com camadas de arenito sublítico.

Essa fácies se forma também por fluxo de baixa à média densidade, com decantação dos sedimentos em suspensão de areia fina à grossa.

#### **Grauvaca (Gr)**

Rocha de coloração cinza escura, maciça como na Figura 4.5B, de granulometria fina, composta essencialmente por grãos de quartzo subarredondados, com contatos planares entre os grãos e matriz lamosa (Figura 4.5A).

A formação desta fácies se dá pela rápida deposição por correntes de turbidez lamosa de alta densidade.

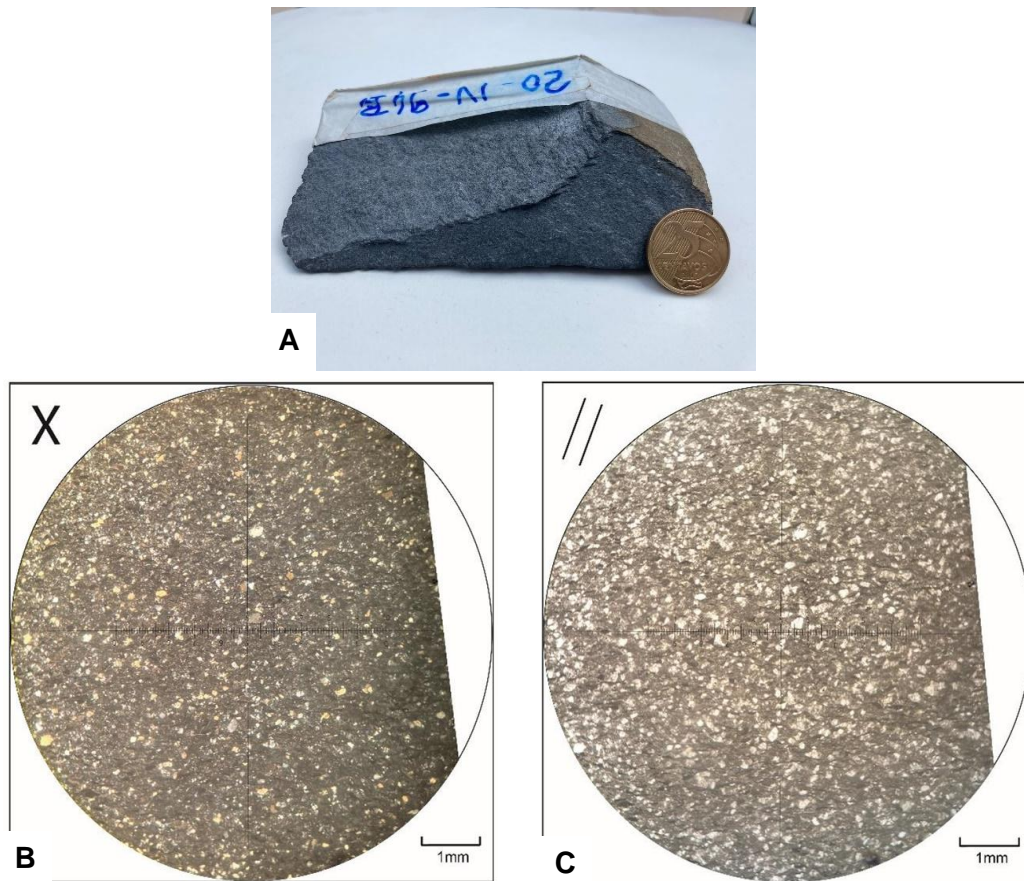


**Figura 4.5** - Fácies Grauvaca (Gr). A) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados da amostra TF20-XI-116 com fragmentos líticos de quartzo, e uma matriz lamosa com presença de quartzo. B) Amostra macroscópica TF20-XI-116 da grauvaca maciça, de coloração cinza.

#### **Grauvaca Lítica fina a média (GrLfm)**

Grauvaca Lítica apresenta coloração acinzentada, maciça. Com grãos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos, como na Figura 4.6A. Os grãos de quartzo variando de areia fina a grossa (0,3 a 1 mm), subangulosos a subarredondados, com contatos pontuais entre os grãos (Figura 4.6B e C). Feldspatos muito alterados, subangulosos, baixa esfericidade, em alguns grãos é possível notar geminações polissintéticas.

Esta fácies é gerada por fluxos que em sua base predominam a tração de cargas mais grossas, concomitante com a decantação de areia média a fina, derivadas da suspensão turbulenta.



**Figura 4.6** - Fácies Grauvaca Lítica fina a média (GrLfm). A) Amostra 20-IV-94B maciça de coloração cinza, com fragmentos líticos. B) Fotomicrografia da amostra 20-IV-94B sob luz transmitida em nicóis cruzados de granulação fina a grossa, com presença de quartzo e feldspato e C) Fotomicrografia da amostra 20-IV-94B sob luz transmitida em nicóis paralelos de granulação fina a grossa, com presença de quartzo e feldspato.

### **Grauvaca Lítica grossa (GrLg)**

Rocha de coloração avermelhada, com camadas centimétricas, presença de matriz argilosa, e fragmentos líticos, observado na Figura 4.7. Com presença de veios de quartzo.

As grauvacas líticas com quartzos monocristalino e policristalino variando de areia média a grossa com presença de matriz lamosa, composta de silte e argila.



**Figura 4.7** - Fácies grauvaca grossa no ponto TF20-III-8, de coloração avermelhada e presença de fragmentos líticos e veio de quartzo.

Esta fácies é formada por fluxos que em sua base predominam a tração de cargas mais grossas, concomitante com a decantação de areia média a fina, derivadas da suspensão turbulenta.

#### **Litoarenito laminado (LtAlm)**

Rocha de coloração cinza escuro, com laminações plano-paralelas, com presença de fragmentos líticos, podendo apresentar pontualmente, laminação cruzada (Figura 4.8).



**Figura 4.8** - Fácies litoarenito laminado, com laminações cruzadas, afloramento na área VIII.

Formada devido a uma mudança comportamental da corrente, uma transformação de corpo, onde o fluxo turbulento passa para laminar. As laminações plano-paralelas são geradas pelo predomínio de tração sobre os sedimentos da carga de fundo. Com a progressiva perda de velocidade do fluxo, formas de leito tendem a se desenvolver, inicialmente originando laminações onduladas, seguidas pela migração de marcas de corrente, conforme aumenta a taxa de decantação

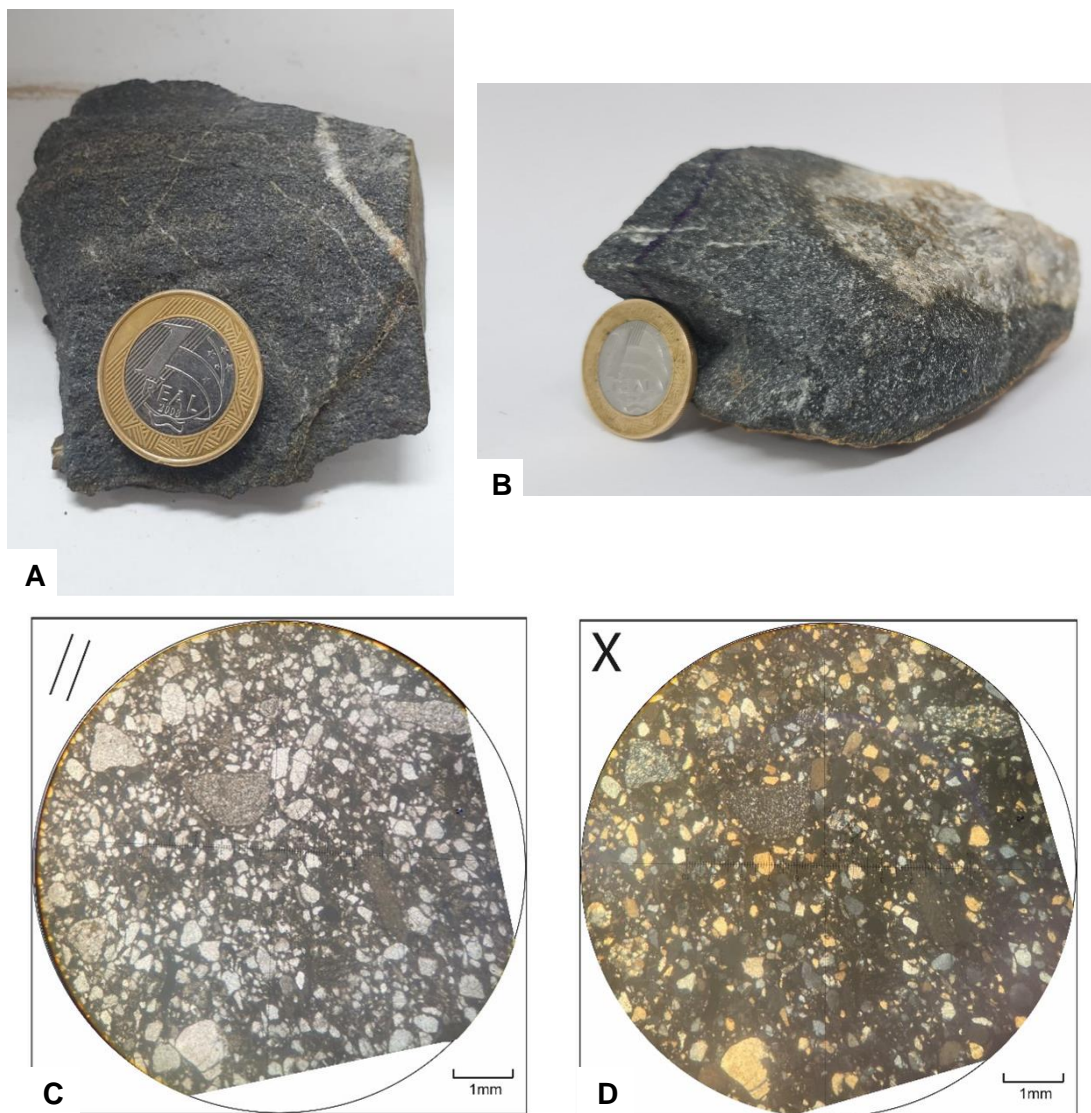


de sedimentos em relação à capacidade trativa do fluxo. A formação de laminações cruzadas cavalgantes culmina com a máxima razão de tração.

### Litoarenito (LtAr)

Rocha silicificada, maciça, de coloração cinza, com presença de fragmentos líticos, com presença de veios de quartzo, observado na Figura 4.9 A.

O litoarenito apresenta aproximadamente 60% de grãos de quartzo que variam de areia muito fina a grossa (0,1 a 1 mm), 12% de fragmentos líticos variando de areia muito fina a média (0,4 a 1,2 mm), visto na Figura 4.9C e D.



**Figura 4.9** - A) Amostra do litoarenito no ponto TF20-III-212. B) Amostra do litoarenito no ponto TF20-IV-95. C) Fotomicrografia da amostra TF20-IV-95 sob luz transmitida em nicóis paralelos do litoarenito, com grãos de quartzo, mica branca e fragmentos líticos. D) Fotomicrografia sob luz transmitida em nicóis cruzados do litoarenito, com grãos de quartzo, mica branca e fragmentos líticos.

A fácies é gerada devido a uma mudança comportamental da corrente, uma transformação de corpo, onde fluxo turbulento passa para laminar. A deposição dos grãos é dominada por tração.

#### **Arenito Argiloso (ArAg)**

O arenito argiloso, apresenta camadas maciças, de coloração bege quando alterada, e cinza esverdeado quando fresca, que pode ser observada na Figura 4.10, com espessura variando de 10 a 30 cm, variando de areia fina a média, com laminações.

Esta fácies é gerada por processos de tração e precipitação por suspensão, que se associam a correntes de turbidez de baixa densidade, que transportam partículas de granulometria areia a argila.

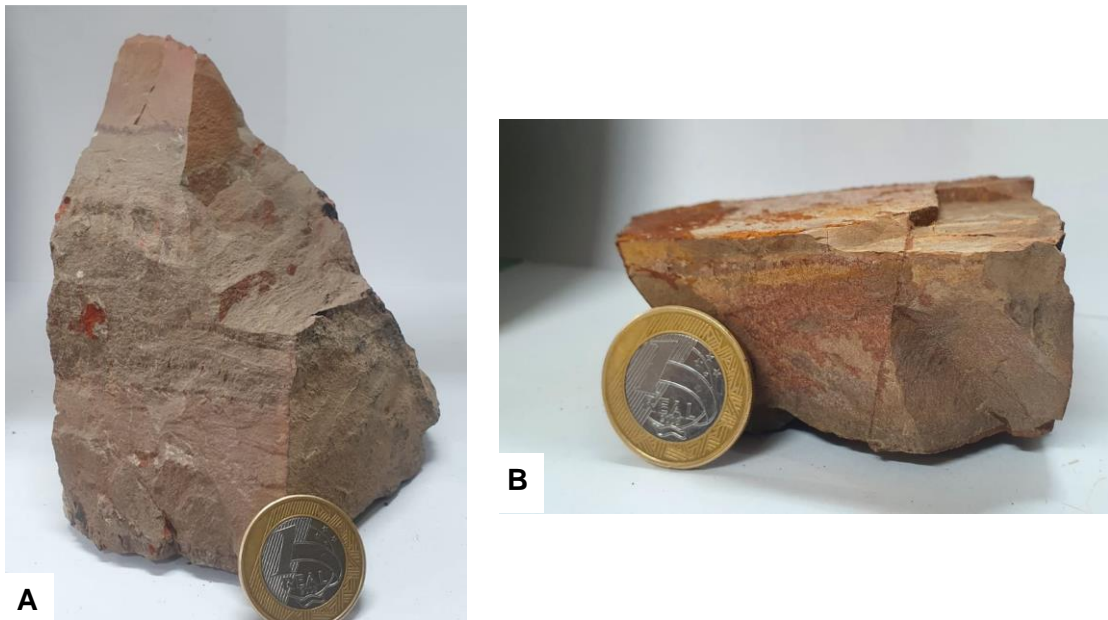


**Figura 4.10** - Fácies arenito argiloso observada no ponto TF20-III-140.

#### **Siltito arenoso (SiAr)**

Esse litotipo apresenta camadas menos espessas, variando de 6 a 15 cm, de coloração bege a avermelhada quando alterada, como na Figura 4.11A, e cinza esverdeada quando fresca. A estrutura nessas rochas é pouco preservada, mas é possível observar as laminações (Figura 4.11B), com continuidade lateral.

A formação desta fácies é dada por processos de tração e precipitação por suspensão, os quais estão associados a correntes de turbidez de baixa densidade, que carregam partículas de granulometria areia a argila.

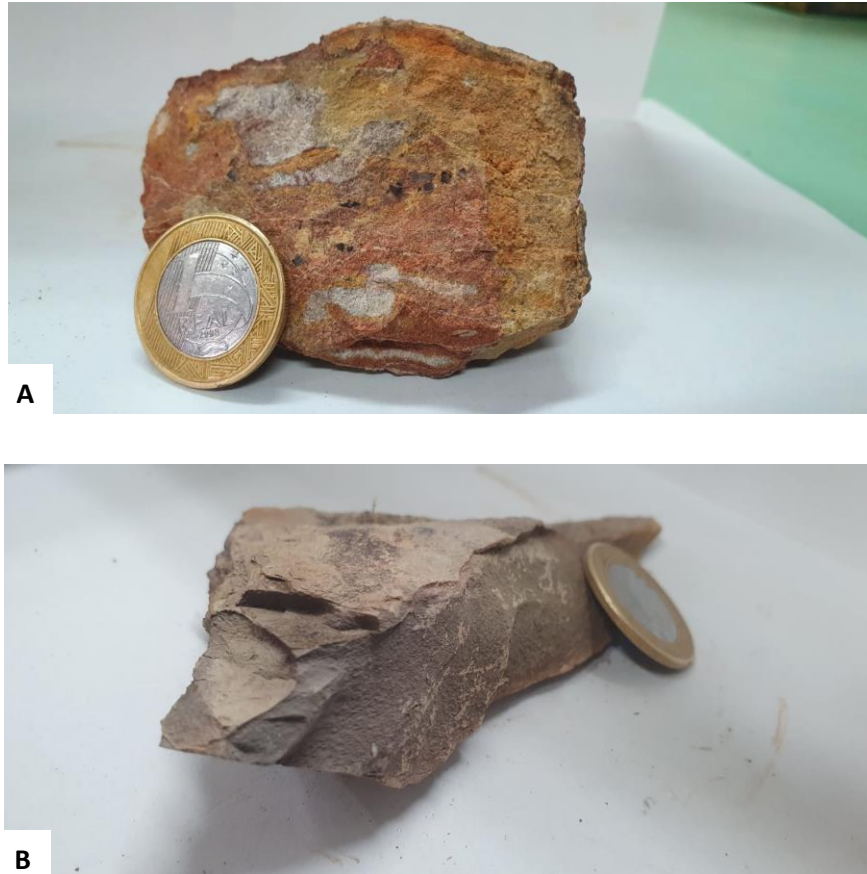


**Figura 4.11** - A) Fácies siltito arenoso no ponto TF20-III-4 apresenta laminações com colorações diferentes. Alterado, coloração creme e avermelhada, quando fresco, coloração cinza esverdeada. B) Fácies siltito arenoso no ponto 20-III-66 com laminações internas e coloração rosada.

**Arenito Fino (Arf)**

O arenito fino, maciços, de coloração bege quando alterado, como na Figura 4.12B, e cinza quando fresca. São camadas centimétricas a decimétricas.

Esta fácies ocorre associada ao início de um fluxo de turbidez subcrítico, são fluxos com tração de carga grossa a média na base e no topo o retrabalhamento de fluxos granulares. Devido a zona de turbulência na porção do fluxo de turbidez, os detritos em suspensão fazendo com que ocorra a deposição de areia média a fina.



**Figura 4.12** - Fácies arenito fino. A) Bloco rolado de arenito fino maciço no ponto TF20-III-34, com presença de cristais de limonita. B) Fácies arenito fino no ponto 20-III-69, maciço de coloração bege quando alterado.

Esta fácies ocorre associada ao início de um fluxo de turbidez subcrítico, são fluxos com tração de carga grossa a média na base e no topo o retrabalhamento de fluxos granulares. Devido a zona de turbulência na porção do fluxo de turbidez, os detritos em suspensão fazendo com que ocorra a deposição de areia média a fina.

**Siltito (Sil)**

Siltitos de granulação fina, com camadas milimétricas a centimétricas, coloração bege a rosada quando alterada, e cinza quando fresca, como pode ser visto na Figura 4.13A. Apresenta sua estrutura folheada, observada na Figura 4.13B.

A fácies é gerada por correntes de turbidez de muito baixa densidade, os sedimentos finos são transportados por fluxo extremamente diluído, fazendo com que os sedimentos através do processo de decantação formem as camadas.



**Figura 4.13** - Fácies siltito laminado. A) Siltito laminado no ponto TF20-III208, de coloração rosada quando alterada, e cinza quando fresca, muito laminada. B) Siltito laminado no ponto TF20-III-38, com camadas intercaladas de folhelho.

**Folhelho (Fol)**

Rocha de granulometria fina, com laminações milimétricas, de coloração roxa quando alterada, com estrutura folheada.

Fácies depositadas por correntes de turbidez de muito baixa densidade, os sedimentos finos são transportados por fluxo extremamente diluído, fazendo com que os sedimentos através do processo de decantação formem as camadas.

#### 4.2.1.2 Associação de Fácies

As associações de fácies propostas, de acordo com a Tabela 4.2 foram correlacionadas com as fácies de Mutti (1992), e serão descritas e interpretadas de acordo com os processos e ambientes deposicionais.

Associações de Fácies		Correlação com as Fácies de Mutti	Ambiente deposicional (Mutti,1996)
I	SiAr + Sil + Fol	F8 + F9	Depositadas em lobos distais e planície basinal.
II	Grlg + LtA	F7	Transição do subambiente de canais para lobos.
III	LtA + SiAr + Arf	F7 + F8	Depositadas nos contextos de lobos proximais e entre lobos intermediários.
IV	Sil + Fol	F9	Depositadas na região mais distal da bacia, como na planície abissal.
V	ArAg + Sil	F8+F9	Depositadas em região de lobo distal e próximos a planície abissal
VI	ArS + ArQ + Grlg	F6 + F7	Lobos proximais próximos aos canais de areia.
VII	SiAr + Sil	F8 + F9	Depositadas em lobos distais.
VIII	Grlfm + SiAr + Sil	F7 + F8 + F9	Depositadas em regiões de lobo proximal.

IX	LtAlm + Sil + Fol	F7 + F9	Depositadas em regiões de lobo proximal a intermediário.
X	oCp + SiAr + Arf	F3 + F6 + F8	Depositadas em região de canais, no sopé do talude.

**Tabela 4.2** - Associações de fácies da Formação Quilombo e os respectivos ambientes deposicionais.

### Associação de fácies I

Esta associação de fácies é constituída pelas fácies siltito arenoso, siltito laminado e folhelho, observado na Figura 4.14, podendo ser correlacionada com as Fácies F8 e F9 de Mutti (1992), observadas em campo, as quais são formadas por correntes de turbidez de baixa densidade, sendo a decantação o principal processo de deposição destas fácies, se associando a parte mais distal do sistema turbidítico, sendo depositadas em lóbos distais e planície basinal, representando os sedimentos mais finos do turbidito.

A seção estratigráfica de detalhe na Figura 4.15, evidencia a alternância observada entre as fácies mais pelíticas de um sistema turbidítico (Bouma, 2000), na qual ocorre a intercalação entre estratos de folhelho, siltito laminado e siltito arenoso, com evidente granocrescência ascendente, característico dessas associações.



**Figura 4.14** - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de siltito arenoso, siltito folheado e folhelho.



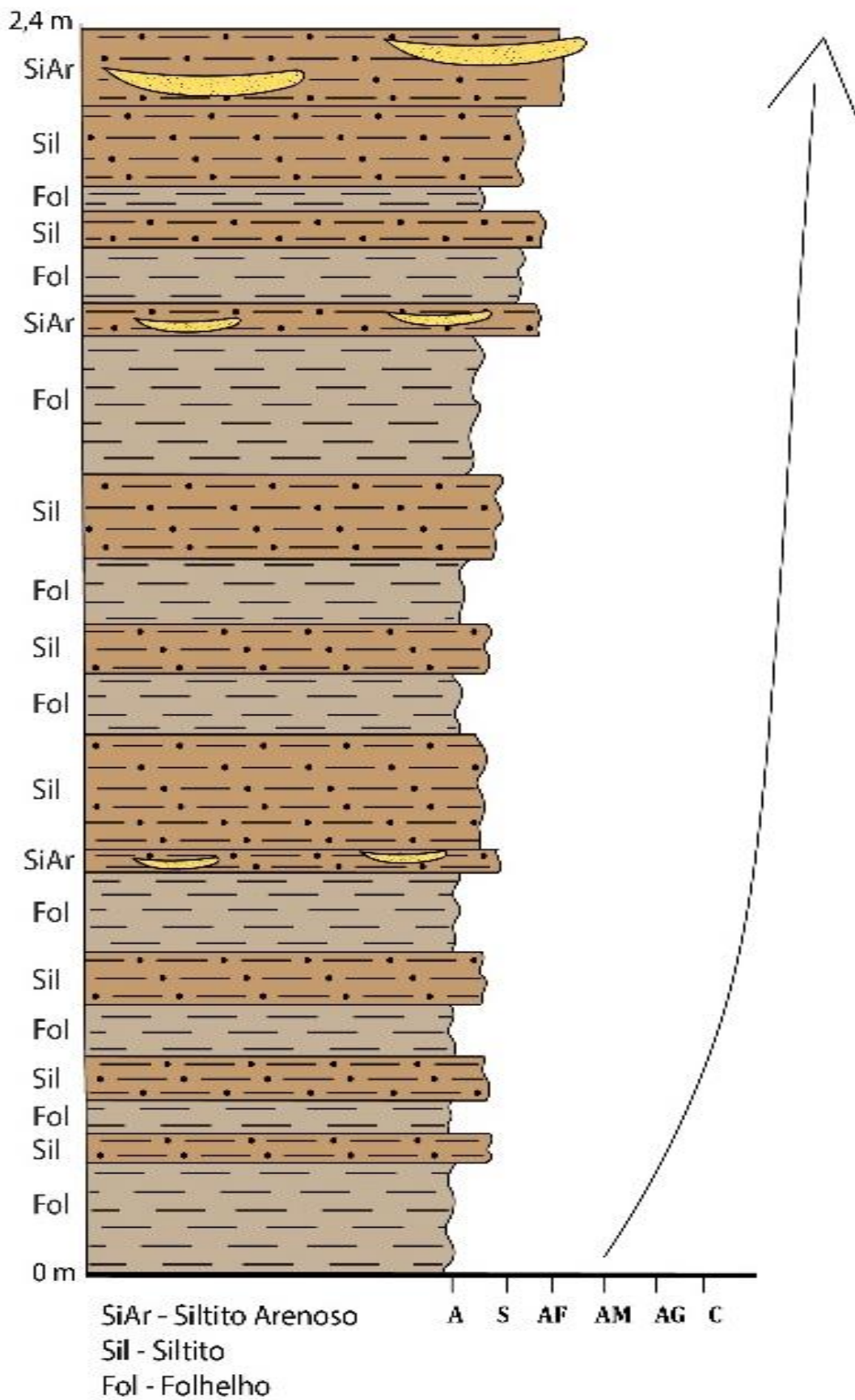


Figura 4.15 - Seção estratigráfica do afloramento da Figura 4.12.

### **Associação de fácies II**

Compreende as fácies grauvasca lítica grossa e litoarenito, e se assemelham a fácies F7 de Mutti (1992), em que os depósitos são gerados inicialmente por correntes de turbidez de alta densidade, com posterior transformação para fluxo laminar, que depositam nos lobos proximais em ambiente marinho profundo. Essa associação pode ainda indicar uma transição do subambiente de canais para lobos.

### **Associação de fácies III**

Nesta associação de fácies estão as fácies litoarenito, siltito arenoso e arenito fino, visto na Figura 4.16, correspondentes às fácies F7 e F8 de Mutti (1992), com predominância de depósitos de fluxo turbidítico de baixa densidade, com transformações para fluxo laminar, os quais se depositam nos contextos de lobos proximais e entre lobos intermediários.



**Figura 4.16** - Membro Ribeirão da Porteira com intercalações de litoarenito, siltito arenoso e arenito fino.

### **Associação de fácies IV**

É integrada pela fácies siltito laminado e folhelho (Figura 4.17), correlacionadas a fácies F9 de Mutti 1992), que apresentam uma estruturação intensamente folheada, associadas a depósitos de fluxo de turbidez de baixa densidade, depositados na região mais distal da bacia, como na planície abissal, com ocorrência apenas de sedimentos finos.



**Figura 4.17** - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de siltito e folhelhos com estrutura folheada.

#### **Associação de fácies V**

Esta associação abarca as fácies arenito argiloso e siltito laminado, observada na figura 4.18, correspondentes às fácies F8 e F9 de Mutti (1992), a qual é representada por depósitos de fluxo turbidítico supercrítico, de baixa densidade, com transformação para fluxo subcrítico, as quais se depositam em região de lobo distal e próximos a planície abissal.



**Figura 4.18** - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de arenito argiloso e siltito.

#### **Associação de fácies VI**

Esta associação é composta pelas fácies arenito sublítico, arenito quartzoso e grauvasca lítica grossa, que podem ser relacionadas as fácies F6 e F7 de Mutti (1992), geradas por depósitos de fluxo turbidítico de alta densidade, com componentes de baixa densidade, onde são depositados sedimentos de maior granulometria, como em lobos proximais próximos aos canais de areia.

#### **Associação de fácies VII**

É formada pelas fácies siltito arenoso e siltito com folheações, observada na figura 4.19, que caracterizam as fácies F8 e F9 de Mutti (1992), também com intercalações de siltito arenoso e siltito como na Figura 4.20. São formados a partir de depósitos de fluxo turbidítico de baixa densidade, e por decantação ocorre a sedimentação, depositadas em lobos distais.



**Figura 4.19** - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de siltito arenoso e siltito.



**Figura 4.20** - Membro Ribeirão do Franco com intercalações de siltito arenoso e siltito.

### **Associação de fácies VIII**

Associação formada pelas fácies grauvasas líticas finas, siltito arenoso e siltito, correspondentes às fácies F7, F8 e F9 de Mutti (1992), originada de depósitos de fluxo turbítico de alta densidade, na qual a presença de sedimentos finos é oriunda da suspensão dessas partículas no fluxo, e posterior decantação, se depositando em regiões de lobo proximal.

### **Associação de fácies IX**

É composta pelas Fácies litoarenito laminado, Siltito e Folhelho, associadas as fácies F7, F8 e F9 de Mutti (1992), em que estes depósitos de originam por correntes de turbidez, após posterior transformação de fluxo, em fluxo laminar, onde se depositam em regiões de lobo proximal a intermediário.

### **Associação de fácies X**

Constituída pelas Fácies ortoconglomerado polimítico, arenito fino e siltito arenoso, que se relacionam as fácies F3, F6 e F8 de Mutti (1992), que são geradas por depósitos de fluxo turbidítico de alta densidade hiperconcentrado, onde os sedimentos mais finos, ocorrem por componentes de baixa densidade, bem como processo de decantação, os quais se depositam em região de canais, no sopé do talude.

### **Membro Ribeirão da Porteira**

Este membro representa a porção mais proximal, da Formação Quilombo, no qual é composto, predominantemente por sedimentos psamíticos, de grande espessura. É composto pelas associações de fácies II, III, V, VI, VII, VIII, XI e X, descritas anteriormente, as quais destacam a deposição dessas fácies em regiões de canais e lobos proximais. Resumidamente, este membro, corresponde às fácies F3, F6, F7 e F8 de Mutti (1992).

É composto pela presença de conglomerados clasto-suportados, arenitos, grauvacas, litoarenitos, litologias que neste membro apresentam granulometria areia média a grossa, sendo possível observar estratificações plano-paralelas. Ocorre intercalados com essas fácies as litologias de arenito, siltito de granulometria areia fina a silte, e siltitos e folhelhos com sua estrutura folheada.

### **Membro Ribeirão do Franco**

Corresponde a porção mais distal da Formação Quilombo, e a transição da porção proximal para distal, sendo constituído das seguintes associações de fácies: I, III, IV, V, VII, VIII, XI, correspondendo também, em síntese, nas fácies F6, F7, F8 e F9 de Mutti (1992), em que predominam a presença de sedimentos finos, que se depositam nas regiões de lobos distais e planície abissal.

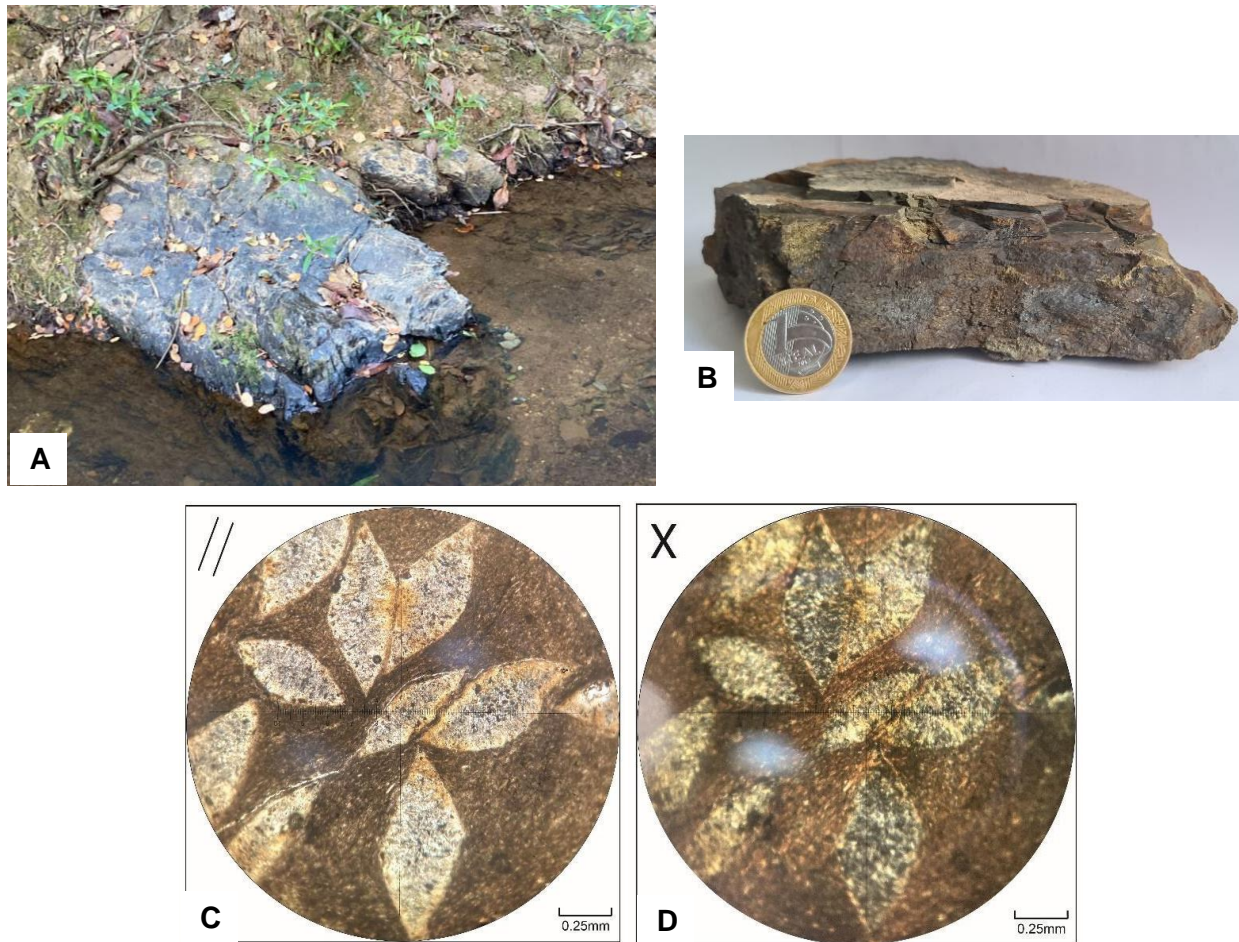
Apresenta intercalações de arenito, grauvacas e litoarenito de granulação média a fina (Figura 4.21), com estratificações plano-paralelas. Estão também associadas, litologias de granulação fina a silte, com laminações plano-paralelas e folheações.



**Figura 4.21** - Membro Ribeirão do Franco, intercalações de grauvaca, litoarenito e folhelho.

### **Rochas Vulcânicas Sedimentares**

Há ocorrências de rochas vulcânicas sedimentares, no Membro Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco, com maior recorrência no Membro Ribeirão do Franco. Ocorrem em afloramentos com aspecto típico de rochas vulcânicas, encaixadas em meio as outras fácies destes membros. Essas rochas são descritas como Dacitos e Riodacitos, de granulometria fina, de coloração escura quando inalterada, e avermelhada, quando alterada. Sendo compostas por quartzo, muscovita, clorita e microclínio, podendo observar também vênulas de quartzo ao longo da rocha, como também amígdalas, preenchidas ou não, apresentam homogeneidade textural e mineralógica, com estruturas do tipo esferulitos.



**Figura 4.22** - A) Afloramento de rocha vulcânica na área III ao longo de drenagem. B) Amostra de campo de Dacito. C) Fotomicrografia da amostra 20-II-108B sob luz transmitida em nicóis paralelos de amígdalas observadas em amostras de Dacito. D) Fotomicrografia da amostra 20-II-108B sob luz transmitida em nicóis cruzados de amígdalas observadas em amostras de Dacito.

#### 4.2.1.3 Sistemas Depositionais

De acordo com as associações de fácies descritas, e as características observadas em campo, como: constante alternâncias entre fácies; ausência de estruturas sedimentares indicativas de processos plataformais, apresentando geralmente estruturas como estratificação e laminação plano-paralela, restritamente, em alguns locais, presença de laminações cruzadas; presença de espessas camadas de sedimentos de granulometria fina, com granocrescência ascendente; predominância de litotipos maciços em relação aos que se encontram estruturados, além de fácies de diferentes granulometrias ocorrendo em associação, com sedimentos de baixa seleção. Estas observações são sugestivas de um ambiente turbidítico marinho profundo, distal, formado por correntes de turbidez (Figura 4.23).



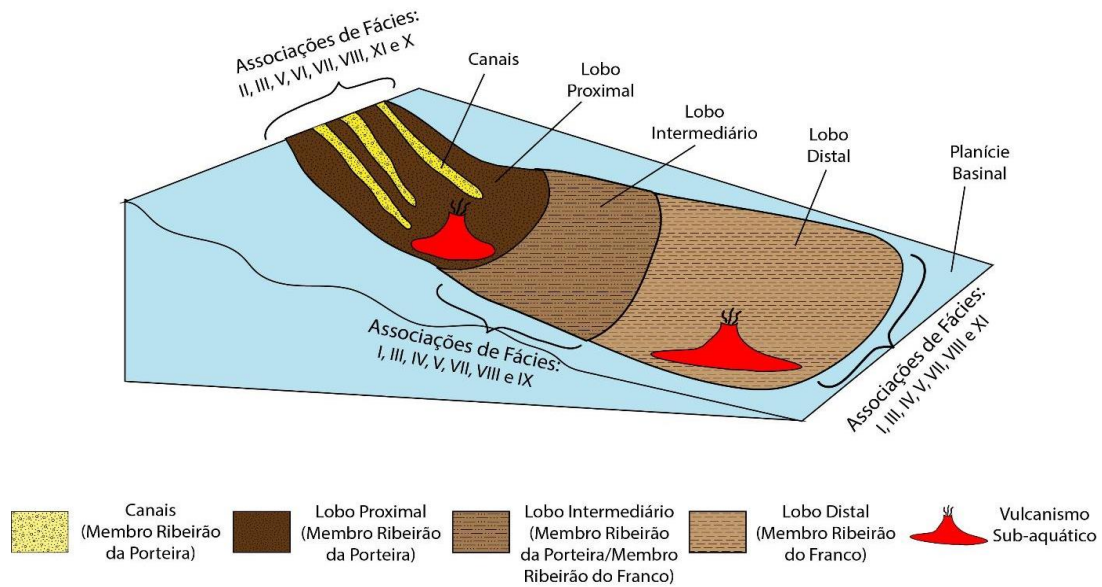


Figura 4.23 - Modelo deposicional Turbidítico da Formação Quilombo.

#### 4.2.2 Grupo Paranoá

Este grupo de idade mesoproterozoica, corresponde a uma sucessão psamo-pelito-carbonatada, depositada em condições plataformais (Campos *et al.*, 2013). A coluna estratigráfica (Figura 4.24) apresenta as litologias presentes.

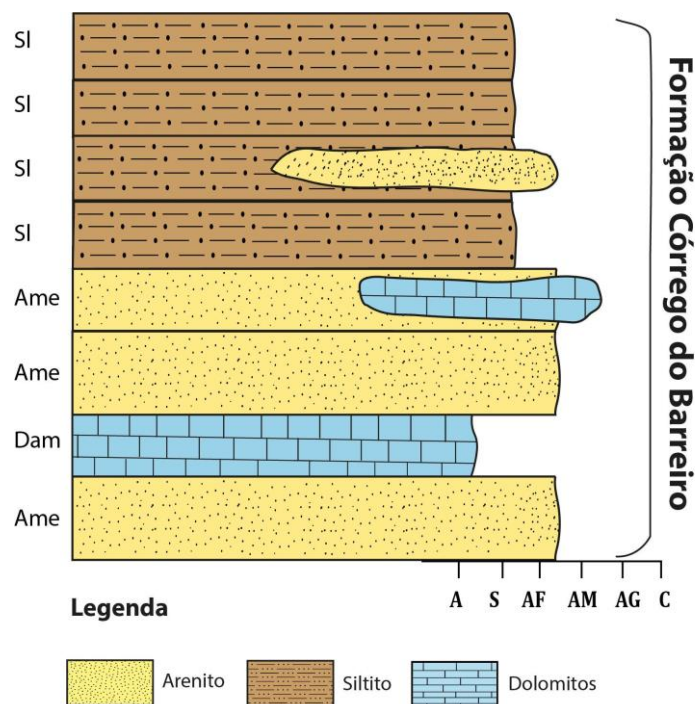


Figura 4.24 - Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá.

Na presente área do Projeto Unaí, aflora o topo do Grupo Paranoá, a formação Córrego do Barreiro. A subárea III possui uma porção restrita da formação, mas como o projeto foi realizado com a compilação de dados de todas as áreas, as fácies vistas e observadas foram descritas, e estão relacionados na Tabela 4.3.

Fácies		Descrição	Processos	Associação de Fácies
Fácies Terrígenas	Sl	Siltito com laminação plano-paralela	Sedimentação por decantação	A.F. 1, 2 e 3
	Ame	Arenito fino a médio com estratificação cruzada a plano-paralela e marcas de ondas assimétricas	Deposição em canais de corte e preenchimento	A.F. 1
	Agec	Arenito grosso a conglomerático com estratificação cut and fill	Deposição em canais de corte e preenchimento sob regime de fluxo inferior	A.F. 1
Fácies Carbonáticas	Dam	Doloarenito maciço	Ação de ondas na plataforma interna	A.F. 1
	DLm1	Dololutito com extraclastos	Sedimentação por decantação e aporte de terrígenos	A.F. 1
	DLm2	Dololutito maciço	Sedimentação por decantação	A.F. 1 e 2
	Dlep	Dololutito estromatolítico planar	Atividade microbológica com pequenos espaços de acomodação	A.F. 2
	Dlec	Dololutito estromatolítico colunar e dômico	Atividade microbológica com grandes espaços de acomodação	A.F. 2

	Bm	Brecha intraclástica maciça	Retrabalhamento da plataforma carbonática por fluxo gravitacional	A.F. 1, 2 e 3
--	----	-----------------------------	---	---------------

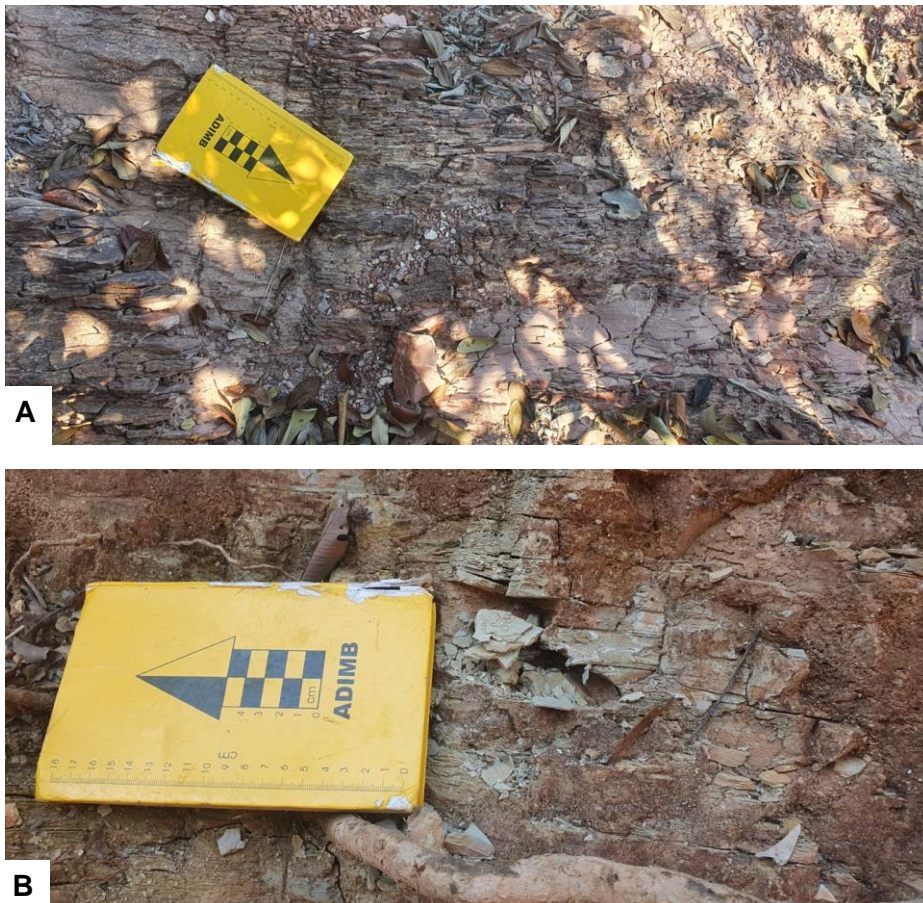
**Tabela 4.3** - Fácies da Formação Corrégo do Barreiro, com seus respectivos processos de formação e associação de fácies.

#### 4.2.2.1 Fácies Sedimentares

##### Fácies Terrígenas

##### **Siltito com laminação plano-paralela (SI)**

Siltito, às vezes margoso, de coloração ocre quando alterado, visto na figura 4.25B, com laminação e intercalado com lâminas de areia fina milimétricas a centimétricas. Formados devido a um fluxo laminar, com baixa energia.



**Figura 4.25** - Fácies siltito com laminação plano-paralela. A) Afloramento no ponto 20-III-94. B) Siltito laminado de coloração ocre.

**Arenito fino a médio com estratificação cruzada a plano-paralela e marcas de ondas assimétricas (Ame)**

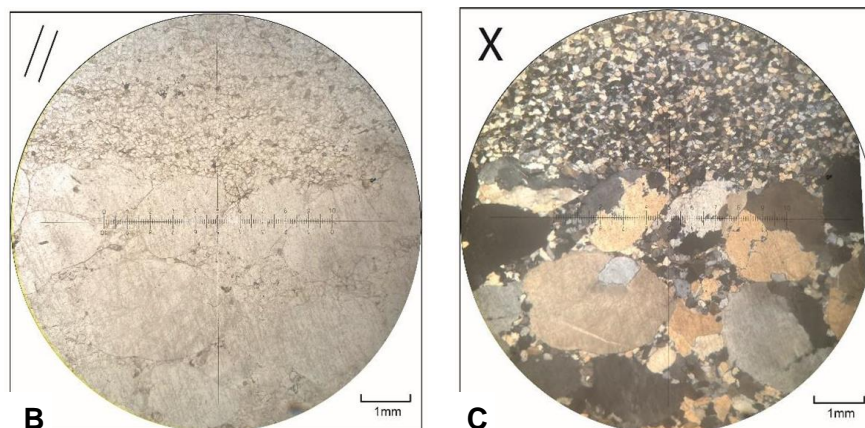
Arenito fino a médio com grãos bem arredondados e esféricos, com alta maturidade textural e composicional, às vezes, com lâminas de tração (plano-paralela, cruzadas, truncadas, e marcas de onda).

Formado devido a transformação de fluxo de turbidez para laminar, são gerados através de estrutura de corte e preenchimentos. Onde uma camada fina está formada, e faz com que ocorra o aumento da granulometria.

**Arenito grosso a conglomerático com estratificação *cut and fill* (Agec)**

Arenito grosso com grãos subarredondados e baixa esfericidade (Figura 4.26B e D), areia grossa a muito grossa (0,8 a 2,4 mm), composto por quartzo, feldspato e líticos e textura sub-matura e imaturamente composicional.

Formado em ambientes de canais de marés, com transformação de fluxo de turbidez para laminar, são gerados através de estrutura de corte e preenchimentos. Onde a própria camada fina lenticular já está formada, e os sedimentos mais grossos são após a formação dessa camada.



**Figura 4.26** - Fácies arenito grosso a conglomerático com estratificação *cut and fill*. A) Amostra 20-XIV-32, arenito com dois domínios, sendo um deles arenito de granulção fina e outro arenito médio a grosso. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-32 sob luz transmitida em nicóis paralelos, com cristais de quartzo. C) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-32 sob luz transmitida em nicóis cruzados evidenciando os dois domínios, com presença de quartzos com diferentes granulometrias.

Fácies Carbonáticas**Doloarenito maciço (Dam)**

Doloarenito maciço, preferencialmente intraclástico, às vezes com extraclastos de quartzo podendo ser visto na amostra da Figura 4.27, ooides (alóquímicos), intraclastos centimétricos retrabalhados micríticos centimétricos (alongados ou esféricos), ou com esteiras microbianas.



**Figura 4.27** - Fácies doloarenito maciço. Amostra TF20-III-37.

Formado devido a uma ação de ondas normais na plataforma interna, com sedimentação abaixo do nível de base das ondas e intensa bioturbação.

**Dololutito com extraclastos (DLm1)**

Rocha coloração cinza, tem estrutura maciça com extraclastos milimétricos de quartzo de granulometria areia grossa com fratura conchoidal. É possível observar estratos em que os extraclastos de granulometria areia grossa aparecem mais densamente, podendo ser visto na Figura 4.28, e estratos em que há a predominância de matriz micrítica com extraclastos de granulometria areia média a fina. Essa variação entre os estratos apresenta um padrão alternado.



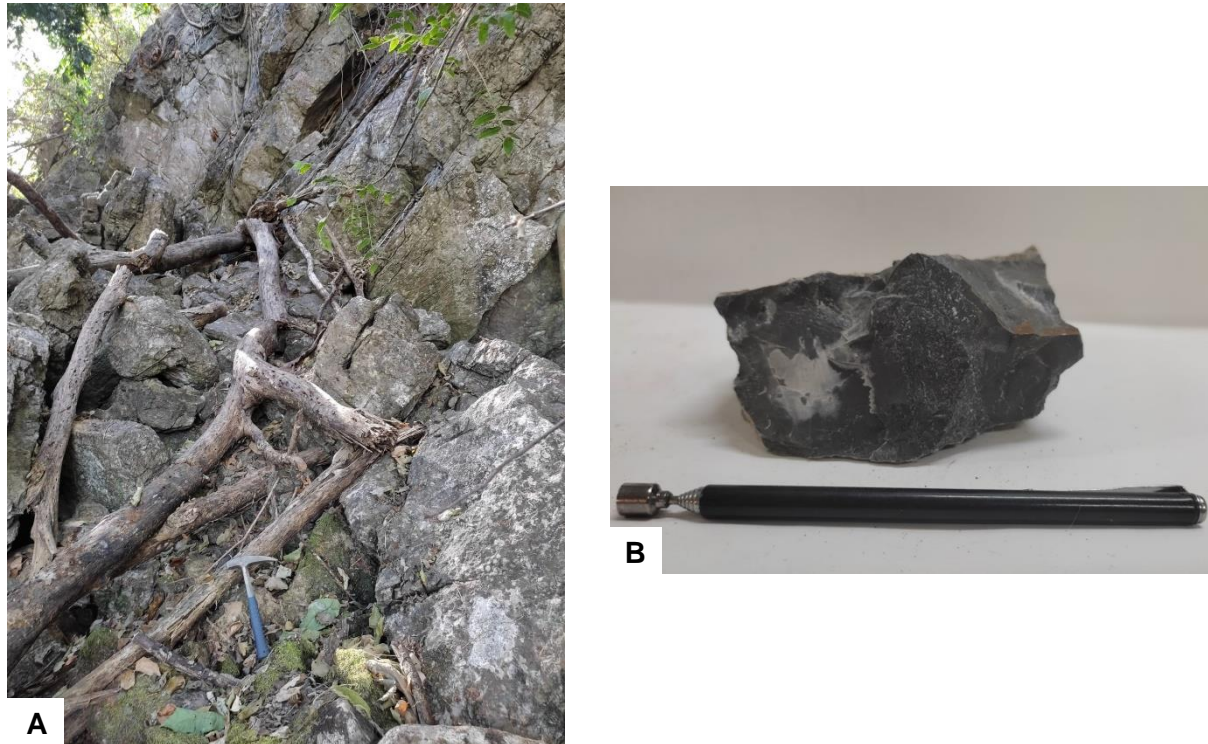
**Figura 4.28** - Fácies dololuto com extraclastos

É gerado em ambiente de baixa energia precipitando apenas micrita pode ser um ambiente de águas rasas, mas com fluxos episódicos causados por chuvas exponenciais carregando os extraclastos.

#### **Dololuto maciço (DLm2)**

Rocha de coloração cinza escuro, estrutura maciça, textura sacaroidal, observada na Figura 4.29B, de composição micrítica e reage com o ácido HCl apenas quando riscada, portanto, dolomitizada.

A presença de micrita indica um processo de deposição de material carbonático em suspensão, com ausência de correntes nos ambientes, sendo provavelmente um ambiente de baixa energia.



**Figura 4.29** - Fácies dololuto maciço. A) Afloramento dololuto maciço. B) Amostra do dololuto maciço.

### **Dololuto estromatolítico planar (Dlep)**

Dololuto estromatolítico, com estromatolitos planar a sinuoso eventualmente descontínuo com espessura de centimétrica a decimétrica, observado na Figura 4.30, intercalados com camadas clásticas maciças.



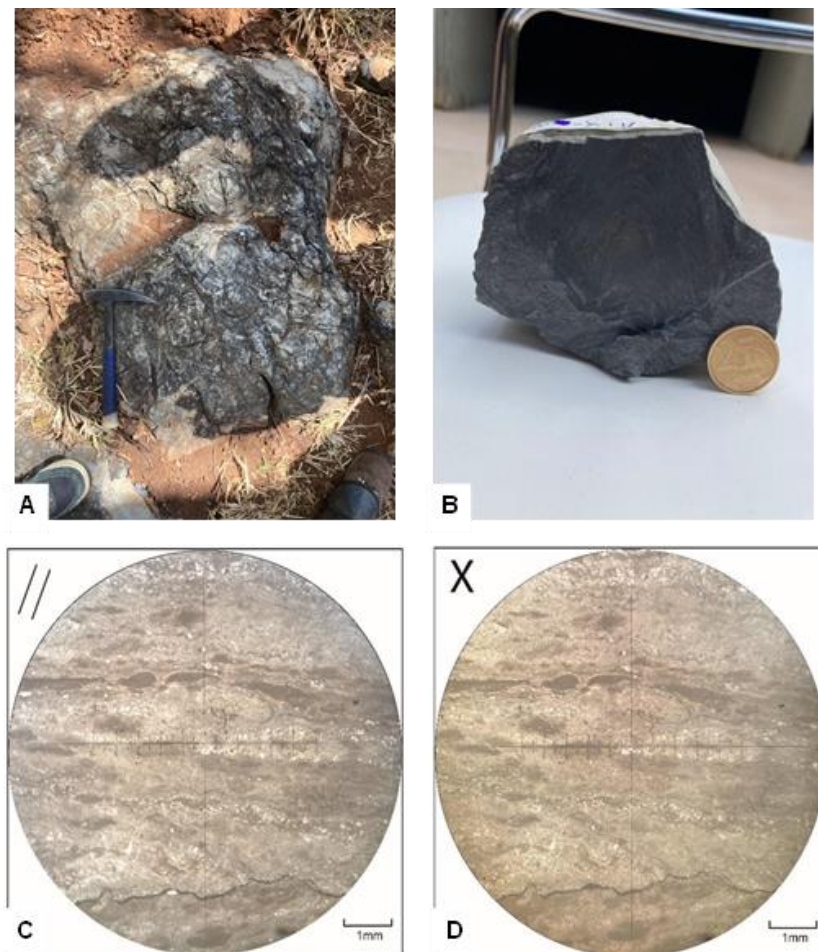
**Figura 4.30** - Fácies dololuto estromatolítico planar visto na área XIII.

As estruturas planares e a presença de micrita, indicam um ambiente de baixa energia, com as camadas clásticas maciças de maior energia.

### Dololuto estromatolítico colunar e dômico (Dlec)

Dololuto estromatolítico, com estromatólito colunar, com intercalações de estruturas bioconstruídas com porções de grãos de granulometria areia a rudito com extraclastos de quartzo e muscovita. Na fotografia microscópica é possível observar a porção com material micrítico interlamelar e também intraclastos micríticos bem arredondados e de baixa esfericidade de tamanhos entre 0,8 mm e 1 mm e extraclastos de quartzo anédricos de tamanho entre 0,2mm – 0,4mm. É possível. A lâmina também apresenta poros vugulares com tamanhos variando de 0,2mm – 2mm (Figura 4.31C e D)

A presença de estromatólitos colunares indica que essa rocha foi precipitada em porções de mar raso. Porém, a lâmina da água alcançou uma espessura para que houvesse a formação de estromatólitos colunares. Tanto a presença de estromatólitos colunares, quanto a presença de micrita indicam um ambiente de baixa energia. Os extraclastos indicam aporte de terrígenos.



**Figura 4.31** - Fácies dololuto estromatolítico colunar e dômico. A) Afloramento do dololuto estromatolítico colunar e dômico. B) Amostra TF20-XIV-32B do dololuto estromatolítico colunar. C) Fotomicrografia da amostra TF 20-XIV-32B sob luz transmitida em nicóis paralelos do dololuto estromatolítico colunar. D) Fotomicrografia da amostra TF 20-XIV-32B sob luz transmitida em nicóis cruzados do dololuto estromatolítico colunar, com organismos bioconstrutores..



### Brecha intraclástica maciça (Bm)

Brecha dolomítica intraclástica, às vezes dolarenito intraclástico, centimétrica (Figura 4.32A) a plurimétrica (Figura 4.32B), com grãos alongados centimétricos micríticos ou com esteiras microbianas mais ou menos paralelas ao acamamento, as vezes dobrados para o topo da camada.



**Figura 4.32** - Fácies brecha maciça. A) Brecha maciça centimétrica. B) Brecha maciça plurimétrica.

Formada devido a um aumento de energia no ambiente, gerando um retrabalhamento dos sedimentos.

#### 4.2.2.2 Associação de fácies

##### Associações de fácies 1

Esta associação de fácies é composta pelas fácies S1, Ame, AGec, DAm, DLm1, DLm2, DLec e Bm. Representa a porção mais proximal da plataforma, onde as areias são depositadas em canais submarinhos de fundo que intercalam com pelitos e carbonatos. Nos canais há o predomínio de processos de tração e retrabalhamento de sedimentos, possivelmente por ação de maré. As brechas têm ocorrência em locais restritos.

##### Associações de fácies 2

Constituída pelas fácies S1, DLm2, DLep, DLec e Bm. Estas fácies são formadas em altos da paleogeografia, gerando as biohermas. Desta forma, a partir da lâmina d'água, os estromatólitos planares e esteiras microbianas se formam em menores espaços de acomodação, e os colunares em

maiores espaços de acomodação. Em porções mais profundas da plataforma são depositados os siltitos por decantação. As biohermas podem ser retrabalhadas, formando brechas.

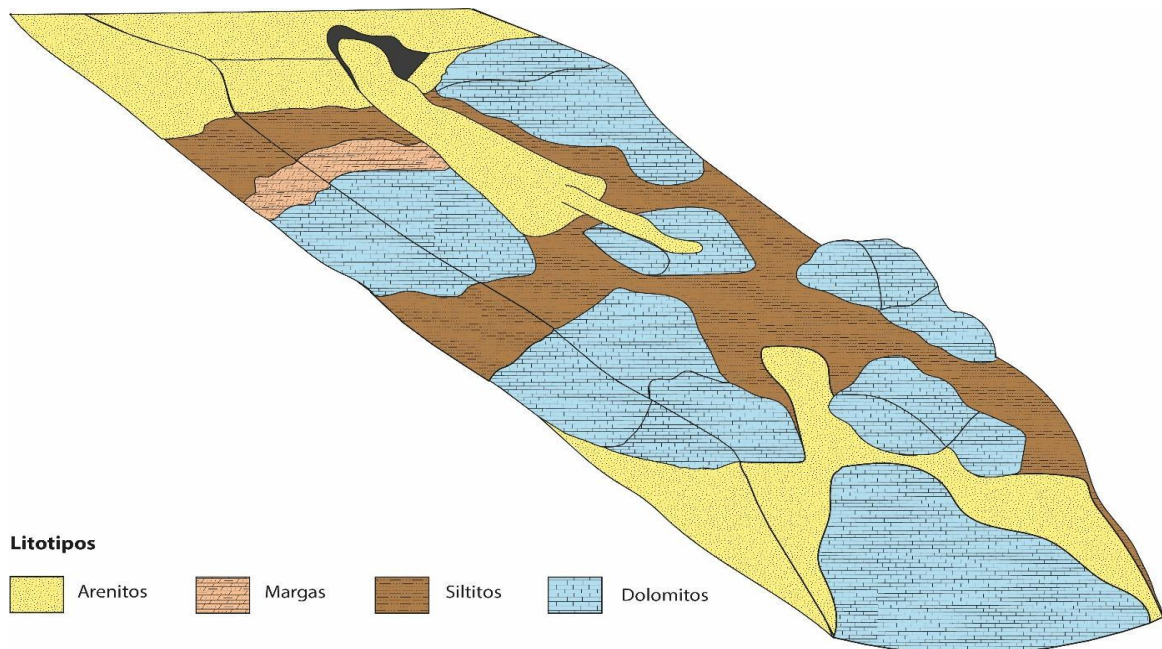
### Associações de fácies 3

A associação é composta pelas fácies Sl, Bm. Os carbonatos da associação de fácies 2, são retrabalhados por ondas formando as brechas. O ambiente que gera esta associação se encontra na porção mais distal da plataforma, que prevalecem os fluxos gravitacionais, sendo os siltitos depositados em regiões mais profundas da plataforma.

#### 4.2.2.3 Sistemas Depositionais

De acordo com as fácies observadas em campo e descritas, a deposição ocorreu em plataforma mista dominada por maré (Figura 4.33). Onde os carbonatos foram depositados nos altos da paleogeografia, e em regiões mais profundas os siltitos, e os arenitos foram depositados em canais de fundo que recortavam a plataforma.

Com essas características de deposição, seria a representação do estágio final de preenchimento de uma bacia intracontinental (Campos *et al.*, 2012 e Campo *et al.*, 2013).



**Figura 4.33** - Modelo deposicional do Grupo Paranoá.

### 4.2.3 Grupo Canastra

Constitui uma unidade metassedimentar datada do mesoproterozoico, composta por associação de rochas psamo-pelíticas carbonatadas, as quais se encontram metamorfizadas na Fácies xisto-verde, zona da clorita (Rodrigues, 2008).

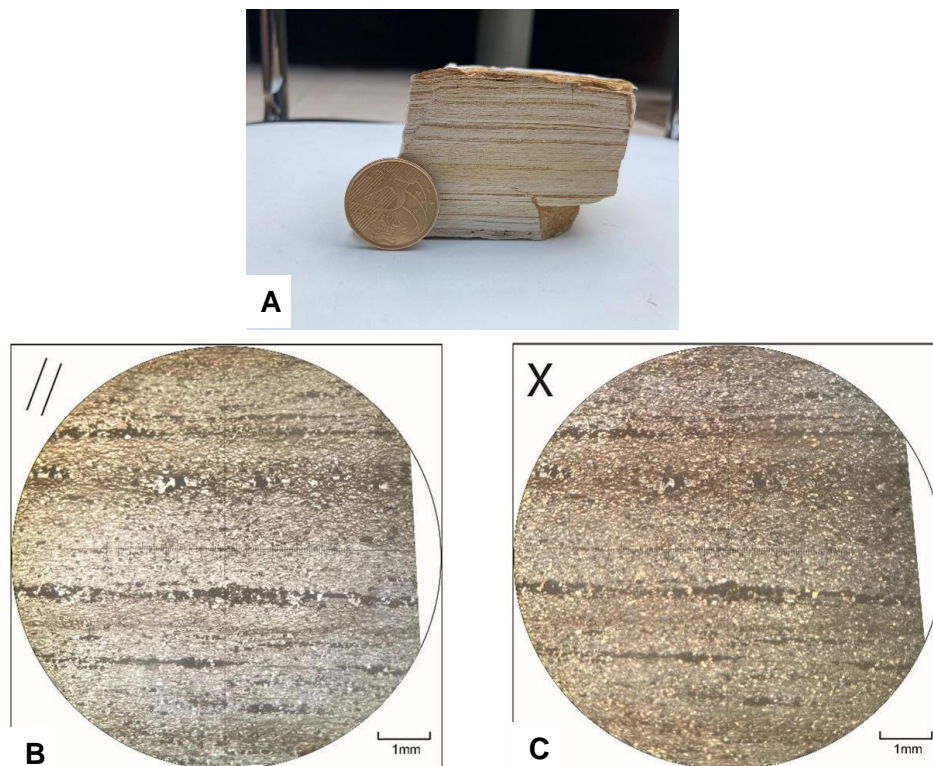
Na presente área de estudo, o Grupo Canastra aflora ao longo de uma Klippe estrutural, na Formação Quilombo, onde se encontra intensamente erodida, e afetada pela deformação local. Na

região do Projeto Unai, aflora unicamente a Formação Serra do Landim, que representa a base do Grupo Canastra, a qual será detalhada a seguir.

### Formação Serra do Landim

Essa formação é constituída de metassiltitos, filitos e mármores, aflorando nas subáreas IV à XIV ao longo da Serra do Grupo Canastra, e em uma Klippe estrutural na subárea III. É destacada por terrenos planos, bem como serras escarpadas, com presença de nitossolos, além de localmente, associadas a cupinzeiros formados por nitossolos, de coloração cinza.

Rochas de coloração clara quando frescas, e amarronzada quando alteradas, de granulometria silte, com camadas milimétricas, ou seja, laminações (Figura 4.34B e C), apresentando laminação plano-paralela, intercalando camadas mais escuras e mais claras. São compostos por grãos de quartzo e mica, com textura granolepidoblástica, além da presença de argilominerais e minerais opacos. Estas micas são classificadas como clorita e mica branca, as quais demonstram o baixo grau metamórfico nessas rochas, devido a paragênese quartzo-clorita-mica branca, indicando metamorfismo fácies xisto-verde, na zona da clorita.

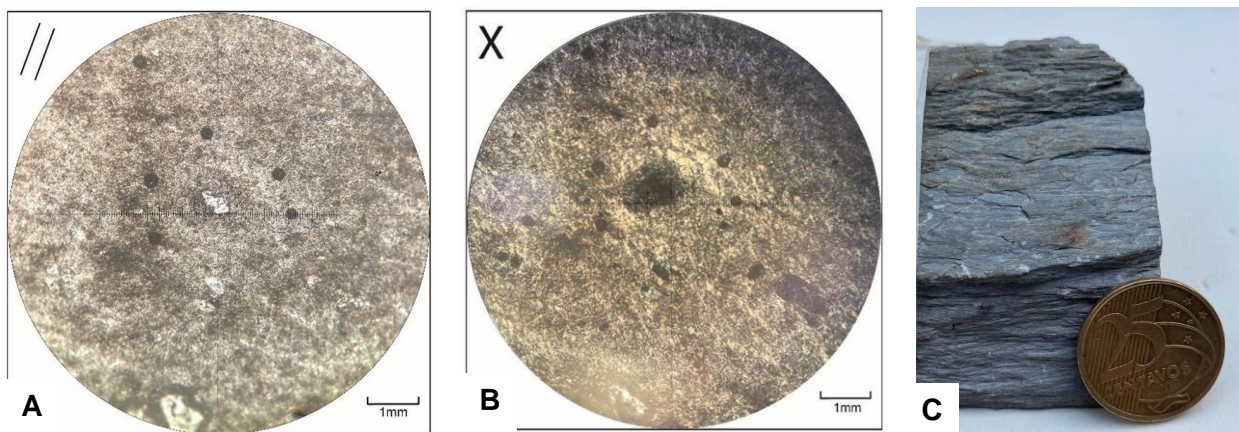


**Figura 4.34** - Siltito da Formação Serra do Landim. A) Amostra 20-XIV-29 com camadas milimétricas, sendo laminações plano-paralelas. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-29 sob luz transmitida em nicóis paralelos de siltito com laminações plano-paralelas. C) Fotomicrografia da amostra 20-XIV-29 sob luz transmitida em nicóis cruzados de siltito com laminações plano-paralelas.

No afloramento descrito na Figura 4.35, a formação Serra do Landim se apresenta como um siltito, de coloração cinza esverdeado quando fresco, com foliação penetrativa e intensa, de granulometria muito fina. Compõe-se de uma matriz argilosa, composta por mica branca e clorita, com pequena proporção de grãos de quartzo e fragmentos líticos, além da presença de óxidos. A presença de fragmentos líticos observados nestes filitos, indica um prótolito não pelítico para a sua formação.



**Figura 4.35** - Afloramento de siltito na Formação Serra do Landim.



**Figura 4.36** - Filito da Formação Serra do Landim. A) Fotomicrografia da amostra 20-XIII-33 sob luz transmitida em nicóis paralelos, composta por quartzo, mica branca, fragmentos líticos e clorita. B) Fotomicrografia da amostra 20-XIII-33 sob luz transmitida em nicóis cruzados, composta por quartzo, mica branca e clorita presente na matriz. C) Amostra 20-XIII-33 filito da Formação Serra do Landim.

Os marmóres presentes nesta formação, apresentam aspecto brechado, como brecha intraclástica, de coloração cinza escuro quando fresca e branca quando alterada, com textura sacaroidal. São compostos por carbonato, e extraclastos de quartzo, com estrutura de brecha preservada, demonstrando também o baixo metamorfismo nas rochas da formação Serra do Landim.



**Figura 4.37** - Afloramento do mármore da Formação Serra do Landim.



**Figura 4.38** - Amostra de mão de mármore com aspecto brechado.

#### **4.2.4 Grupo Bambuí**

##### **Formação Sete Lagoas**

Esta formação ocorre em uma pequena parte do Projeto Unaí, sendo possível ver afloramentos em locais restritos. O relevo é caracterizado por chapadas, e solo que predomina são os latossolos, que são espessos e bem desenvolvidos, por isso sendo difícil a observação na área.

Esta formação é caracterizada pela intercalação de folhelho, siltito e marga. Na subárea II, foi possível observar um afloramento da formação (Figura 4.39), estava alterado, porém observa-

se o siltito e o folhelho, com laminações plano-paralelas bem marcadas, com coloração rosada e porções de coloração bege.



**Figura 4.39** - Formação Sete Lagoas, afloramento na subárea II.

## 5 Geologia Estrutural

### 5.1 Introdução

A região de Unai encontra-se no centro da porção externa da Faixa Brasília, em seu cinturão de dobras e cavalgamentos, e está deformada sob uma tectônica epidérmica (thin-skinned). Embora cada unidade cartografada apresente particularidades geométricas, o conjunto é resultante de um único evento de deformação progressiva.

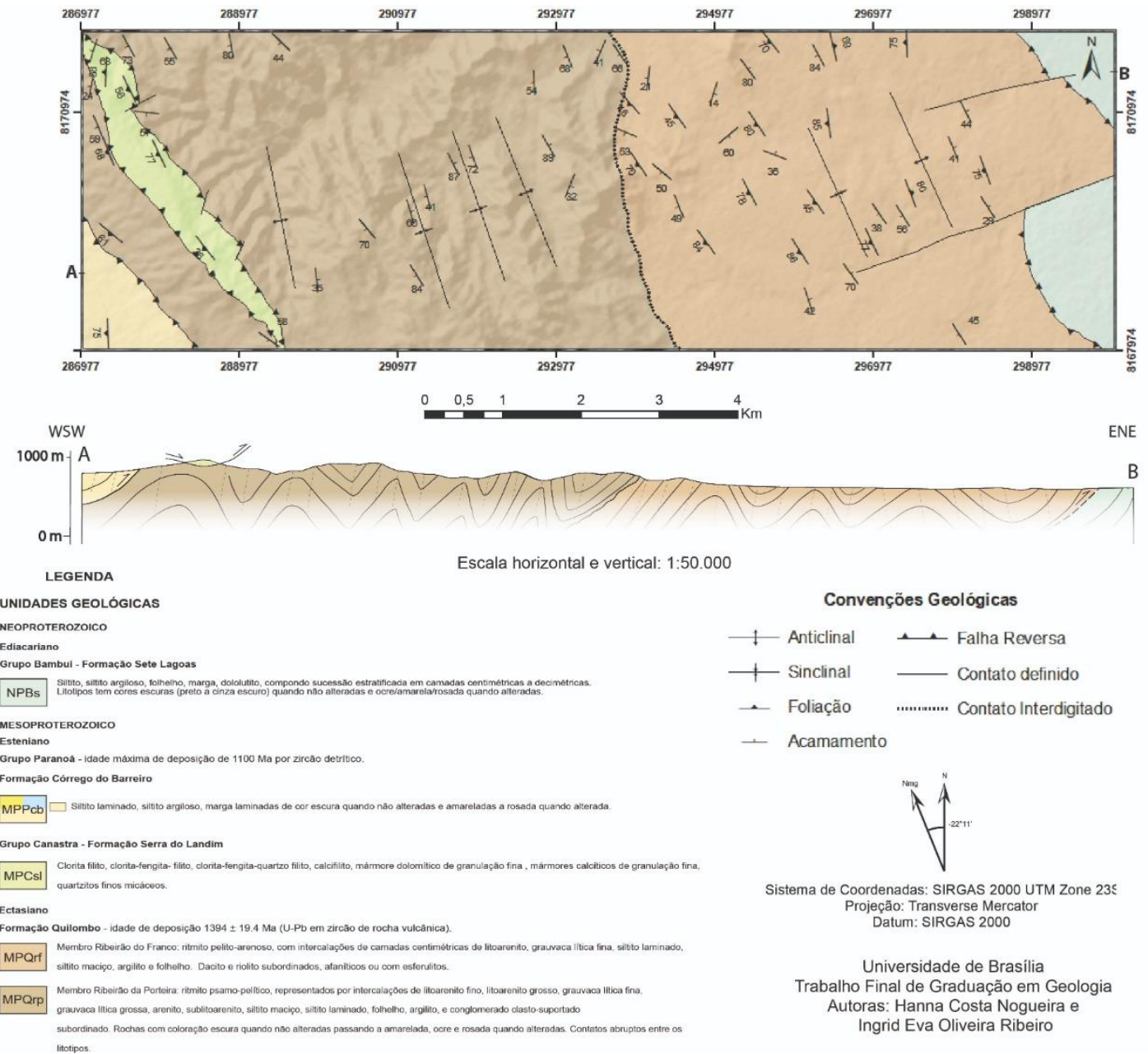


Figura 5.1 - Mapa geológico e perfil geológico da subárea III.

A unidades são sobrepostas por contatos tectônicos reversos de direção NNW-SSE, sendo diferenciadas da seguinte forma. Uma falha reversa sobrepõe a Formação Quilombo sobre o Grupo Bambuí, causando inversão estratigráfica. Os demais contatos são caracterizados por uma cinemática reversa, mas não causam inversão estratigráfica. Especificamente, no entanto, supõe-se um maior deslocamento ao longo da falha mais a oeste, uma vez que coloca o Grupo Canastra apresenta maior grau metamórfico que seu correlato, Grupo Paranoá, e demais unidades.

O arcabouço estrutural é caracterizado por processos dúcteis e rúpteis. A tectônica dúctil é representada por dobras, foliações, lineações. A tectônica rúptil representada por falhas e fraturas.

## 5.2 Arcabouço Estrutural

### 5.2.1 Arcabouço Estrutural Dúctil

Na presente área de estudo, são observadas dobras de diferentes estilos como, fechadas, abertas e suaves, variando de escala milimétrica a decamétrica. As dobras ocorrem em escala de afloramentos, nos Grupos Canastra, Paranoá e na Formação Quilombo, como também de mapa na Formação Quilombo. Em geral, as dobras regionais e de escala de afloramento apresentam direção NNW-SSE, são suaves a fechadas, com charneiras arredondadas ou *en chrevron*, variando de horizontais a inclinadas com caimento para sudoeste, assimétricas com vergência para E a ENE.

Duas foliações são descritas para a área, Sp e Ss. A foliação plano axial, denominada Sp, é encontrada em todas as unidades do projeto com mergulhos moderados a altos, ocorrendo como clivagem espaçada, clivagem ardósiana ou xistosidade (foliação filítica). A foliação denominada Ss, ou de soterramento, é restrita aos filitos do Grupo Canastra, ocorrendo de forma paralela a subparalela ao acamamento, S0. Em relação ao metamorfismo associado à deformação, o Grupo Canastra apresenta condições de grau metamórfico ligeiramente maior que os demais (Dardenne, 2000).

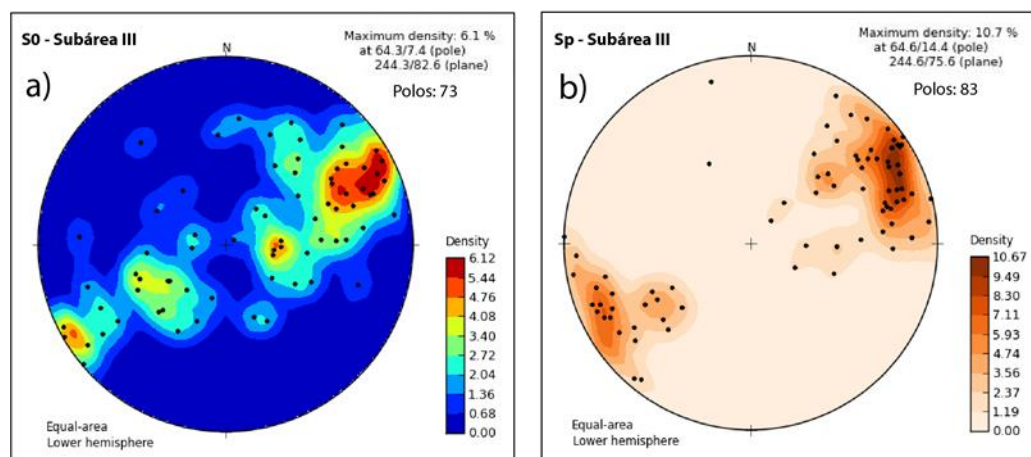
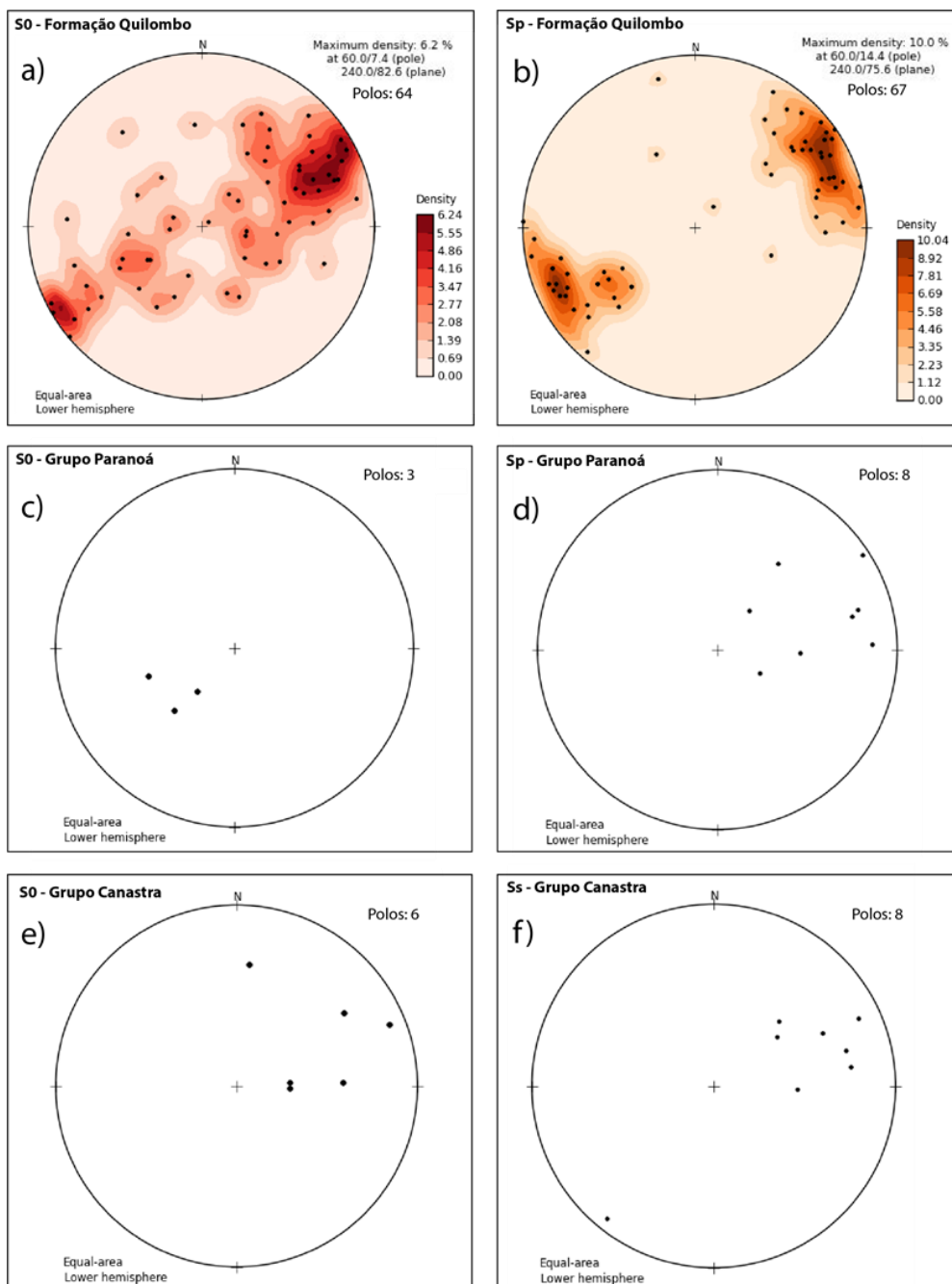


Figura 5.2 - Estereogramas dos acamamentos (a) e das foliações (b) da subárea III.



### 5.2.1.1 Dobras

Na Formação Quilombo, Membro Ribeirão do Porteira, ocorrem comumente dobras classificadas como dobras de Classe 2, de acordo com a classificação de Ramsay (1967), apresentando espessura contínua do acamamento. São dobras harmônicas, simétricas a ligeiramente assimétricas, plano axial de direção NNW- SSE, com mergulho sub-vertical para W-SW, (Figura 5.3), que evidencia e corrobora a direção de encurtamento regional na direção SW-NE, como mostra o estereograma da figura 5.2 a).



**Figura 5.3** - Estereogramas dos acamamentos (S0) e foliações (Sp e Ss) da Formação Quilombo (a e b), Grupo Paranoá (c e d) e Grupo Canastra (e e f).

No Membro Ribeirão do Franco e na Formação Córrego do Barreiro, as dobras em escala de afloramento ocorrem com menor frequência, sendo estas dobras abertas a suaves, simétricas a assimétricas na porção leste da subárea. Nos litotipos mais pelíticos, como também na Formação Serra do Landim, essas dobras são observadas no Membro Ribeirão do Franco, em afloramento de corte de estrada, como observado na figura 5.6, em corte de estrada.

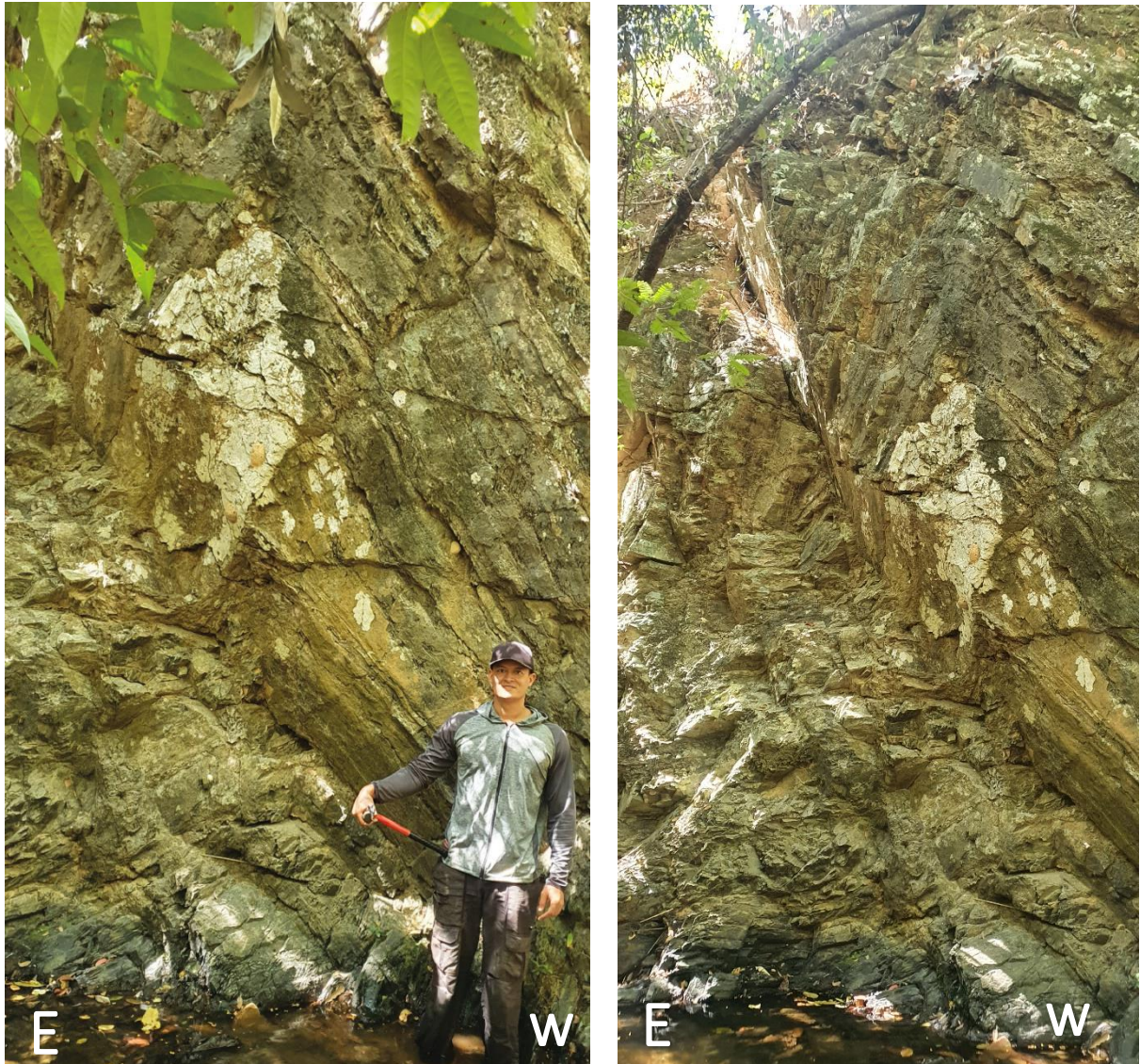


Figura 5.4 - Dobra chevron no Membro Ribeirão da Porteira.

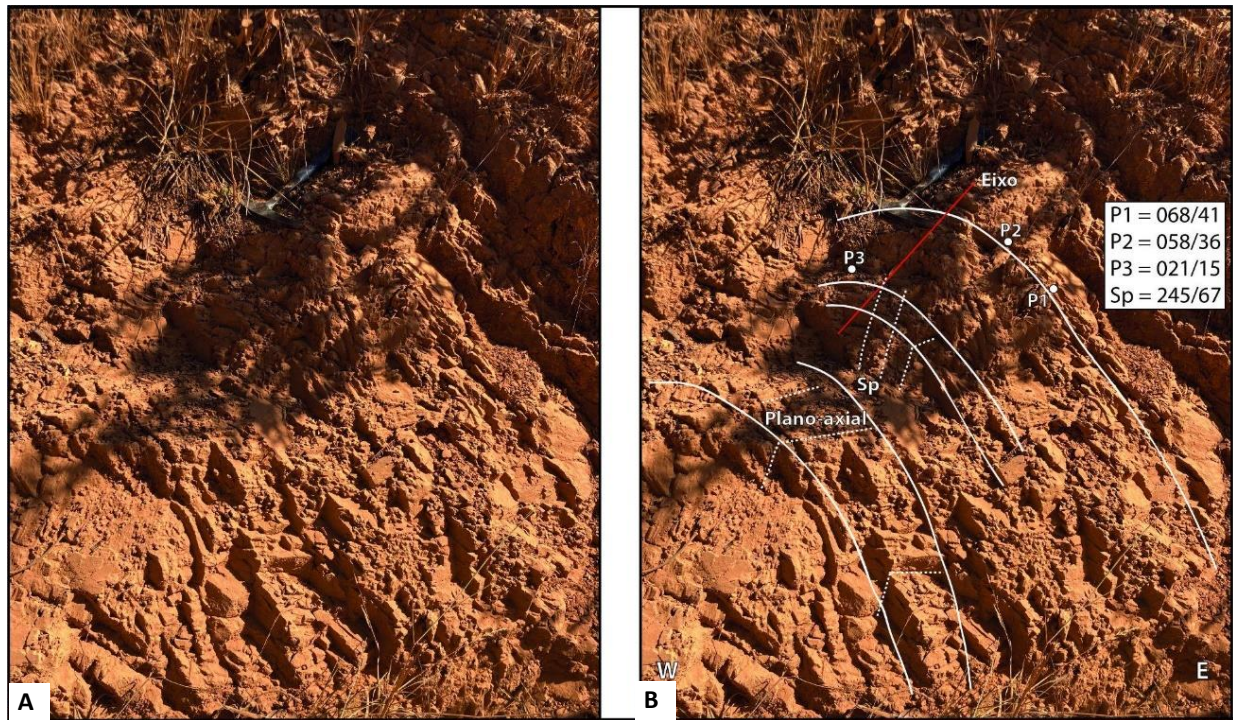


Figura 5.5 - Dobra aberta no Membro Ribeirão do Franco.

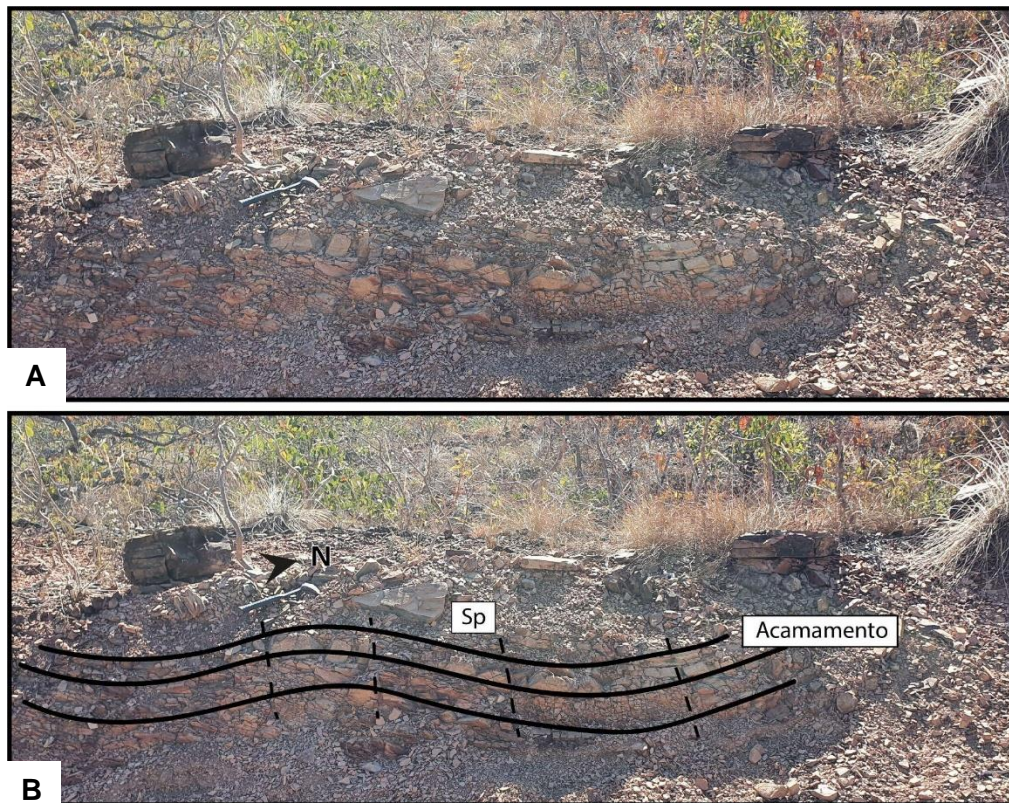
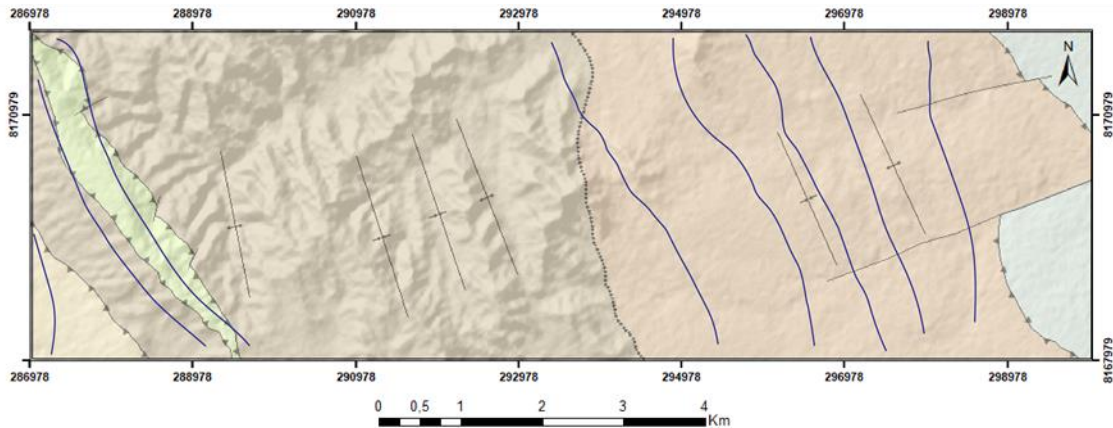


Figura 5.6 - Dobra Suave no Membro Ribeirão do Franco.

### 5.2.1.2 Foliações

Na área do projeto, foram descritos e identificadas dois tipos de foliação, sendo elas: Sp (Foliação oblíqua ao acamamento), e Ss (Foliação plano-paralela ao acamamento).

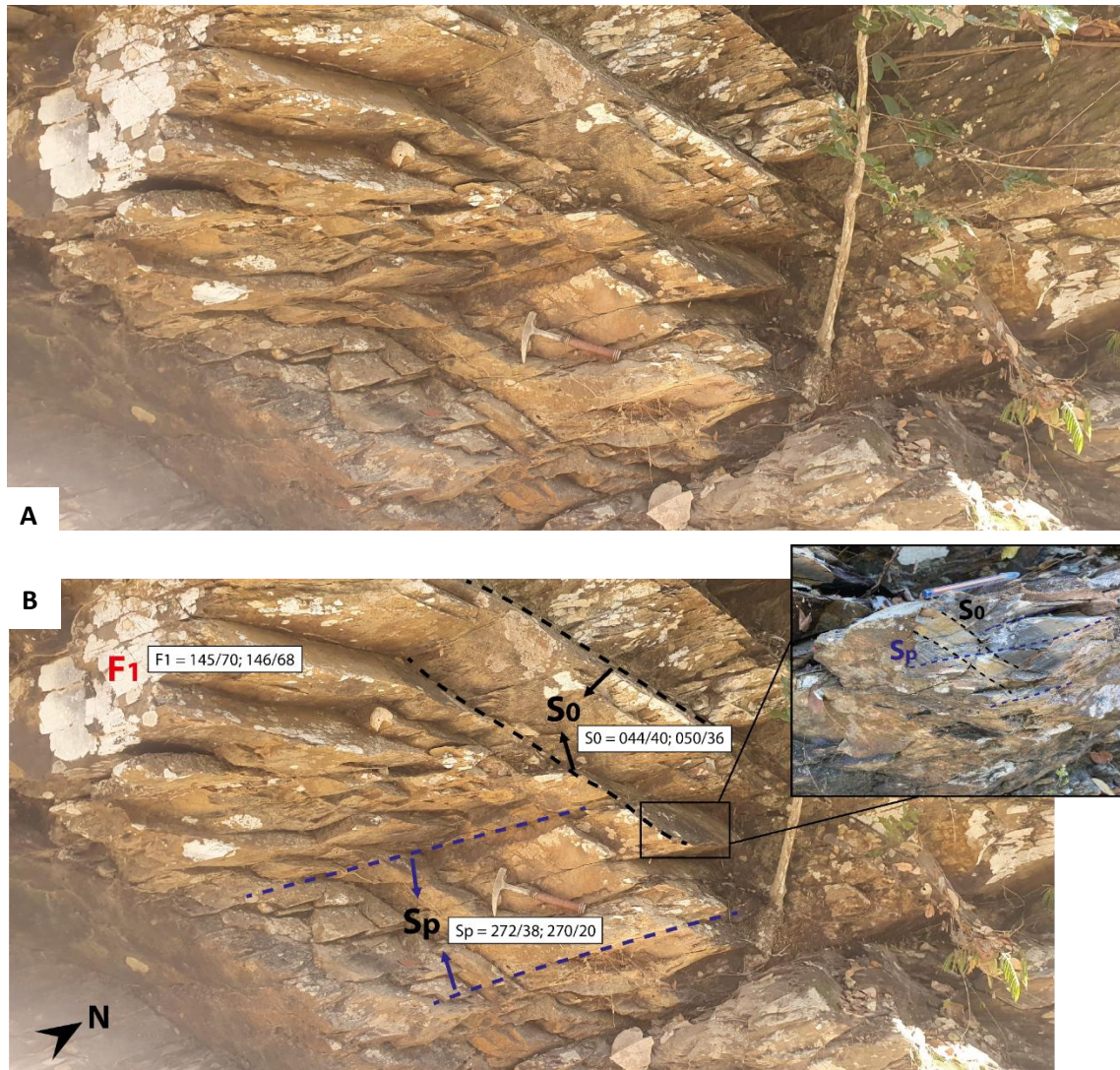


**Figura 5.7** - Mapa geológico da Subárea III, com destaque para os traços da foliação

#### Foliação Sp

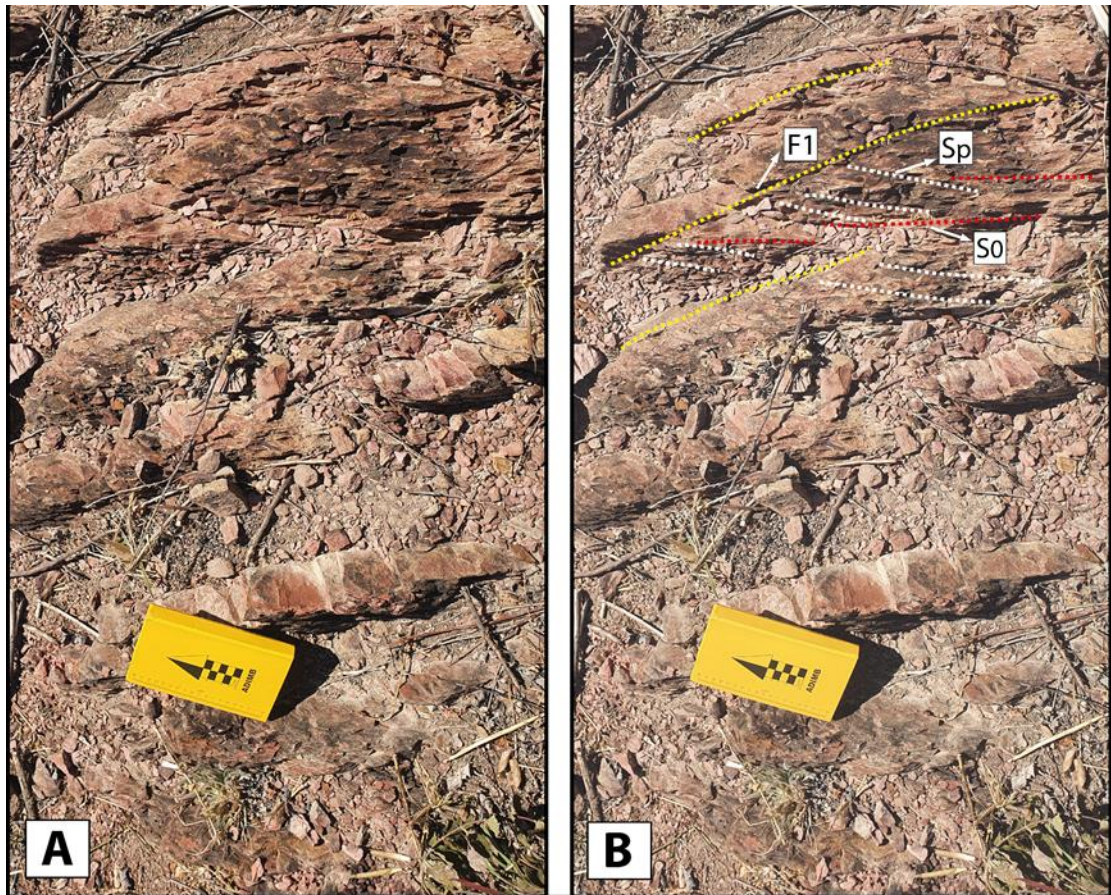
A foliação regional principal, Sp, corta o acamamento e, em geral, é plano-axial das dobras observadas em escala de afloramento e regionais. Afeta todas as unidades e pode se apresentar como uma clivagem espaçada ou como clivagem ardosiana. Essa foliação apresenta orientação preferencial NNW-SSE, com mergulho de alto ângulo em relação ao acamamento, preferencialmente para WSW, figura 5.2 b), e é marcada por micas e óxidos.

Na Formação Córrego do Barreiro, do Grupo Paranoá, esta foliação é observada nos siltitos, em alto ângulo com o acamamento e ocorre como clivagem espaçada, com orientação preferencial SW, como observado na figura 5.8.



**Figura 5.8** - Afloramento na Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, onde podem ser observados o acamamento (S0), a foliação (Sp) e fratura.

No Membro Ribeirão da Porteira, essas foliações cortam o acamamento em alto ângulo, e ocorrem de duas formas. Em rochas mais psamíticas, essa foliação se apresenta como clivagem espaçada, porém a foliação não é observada em fácies como grauvacas, litoarenitos e demais de maior granulometria. Em siltitos, como mostrado na figura 5.9, se apresenta como clivagem ardosiana.



**Figura 5.9** - Afloramento no Membro Ribeirão da Porteira, onde podem ser observados o acamamento (S0), a foliação (Sp) e fratura.

Já no Membro Ribeirão do Franco, essa foliação se apresenta menos espaçada, quando presente em litologias mais pelíticas, porém em baixo ângulo com o acamamento.

### **Foliação Ss**

Essa foliação é localmente observada nos filitos da Formação Landim, do Grupo Canastra. Atribuída ao soterramento ou à movimentação inicial das *nappes* paralelamente ao acamamento, é marcada pela orientação de filossilicatos como mica branca e clorita, e paralela a subparalela ao acamamento (Figura 5.10. a) e b)). Possui orientação preferencial E-NE.



**Figura 5.10** - a) Amostra alterada foliada em campo. b) Fotomicrografia em nicóis cruzados de siltito da Formação Serra do Landim, com foliação marcada por filossilicatos (c) Foliação (Ss) observada na Formação Serra do Landim, do Grupo Canastra.

### 5.2.1.3 Lineações

Na presente subárea de estudo, se observam três tipos de lineações, sendo elas, lineação de estiramento, lineação de intersecção e eixo de dobra.

A lineação de estiramento é observada em afloramentos de pequena escala de siltito arenoso silicificado, que ocorre na Formação Quilombo, como mostra a figura 5.12. Comumente está associada a falhas reversas de variadas escalas ou fraturas de cisalhamento subparalelas às falhas regionais. Em geral, essa lineação apresenta caimento para W-WSW, mas variando de 260° a 300°. Em conjunto com *steps* (degraus ou *slickensides*), indicam que a direção de transporte tectônico para leste.



**Figura 5.11** - Lineação de estiramento com steps em afloramento rasteiro de Siltito Arenoso no Membro Ribeirão do Franco.

A lineação de intersecção, é formada entre a intersecção do plano de foliação  $S_p$ , e o plano do acamamento. É observada com maior nitidez, no Membro Ribeirão da Porteira, como visto na figura 5.12. Indicar direção das medias.



**Figura 5.12** - Afloramento em lajedo de Siltito do Membro Ribeirão da Porteira, exigindo lineação de intersecção entre foliação e acamamento.



As linhas de charneira de dobras da área do Projeto Unai, apresentam em geral caimento para SSE, podendo apresentar caimento para SSW, em dobras de escala de afloramento.

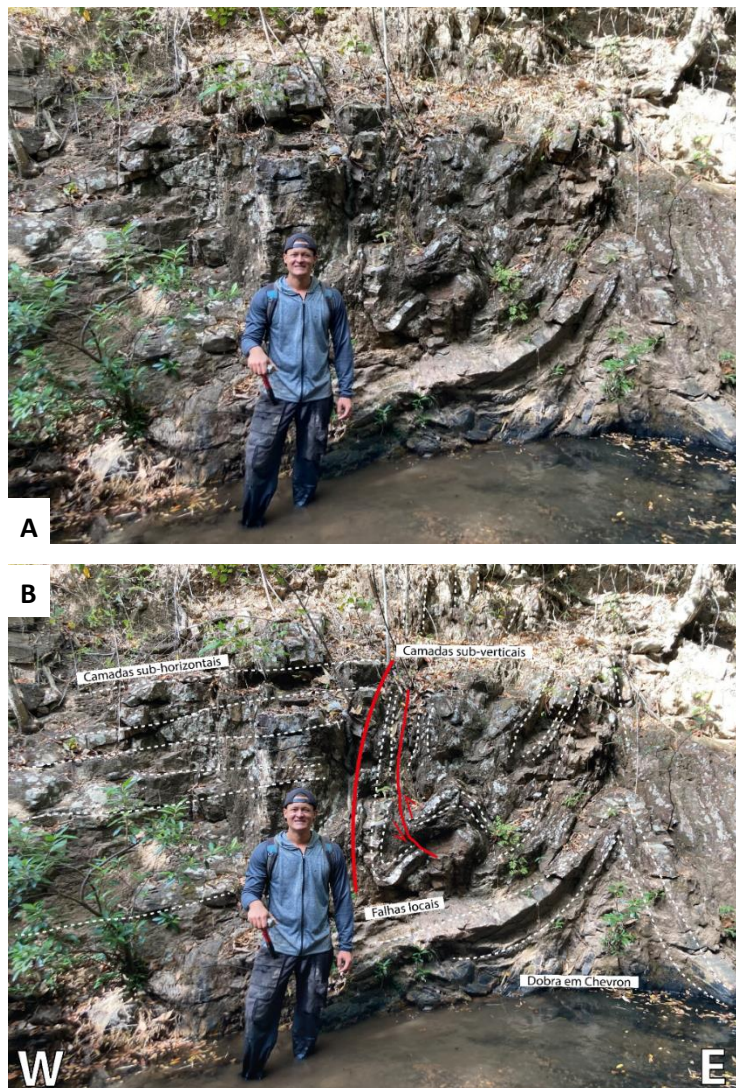
## 5.2.2 Arcabouço Estrutural Rúptil

### 5.2.2.1 Falhas

Dois tipos de falha são interpretados na região de estudo, sendo elas, falhas reversas e falhas de rasgamento, em escala regional e local.

#### Falhas reversas

Essas falhas são observadas em escala regional, Figura 5.13, e de afloramento. Em geral, as falhas de escala regional possuem direção ENE, e localmente, figura 5.13, forma lístrica, com ângulo de mergulho variando aproximadamente entre 10° a 70°.



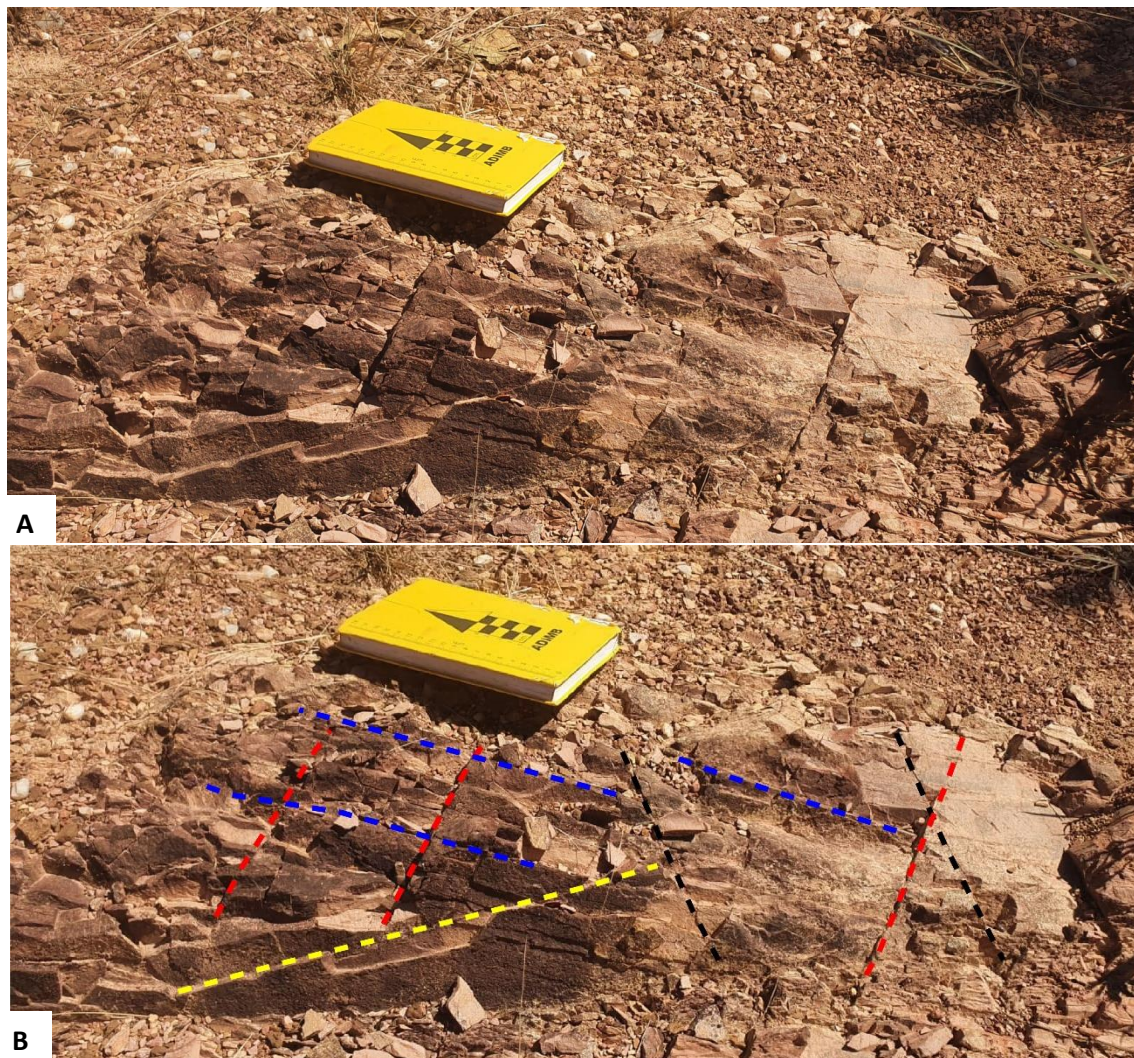
**Figura 5.13** - Falhas observadas no Membro Ribeirão da Porteira, podem ser observadas as camadas sub-horizontais e camadas sub-verticais, com a presença de dobra chevron na porção leste.

### Falhas de rasgamento

Estão associadas a diferença de propagação das falhas reversas, na qual uma frente de falha avança mais que a outra, ocasionando a geração destas para a acomodação da deformação. Na presente subárea de estudo, estas falhas são observadas entre o Grupo Bambuí e o Membro Ribeirão do Franco, e possuem cinemática transcorrente. Estas falhas apresentam direção ENE-WSW, podendo estar associados a grandes drenagens encaixadas.

A denominação de falha reversa é dada devido a cinemática observada associada a essas falhas, tendo como indicadores lineações de estiramento, vergência do dobras regionais e falhas de rasgamento, e a inversão estratigráfica que ocorre regionalmente.

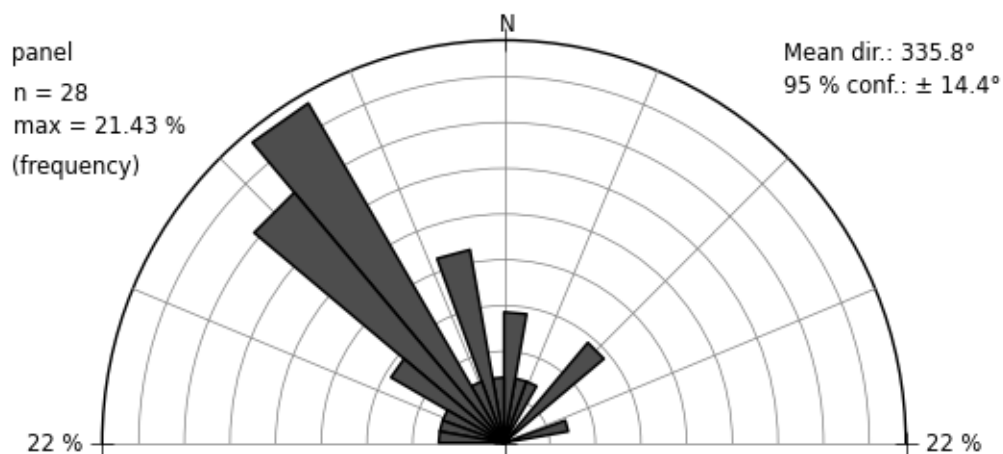
#### 5.2.2.2 Fraturas



**Figura 5.14** - Fraturas em par conjugado observadas localmente no Membro Ribeirão do Franco.

A maior frequência de fraturas ocorre na direção NW-SE. São fraturas com espaçamento centimétrico, com abertura milimétrica ou ausente, sem deslocamento. Em menor frequência, ocorrem fraturas de direção NE-SW, figura 5.15. Na figura 5.14, é mostrado um conjunto de fraturas observado localmente, o qual representa fraturas em pares conjugados, não sendo observado em outras localidades.

São observados na região veios de quartzo, em geral, intemperizados, que ocorrem principalmente nas fácies do Membro Ribeirão do Franco, de espessuras milimétricas a métricas, onde se observam em algumas localidades, pequenos morrotes com presença de blocos in loco de quartzito.



**Figura 5.15** - Roseta com as direções de fraturas observadas na subárea III.

### 5.2.3 Metamorfismo

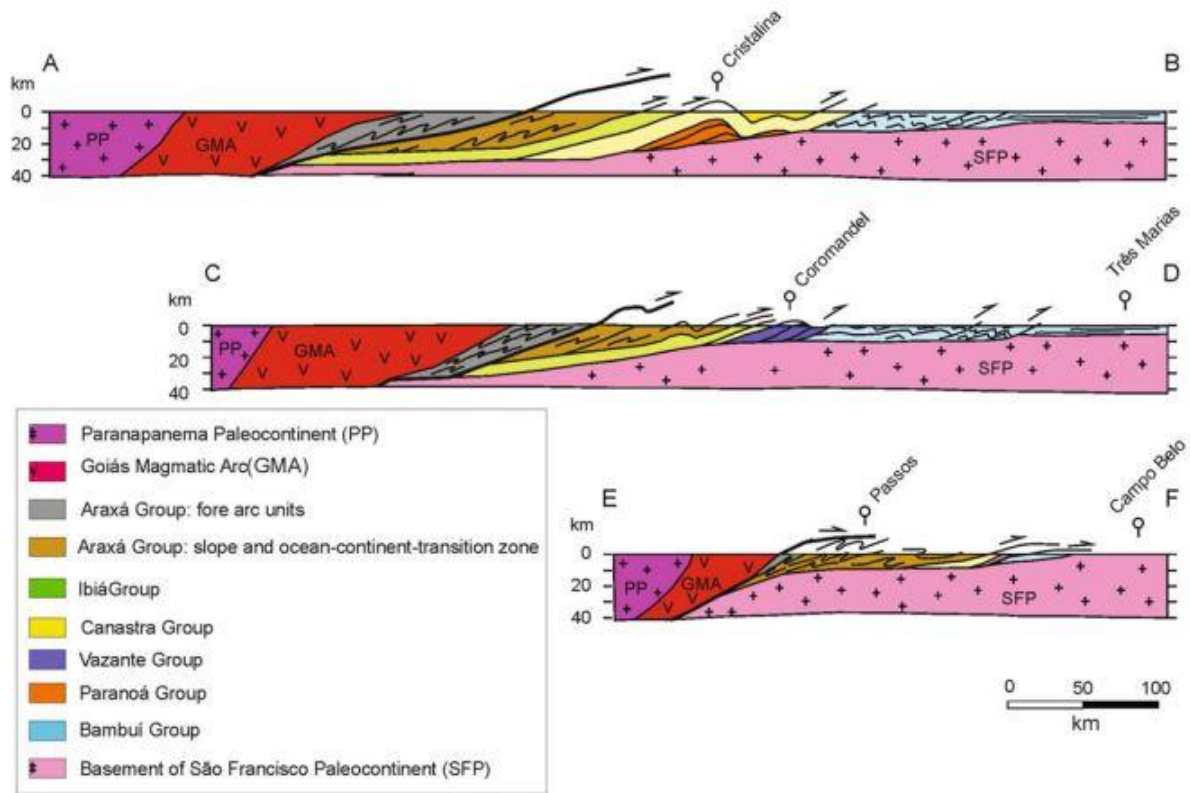
O metamorfismo na área varia de Anquimetamorfismo a Fácies Xisto verde baixa, na zona da clorita.

Os Grupos Paranoá, Bambuí e a Formação Quilombo, se encontram deformados sobre anquimetamorfismos, localmente, com feições como grãos de quartzo policristalino, extinção ondulante e recristalização nas bordas de grãos. Já o Grupo Canastra, se encontra na Fácies xisto verde baixa, marcado pela seguinte paragênese Clorita-Mica branca-Quartzo, que evidencia o metamorfismo na zona da Clorita. Essas condições coincidem com a transição do anquimetamorfismo para a fácies xisto verde.

### 5.3. Discussão

As estruturas analisadas em campo, o contexto tectônico regional e a interpretação sísmica da área (Figura 8.1) indicam um tectônica thin-skinned com descolamentos cada vez mais rasos. Um sistema de deformação compressivo a transpressivo sinistral, com transporte tectônico em direção ao cráton, pode ser interpretado a partir da cinemática reversa a reversa-obliqua com topo

para nordeste apontado pela vergência das dobras para leste, falhas em escala de afloramento, indicadores cinemáticos (como slickensides) e lineações de estiramento. A tectônica de nappes e presença de duplexes pode ser evidenciada pela presença da klippe da Formação Serra do Landim. Essas estruturas são descritas em outras regiões da Faixa Brasília Sul, como mostrado por Uhlein *et al.*, 2017 (Figura 5.16).



**Figura 5.16** - Representação da evolução estrutural associada a processos erosionais diferenciais. Traduzido de (Valeriano, 2017).

## 6 Potencialidades Econômicas

### 6.1 Introdução

Neste capítulo serão destacados os principais potenciais geoeconômicos na região do Projeto Unaí, que está inserido no distrito Vazante-Paracatu. A área situa-se na porção norte da Faixa Vazante, que hospeda um distrito mineiro, com depósitos de zinco, chumbo, cobre, fosfato, dolomito para uso agrícola, ouro e diamante.

Alguns aspectos da área reduzem o potencial do desenvolvimento de jazidas minerais, sendo eles a ausência de magmatismo expressivo e o baixo grau metamórfico. Em termos estruturais, as falhas se restringem a descolamento de crosta raso, e não alcançam profundidades para ocorrerem mineralizações.

### 6.2 Potencialidades Geoeconômicas Minerais

#### 6.2.1 Potencial para Pb e Zn ± Cu

Os depósitos de Pb e Zn tem semelhança com dois grandes grupos de depósitos sedimentares no mundo, depósitos tipo SEDEX (sedimentar exalativo) e Mississipi Valey (MVT). Os depósitos tipo SEDEX são estratiformes, dispostos como lentes de sulfetos maciços de Pb e Zn com Au, Ba e Cu associados. Se formam em áreas de sedimentação com muita atividade hidrotermal que faz com que ocorra a formação localizada de salmouras ricas associadas com matéria orgânica redutora, como ocorre em bacias tipo rifts continentais (Dutra, 2013).

Os depósitos MVT são stratabounds, geralmente, de Pb-Zn, e ocorrem hospedados principalmente por dolomitos e calcários de sequências carbonáticas plataformais, localizados geralmente nas margens de bacias sedimentares.

A ampla ocorrência de dolomitos (doloarenitos, dololutitos e brechas maciças) do Grupo Paranoá, cartografada na área do projeto, pode apresentar potencial para depósitos MVT de Pb-Zn

#### 6.2.2 Potencial para fosfato

Os principais depósitos de fosfato sedimentar lavrados no Brasil estão localizados nos estados de Minas Gerais e Bahia, e formados em bacias de margem passiva do Neoproterozoico.

O depósito de Campos Belos/Arraias, do tipo fosfato sedimentar, inserido no contexto tectônico-sedimentar do Grupo Bambuí, é representado por fosforitos e siltitos fosfatados associados aos siltitos, siltitos calcíferos e carbonatos, deste grupo, no qual a sedimentação ocorreu em águas rasas. A fonte do fósforo pode estar relacionada com picos de fosfogêneses durante o Proterozóico, onde os maiores episódios estão associados ao Neoproterozoico (idade do Grupo Bambuí). Estes picos fazem com que haja incremento de conteúdo de fosfato em águas marinhas.

Nas subáreas II, III, IV e V, afloram a base da Formação Sete Lagoas, do Grupo Bambuí, representada por siltitos, folhelhos e margas. Permitindo que haja associação com o depósito Campos Belos/Arraias, devido a presença de litotipos característicos, porém na área do projeto o solo é espesso e intemperizado, dificultando a observação das litologias, conseqüentemente fazendo com que o potencial econômico seja baixo.

### **6.2.3 Potencial para Au**

Em Minas Gerais, no município de Paracatu encontra-se a mina Morro do Ouro, considerado um dos maiores depósitos auríferos do Brasil. O depósito é de idade neoproterozóica, do tipo orogênico, associado a zonas transtensivas horizontalizadas, representadas por patamares de duplex (Freitas e Silva, 1996), com metamorfismo na fácies xisto verde baixo. É hospedado em filitos carbonosos e quartzitos da Formação Paracatu do Grupo Canastra.

Na área do Projeto Unaí aflora a Formação Serra do Landim do Grupo Canastra, que apresenta ocorrências de mármore e camadas muito espessas de filitos carbonosos. Esse contexto geológico, associado ao contexto estrutural, é semelhante ao descrito para o depósito Morro do Ouro. Devido à ocorrência menos expressiva, no entanto, o potencial econômico seria baixo.

### **6.2.4 Agregados para Construção Civil e Uso agrícola**

Na construção civil, existem os recursos rochosos usados como rochas ornamentais, e os recursos granulares, não metálicos, são chamados de agregados. Os agregados podem ser separados em dois grupos: os materiais que devem ser tratados quimicamente ou modificado de algum outro modo, e os materiais que são utilizados como estão disponíveis na natureza.

No grupo Canastra há ocorrência de mármore que possuem potencial para serem utilizados como agregados, que tem seu uso imediato para a construção civil, em cimentos e argamassas, a partir da serragem dessas rochas. Além disso, os rejeitos desse mármore podem produzir de corretivos de solo para uso agrícola.

Nas formações Córrego do Barreiro e Sete Lagoas há ocorrências de argilas, em porções pelíticas próximas às drenagens, a partir da pedogênese, o que possibilita que essas argilas possuam potencial econômico para extração, devido a abundância e a localização.

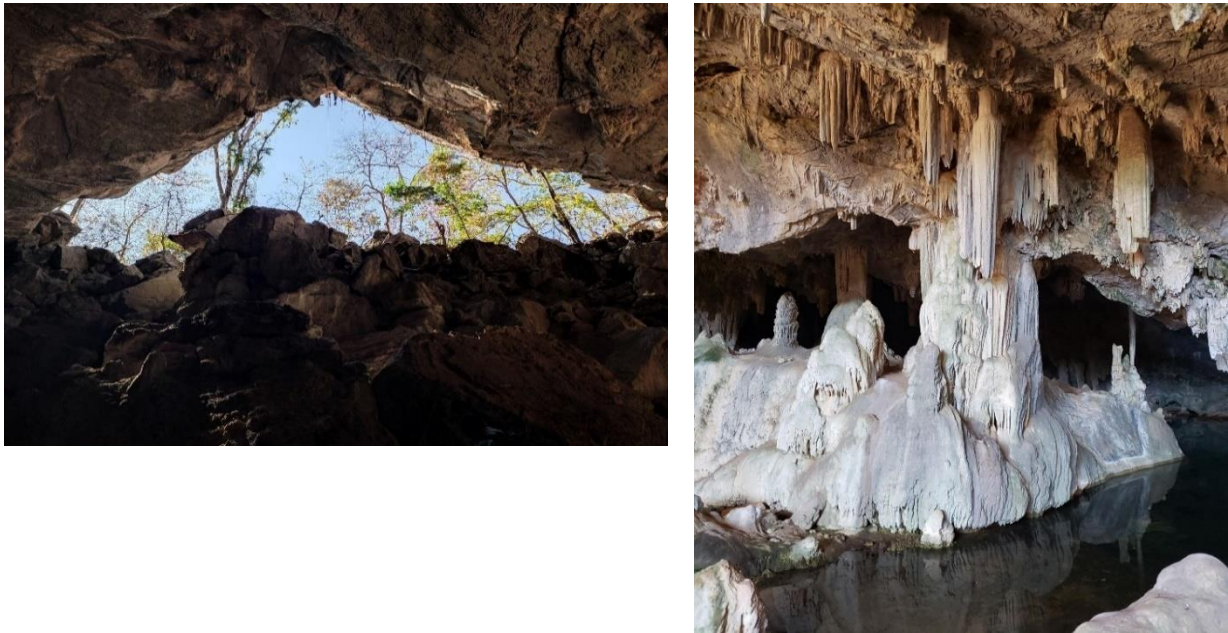
As diversas aplicações das argilas vão desde a construção civil, na fabricação de cerâmica vermelha (telha, manilhas, tijolos de pavimentação e ladrilhos), até utilização na fabricação de porcelanas cerâmicas, materiais refratários, isolantes elétricos, indústria de papel, cimento Portland, em refinamentos de óleos e na indústria da borracha como carga a matéria-prima básica.

### 6.3 Potencialidades Geoeconômicas Não Minerais

#### 6.3.1 Geoturismo e Turismo de aventura

O geoturismo é um segmento promissor da atividade turística, o qual se associa ao ecoturismo, com características específicas, relacionadas à conservação da geodiversidade, em consonância com diversos preceitos exigidos para o desenvolvimento econômico local das comunidades. Na região do Projeto Unaí há ocorrências de cavidades naturais e cachoeiras.

A Gruta do Sapezal está inserida na formação Córrego do Barreiro, na subárea XII. Possui cerca de 200 m de diâmetro, está localizada a 59 km do centro de Unaí, e a principal via de acesso se dá pela BR-251/MG-188, e por estradas não pavimentadas. No seu grande salão é possível observar na Figura 6.1 a presença de um lago, e de estalagmites e estalactites. O local é conhecido por religiosos da região, que o utilizam para manifestações religiosas, e movimenta a população residente nas comunidades próximas, e dos municípios próximos a Unaí, como Vazante e Paracatu.



**Figura 6.1** - Gruta do Sapezal na subárea XII.

Ocorre também, uma cachoeira, Figura 6.2, inserida na formação Serra do Landim, a qual está localizada na zona rural da região de Unaí. O acesso se dá de forma semelhante ao da Gruta

do Sapezal, e possui grande potencial para visitação e passeios relacionados ao ecoturismo.



**Figura 6.2** - Cachoeira localizada na subárea XIV

A região apresenta serras e trilhas, que podem favorecer a prática de atividades ao ar livre, como trilhas e acampamentos. Na subárea III (Figura 6.3), na porção do Membro Ribeirão da Porteira, são praticados passeios de motocross nas serras.





**Figura 6.3** - Trilha para passeio de motocross na subárea III.

Na região do Município de Unaí, os passeios e visitas aos locais de paisagem natural atrativos, devem ser incentivados, vistos as possibilidades para realização do geoturismo, contribuindo para a economia local e ao incentivo e conscientização do ecoturismo.

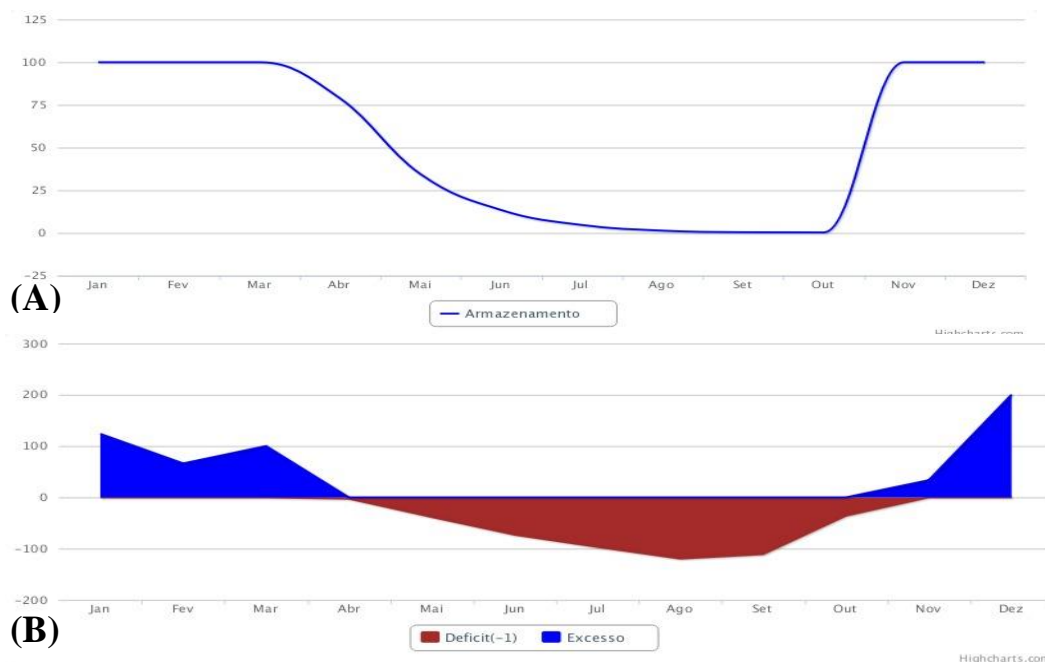
## 7 Zoneamento Hidrogeológico

### 7.1 Introdução

O zoneamento hidrogeológico tem como objetivo caracterizar os tipos de aquíferos da área do Projeto Unaí, com base nos tipos de rochas, dados estruturais, tipos de solos, relevo e mais aspectos intervenientes. Do ponto de vista cartográfico objetiva-se agrupar as áreas que apresentem características semelhantes para o aproveitamento de água subterrânea, contribuindo em um plano de exploração dos aquíferos ou sistema aquíferos.

Devido a ausência de dados quantitativos em número suficiente, como poços, ensaios de infiltração e testes de bombeamento, não foi possível a elaboração de um mapa hidrogeológico. O zoneamento sugerido neste capítulo é uma análise qualitativa, baseada em dados geológicos e dados fisiográficos. Os dados utilizados para o zoneamento foram obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo Sistema de informações de águas subterrâneas (SIAGAS), pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e o Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas (CECAV).

O noroeste do estado de Minas Gerais é uma região de clima tropical, com duas estações bem definidas, inverno seco e verão chuvoso. Esta característica está associada a disponibilidade hídrica, indicando que existe excedente hídrico no período de verão, como pode ser visto na figura 7.1, entre outubro e abril.



**Figura 7.1** - (A) Armazenamento de água no solo entre os anos de 1981 e 2010. (B) Gráfico do balanço hídrico climatológico entre os anos de 1981 e 2010.

### 7.2- Caracterização dos Aquíferos

## 7.2 Caracterização dos Aquíferos

Para a confecção do mapa mostrado na Figura 7.2, em escala original 1:125000 (Anexo V), foi aplicada a integração do mapa geológico do Projeto Unaí em escala 1:50000, após reclassificação das unidades litológicas, e sobreposição com o mapa de solos da região disponibilizado pelo IBGE, na escala 1:250000. Além dos produtos cartográficos citados, também foram utilizadas informações do diagrama de rosetas dos lineamentos morfoestruturais e dados sobre o clima regional.

Deste modo, são propostos três domínios: Domínio intergranular, associado aos solos rasos e profundos; Domínio fraturado, associado às rochas; Domínio fissuro-cárstico, associado aos dolomitos, arenitos e siltitos. Em função das diferenças das propriedades desses aquíferos, o Domínio Aquífero Intergranular foi dividido nos sistemas F1 e F2 e o Domínio Aquífero Fraturado dividido em Fraturado 1 e Fraturado 2.

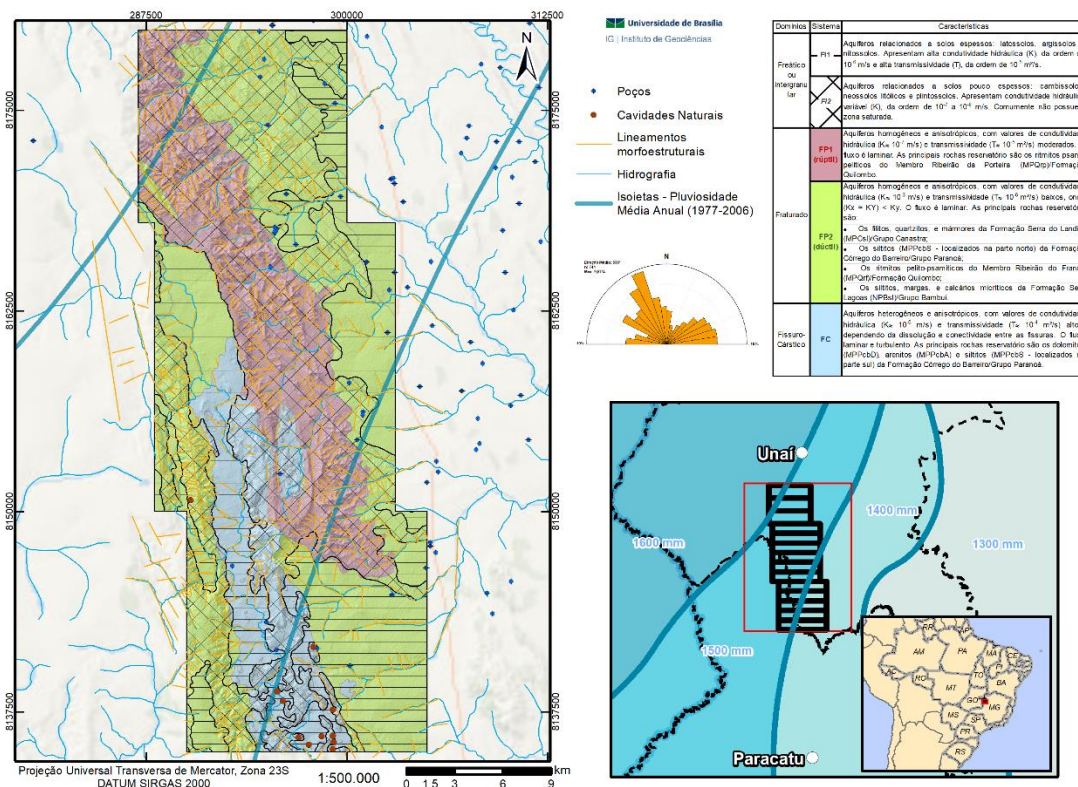


Figura 7.2 - Mapa de zoneamento hidrogeológico da área do Projeto Unaí, em que se evidenciam os três domínios de aquíferos e seus respectivos sistemas, e o diagrama de rosetas dos lineamentos morfoestruturais.

### 7.2.1 Domínio Aquífero Intergranular

Este domínio é definido a partir das características dos solos presentes na região, tais como porosidade, espessura, granulometria, estrutura, dentre outros parâmetros físicos. De acordo com

as similaridades destes solos, este domínio foi dividido em dois sistemas: F1 e F2, os quais desempenham a função de filtro e recarga para os aquíferos fraturados sotopostos. Localmente, na área de estudo, ocorrem solos com diferentes espessuras, variando de rasos (ou pouco espessos) a profundos (ou espessos), demonstrando a variação do funcionamento hídricos das coberturas pedogenéticas da região.

Sistema FI1: caracterizado por solos espessos e pedogeneticamente desenvolvidos, incluindo latossolos, argissolos e nitossolos. Estes solos estão distribuídos por toda a área do projeto, e são derivados das rochas dos grupos Bambuí, Paranoá, do Membro Ribeirão do Franco da Formação Quilombo e uma porção mais restrita do Grupo Canastra. Estes aquíferos apresentam alta condutividade hidráulica da ordem de  $10^{-6}$  m/s e alta transmissividade, da ordem de  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s, são aquíferos livres, heterogêneos e isotrópicos. Devido ao fato de os solos serem mais desenvolvidos, apresentam zona saturada espessa, são aquíferos eficientes com alto potencial hídrico, sendo responsáveis pela regularização das vazões dos cursos d'água superficiais, em geral resultando em córregos perenes.

Sistema FI2: caracterizado por solos rasos e menos desenvolvidos, como neossolo litólico, cambissolo e plintossolo. São derivados das rochas dos Grupo Paranoá e Canastra, da Formação Quilombo, uma porção mais ampla do Membro Ribeirão da Porteira e uma porção restrita do Membro Ribeirão do Franco. Estes aquíferos apresentam condutividade hidráulica variável, da ordem de  $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  m/s e baixa transmissividade, são heterogêneos e anisotrópicos. Pelo fato de serem associados a solos menos desenvolvidos, estes aquíferos comumente não apresentam zona saturada, e são aquíferos com baixo potencial hídrico, ineficientes, não sendo responsáveis pela regularização dos cursos d'água superficiais.

### **7.2.2 Domínio Aquífero Fraturado**

Este domínio define aquíferos em que os espaços de armazenamento e circulação de águas são representados pelas fraturas resultantes de atividade tectônica, o que resulta em porosidade secundária. A direção preferencial dos lineamentos morfoestruturais é N25°W, e os locais com maior concentração hídrica se dá nas interseções destes lineamentos com aqueles da família N50°-60°E. Além destas atitudes preferenciais, ainda é observada uma direção menos expressiva na roseta de lineamentos, com direção preferencial N-E. Para caracterizar o potencial hídrico deste domínio é importante a análise da frequência, densidade, abertura, tamanho e a conectividade entre as fraturas. Desta forma, este domínio foi dividido em dois sistemas: Fraturado Profundo 1 e Fraturado Profundo 2.

Sistema Fraturado Profundo 1: é constituído pelos aquíferos associados aos ritmitos psamo-pelíticos do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo, apresentam condutividade

hidráulica da ordem de  $10^{-7}$  m/s e alta transmissividade, de ordem de  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s e tem elevado potencial hidráulico. São aquíferos homogêneos e anisotrópicos. Devido a reologia das rochas presentes, este aquífero apresenta um comportamento mais rúptil, gerando alta densidade aparente de lineamentos, bem como fraturas de maiores aberturas e até maiores em profundidade, apresentando maior potencial hídrico, também responsáveis pelo fluxo laminar da água nessas rochas.

Sistema Fraturado Profundo 2: são aquíferos associados às rochas do Grupo Canastra, incluindo filitos e quartzitos da Formação Serra do Landim; siltitos da Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá (da porção norte do Projeto Unaí); siltitos, margas e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí; e ritmitos pelito-psamítico do Membro Ribeirão do Franco da Formação Quilombo.

Uma vez que as rochas incluídas neste sistema apresentam um comportamento reológico mais dúctil, com fraturas com maior abertura e fechamento em profundidade (em função da pressão litostática), seu potencial hidrogeológico é menor. Estes aquíferos apresentam condutividade hidráulica, da ordem de  $10^{-8}$  m/s, e transmissividade da ordem  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s, considerados homogêneos e anisotrópicos.

Em ambos os sistemas fraturados os planos de acamamento são anisotropias que devem ser consideradas como similares aos planos de fraturas e podem ampliar a circulação de água subterrânea nestes aquíferos.

### **7.2.3 Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico**

Esses aquíferos estão associados às porções do Grupo Paranoá, em que ocorrem interdigitados dolomitos, arenitos e siltitos da Formação Córrego do Barreiro, na porção sul da área do Projeto Unaí, com a presença de cavidades naturais, que se interligam com as fraturas presentes nas unidades não carbonáticas. São aquíferos heterogêneos e anisotrópicos, com condutividade hidráulica aproximadamente na ordem de  $10^{-6}$  m/s e transmissividade na ordem de  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s, com alto potencial hídrico, que pode variar em função do grau de dissolução cárstica e conectividade entre as fraturas presentes nas rochas.

Nestes aquíferos há simultaneamente fluxo laminar e turbulento, o que torna o sistema mais complexo. A modelagem deste tipo de aquífero deve considerar que se trata de um sistema misto em que a acumulação e a transmissão da água ocorrem apenas nas fraturas e condutos, não existindo porosidade matricial remanescente.

## **7.3 Importância e Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos**

Os aquíferos são reservatórios de águas subterrâneas, sendo possível extrair água para aproveitamento econômico e abastecimento público. Na região do Projeto Unaí há inúmeras

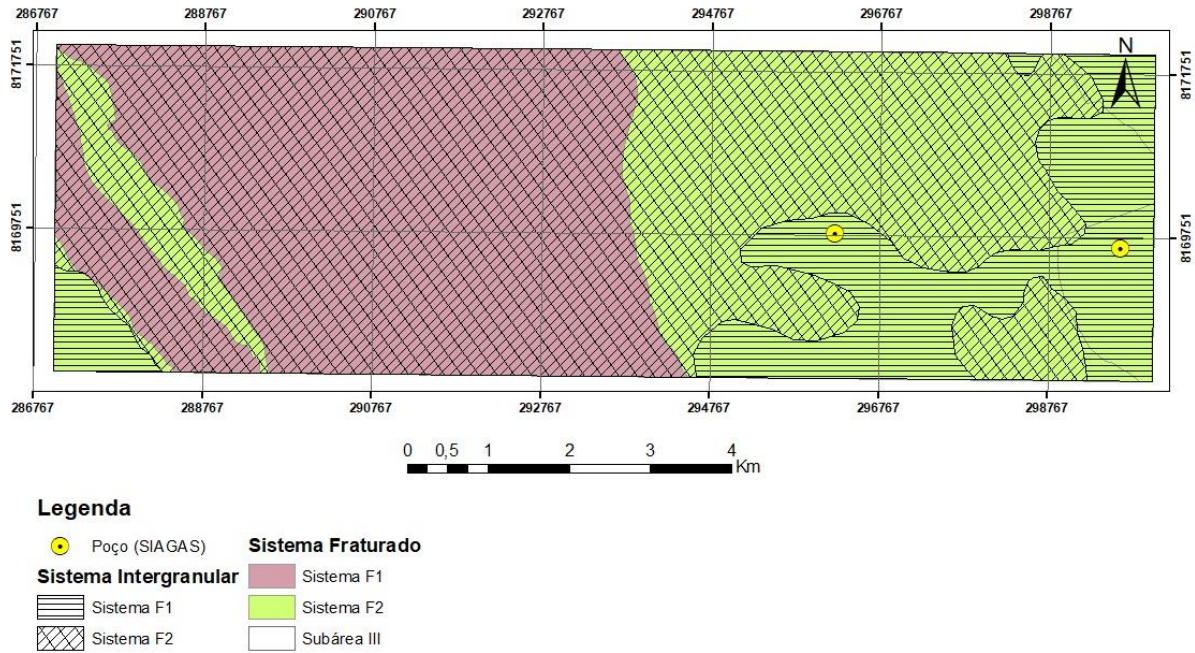
fazendas e propriedades que trabalham com pecuária e agricultura, e também a presença de assentamentos rurais, sendo essencial o acesso a água de qualidade.

Devido a expansão de atividades antrópicas, é possível observar em algumas drenagens secas a presença de lixos descartados, sendo importante um projeto de conscientização e maiores informações para a população da relação do solo com a água subterrânea, e evitar contaminações futuras.

Em função do crescimento da pecuária e da agricultura, que são setores bastante ativos na região e atividades que demandam quantidade significativa de água, há o risco de se ampliar os conflitos entre usuários de águas subterrâneas e superficiais. Assim, são sugeridas algumas propostas para a melhor gestão desses recursos hídricos para preservação da água existente e para ampliar a oferta para as demandas crescentes.

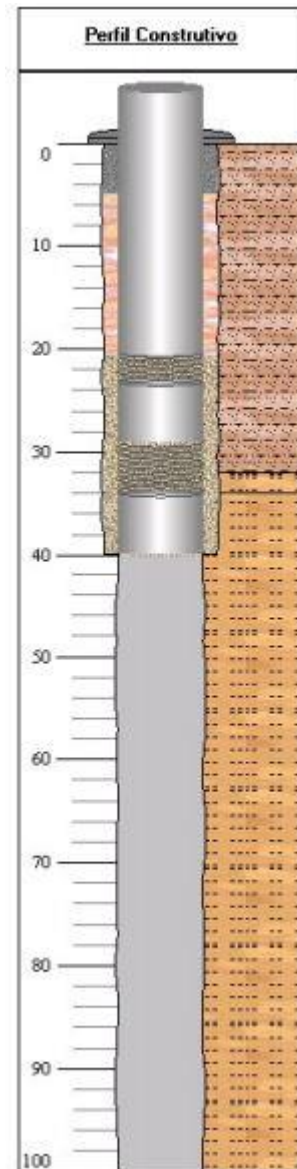
#### Construção de Poços Tubulares

Com base nos dados obtidos no SIAGAS da presente região de estudo do Projeto Unaí, são observados 38 poços tubulares cadastrados, estando dois poços localizados dentro dos limites da poligonal da subárea III como é mostrado no mapa da Figura 7.3. O perfil construtivo de um desses poços é exibido na Figura 7.4. A partir dos dados deste cadastro, como também em observações de campo, é possível determinar a potencialidade hídrica de alguns locais na região. Este tipo de informação é de muito interesse para a população local para a locação e construção de futuros poços como alternativa para suprir a necessidade hídrica para a economia local.



**Figura 7.3** - Zoneamento hidrogeológico da subárea III, com os poços tubulares presentes na subárea.

Desta forma, é importante que a construção de novos poços tubulares, sigam padrões técnicos desde sua locação, e no momento da construção, com uso de filtro com aberturas adequadas, granulometria correta do pré-filtro, isolamento sanitário e manutenção de distâncias mínimas entre os poços. Considerando os poços já existentes na região, em muitos locais estão sem o devido isolamento sanitário, ou uma laje de proteção e cimentação, é importante que sejam realizadas periodicamente sua desinfecção e manutenção preventiva.



**Figura 7.4** - Perfil construtivo do poço na subárea III. Retirado do site do SIAGAS.

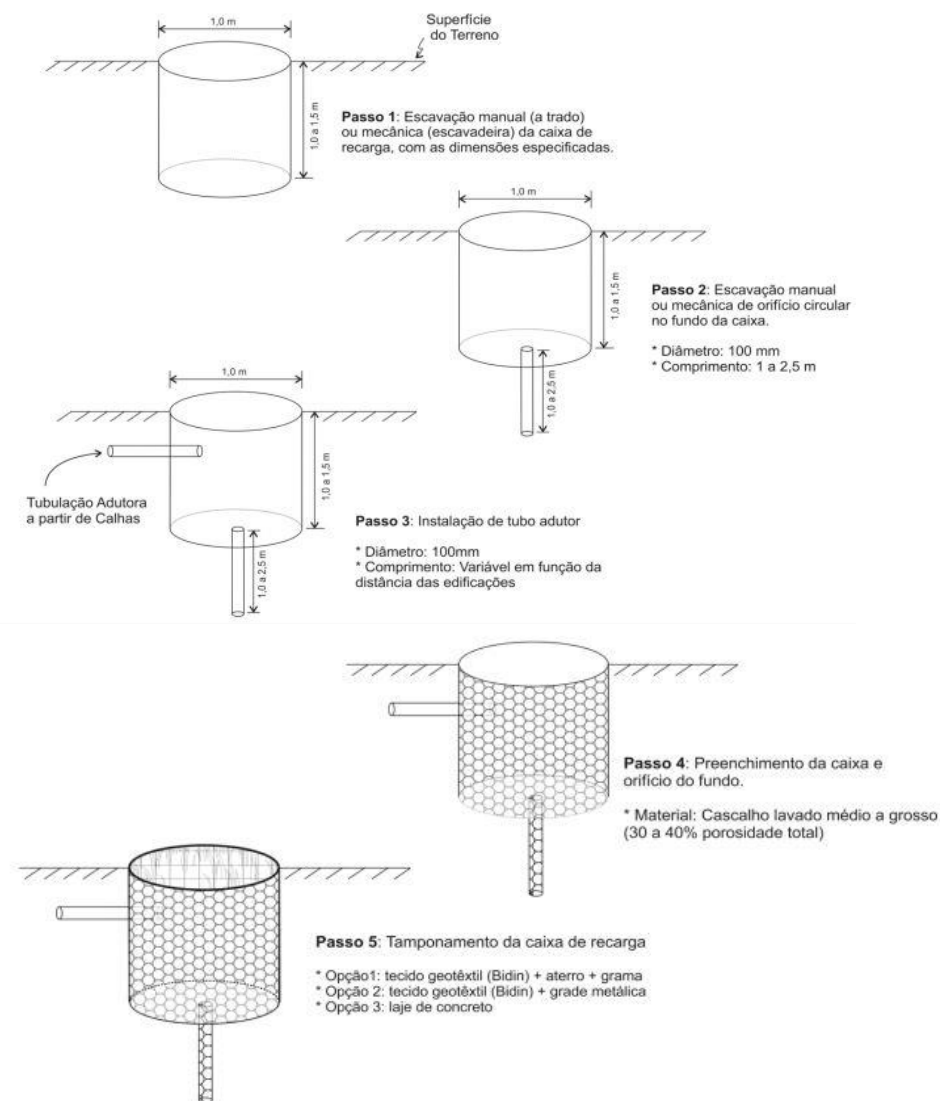
### Recarga Artificial

Em algumas fazendas que estão localizadas no Projeto Unaí foi observado o uso de cisternas, tornando vantajoso o uso da recarga artificial em suas proximidades. A recarga deve ser realizada com uso de água de precipitações pluviais, para aumentar a disponibilidade de água subterrânea, com a consequente perenização de nascentes e ampliação das reservas renováveis dos aquíferos submetidos a exploração.

Para esses locais é sugerido que se use o sistema de Caixa de Recarga, como pode ser visto o procedimento para sua construção na Figura 7.5, que deve ser composto por uma calha que capte as águas de chuva que precipita sobre os telhados e por tubo de PVC que a direcione para as caixas de infiltração. Estas devem ser construídas mantendo uma distância mínima de três metros das edificações (casas) para evitar riscos geotécnicos às fundações. Em locais em que não há coleta e



tratamento de esgotos, as caixas devem ser preferencialmente instaladas com a máxima distância do sistema de fossa-sumidouro. Sendo a área de cobertura maior que uma área de 200 m<sup>2</sup>, deve ser direcionado para cada caixa uma área de 200 m<sup>2</sup>.



**Figura 7.5** - Etapas de construção para o sistema Caixa de Recarga. Retirado de Relatório de consulta técnica da Adasa.

### Cobrança pelos Recursos Hídricos e Educação Ambiental

Uma das importantes medidas de gestão seria a criação de um sistema de cadastramento dos poços e de outros meios de captação de água, e uma fiscalização pelo poder público para evitar o desperdício. Também seria importante a cobrança pelo uso da água, com a instalação de hidrômetros, para incentivar a economia no consumo de água e um maior controle do Estado de como o recurso está sendo utilizado.

A implementação de um programa para Educação Ambiental, para conscientização da população do descarte do lixo produzido, a fim de evitar a contaminação dos recursos hídricos. Da mesma forma sugere-se a adoção de práticas ecologicamente corretas para o uso sustentável dos recursos hídricos. As ações de educação e informação ambiental podem ser implantadas em escolas, visitações nas fazendas e povoados, e em propagandas de rádio (que é um meio de comunicação muito consumido pela população rural).

## 8 Evolução Geotectônica

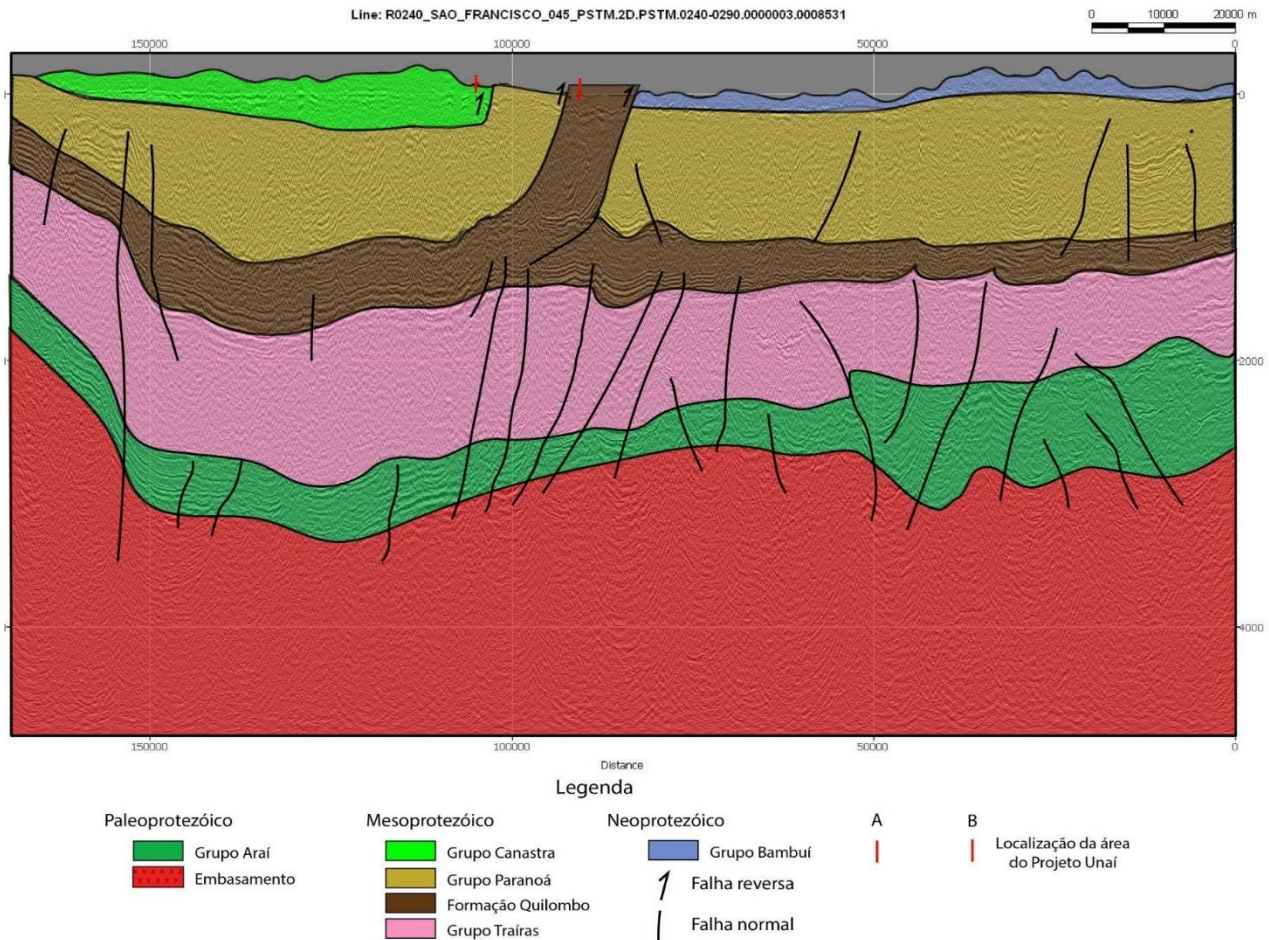
### 8.1 Introdução

O contexto geotectônico da área do Projeto Unai é associado a processos de rifteamento sucessivos, que geraram espaço para sedimentações das unidades observadas, seguido do evento orogênico compressivo neoproterozoico (Brasiliano). O modelo de evolução sugerido foi elaborado considerando um contexto geológico aflorante e não aflorante.

Neste último caso, a base para interpretação foram a linha sísmica R0240-São Francisco-045-PSTM da Agência Nacional do Petróleo, e dados disponíveis da literatura, e o contexto geológico aflorante.

A deposição do Supergrupo Veadeiros é proposta em Martins-Ferreira *et al.* (2018b), como resultado de três pulsos extensionais registrados na margem oeste do Cráton São Francisco, representados pelas sequências Araí (Supergrupo Veadeiros Inferior), Traíras (Supergrupo Veadeiros Médio) e Paranoá (Supergrupo Veadeiros Superior), correlacionados com as fases inferior, médio e superior do Supergrupo Espinhaço localizado na margem leste.

O início da evolução tectônica da área se deu durante o riftamento Estateriano, com a deposição dos sedimentos do Grupo Araí. No Calimiano, o Grupo Traíras é formado pelo preenchimento da bacia tipo SAG, a qual seria a base para o sistema turbídítico Ectasiano da Formação Quilombo. No Esteniano, foram estabelecidas as bacias de margem passiva, que é preenchida pelos sedimentos do Grupo Canastra, e pela porção superior do Grupo Paranoá. O grupo Bambuí, foi depositado no Neoproterozóico em uma plataforma marinha mista com contribuição glaciogênica. Durante o ciclo Brasiliano ocorreu uma inversão tectônica, gerando uma bacia de *foreland*. A seguir são apresentados interpretações, discussões e blocos diagramas para os modelos de evolução tectônica propostos.



**Figura 8.1** - Desenho esquemático interpretado da linha sísmica presente em Unaí-MG.

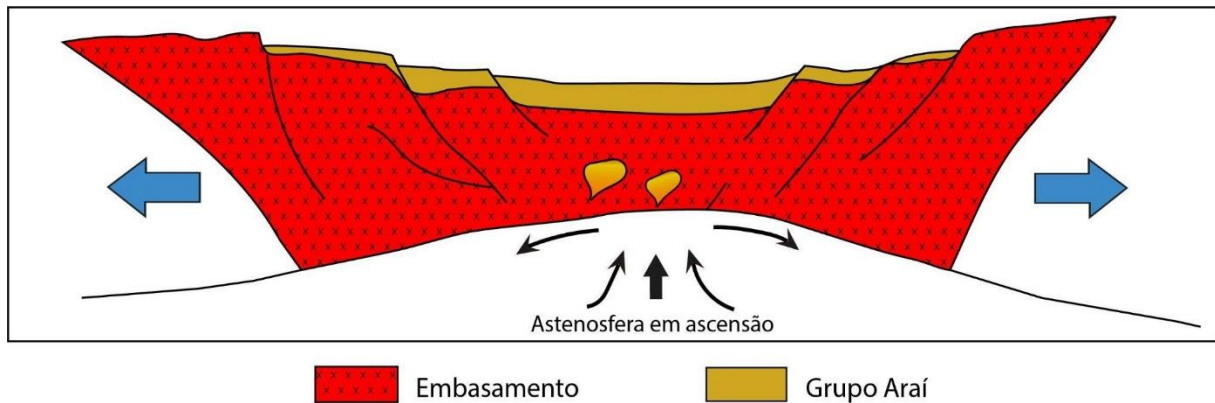
## 8.2 Contexto Geológico Não Aflorante

Considerando um contexto mais regional e a geologia em profundidade a partir da seção sísmica na Figura 8.1 é possível interpretar as seguintes unidades geotectônicas: o Embasamento cristalino; Seção do rifte correlacionado ao Grupo Araí; Seção associada ao Grupo Traíras; Seção do Grupo Quilombo, com refletores bem marcados, com escapes indicando afloramento na área do projeto; Seção Grupo Paranoá, podendo observar alguns escapes da unidade; e o Grupo Canastra a oeste da área do projeto (A-B); e por fim a Seção do Grupo Bambuí a leste da área do projeto (A-B).

A ocorrência do embasamento cristalino é corroborada pela presença de duas faixas a norte da área do Projeto Unaí, compostas por tonalitos e granodioritos, com zircões datados de idade 2.15 Ga. Estes afloramentos são interpretados como resultantes da presença de um alto do embasamento, presente desde a paleogeografia do rifteamento (Moura, 2018).

A partir da interpretação da linha sísmica e as camadas observadas, propõe-se que as camadas mais inferiores do embasamento ainda apresentem registro de falhas normais (Figura 8.2). Estas estariam relacionadas com o processo de rifteamento onde se deposita o Grupo Araí E

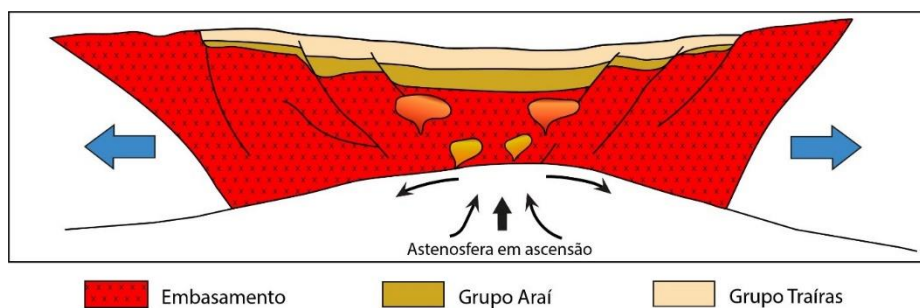
a camada que está acima, é formada com o preenchimento da bacia SAG, associada ao Grupo Traíras.



**Figura 8.2** - Estágio pré-rift do Grupo Araí.

O Grupo Araí pertence ao Supergrupo Veadeiros Inferior, está sobreposto à Suíte Aurumina, é depositado em uma bacia tipo rifte intracontinental (Figura 8.2) abortado, passivo, estreito a divergente, constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas. Este grupo inicialmente foi subdividido em Formação Arraias, sendo uma sequência continental, e Formação Traíras, uma sequência marinha (Dardenne *et al.*, 1999). Posteriormente, em três formações: Água Morna, Arraias, Caldas e Traíras (Tanizaki *et al.*, 2015).

O Grupo Traíras (Martins-Ferreira, 2018a), caracteriza a sequência Supergrupo Veadeiros Médio, é classificado como uma bacia intracontinental tipo SAG e pode ser observado na Figura 8.3, marcando a mudança para a fase de subsidência flexural da bacia. É subdividido três formação, que seriam: Boqueirão, Rio Preto e Rosário.

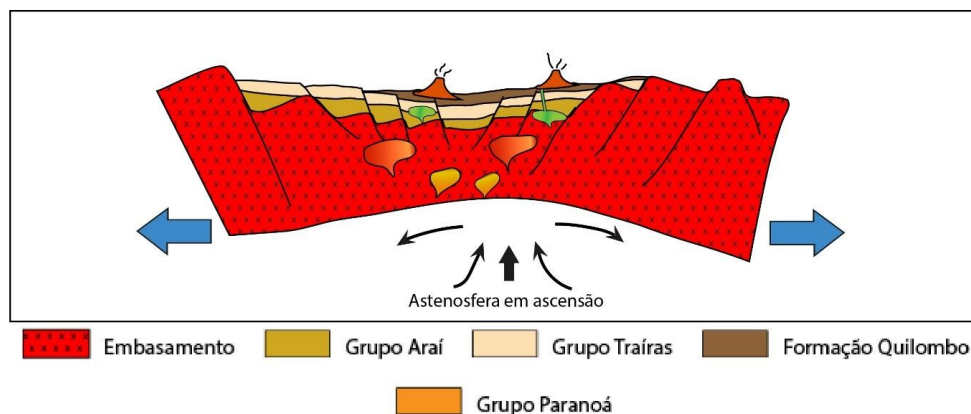


**Figura 8.3** - Estágio sin-rift do Grupo Araí, com mudança para a fase de subsidência flexural com a deposição do Grupo Traíras.

### 8.3 Contexto Geológico Aflorante

De acordo com os dados disponíveis na literatura, somados aos dados descritos neste relatório, foi realizada a interpretação das unidades observadas em campo, em seus contextos tectono-estratigráficos, sendo elas, a Formação Quilombo, o Grupo Canastra, o Grupo Paranoá e o Grupo Bambuí.

A Formação Quilombo tem idade máxima de deposição determinada em ca.  $1394 \pm 13$  Ma, de acordo com a idade U-Pb em grãos de zircão das rochas vulcânicas presentes nas sequências de rochas sedimentares (Campos *et al.*, 2021). Esta determinação, somada à interpretação da seção sísmica (Figura 8.1), situa a Formação Quilombo sotoposta ao Grupo Traíras (Supergrupo Veadeiros Médio) e sobreposta pelo Grupo Paranoá (Supergrupo Veadeiros Superior), no topo, corroborando para seu enquadramento no Supergrupo Veadeiros. Esta formação é interpretada como registro de uma sequência turbidítica distal. O ambiente de deposição seria um ambiente marinho de águas profundas, em uma bacia intracratônica SAG.

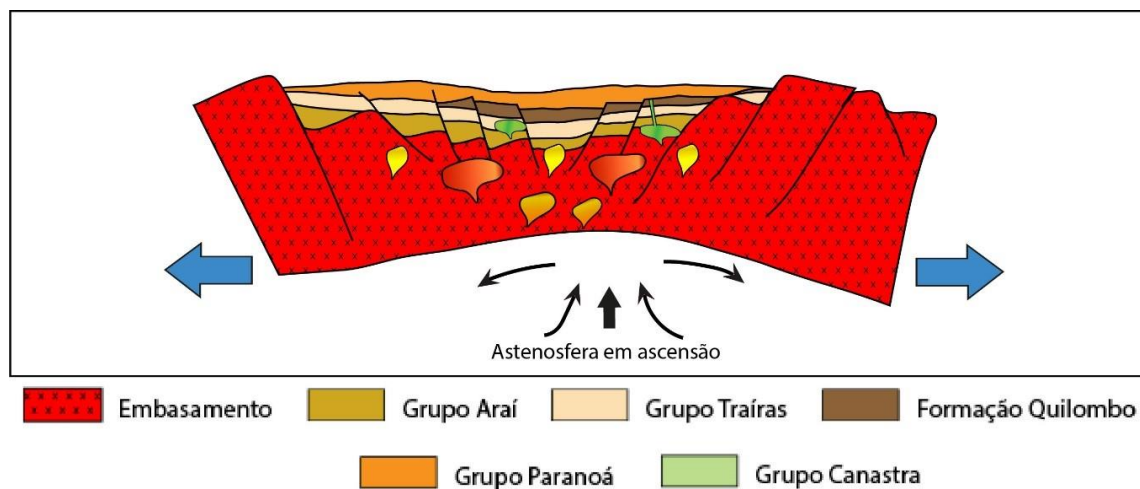


**Figura 8.4** - Formação Quilombo depositado na bacia intracratônica SAG em águas profundas.

O Grupo Paranoá tem idade máxima de deposição de c. 1,54 Ga (Matteine *et al.*, 2012), de acordo com idades de populações de zircões encontrados na base do grupo. O ambiente e evolução geotectônica deste grupo ainda apresentam controvérsias. Alguns autores sugerem como ambiente deposicional uma bacia do tipo Margem Cratônica interligada, possivelmente, a bacias do tipo margem passiva, em fases de nível eustático elevado (Martins-Ferreira, 2018). Porém, a ausência de evidências para uma evolução para bacia de margem passiva, faz com que outros autores interpretam-na como de margem intracratônica (Martins-Ferreira, 2018) como mostrado na Figura 8.5.

A Formação Córrego do Barreiro caracteriza o final do preenchimento da Bacia Paranoá. É definida pela deposição de sedimentos psamo-pelíticos, com contribuição carbonática, caracterizando um ambiente de águas rasas. Os sedimentos carbonáticos seriam depositados nos

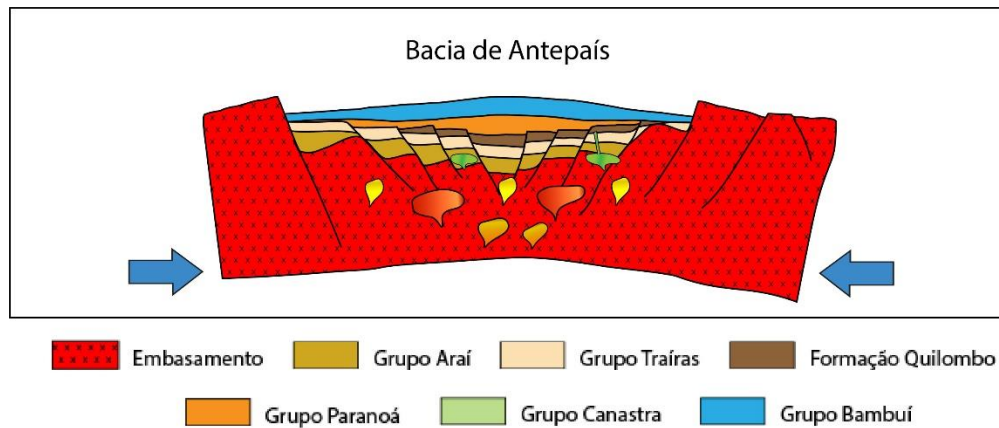
altos paleogeográficos, sob condições de águas rasas, quentes e limpas, e os pelitos em águas mais profundas abaixo da atuação de base de ondas (Campos *et al.*, 2013).



**Figura 8.5** - Grupo Paranoá depositado na bacia intracratônica.

O Grupo Canastra apresenta fácies típicas de águas profundas, descritas por Dardenne (2000), sendo iniciada pela Formação Serra do Landim, a qual representa o topo do grupo. As datações de grãos detríticos deste grupo, fornecem idades entre 1030 Ma a 2996 Ma, com importante componente Paleoproterozoico (~ 1,8 a ~2,1 Ga) (Valeriano *et al.* 2004; Rodrigues *et al.*, 2010). De acordo com as descrições das fácies deste grupo, bem como as definições das idades, sugere-se que a deposição deste grupo, esteja associada a uma bacia do tipo margem passiva, visto seu contexto deposicional se encontrar distante do ambiente deposicional do Grupo Paranoá, o Grupo Canastra não é representado no modelo esquemático. O contexto de deposição é o da tafrogênese toniana, superposta aos riftes mesoproterozoicos. Este evento estaria associado à fragmentação do Supercontinente Rodínia, gerando a dispersão de múltiplos paleocontinentes, incluindo o São Francisco-Congo no intervalo 900-950 Ma (Valeriano *et al.*, 2004).

O Grupo Bambuí é descrito como uma sequência marinha intracontinental, composta por rochas pelíticas e carbonáticas. Este grupo é caracterizado por três megaciclos regressivos (Dardenne 2000), sendo o primeiro representado pela Formação Sete Lagoas, que é a unidade presente na região de estudo. As formações deste grupo se depositam em inconformidade sobre os Grupos Araí, Traíras e Paranoá (Dardenne 2000), essa inconformidade erosional é gerada posteriormente ao ciclo brasileiro, que marca a inversão da bacia de margem passiva, para bacia do tipo foreland, na qual representa o contexto em que se deposita o Grupo Bambuí, podendo ser observado na Figura 8.7.



**Figura 8.6** - Deposição do Grupo Bambuí, em bacia tipo *Foreland*, marcando inversão da bacia anterior.

#### 8.4 Correlações Regionais

O embasamento da Faixa Brasília foi consolidado durante o Evento Riáciano, representado por três domínios, sendo eles: Sequência Campinorte, em ambiente de arco, com idade de 2,2 Ga (Della Giustina *et al.*, 2007); Suíte 1 e 2, em ambiente de margem continental ativa, caracterizado pelos granitos calcialcalinos, com idade de 2,2 Ga (Cruz & Kuyumjian, 2003); e Suíte Aurumina, em ambiente de colisão continental, com idade de 2,17 Ga (Botelho *et al.*, 2006).

Moura (2018) realizou análises geoquímicas e isotópicas das rochas do embasamento em áreas próximas a região do Projeto Unaí, e classificou como granitos tipo S, com idade de cristalização de 2,14 Ga, determinada por meio do método U-Pb em zircão detrítico. Deste modo, o embasamento do projeto pode ser correlacionado com a porção norte da Faixa Brasília, Suíte Aurumina, de ocorrência na Faixa Brasília Setentrional, composta por tonalitos, granodioritos e granitos em quantidades menores.

Uma unidade arcoseana é descrita na porção superior do grupo Paranoá, denominada informalmente de “nível arcoseano”, e sua ocorrência não segue um padrão nos afloramentos do grupo. É caracterizada por arenito arcoseano feldspático e quartzo-arenito variando de conglomerado a areia fina. As lentes quartzíticas feldspáticas inseridas na parte basal da Formação Córrego do Barreiro podem ser correlacionadas com pequenas e localizadas ocorrências do “Nível arcoseano”, onde ocorre o arenito feldspático (Seraine, 2020). Apesar da semelhança litológica, não podem ser definidos como litotipos da mesma formação, pois possuem características específicas e são depositados em diferentes locais da bacia.

Semelhanças litológicas, tais como abundância em níveis psamíticos, presença rítmica de pelitos e níveis com associações carbonáticas, têm levado muitos autores a correlacionar os metassedimentos do grupo Canastra ao grupo Paranoá (Dardenne, 1979; Pereira, 1992; Campos Neto, 1984; Freitas-Silva, 1991). Semelhanças isotópicas corroboram com esta correlação, como



as idades modelo Sm-Nd e idade máxima. A maioria das amostras do grupo Canastra apresentam valores de  $T_{DM}$  superiores a 1,9 Ga (Rodrigues, 2008), e para o Grupo Paranoá valores de  $T_{DM}$  entre 2,3 e 2,0 Ga (Marques *et al.*, 2015). Já as idades máximas de deposição são de 1,04 Ga para o Grupo Canastra e 1,1 Ga para a Formação Córrego do Barreiro (Seraine, 2020).

Algumas diferenças, no entanto, são descritas em relação a estes grupos. O Grupo Paranoá inicialmente é depositado em bacia de margem cratônica e representa uma sequência de granocrescência descendente, enquanto o Grupo Canastra apresenta granocrescência ascendente (Pereira, 1994). As interpretações apontam que a Formação Córrego do Barreiro tenha se depositado em águas mais rasas, enquanto a Formação Serra do Landim em águas profundas.

Em relação aos grupos Canastra e Vazante, os dados geológicos e isotópicos indicam que foram depositados em configurações de margem passiva, e ambas unidades são possivelmente mais jovens que o Grupo Paranoá (Martins-Ferreira, 2018). É possível que tenha ocorrido deposições contemporâneas dessas bacias, se enquadrando em um contexto de margem passiva em bacias distintas.

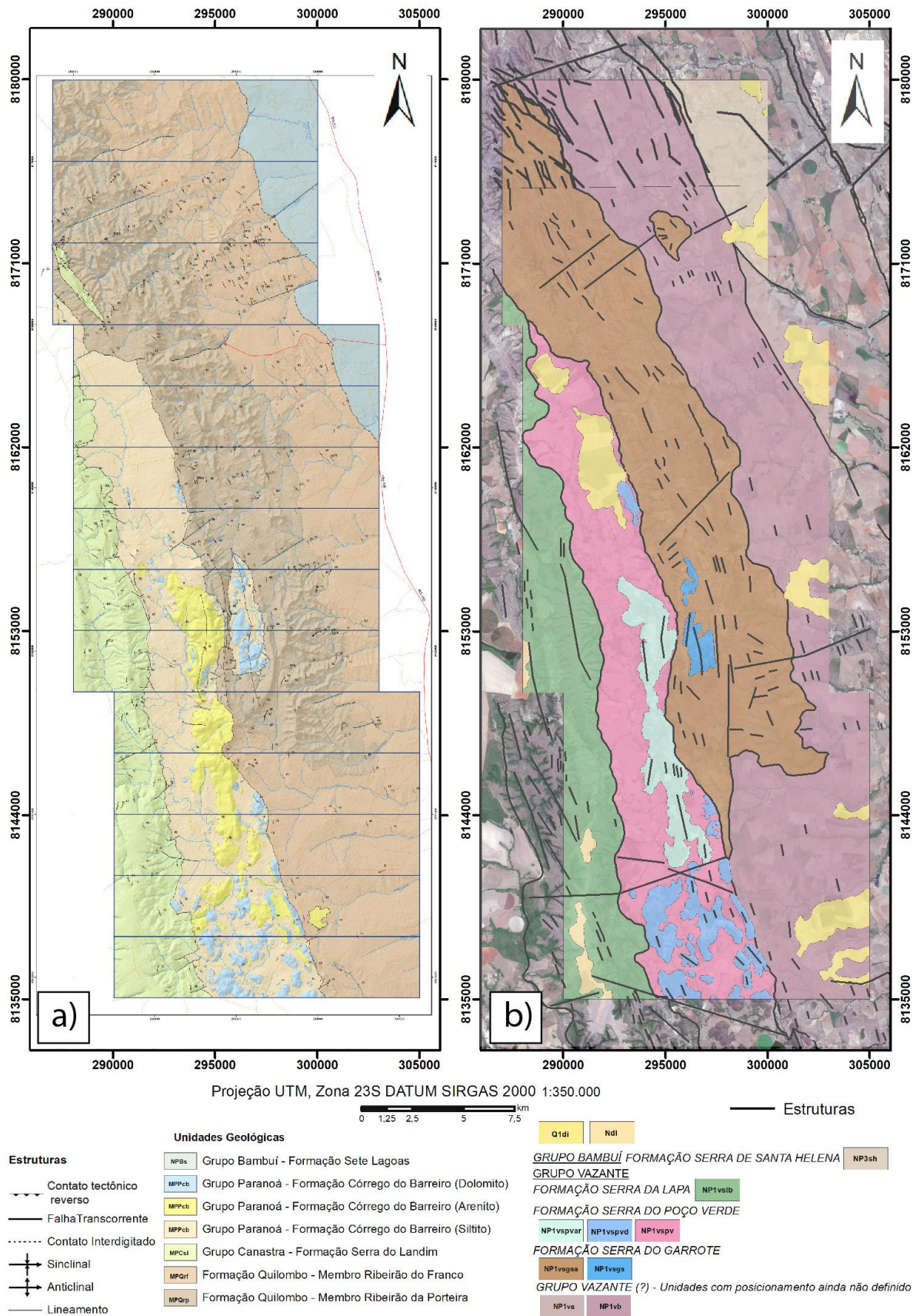
## 9 Considerações finais e Recomendações

### 9.1 Evolução do Conhecimento

A área do Projeto Unai está inserida nas Folhas Unai (SE.23-V-A-III) e Serra da Aldeia (SE.23-V-A-VI) em escala 1:100.000 cartografada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Neste, foram cartografadas quatro unidades, os grupos Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí.

A partir de uma cartografia geológica proposta, confeccionada a partir de mapeamento em escala 1:50000, são indicadas algumas diferenças. As principais, que serão discutidas a seguir são (Figura 9.1):

- (i) A Formação Quilombo foi cartografada a partir da sucessão de rochas vulcânicas intercaladas com uma sequência turbidítica;
- (ii) Interpretação da ocorrência do Grupo Paranoá em porções anteriormente definidas como grupo Vazante;
- (iii) Expansão em área da ocorrência do Grupo Canastra.



**Figura 9.1** – a) Mapa em escala 1:50000 do Projeto Unaí. b) Mapa elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil em escala 1:100000.

Campos *et al.* (2021) descreveram a Formação Quilombo, como uma sequência vulcanosedimentar, depositada em c.a.  $1394 \pm 19$  Ma. Características como, a sedimentação turbidítica em águas profundas, a presença de camadas de rochas vulcânicas, fazem com que esta unidade apresente características ímpares, não correlacionáveis àquelas descritas para a região e adjacências. As fácies descritas na Formação Quilombo evidenciam um sistema turbidítico formado em águas profundas, devido a grande quantidade de sedimentos pelíticos.

A linha sísmica, adicionalmente, permite a interpretação desta unidade acima dos grupos Traíras e Paranoá.

A distinção do Grupo Vazante para o Grupo Paranoá, anteriormente mapeado pela CPRM na presente região de estudo, foi feita através da descrição de níveis mais arenosos, como também pela presença de arenito subarcoseano, o qual não está presente no Grupo Vazante, e nem há relatos na literatura. Apesar dos dois grupos apresentarem formações descritas com a presença de dolomitos. Em relação ao ambiente deposicional, sugere-se que a presença de dolomitos é resultado da precipitação com influência de altos paleogeográficos.

A presença de *klippe* do Grupo Canastra, evidencia a tectônica thin-skinned com descolamento de base e topo, feição observada e proposta para outras regiões como nas proximidades da cidade de Carmo do Rio Claro, e Piumhi (Valeriano, 1992). Uhlein (2012), descreve a presença de *klippes* na porção meridional da Faixa Brasília, resultado da tectônica que ocasionam a inversão das unidades, imbricadas com forte aloctonia.

A área do projeto apresenta baixo potencial econômico para metais, devido ao baixo metamorfismo e magmatismo restrito. No entanto, apresenta potencial econômico para desenvolvimento de atividades que visam a extração de argila para uso na construção civil, e de carbonato para agregados e uso agrícola.

## 9.2 Recomendações

Alguns questionamentos permanecem após a conclusão do Projeto Unaí, e as sugestões para sanar as dúvidas serão citadas a seguir:

- Análises geoquímicas e isotópicas para determinação das idades das formações, e entender a correlação da Formação Quilombo com as unidades adjacentes.
- Mapeamento para identificação da Formação Quilombo em demais porções do contexto tectônico que está inserido.
- Estudo detalhado das Rochas Vulcânicas mapeadas na Formação Quilombo, e suas relações cronoestratigráficas com esta unidade.

- Realizar um estudo metamórfico detalhado para mostrar a diferença do Grupo Canastra em relação ao Grupo Paranoá, para confirmação da diferença de nível crustal.
- Mapeamento estrutural de detalhe, com o objetivo de identificar outras klippes nas porções a norte e a sul, que possam corroborar com a interpretação dessa feição na presente área de estudo.

**Referências bibliográficas**

**ÁGLIO, D. M.; CARVALHO JR, W.; OLIVEIRA, RP de.** Modelagem topográfica de declividade para classificação de solos: uma comparação metodológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 1997.

**ALVARENGA, C. J. S. DARDENNE, M. A. Vieira, L. C. MARTINHO, C. T., GUIMARÃES, E. M. SANTOS, R. V. SANTANA, R. O.** Estratigrafia da borda ocidental da Bacia do São Francisco. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1/2, p. 145-164, nov.2011/nov.2012.

**CADAMURO, A.L.M.** 2002. Proposta, Avaliação e Aplicabilidade de Técnicas de Recarga Artificial em Aquíferos Fraturados para Condomínios Residenciais do Distrito Federal. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de Mestrado, 130p.

**CAMPOS, José Eloi Guimarães; DARDENNE, Marcel Auguste.** Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. Revista Brasileira de Geociências, v. 27, n. 3, p. 269-282, 1997.

**CAMPOS, J.E.G., BOGOSSIAN, J., CARVALHO, R.M.,** 2012. Sedimentology of the psammo-pelitic-carbonate unit, Paranoá group, and Sete Lagoas Formation, Bambuí group: examples of mixed carbonate-siliciclastic sedimentation in the proterozoic of the Brasília Fold belt. Rev. Bras. Geociencias 42 (3), 513–522.

**CAMPOS, José Eloi Guimarães et al.** Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. Brazilian Journal of Geology, v. 43, n. 3, p. 461-476, 2013.

**CAMPOS, J. L. G.; GONÇALVES, T. D.** (2015) Diretrizes para o desenvolvimento de recarga artificial de aquíferos no Distrito Federal. Relatório de Consulta Técnica. Brasília – DF: Adasa, 70 p.

**CAMPOS, José Eloi Guimarães et al.** Discovery of Precambrian deep-water turbidites and submarine volcanism in the Brasília Belt, Central Brazil: The Quilombo Formation. Journal of South American Earth Sciences, v. 108, p. 103226, 2021.

**COELHO, Júlio César Carvalho; MARTINS-NETO, Marcelo Augusto; MARINHO, Marcelo S.** Estilos estruturais e evolução tectônica da porção mineira da bacia proterozóica do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 38, n. 2 suppl, p. 149-165, 2008.

**COSTA-NETO, S.F da,** 2006. Ritmito superior do Grupo Paranoá e fim da deposição de margem passiva. Dissertation, Universidade de Brasília (UnB).

**DARDENNE, M.A.,** 2000. The Brasília Fold belt. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.), Proceedings of the 31st International Geological Congress on the Tectonic Evolution of South America, pp. 231–263 Rio de Janeiro.

**DELLA GIUSTINA, Maria Emilia Schutesky.** Geologia e geocronologia da sequência Vulcano-sedimentar Campinorte e do Complexo Uruaçu, província Tocantins. 2007.

**DUNHAM, Robert J.** Classification of carbonate rocks according to depositional textures. 1962.

**DUTRA, Ana Caroline Duarte et al.** Metalogenia em terrenos de alto grau: Contexto geológico e propostas para o modelo de geração das mineralizações sulfetadas de Rio Claro, RJ. 2013.

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 306 p.

**FERREIRA**, F. J. F. & **SOUZA**, J. L. Gamaespectrometria - Fundamentos, Geoquímica e Distribuição dos Radioelementos em Rochas e Solos. LPGA, Departamento Geologia/UFPR. Curitiba, 2002. 72 p

**FERREIRA**, F.J.F. et al. Enhancement of the total horizontal gradient of magnetic anomalies using the tilt angle. *Geophysics*, v.78, p.J33-J41, 2013

**FOLK**, R. L., 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin: Hemphill Publishing Company, 184p.

**FREITAS-SILVA**, F.H. & **DARDENNE**, M.A. 1994. Proposta subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. *In: Simp. Geol. Centro Oeste*, 4, Brasília, 1991. Anais... Brasília, SBG-DF/CO, p. 164-165.

**GUIMARÃES**, 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.

**HEILBRON**, Monica; **CORDANI**, Umberto G.; **ALKMIM**, Fernando F. São Francisco Craton, Eastern Brazil: tectonic genealogy of a miniature continent. *Regional Geology Reviews*, 2017. pg.190-195. **VALERIANO**, Claudio de Morisson. The Southern Brasília Belt.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pedologia. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/>>

**KEAREY**, Philip; Brooks Mike; Hill Ian. Geofísica de exploração. Tradução. Coelho, Maria Cristina. Oficina de textos. p.53-222, 2013

**LASA** Engenharia e Prospecções S.S., 2001. Relatório Final do Levantamento e processamento dos dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos de Minas Gerais, Área 1-Unai, Paracatu, Vazante e Coromandel; Texto técnico; SEME-COMIG.

**MARQUES**, Carla Sofia Sousa et al. Geologia e quimioestratigrafia isotópica do Grupo Vazante em Lagamar (MG). *Geonomos*, 2015.

**MARTINS-FERREIRA**, Marco Antonio Caçador et al. Proterozoic intracontinental basin succession in the western margin of the São Francisco Craton: constraints from detrital zircon geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 81, p. 165-176, 2018.

**MATTEINI**, M. et al. 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*, v. 206, p. 168-181, 2012.

**MENESES**, Paulo Roberto; **ALMEIDA**, T. de. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

**MOURA**, Florença das Graças. Geologia do Grupo Quilombo e seu embasamento cristalino na região de Unai-MG. 2018.

**MUTTI**, E. 1992. Turbidite sandstones. Parma, Istituto de Geologia, Università di Parma, AGIP, 225p.

**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.

**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., 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. *J. South Am. Earth Sci.* 29 (2), 512–521.

**SERAINÉ, Marina et al.** Tectonic significance of abrupt immature sedimentation in a shallow cratonic margin basin: The Arkose Level, Mesoproterozoic Paranoá Group. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 97, p. 102397, 2020.

**SOLOS, Embrapa.** Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

**KEAREY, Philip; Brooks Mike; Hill Ian.** Geofísica de exploração. Tradução. Coelho, Maria Cristina. Oficina de textos. p.53-222, 2013

**TANIZAKI, Maria Luiza Nascentes; CAMPOS, José Eloi Guimarães; DARDENNE, Marcel Augute.** Estratigrafia do Grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil Central. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 95-108, 2015.

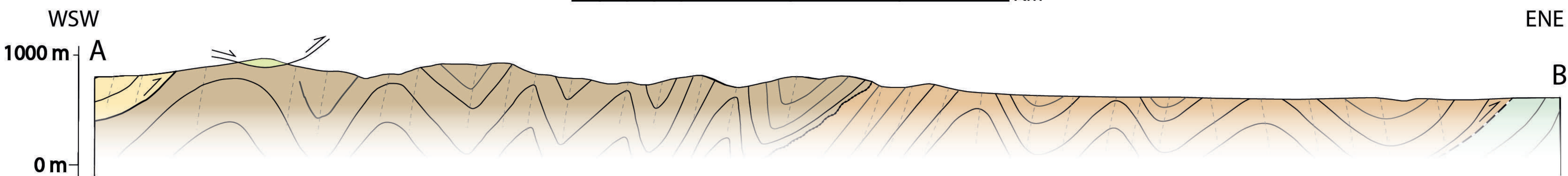
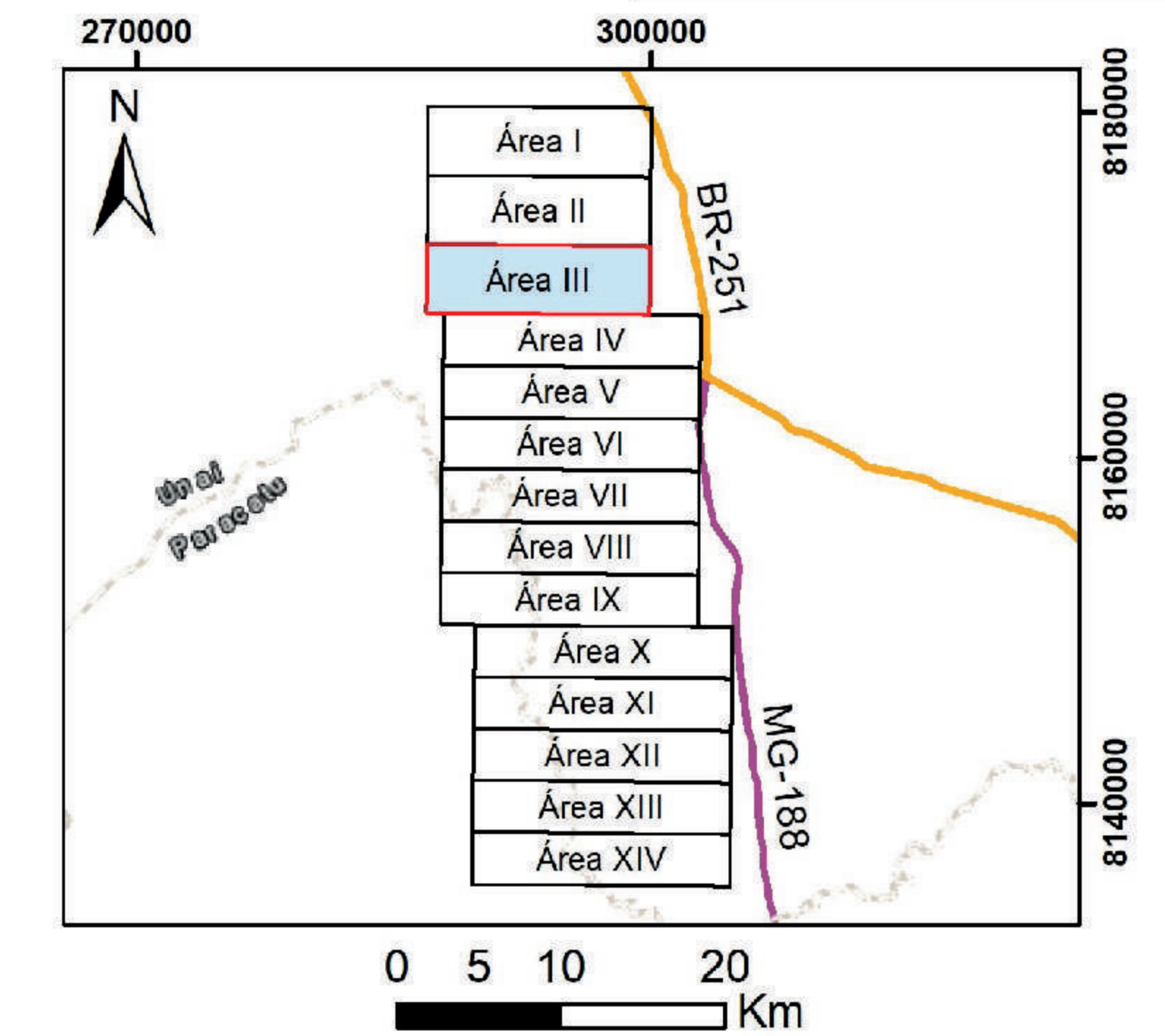
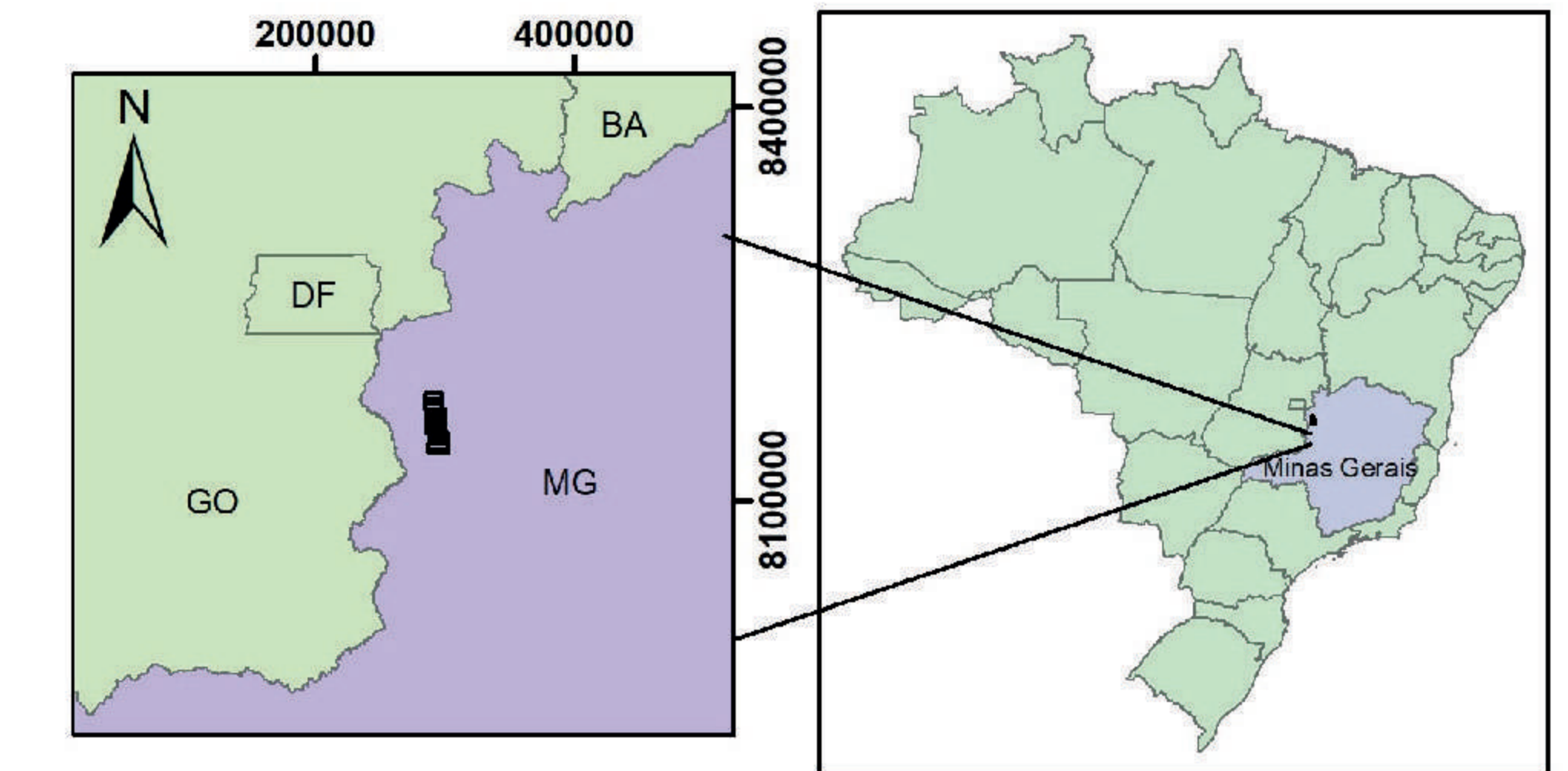
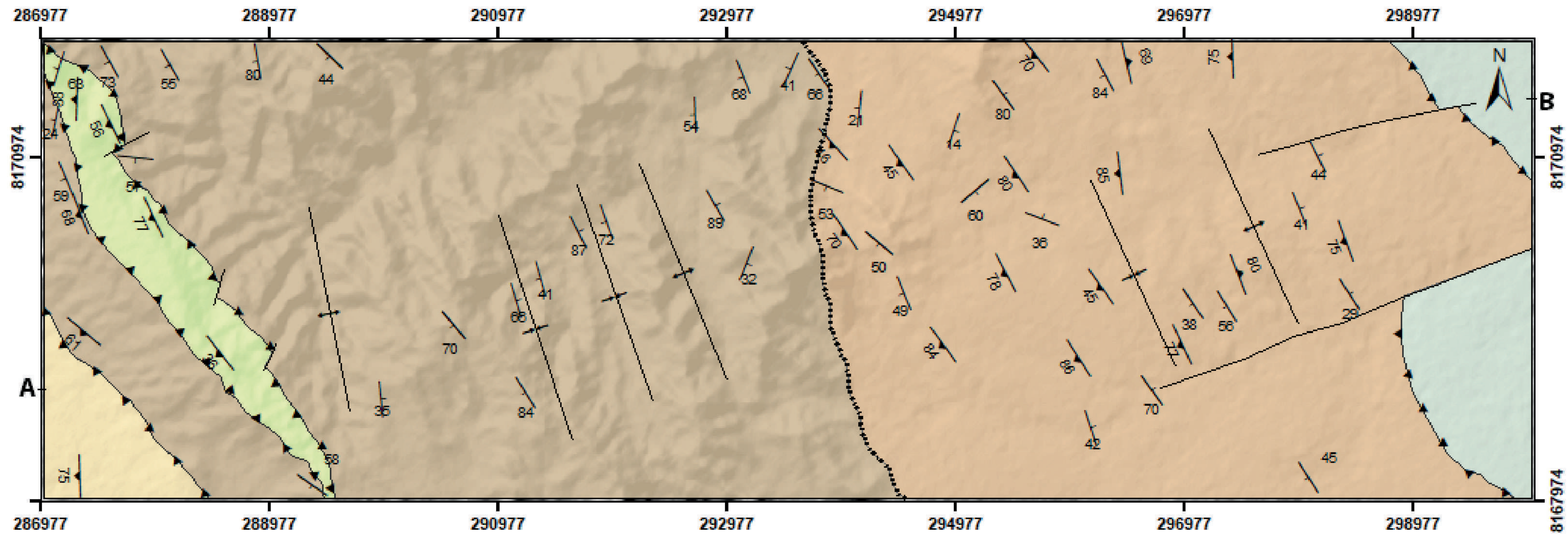
**UHLEIN, Alexandre et al.** TECTÔNICA DA FAIXA DE DOBRAMENTOS BRASÍLIA–SETORES SETENTRIONAL E MERIDIONAL. Geonomos, 2012.

**VALERIANO, C.M., Machado, N., SIMONETTI, A., Valladares, C.S., SEER, H.J., Simões, L.S.A.,** 2004b. U–Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research* 130 (1–4), 27–55.





# Anexo II - Mapa Geológico - Subárea III - Projeto Unaí - 2020



Escala horizontal e vertical: 1:50.000

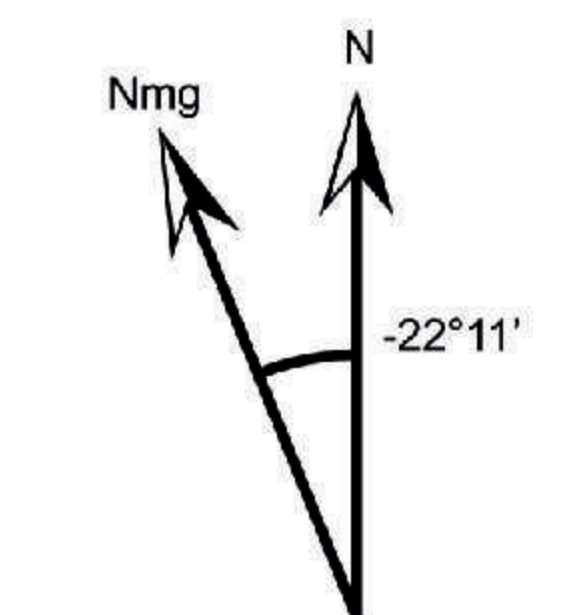
## LEGENDA

### UNIDADES GEOLÓGICAS

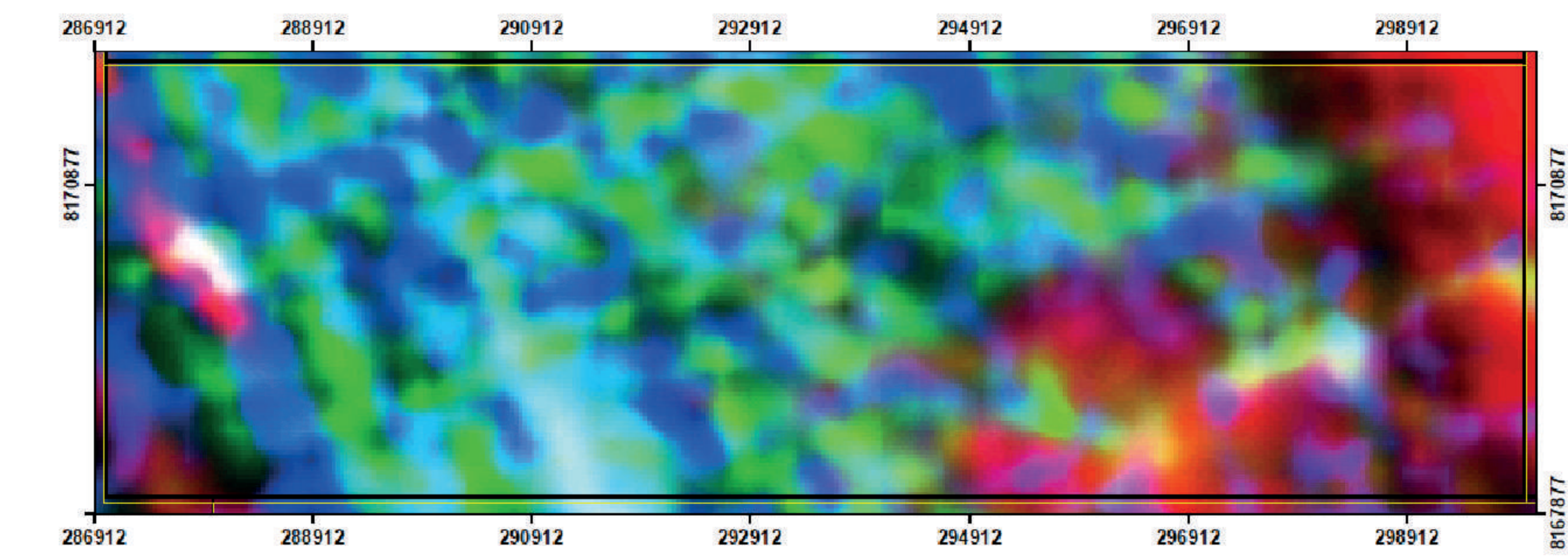
- NEOPROTEROZOICO**
- Ediacariano**
- Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas**
- NPBs** Siltito, siltito argiloso, folhelho, margá, dololuto, com pouca sucessão estratificada em camadas centimétricas a decimétricas. Litotipos tem cores escuras (preto a cinza escuro) quando não alteradas e ocre/amarela/rosada quando alteradas.
- MESOPROTEROZOICO**
- Esteniano**
- Grupo Paranoá - idade máxima de deposição de 1100 Ma por zircão detrito.**
- Formação Córrego do Barreiro**
- MPPcb** Siltito laminado, siltito argiloso, margá laminadas de cor escura quando não alteradas e amareladas a rosada quando alterada.
- Grupo Canastra - Formação Serra do Landim**
- MPCsl** Clorita filito, clorita-fengita-filito, clorita-fengita-quartzo filito, calcifilito, mármore dolomítico de granulação fina, mármore calcítico de granulação fina, quartzitos finos micáceos.
- Ectasiano**
- Formação Quilombo - idade de deposição 1394 ± 19.4 Ma (U-Pb em zircão de rocha vulcânica).**
- MPQrf** Membro Ribeirão do Franco: ritmito pelito-arenoso, com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaça lítica fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos.
- MPQrp** Membro Ribeirão da Porteira: ritmito psamo-pélico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaça lítica fina, grauvaça lítica grossa, arenito, sublitoarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito, e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas com coloração escura quando não alteradas passando a amarelada, ocre e rosada quando alteradas. Contatos abruptos entre os litotipos.

### Convenções Geológicas

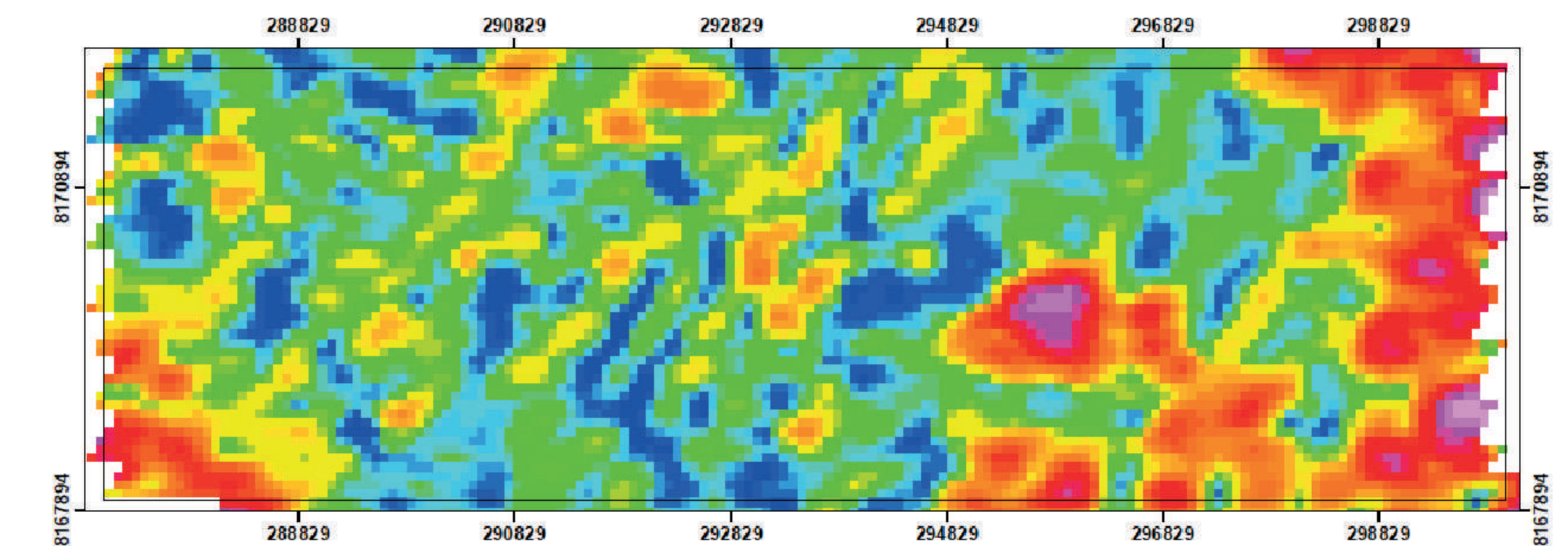
- † — Anticlinal
- † — Sinclinal
- † — Foliação
- † — Acamamento
- ▲ — Falha Reversa
- — Contato definido
- ..... Contato Interdigitado



Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zone 23S  
 Projeção: Transverse Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000



Ternário - Subárea III



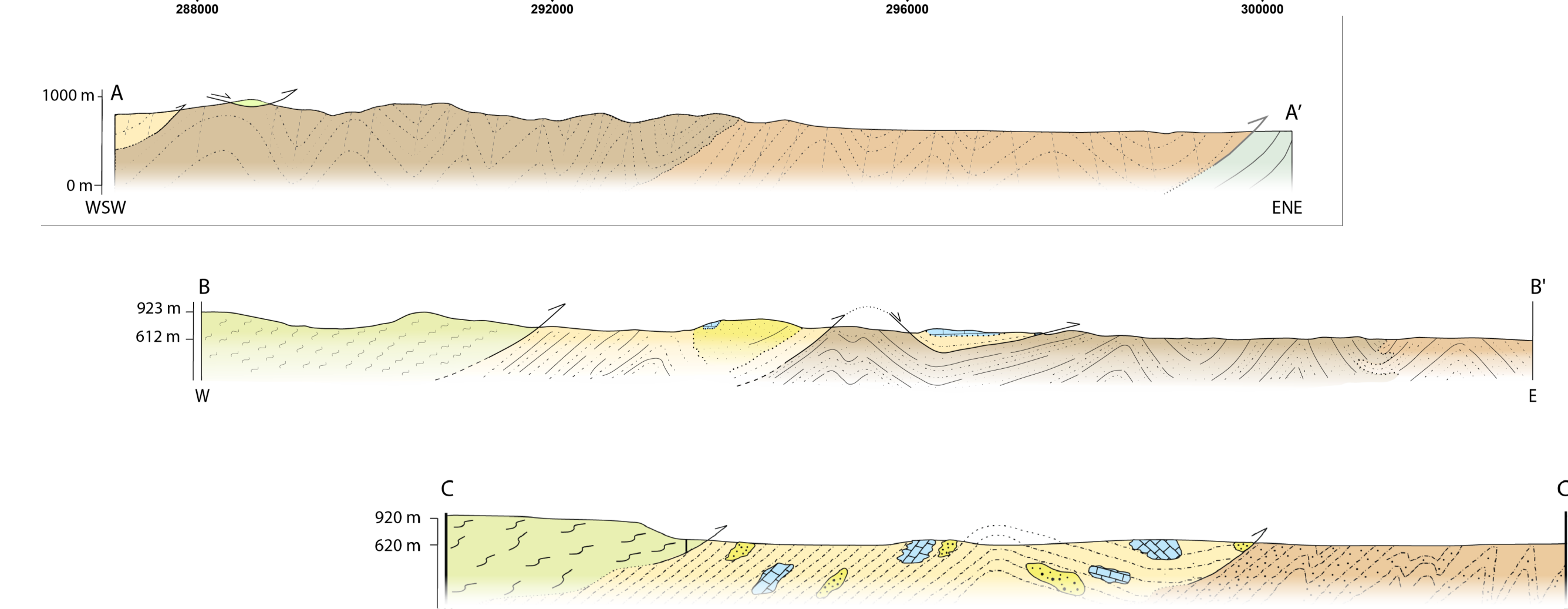
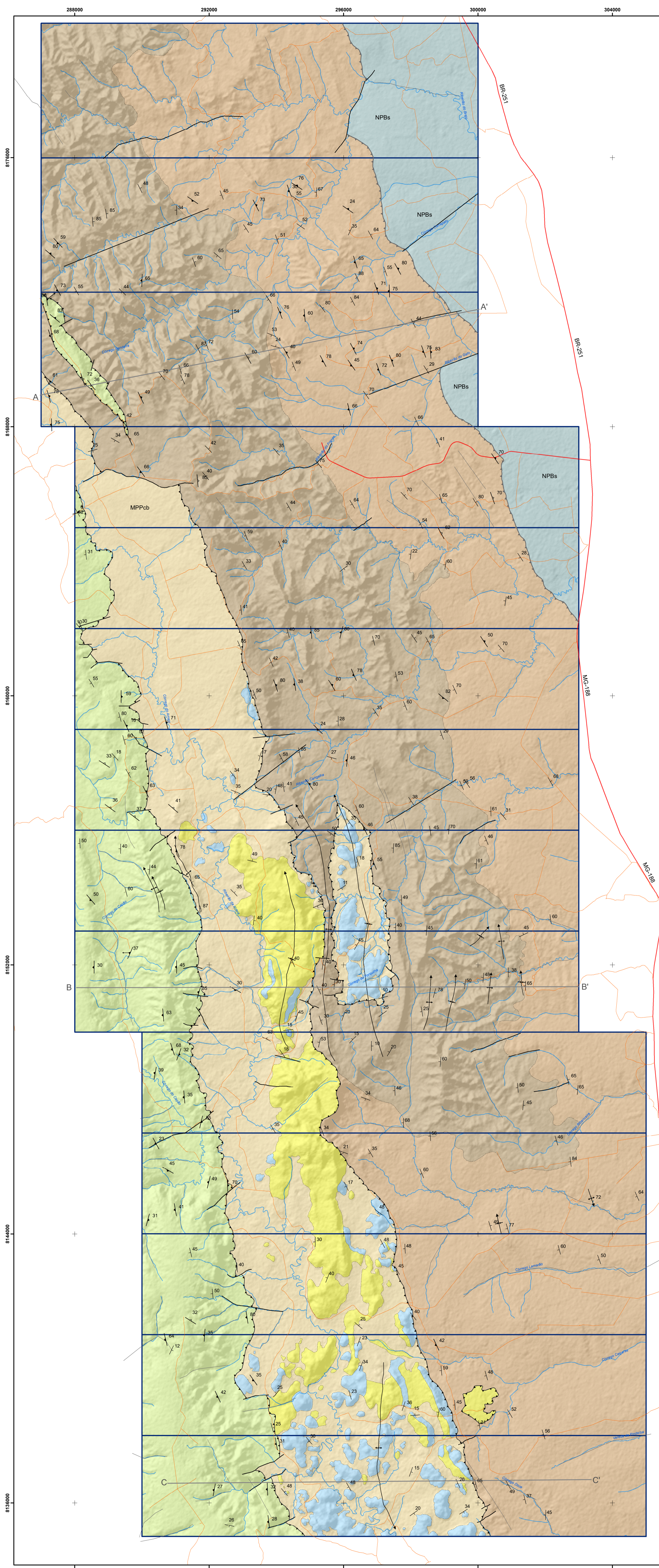
Amplitude do Sinal Analítico - Subárea III

Universidade de Brasília  
 Trabalho Final de Graduação em Geologia  
 Autoras: Hanna Costa Nogueira e  
 Ingrid Eva Oliveira Ribeiro

# Anexo I

## 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 oncolítico, litotipos de cores cinza claro a escuro.

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

###### MPCsl

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

###### 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, grauvaca lítica fina, siltito laminado, siltito maciço, argilito e folhelho. Dactilo e ritilito subordinados, afaníticos ou com esterulitos.

###### MPQrp

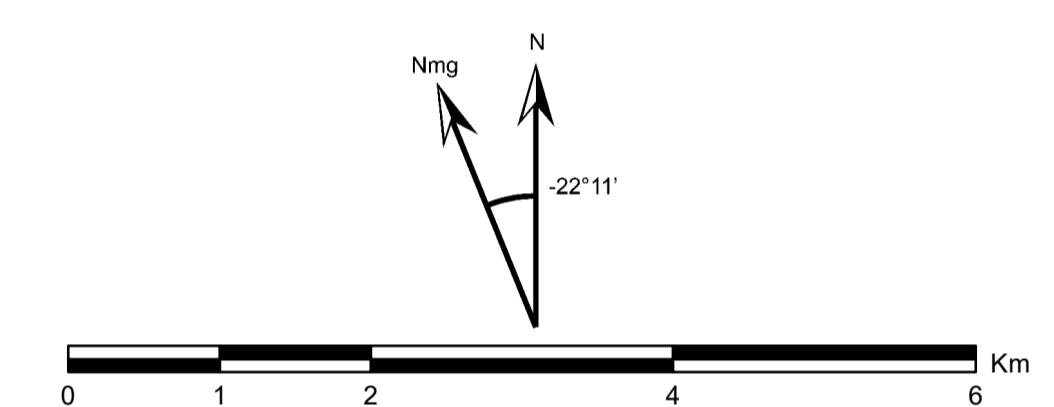
Membro Ribeirão da Porteira: ritmito psamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, grauvaca lítica fina, grauvaca lítica grossa, arenito, subitarenito, siltito maciço, siltito laminado, folhelho, argilito, e conglomerado clasto-suportado subordinado. Rochas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

#### Convenções Geológicas

- Acamamento - S0
- 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

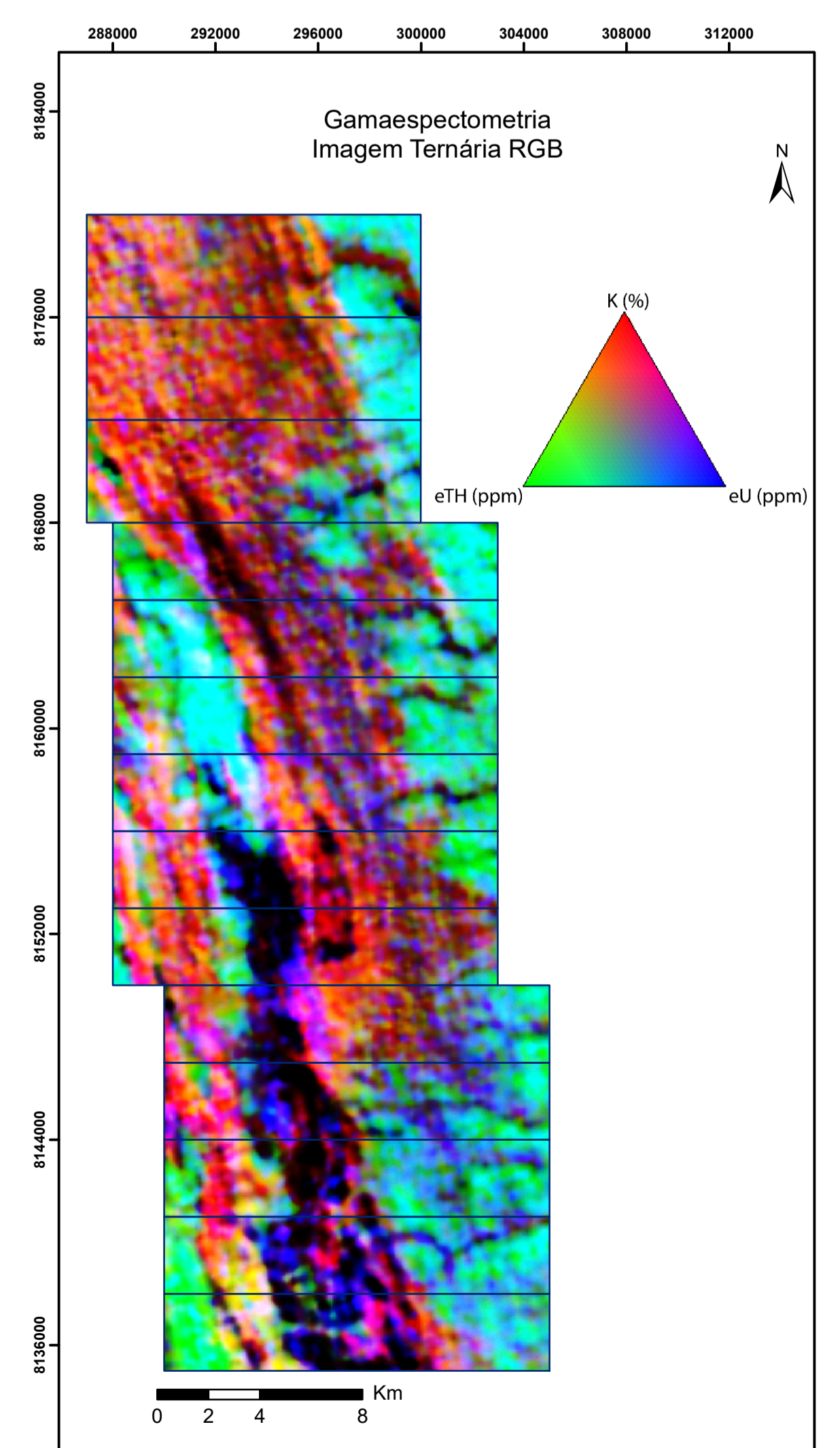
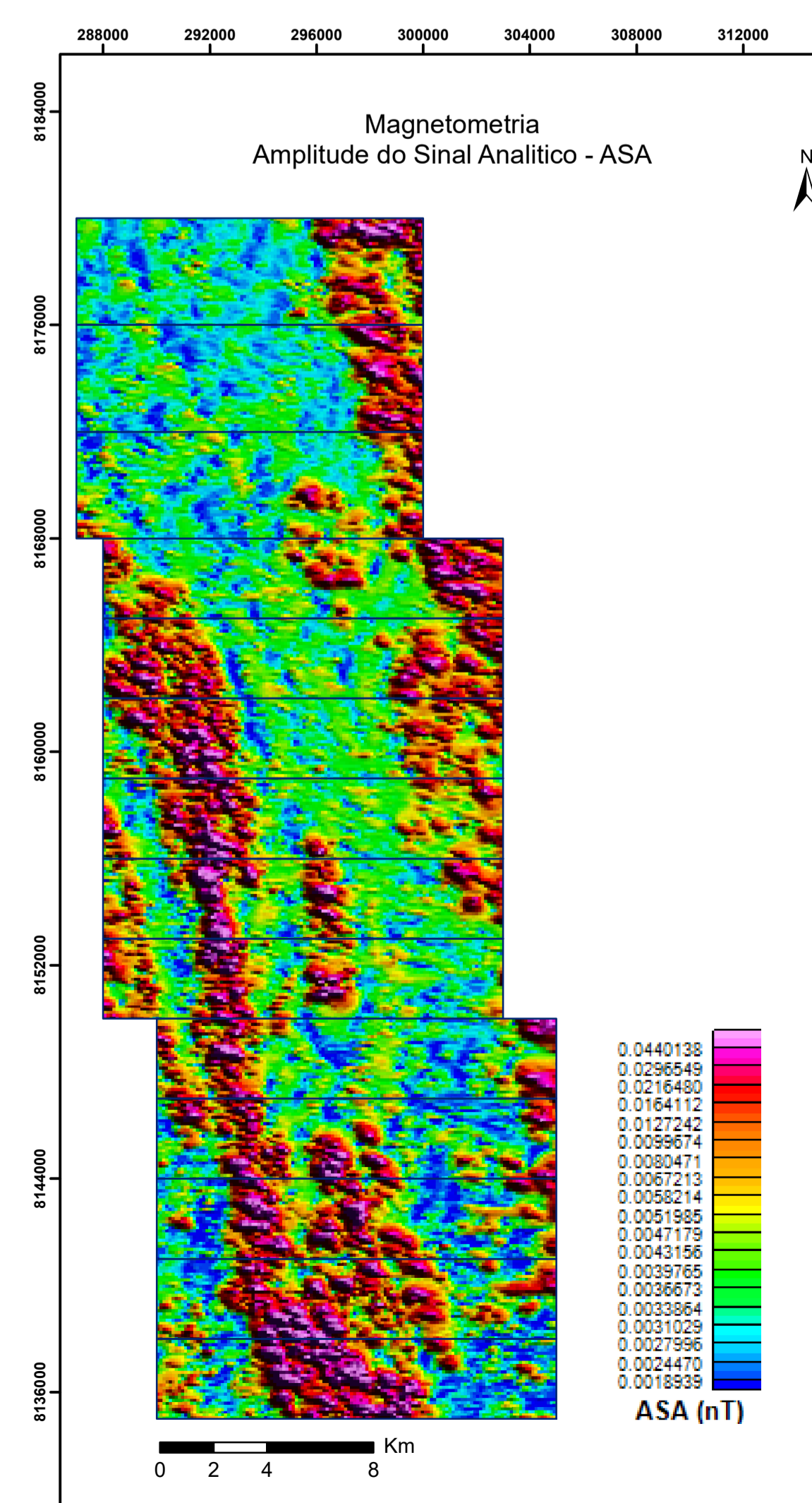
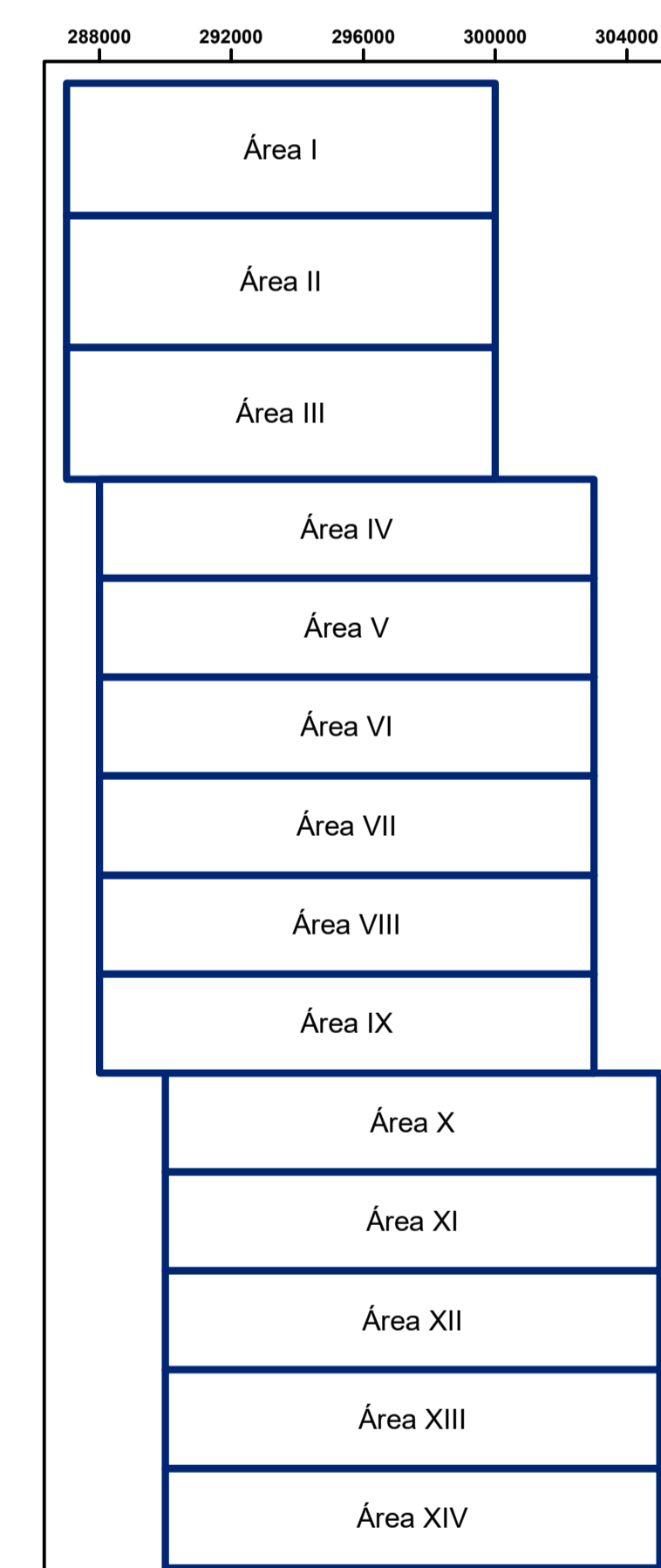
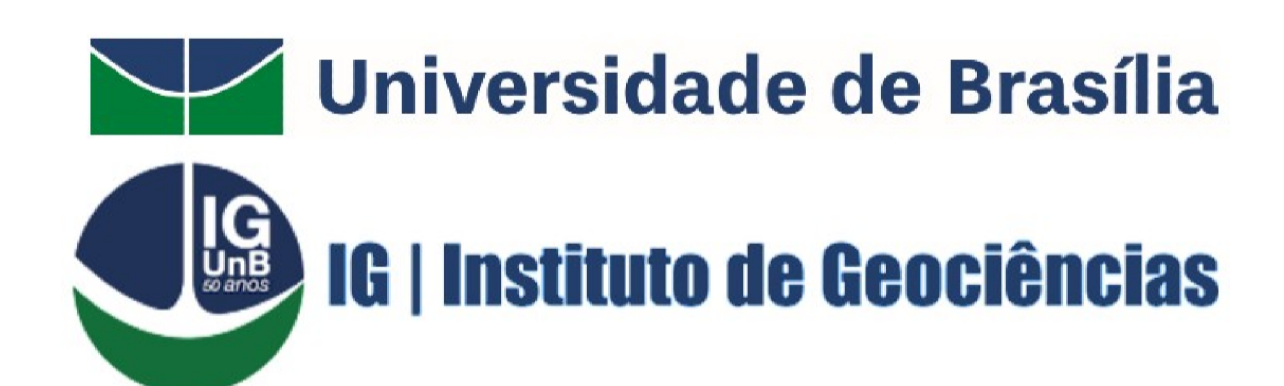
Prof. Dr. Martino Giorgioni  
Profa. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

##### 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, Vitor 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



# ANEXO III

## TABELA DE PONTOS

### SUBÁREA III

Ponto	Latitude	Logintude	Elevação	S0_A	S0_M	S1_A	S1_M	Sp_A	Sp_M	Fraturas_A	Fraturas_M	Lx_A	Lx_M	Li (Sn/0)_A	Li (Sn/0)_M	Tipo de Afloramento
TF20-III-1	8171754	286996	987			248	80									In Situ
TF20-III-2	8171951	287006	985	224	78											In Situ
TF20-III-3	8172028	287234	906	306	25			230	62	97	80					In Situ
TF20-III-4	8172049	287289	884	276	36			210	80	312	74			26	322	In Situ
TF20-III-5	8172042	287468	895	241	73			241	73	145	30					In Situ
TF20-III-6	8172123	287762	729					218	76							In Situ
TF20-III-7	8172027	288024	834	240	55			232	62							In Situ
TF20-III-8	8171904	288352	873													In Situ
TF20-III-9	8172013	288812	899	260	80											In Situ
TF20-III-10	8171992	289401	929	224	44											In Situ
TF20-III-11	8172184	289527	927													In Situ
TF20-III-12	8172342	289973	875	252	52			272	65							In Situ
TF20-III-13	8172584	290440	814													In Situ
TF20-III-14	8172661	290690	777									282	18			In Situ
TF20-III-15	8170225	298357	639					250	75							Ponto de Controle
TF20-III-16	8169625	298433	619													Ponto de Controle
TF20-III-17	8169716	298485	611	57	29			250	75							Em drenagem
TF20-III-18	8169810	298434	620													Ponto de controle
TF20-III-19	8170031	298581	625													Ponto de Controle
TF20-III-20	8170195	298435	633													Bloco rolado
TF20-III-21	8170173	298481	633													In situ
TF20-III-22	8170139	298538	626													In situ
TF20-III-23	8170544	297996	635	68	41			166	78							Corte de estrada
TF20-III-24	8170442	298060	638	339	34											In situ
TF20-III-25	8170503	298002	638													In situ
TF20-III-26	8170313	297897	641													Ponto de Controle
TF20-III-27	8170072	297602	662													In situ
TF20-III-28	8170072	297602														Bloco rolado
TF20-III-29	8169986	297442	651	300	35			69	80	175	60					In situ
TF20-III-30	8169582	297520	641													Ponto de Controle
TF20-III-31	8169657	297407	634													Em drenagem
TF20-III-32	8169675	297343	630	238	56											Em drenagem
TF20-III-33	8169682	297315	620													Em drenagem
TF20-III-34	8169925	297455	646													Bloco rolado
TF20-III-35	8169963	297392	663													Bloco rolado
TF20-III-36	8170067	293165	644	112	32	96	60									Corte de estrada
TF20-III-37	8170053	297032	654													Corte de estrada
TF20-III-38	8169692	297022	638	236	38			250	72							Lajedo em açude
TF20-III-39	8166523	290040	826	220	20											Ao longo da estrada
TF20-III-40	8166638	289962	809	212	41			234	66	316	90					Em drenagem
TF20-III-41	8166870	289787	836	227	58											Ao longo da estrada
TF20-III-42	8167389	289786	872					242	78							Ao longo da estrada
TF20-III-43	8167640	289651	887	55	60			60	55	338	62					Ao longo da estrada
TF20-III-44	8168149	289453	900	215	58			47	42							Ao longo da estrada
TF20-III-45	8168309	289861	893													Ao longo da estrada







TF20-III-142	8168737	297157	626																	Bloco rolado em drenagem
TF20-III-143	8168919	297386	624																	Bloco rolado em drenagem
TF20-III-144	8171687	287050	935																	Cumpinzeiros
TF20-III-145	8171800	287186	968	287	63			80	86											In situ
TF20-III-146	8171848	287246	951																	In situ
TF20-III-147	8171913	287297	922					213	64											In situ
TF20-III-148	8171909	287320	915																	In situ
TF20-III-149	8171642	287144	976																	In situ
TF20-III-150	8171574	287196	968					272	38											In situ
TF20-III-151	8171364	287182	982																	In situ
TF20-III-152	8171251	287139	981																	In situ
TF20-III-153	8171253	287412	974					39	83											In situ
TF20-III-154	8171372	287453	953					244	56											In situ
TF20-III-155	8171481	287505	929					255	64											In situ
TF20-III-156	8171575	287547	911					253	64											In situ
TF20-III-157	8171666	287563	893																	In situ
TF20-III-158	8171969	287429	961					225	42	302	60									In situ
TF20-III-159	8170793	287528	974																	In situ
TF20-III-160	8170732	287570	975																	In situ
TF20-III-161	8170803	287612	949					49	52											In situ
TF20-III-162	8170890	287766	928	186	57			262	65	7	84									In situ
TF20-III-163	8170712	287574	962																	In situ
TF20-III-164	8170525	287690	978																	In situ
TF20-III-165	8170488	287744	982																	In situ
TF20-III-166	8170421	284465	982																	Em açude
TF20-III-167	8170384	287911	988																	In situ
TF20-III-168	8170431	287937	964					245	77											In situ
TF20-III-169	8170169	288060	972																	In situ
TF20-III-170	8170073	288123	975																	In situ
TF20-III-171	8169613	288199	981																	In situ
TF20-III-172	8169437	288248	974			103	72													In situ
TF20-III-173	8169276	288350	968																	Em corte de estrada
TF20-III-174	8169219	288482	971					232	36											Em corte de estrada
TF20-III-175	8169208	288510	968					215	49	318	72									Ao longo da estrada
TF20-III-176	8166953	288641	779																	Ao longo da estrada
TF20-III-177	8167227	288499	796																	Bloco rolado
TF20-III-178	8167502	288031	804																	Bloco rolado
TF20-III-179	8167609	287750	809																	Em drenagem
TF20-III-180	8167493	287570	815					219	23											Em drenagem
TF20-III-181	8167447	287547	813	41	26			299	22	50	78									Em drenagem
TF20-III-182	8167301	287398	827																	In situ
TF20-III-183	8167281	287379	831	44	40			272	38	145	70									Em drenagem
TF20-III-184	8167066	287229	851																	In situ
TF20-III-185	8166943	287124	883																	Morrote
TF20-III-186	8166946	287031	900	266	24	236	61			146	82									In situ
TF20-III-187	8167619	286254	942																	In situ
TF20-III-188	8168583	285975	913			268	49													In situ
TF20-III-189	8168821	286200	875																	Ponto de controle



## ANEXO IV - FICHAS PETROGRÁFICAS

	Universidade de Brasília – UnB	Amostra: 20-IX-42
	Instituto de Geociências – IG	Unidade: Formação Quilombo - Membro Ribeirão da Porteira

Descrição Macroscópica	Fotografia Macroscópica
<p>Rocha de coloração cinza claro quando fresca, e alterada, coloração cinza escuro a marrom, de granulometria fina a média (55% de areia).</p>	

Descrição Microscópica		
Composição Primária	%	
Quartzo Monocristalino	35%	Com tamanhos entre 0,1 a 0,3 mm (areia fina), grãos subangulosos, com esfericidade variando, com extinção reta, contatos pontuais e flutuantes, na presença de matriz.
Quartzo Policristalino	20%	Com tamanho entre 0,2 a 0,5 mm (areia fina), grão subangulosos, esfericidade variando, com extinção reta a ondulante em alguns grãos, contatos pontuais e flutuantes, na presença de matriz.
Feldspato	7%	Com tamanhos de entre areia fina a silte (0,09 mm a 0,2 mm), subangulosos, baixa esfericidades, geminações polissintéticas.

Granulometria
Areia fina (0,1 a 0,5 mm)

### Interpretações e Discussão

Ambiente cratônico estável, a deposição da rocha ocorreu em ambiente turbídítico, de água rasa ou profunda. O arcabouço e a matriz se depositaram concomitantemente. Tanto os sedimentos de carga de fundo e os sedimentos em suspensão se depositaram juntos, e esse fluxo fica estagnado.

### Fábrica

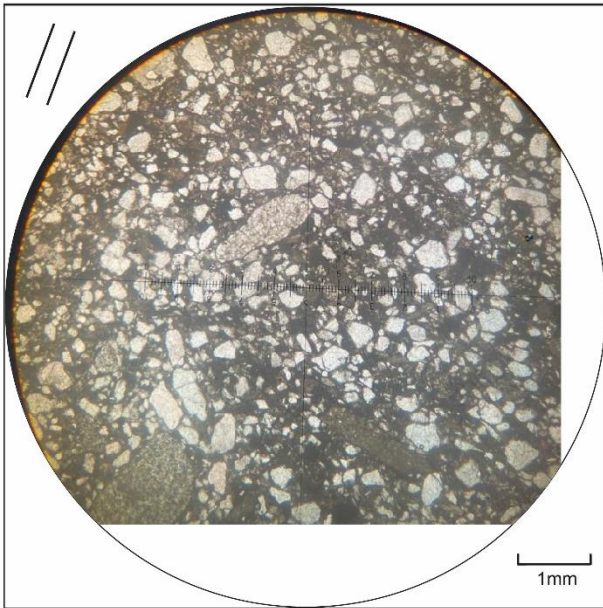
<p>Rocha compactada, com contatos pontuais e flutuantes.</p>	
Maturidade	
<p>Texturalmente imatura Composicionalmente matura</p>	
Classificação da Rocha	



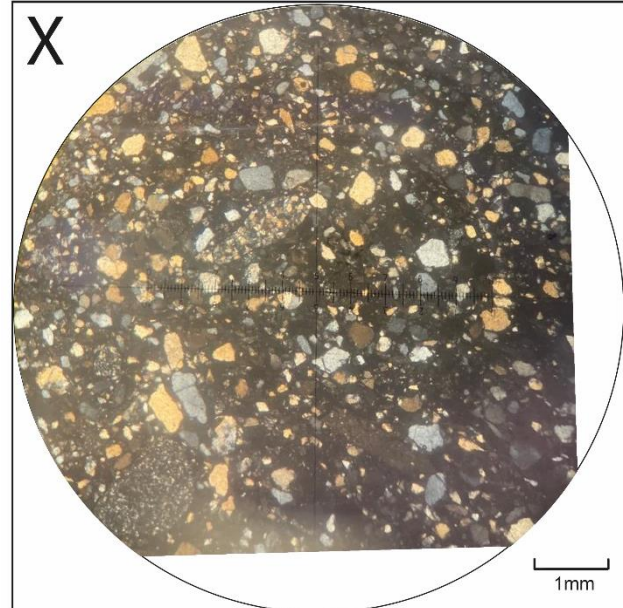
Grauvaca lítica fina

Fotomicrografias

a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha de coloração cinza clara, quando fresca. E coloração marrom a cinza escuro, alterada. Com granulometria grânulo a seixo. Possível ver grão embicados em uma direção, os grãos variam de 2 mm a 10 mm, com uma média do tamanho próximo a 5 mm.</p>	

<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
Quartzo Monocristalino	56%	com tamanhos entre 0,4 a 0,8 mm (areia média a grossa), são sub-arredondados a arredondados, com baixa esfericidade, com contatos planares.
Quartzo Policristalino	27%	com tamanhos entre 0,8 mm e 1,5 mm (areia grossa a muito grossa), são sub-arredondados, com alta esfericidade, com contatos côncavo-convexo e planares.
Arenito	16%	com tamanhos variando entre 1,4 a 4,8 mm (areia fina a seixo), são sub-arredondados a bem arredondados, com esfericidade variando.
Fragmento lítico (Folhelho)	21%	grãos variando de 2,5 mm a 4,6 mm (areia fina a seixo), são alongados, com contatos planares e podem ser vistos por toda a lâmina.

<b>Granulometria</b>
Areia média a grossa ( 0,4 a 1,5 mm)

<b>Interpretações e Discussão</b>
<p>A deposição dessa rocha em ambientes turbidíticos, com transição de fluxo turbulento para laminar, a água que entra lava a matriz, e forma o conglomerado e algumas porções que não formam esse conglomerada, forma os fragmentos líticos.</p>

<b>Fábrica</b>
/Rocha muito compactada, clasto suportada. Com contato plano-paralelos e côncavo-convexo

## Maturidade

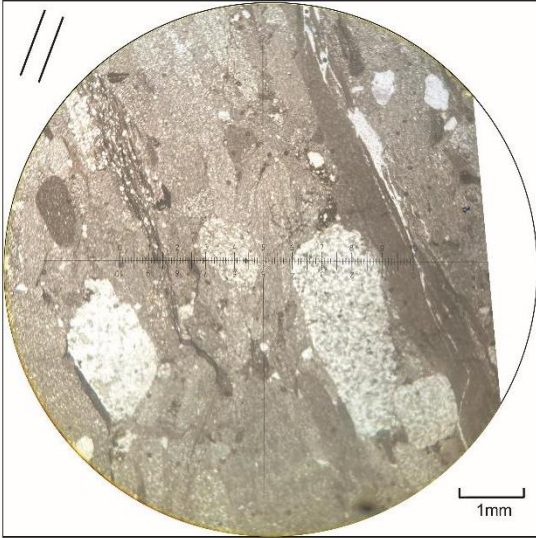
Texturalmente matura  
Composicionalmente imatura

## Classificação da Rocha

Conglomerado oligomítico

## Fotomicrografias


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha de coloração branca a bege, quando fresca. E coloração bege a marrom alterada. Granulometria silte, com camadas milimétricas laminadas, e intercalações de camadas mais escuras e mais claras. Com estrutura plano-paralelas	

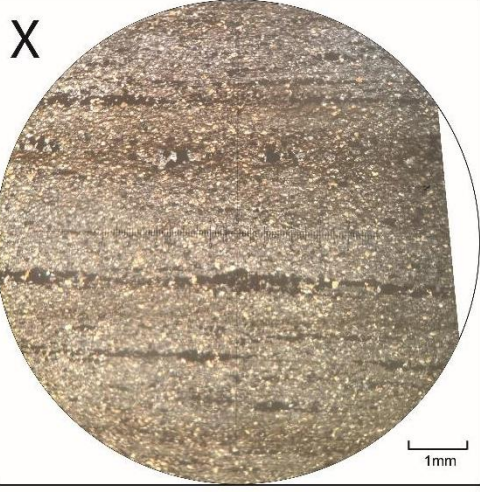
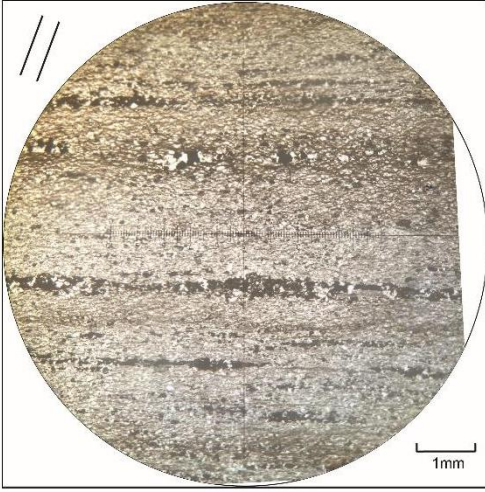
<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
Quartzo	60%	granulometria silte (0,03 mm a 0,1 mm), com coloração incolor e com os nicois cruzados, de cor cinza. São subangulosos a arredondados, com esfericidade variável, com extinção reta e ondulante. Com contatos planares e pontuais.
Mica	30%	granulometria silte (0,04 mm a 0,1mm), com cor de interferência alta. São cristais alongados. Com contatos pontuais

<b>Texturas</b>
Granolepidoblástica


<b>Interpretações e Discussão</b>
São laminações milimétricas, marcadas pela diferença de tonalidade. Onde os domínios mais claros apresentam quartzo e micas (fengita e clorita) com uma trama granolepidoblástica. E o domínio escuro com quartzos e micas (fengita e clorita), e presença de opacos e argilominerais.
A paragênese primária principal da rocha é quartzo, fengita e clorita, caracterizando uma associação de minerais provenientes do metamorfismo de um protólito psamo-pelítico fácies xisto-verde muito baixo (zona da clorita).

<b>Protólito</b>
Rocha psamo-pelítica
<b>Fácies Metamórfico</b>
Xisto verde baixo (zona da clorita)
<b>Classificação da Rocha</b>
Metasiltito
<b>Fotomicrografias</b>

a)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha de coloração cinza claro quando fresca, e alterada, coloração cinza a amarelado. Com dois domínios na amostra, uma cama de granulometria areia grossa e outro domínio de granulometria areia média a fina.	

<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
<b>Domínio 1</b>		
Quartzo	88%	Granulometria muito fina a fina (0,1 a 0,2mm), grão sub-angulosos a sub-arredondados, esfericidade moderada, com extinção reta e ondulante.
<b>Domínio 2</b>		
Quartzo	89%	granulometria areia grossa a muito grossa (0,8 a 2,4 mm), com grãos sub-arredondados e arredondados, com esfericidade alta. Com extinção reta e ondulante em alguns grãos. Com contatos planares.
Microclínio	3%	granulometria areia média a grossa (0,7 a 1 mm), grão sub- arredondados, com esfericidade moderada. Com extinção ondulante, contato planares.
Plagioclásio	2%	granulometria (0,6 a 1,1 mm), grão sub-arredondados, com esfericidade moderada. Com geminações, e contatos planares.

<b>Granulometria</b>
Domínio 1: areia fina (0,15 mm) e Domínio 2: areia grossa (2,1 mm)

<b>Interpretações e Discussão</b>
São formadas em ambientes de canais de marés, com transformação de fluxo de turbidez para laminar, são gerados através de estrutura de corte e preenchimentos. Onde a própria camada fina lenticular já está formada, e os sedimentos mais grossos são após a formação dessa camada.

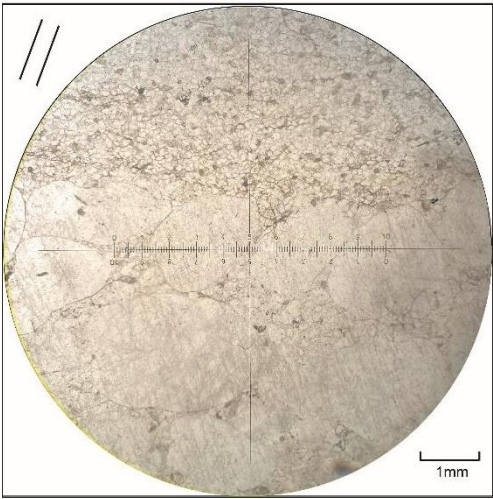
<b>Fábrica</b>
Rocha compactada. Com contatos planares

<b>Maturidade</b>
Matura texturalmente Submatura composicionalmente

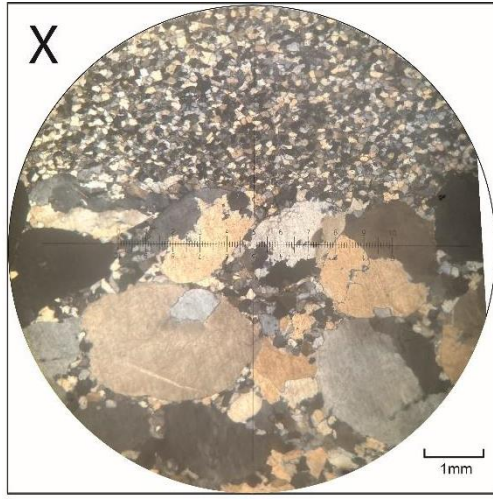
<b>Classificação da Rocha</b>
Domínio 1: Quartzo arenito fino silicoso Domínio 2: Arenito feldspático silicoso muito grosso

# Fotomicrografias


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha de coloração, cinza quando fresca. E coloração marrom acinzentada alterada. Granulometria areia fina.	

<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
Quartzo monocristalino	26%	Com granulometria variando de areia média a grossa (0,56 mm a 0,8 mm), com grãos sub-angulosos, baixa esfericidade. Com extinção reta e ondulante.
Quartzo policristalino	17%	Com granulometria variando de areia média a grossa (0,6 mm a 0,9 mm), com grãos sub-angulosos, baixa esfericidade. Com extinção reta e ondulante.
Matriz lamosa	57%	Matriz composta de silte e argila

<b>Granulometria</b>
Areia média (0,60 mm)

<b>Interpretações e Discussão</b>
Orógeno reciclado, sedimentos pouco retrabalhados, sem evidências de compactação intensa ou diagênese

<b>Fábrica</b>
Rocha sustentada por uma matriz lamosa, com contatos planares entre os grãos.

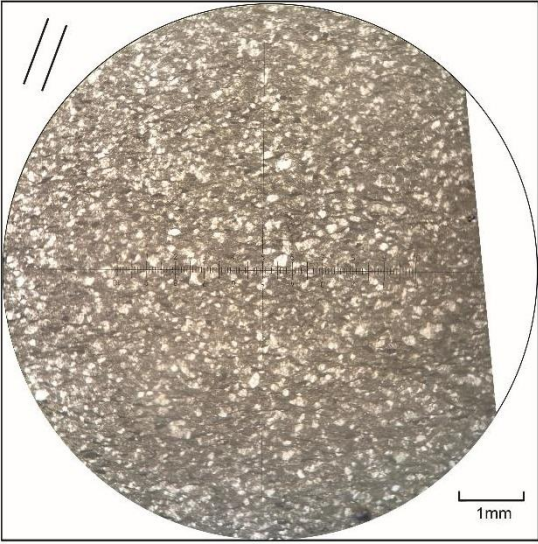
<b>Maturidade</b>
Imatura texturalmente Matura composicionalmente

<b>Classificação da Rocha</b>
Grauvaca lítica

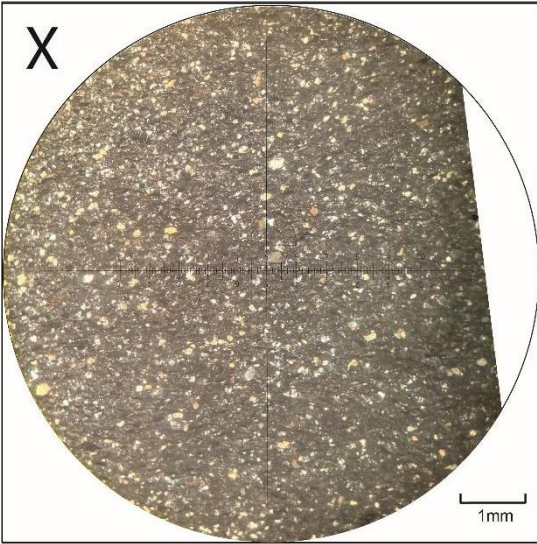


Fotomicrografias


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha de coloração cinza, quando fresca e coloração marrom escura, a rocha alterada. Com estruturas bioconstruídas, esteiras microbianas curvadas. Com granulometria fina, com organismo bioconstrutores. Alguns espaços preenchidos por cimentos calcítico.</p>	

<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
Dolomita	93%	Organismos bioconstrutores microscópicos (4,2 mm)
Detritos de silte argila	2%	De granulometria silte (0,05 mm), grão sub-angulosos.
Cimento isopaco	5%	

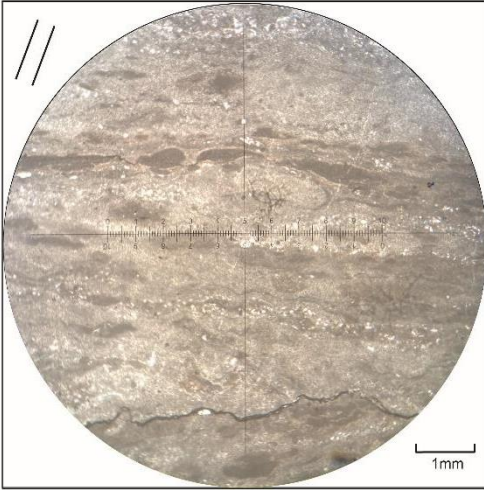
<b>Granulometria</b>
Silte (0,5 mm)

<b>Interpretações e Discussão</b>
<p>Devido a ocorrência, ao tamanho e a morfologia dos estromatólitos pode-se inferir que se tratava de um bound carbonático com uma baixa taxa de sedimentação, com bastante espaço de acomodação e um ambiente de baixa energia.</p>

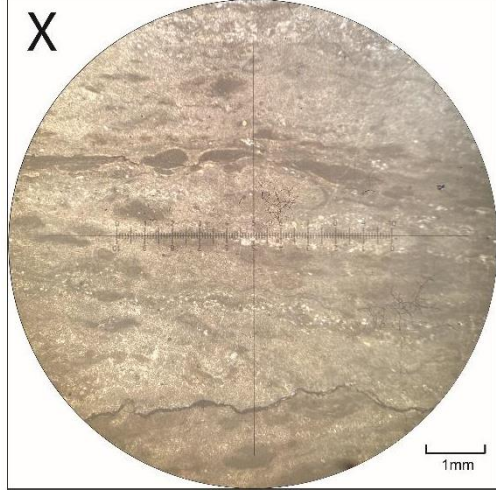
<b>Fábrica</b>
Bioconstruída. Esteiras de coloração escura e clara (descontínuas) intercaladas. Espaços preenchidos por cimento isopaco, provavelmente calcita. Os espaços são paralelas as esteiras
<b>Classificação da Rocha</b>
Estromatolito

**Fotomicrografias**


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha de coloração cinza quando fresca, e marrom quando alterada. Com granulometria areia grossa, e algumas porções granulometria seixo.	

<b>Descrição Microscópica</b>		
<b>Composição Primária</b>	<b>%</b>	
Cimento (Micrita)	55%	Grãos de granulometria areia grossa a seixo (0,4 mm a 4,02 mm, grãos arredondados, esfericidade intermediárias)
Dolomito	5%	Granulometria areia fina (0,2 mm), seção basal (hexagonal)
Oncólito	8%	Granulometria areia grossa (0,8 mm a 0,96 mm), grão arredondados, baixa esfericidade

<b>Granulometria</b>
Areia grossa (3 mm)

<b>Interpretações e Discussão</b>
São intraclastos de micrita, com cimento (esparita) e alguns intraclastos com presença de extraclastos de quartzo, com bordas nos intrclastos indicando recristalização da micrita, com oncólitos e extraclastos de esteiras algais. Com seções basais de dolomitos.

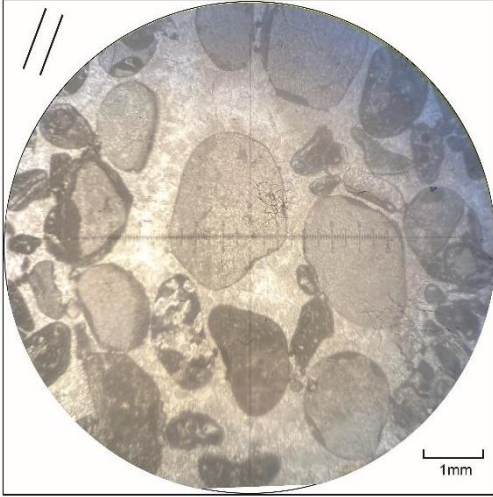
<b>Fábrica</b>
Contatos flutuantes

<b>Maturidade</b>
Texturalmente matura

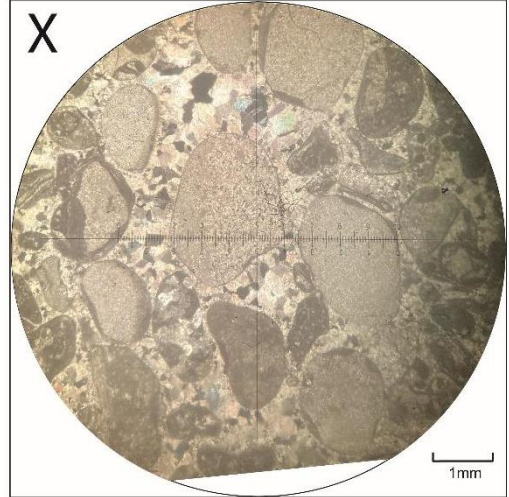
<b>Classificação da Rocha</b>
Intradoloesparudito com oncólitos

# Fotomicrografias


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha com foliação muito penetrativa e intensa, de coloração cinza esverdeada quando fresca. Apresenta granulometria muito fina, não sendo possível observar em lupa sua mineralogia.	

### Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica

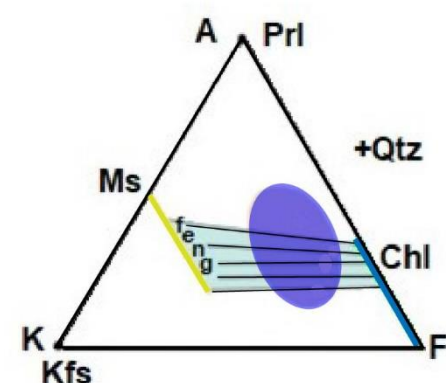
<b>Mineral</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Matriz argilosa	88	A matriz é composta essencialmente por grãos de quartzo, micas e lamelas de plagioclásio. Os grãos de quartzo correspondem a 35% da matriz, sendo grãos subarredondados, com extinção ondulante. As micas correspondem a mais de 65% da matriz, dando o aspecto filítico a essa rocha, ocorre também paralelas à foliação da rocha, e são caracterizadas como clorita e fengita.
Fragmentos líticos	6	São grãos arredondados, que variam de 0,8 a 0,3 mm, sendo constituído por quartzo de granulação fina.
óxidos	2	Grãos esféricos opacos, com tamanho médio de 0,2 mm.

### Granulometria

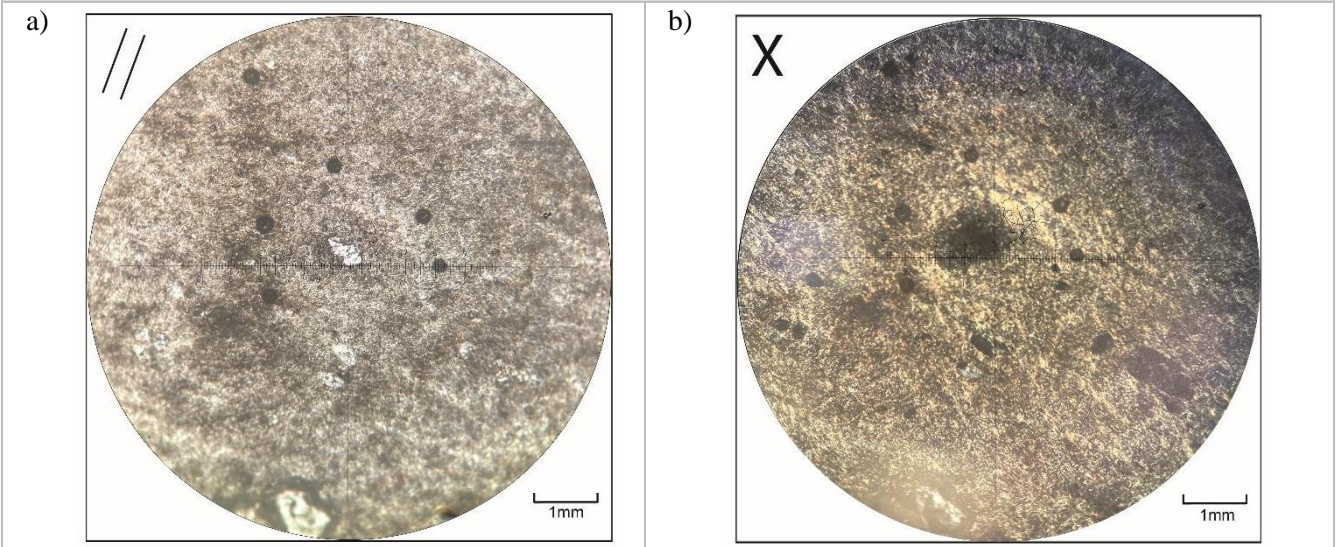
Argila

### Interpretações e Discussão


O tamanho dos grãos, bem como a intensa foliação, possibilita classificar esta rocha como um filito, porém como há a presença de fragmentos líticos, seu protólito não é um folhelho. A presença de clorita na matriz, indica um metamorfismo de baixo grau nesta rocha, na fácies xisto verde. Apresenta imaturidade textural e composicional.

Fábrica	Diagrama Composicional
Matriz-suportada	
Classificação da Rocha	
Filito	

**Fotomicrografias**





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha de coloração cinza escura, laminada, com granulometria areia fina. É composta essencialmente por quartzo, apresentando aspecto maciço, como também se observa brilho micáceo, indicando a presença de micas.</p>	

Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica		
<b>Mineral</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Quartzo	50	Grão arredondados a subarredondados, com grãos variando de 0,5 a 0,05 mm, com extinção ondulante, apresentando também grãos policristalinos de quartzo. Ocorrem imersos na matriz, como também ocorrem nos fragmentos líticos.
Carbonato	25	Grãos anédricos, de tamanho variando de 0,6 a 0,2 mm, em contato com grãos de quartzo. Ocorrem imersos na matriz, como também nos fragmentos líticos.
Opacos	5	Grão opacos de tamanho médio de 0,2 mm.
Fengita (Mica branca)	5	Ocorrem imersos na matriz, em lamelas, sendo menos que 0,1 mm.
Matriz argilosa	15	Matriz de granulometria fina, constituída pelos mesmos minerais do arcabouço e fragmentos líticos, presentes também entre os contatos de alguns grãos.

<b>Granulometria</b>
Areia média.

<b>Interpretações e Discussão</b>
<p>Em suma, em média 60% da rocha é composta por fragmentos líticos, que são compostos por quartzo e carbonato em sua maioria, sendo estes portanto contabilizados isoladamente no arcabouço. Há a presença deste minerais tanto nos fragmentos líticos, como também imersos na matriz. Estes minerais, bem como a presença de matriz de mesma composição, indicam como fonte, um ambiente de transição, químico e terrígeno, em plataforma, resultado do fluxo turbidítico.</p>



### Fábrica

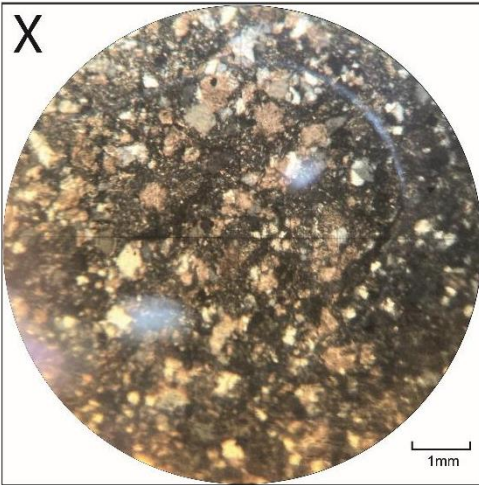
Clasto-suportado, com contatos flutuantes e planares.

### Classificação da Rocha

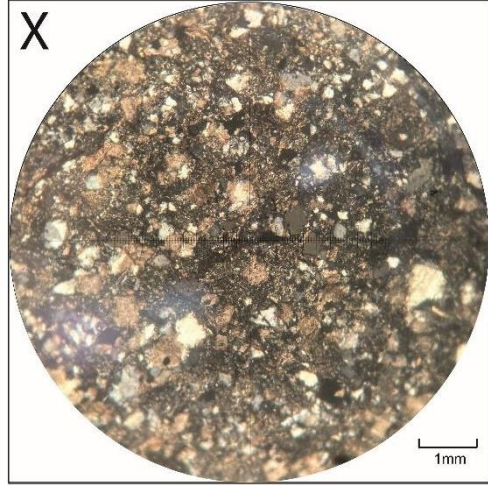
Grauvaca

### Fotomicrografias


a)



b)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
Rocha de coloração cinza escuro quando fresca, maciça, com foliação, de granulometria muito fina. Nota-se a presença de óxidos, bem como de amígdalas preenchidas.	

### Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica

<b>Composição</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Amígdalas	23	Amígdalas preenchidas por quartzo, com tamanho médio de 0,6 mm, apresentando orientação preferencial em alguns grãos, concordante a laminação da matriz, e outros grãos distribuídos na matriz de forma aleatória. São bordejadas por minerais de alta cor de interferência, caracterizados como micas.
Matriz argilosa	65	Possui granulometria fina, com variação textural e composicional em bandas, apresentando também, orientação preferencial, contornando as amígdalas. Ocorrem nela grãos finos de quartzo, bem como presença de micas brancas, se destacando na matriz.
Veios	10	Ocorrem como vênulas preenchidas por quartzo, cortando a matriz.
óxidos	>5%	Grãos opacos de tamanho médio de 0,3 mm, ao longo da matriz.

### Granulometria

Argila

### Interpretações e Discussão

A presença de matriz de granulometria muito fina, bem como sua homogeneidade textural e mineralógica, e a presença de amígdalas, indica a formação de uma rocha que sofreu rápido resfriamento, evidenciando sua origem vulcânica. O preenchimento por quartzo nas amígdalas e nas vênulas, indica a alta disponibilidade de sílica no sistema, bem como reforça o caráter ácido dessa rocha.

**Fábrica**

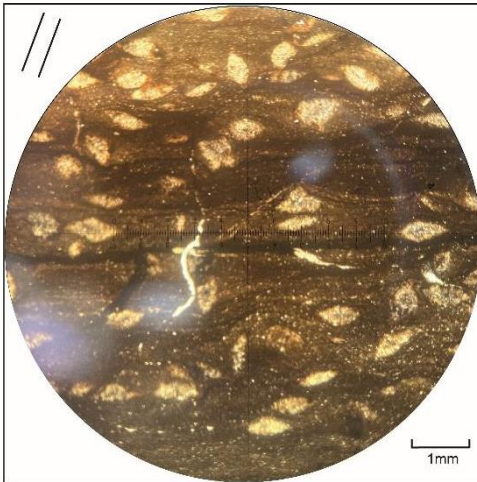
Matriz-Suportado

**Classificação da Rocha**

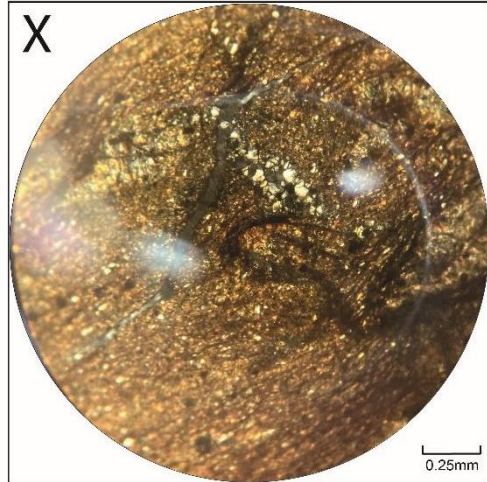
Dacito

**Fotomicrografias**

a)



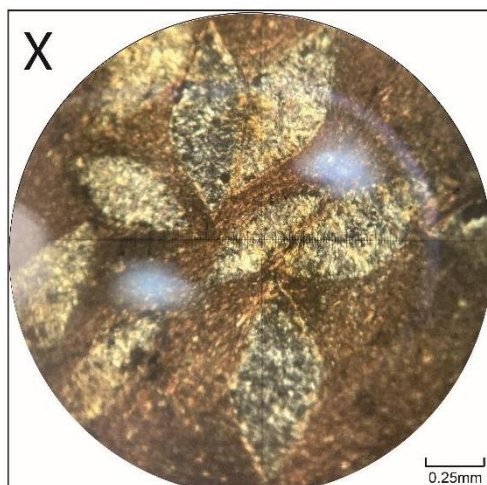
b)




c)



d)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha de granulometria fina, com presença de esferulitos, indicando sua origem vulcânica. Apresenta coloração avermelhada, quando alterada, devido a presença de óxidos. É possível observar pequenas vênulas preenchidas por quartzo e óxidos, que ocorrem em toda a rocha.</p>	

### Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica

<b>Mineral</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Matriz argilosa	75%	Matriz muito fina, altamente alterada, composta por quartzo, em maior proporção, plagioclásio e mica branca, em formato acicular muito fino. Não há orientação preferencial dos grãos na matriz.
Óxidos (esferulito)	10%	Grãos opacos de esferulito com tamanho médio de 0,05 mm, ocorrendo de forma heterogênea na rocha.
Veios	15%	Ocorrem preenchidos por quartzo ou por óxido de coloração vermelha. Estes cortam a matriz, ocorrendo de forma heterogênea na rocha.

### Granulometria

Argila

### Interpretações e Discussão

Rocha de granulometria fina formada a partir de vulcanismo subaquoso. A presença de estruturas como esferulitos, indicam a origem vulcânica dessas rochas, bem como a homogeneidade dos grãos.

**Fábrica**

Matriz-suportado

**Classificação da Rocha**

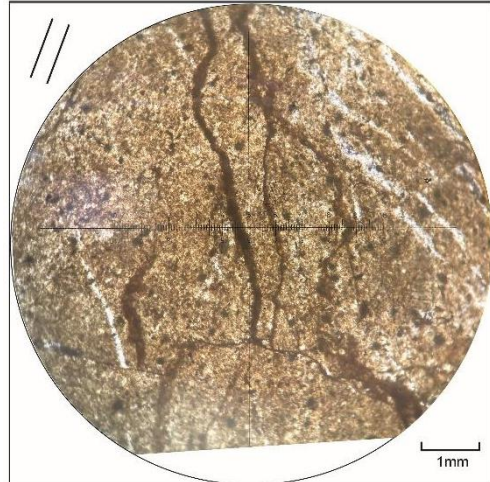
Dacito

**Fotomicrografias**

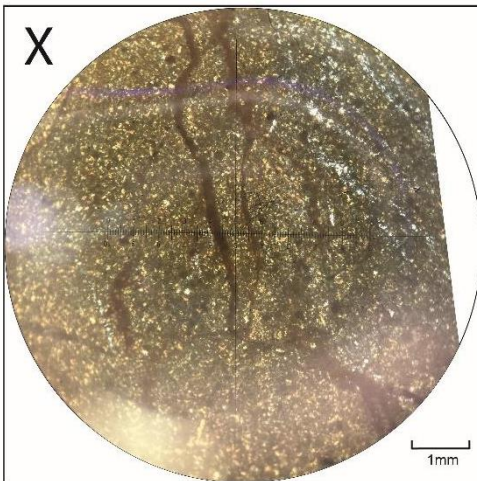
a)




b)



c)





<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha fresca de coloração cinza, granulometria areia média a grossa, composta por quartzo, feldspato, fragmentos líticos e menos de 10% de matriz. Rocha clasto-suportada com estrutura maciça. Em uma porção da amostra, há parte de um veio de granulação grossa composto essencialmente de quartzo. A amostra é cortada por vários veios de espessura milimétricas de quartzo de granulação fina.</p>	

### **Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica**

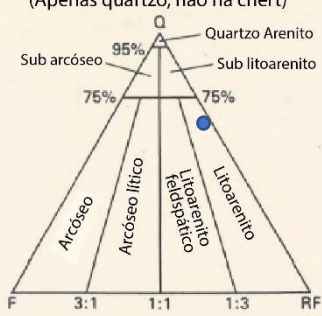
<b>Mineralogia</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Fragmento Lítico	12	Fragmentos líticos de quartzo subangulosos e subarredondados, variando de 1,2 a 0,4 mm. Ocorrem dispersa no arcabouço da rocha estando em contato com a matriz e outros minerais,
Quartzo	60	Grãos arredondados a subarredondados, subangulosos a angulosos, com tamanho variando de 1 mm a 0,1 mm, evidenciando a imaturidade textural destes. Apresentam extinção ondulante, com contatos planares e concavo/convexo, como também há grãos de quartzo policristalino
Fengita (mica branca)	<2%	Grãos finos com tamanho menores que 0,1 mm, de hábito acicular, com alta birrefringência, ocorrendo de forma dispersa na matriz.
Opacos	<5%	Grão euédricos de tamanho médio de 0,2 mm.
Titanita	5%	Apresenta pleocroísmo rosa claro a verde acinzentado, com os grãos apresentando seções euédricas losangulares. Possui birrefringência com alta cor de interferência.
Matriz argilosa	<10%	Matriz fina pelítica ao longo da borda dos grãos.

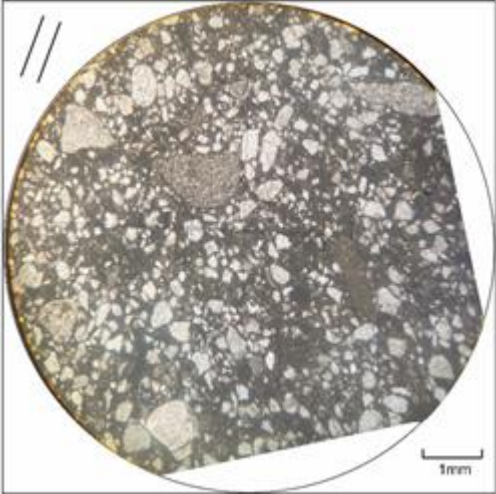
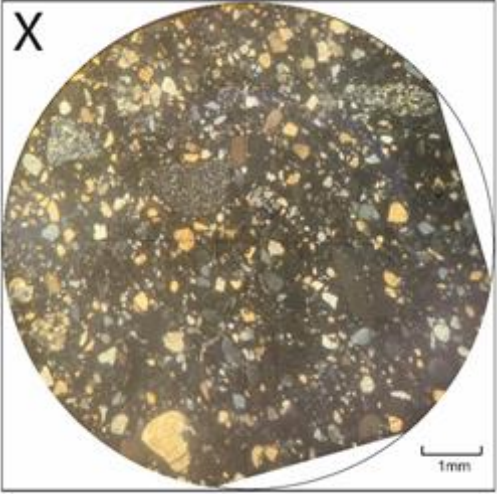
### **Granulometria**

Areia média


### **Interpretações e Discussão**

A variação textural bem como composicional, evidencia a imaturidade textural e composição desta rocha. Os grãos se apresentam de forma subangulosa e subarredondada, demonstrando um baixo retrabalhamento dos sedimentos, podendo indicar a proximidade da fonte ao local de deposição.

Fábrica	Diagrama Composicional
Clasto-suportado com contatos concâvo/convexos e planares.	<p>(Apenas quartzo, não há chert)</p>  <p>Quartzo Arenito Sub litoarenito Litoarenito Sub arcóseo Arcóseo lítico Arcóseo Litoarenito lítico</p> <p>95% 75%</p> <p>F 3:1 1:1 1:3 RF</p> <p>(Feldspato + granito + fragmentos de gneiss) (Todos outros fragmentos líticos)</p>
Classificação da Rocha	
Litoarenito	

Fotomicrografias	
<p>a)</p> 	<p>b)</p> 



<b>Descrição Macroscópica</b>	<b>Fotografia Macroscópica</b>
<p>Rocha de coloração cinza quando fresca, com textura sacaroidal e granulometria grossa. Macroscopicamente, são observados grãos de quartzo (&gt;95%), feldspato(&lt;5%) e pirita(&lt;1%), sendo grãos subangulosos e subarredondados, não apresentando orientação preferencial. Constitui uma rocha madura texturalmente e composicionalmente.</p>	

<b>Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica</b>		
<b>Mineral</b>	<b>%</b>	<b>Descrição</b>
Quartzo	90%	Os grãos apresentam forte extinção ondulante, com inclusões, de tamanho variando de 2 a 0,3 mm, porém com predominância dos grãos maiores, além disso, há grãos de quartzo policristalino. Ocorrem contatos planares, suturados e concâvos/convexos.
Plagioclásio	5%	Grão subédricos, de tamanho variando de 3 a 0,5 mm. Apresentam grãos com macla característica de microclínio (4%), albita periclina, como também há grãos com macla polissintética de plagioclásio (1%).
Opacos (pirita)	4%	Grãos euédricos, de tamanho variando de 0,4 a 0,04 mm.
Epidoto	<1%	Grão subédricos, os quais ocorrem como inclusões nos grãos de quartzo, apresentando tamanho de 0,05 mm.

<b>Granulometria</b>
Areia muito grossa (> 1mm).

<b>Interpretações e Discussão</b>
<p>Devido a maturidade textural como composicional, que evidenciam um bom selecionamento destes sedimentos, atrelado a não presença de matriz e ao arredondamento dos grãos, demonstra que a fonte dos sedimentos, estava longe do local de deposição, havendo tempo para retrabalhamento e selecionamento destes. Há deformação observada nas maclas de alguns grãos de plagioclásio, bem como a forte extinção ondulante, pode ser associada a deformação gerada por uma forte compactação no soterramento.</p>



### Fábrica

Clasto-suportado, com contatos côncavo/convexos, suturados e planares. Não há matriz.

### Classificação da Rocha

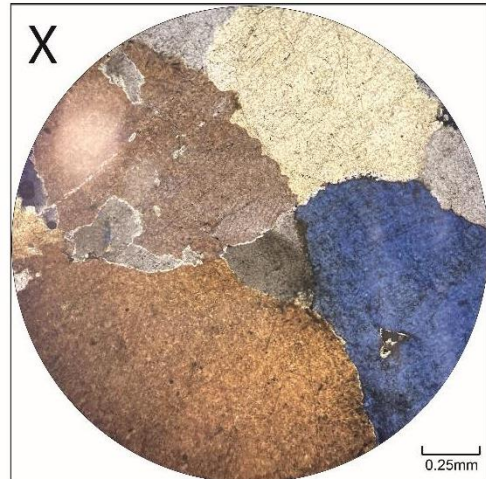
Arenito muito grosso feldspático.

### Fotomicrografias

a)



b)





### Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza escura, maciça, porém com foliação bem penetrativa, de granulometria areia média/grossa, com presença de grãos grossos de quartzo e de fragmentos líticos. Não apresenta orientação preferencial do arcabouço, sendo este, clasto-suportado, com arredondados a subarredondados.

### Fotografia Macroscópica



### Composição Modal Estimada e Descrição Mineralógica

Mineral	%	Descrição
Quartzo	50	Grãos subarredondados, com extinção ondulante, variando tamanho de 2 a 1 m. Há grãos de quartzo policristalino.
Fragmento lítico	15	Formado por grãos finos de quartzo, apresentando na borda, contato serrilhado, varia o tamanho de 1,4 a 0,4 mm.
Plagioclásio	<5	Grão anédricos, muito alterados, até 1,5 mm.
Mica branca	<1	Lamelas finas de mica branca, com alta Birrefringência, de tamanho médio de 0,15 mm, imersos na matriz.

### Granulometria

Areia grossa (>1mm)

### Interpretações e Discussão

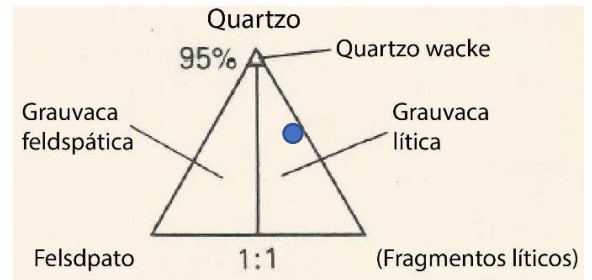
A presença de diferentes tipos de grãos de quartzo, e de fragmentos líticos, sugerem diferentes fontes para a sedimentação, bem como o subarredondamento dos grãos que compõem o arcabouço, indica um retrabalhamento destes. A presença de grãos de diferentes tamanhos, mostram uma imaturidade textural, bem como a presença de outros minerais, indicam uma baixa maturidade composicional. A fábrica destes grãos juntamente com a presença de matriz lamosa, e ausência de porosidade, evidencia a alta taxa de soterramento em grandes profundidades, resultando na compactação dos grãos.

### Fábrica

Clasto suportados com contatos concavô/convexos e planares.

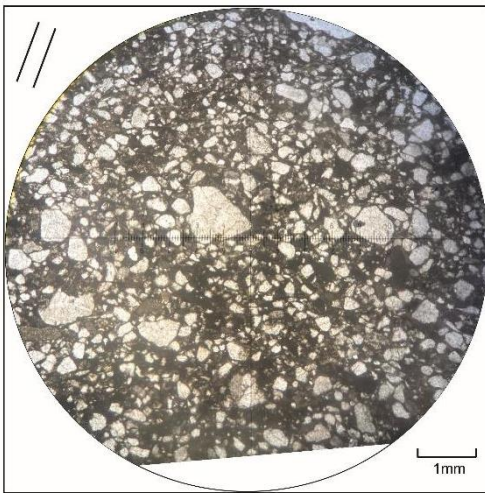
### Classificação da Rocha

Grauvaca lítica grossa

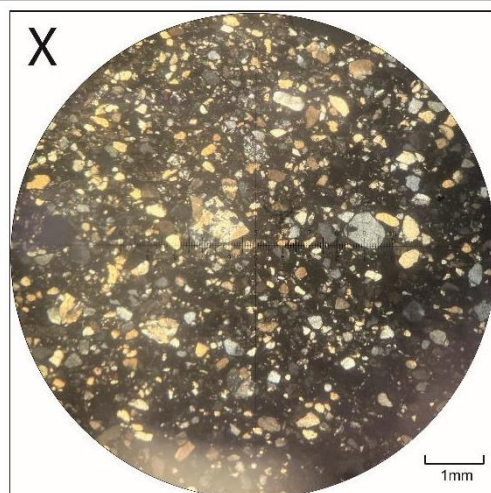


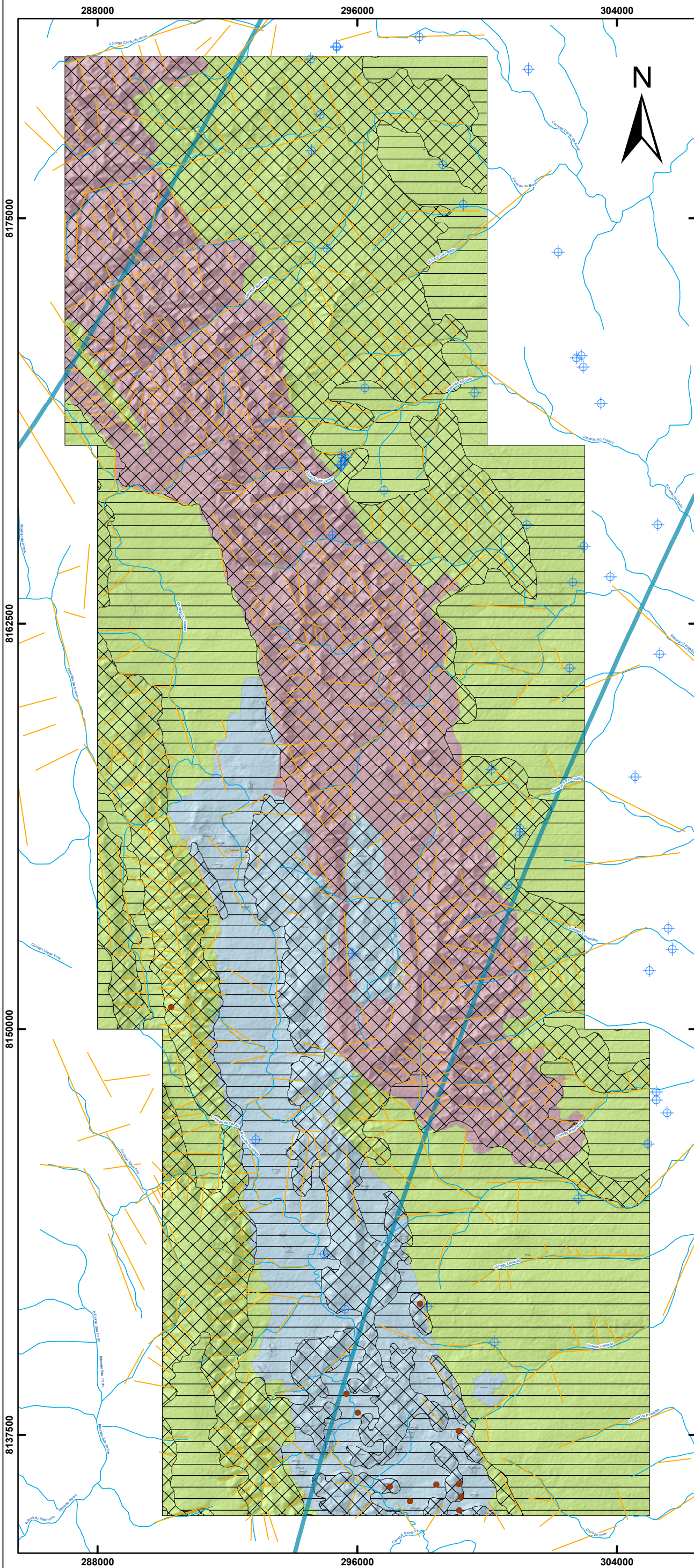
### Fotomicrografias

a)



b)





- 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 ( $K_x \approx K_y$ ) < $K_z$ . 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 (escuros 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) doloruditos intraclásticos e oncolíticos e dolarenitos 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 liticas, 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 liticas finas, grauvacas liticas 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**

