

Projeto Unaí-MG – Subárea X



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
GEOLOGIA – GRADUAÇÃO – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Ana Flávia Romanholli de Pádua
Linda Beatriz da Silva Sales

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL
Projeto Unaí - MG
Subárea X

Brasília
2021

Projeto Unaí-MG – Subárea X

Ana Flávia Romanholli de Pádua – 15/0116896

Linda Beatriz da Silva Sales – 16/0012503

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

Projeto Unaí - MG

Subárea X

Relatório final, apresentado a
Universidade de Brasília, como
parte das exigências para a
obtenção do título de Geólogo(a)

Brasília, 10 de novembro de 2021

Orientadores:

Me. Lucas Santos Batista Teles

Prof. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

Prof. Dr. Martino Giorgioni

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Augusto César Bittencourt Pires

Prof. Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira

Prof. Dr. Martino Giorgioni

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho, primeiramente, aos meus pais, Renata Romanholli e José Flávio, que não mediram esforços para me fazer chegar até aqui, sempre com muito amor e dedicação por toda minha caminhada. Aos meus irmãos, Ana Lígia, Hugo e ao meu primo Lucas pelo apoio de sempre. Dedico aos meus avós, João Romanholli (in memorian), Hilda, José Ferreira (in memorian) e Maria Aparecida, por serem fonte de inspiração, perseverança e carinho. Ao meu padrinho José Ailton, a minha madrinha Rosilei, ao meu tio Luciano Pádua, a minha tia do coração Luciana Coutinho, que são exemplos de coragem e determinação, e, em especial, ao meu tio Luiz Fernando, que se foi próximo desta etapa ser encerrada. A Eliana Pereira pelos cuidados de sempre.

Agradeço imensamente aos meus amigos de longa data que são tudo para mim: Fernanda Almeida, Matheus Rodrigues, Túlio Celini e Yara Lombardi, amo vocês.

A minha dupla Linda Beatriz, parceira de TF e de vida, amiga do coração com quem tive o privilégio de dividir esse trabalho, agradeço a sua resiliência, dedicação e amor, te amo. As amigas e amigos que ganhei de presente em Brasília e que vou levar sempre comigo: Ana Laura Rodrigues, Catarine Sá, Eduardo Dias, Eveline Sayao, Filipe Machado, Ingrid Eva, João Carlos, Lívio Reily, Luiz Eduardo, ao meu tão parceiro, Manoel Lázaro, Matheus Denezine, Matheus Ferreira, Paula Thaís, Paula Gomes, Priscila Crespo, Raylline Ferreira, Raissa Carvalho, Ricardo Avelino, Ricardo Paiva e Samuel Rios. Agradeço em especial à Palloma Amorim por ter me acolhido e encorajado durante esse tempo todo. amo vocês imensamente.

Não poderia deixar de agradecer as famílias de amigos que tanto me ajudaram e acolheram: Antônia, Marivânia e Polary.

Ao professor Dr José Elói pela dedicação e determinação para que o trabalho final fosse realizado da melhor forma possível, mesmo em meio a condições tão adversas. Ao professor Dr Martino, a professora Dr Eliza Peixoto e ao doutorando Lucas Teles pela orientação durante a jornada.

Por fim, agradeço a Universidade de Brasília, por ser um espaço tão incrível, plural e enriquecedor.

Ana Flávia Romanholli de Pádua

Projeto Unai-MG – Subárea X

Agradeço primeiramente à minha mãe, Antonia Sobrinho, mulher guerreira, batalhadora e cheia de luz que nunca mediu esforços para investir na minha educação e no meu crescimento. Ela que foi minha primeira professora e sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a correr atrás dos meus objetivos. Mãe, dedico a você meu trabalho de finalização de curso, obrigada por tanto.

À minha gata, Amora Zuleika, que foi adotada durante a realização do trabalho e é o xodó da minha vida.

Ao meu namorado, Thallyston Schappo, por todo apoio, amor e companheirismo, que durante esses cinco anos foi um grande incentivador da minha trilha geológica sendo, como chamamos, meu fã número um. Um agradecimento especial à Diana Schappo, Evandro Schappo, Thayanne Schappo e Leandro Rodrigues, uma família com a qual fui presenteada e que sou muito grata por todo o carinho.

Agradeço aos colegas de TF sobretudo à minha dupla, parceira e grande amiga Ana Flávia, por toda compreensão, confiança e apoio em todos os momentos, não somente durante a realização desse trabalho, mas ao longo de toda a graduação, amo você.

Um agradecimento aos meus amados amigos que a Geologia me deu de presente e quem quero levar para a vida, Raylline Ferreira, Paula Thaís, Ricardo Avelino, Lívio Reily, Palloma Amorim, Manoel Lázaro, Matheus Ferreira (Paracatu), João Carlos e Drielly Rodrigues. Obrigada, por todas as conversas, apoio, incentivos, palavras de carinho, risadas, enfim, vocês são tudo.

À toda equipe que permitiu a realização desse trabalho. Aos motoristas Amadeu Caetano, Sérgio Paulo (Serjão), Antônio Mendes, Marcos Sobral e Péricles Macedo por serem sempre tão solícitos e cuidadosos. Aos orientadores Dr. Martino Giorgioni, Dra. Eliza Peixoto, Msc. Lucas Teles e, em especial, ao Dr. José Eloi Campos por todo o esforço, dedicação em meio às adversidades para que nosso trabalho fosse realizado da melhor maneira possível.

À professora Eliza Peixoto, geóloga inspiradora que tive a honra de conhecer e ser orientada ao longo da minha trajetória.

Aos meus amigos Bruna Lopes, Faris Saleh, Samara Teles, Jéssica Crestani, Amanda Gonçalves e Mayra Souza que sempre me apoiaram e compreenderam minha ausência durante a realização desse trabalho. Obrigada por todo carinho de sempre, amo vocês.

À minha família de coração Mônica, Maria da Paz, Andreia, Geneci, Miguelina e Paula Adriana. Grandes mulheres as quais tenho muita admiração. Às minhas tias Rosa, Graça e Munda que me acompanharam desde que nasci, amo vocês.

Em memória da minha avó Margarida Maria, meus avôs Raimundo Pereira e Espedito Severiano e às queridas Maria de Fátima e Dorinha (Mami). Pessoas que eu tanto amei. Agradeço a Deus e Nossa Senhora.

Linda Beatriz da Silva Sales

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

Guimarães Rosa

RESUMO

O trabalho consiste no Mapeamento Geológico Final do curso de graduação em geologia da Universidade de Brasília do ano de 2020. Contribui para o detalhamento cartográfico da região do noroeste de Minas Gerais, a sudoeste da cidade de Unaí, na escala 1:50.000. A área situa-se na zona externa da Faixa Brasília em um contexto de um cinturão de dobras e cavalgamentos. A região é composta por rochas cuja história de deposição inicia-se com o início da tafrogênese estateriana, passando por um contexto de rifte, seguido de sag e posterior orogenia durante o brasileiro, ocasionando deposição em bacia do tipo *foreland*. As rochas aflorantes são atribuídas à Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí), Formação Serra do Landim (Grupo Canastra), Formação Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá) e aos membros Ribeirão do Franco e Ribeirão da Porteira (Formação Quilombo). A Formação Serra do Landim é composta por uma sequência de filitos com lentes de mármore depositada em um contexto de bacia intracratônica e transportada pelo sistema de nappes da Faixa Brasília. A Formação Córrego do Barreiro é uma sequência psamo-pelito-carbonatada cujo ambiente de deposição é caracterizado como uma plataforma com sedimentação mista e forte controle paleogeográfico. A Formação Quilombo consiste em uma sequência turbidítica depositada em uma bacia do tipo SAG. As rochas estão em condições de anquimetamorfismo até fácies xisto verde baixo (zona da clorita). Duas foliações são impressas na área de estudo, uma foliação *Ss* relativa a soterramento que é paralela ao acamamento e só é observada nas rochas do Grupo Canastra. E uma foliação *Sp*, que afeta as rochas do projeto como um todo, ocorre como foliação filítica no Grupo Canastra e como clivagem espaçada e ardosiana nas demais rochas mapeadas. O arcabouço geotectônico é interpretado como um descolamento da Formação Quilombo, cavalgando sobre o Grupo Bambuí, seguido do descolamento do topo do Grupo Paranoá se posicionando sobre a Formação Quilombo como uma falha reversa de baixo ângulo e, por fim, o Grupo Canastra como uma *nappe* sobre o Grupo Paranoá através de uma falha reversa de baixo ângulo. A região apresenta cinemática reversa com topo para leste com ligeira componente sinistral. Além disso, a área foi subdividida em três domínios hidrogeológicos sendo eles: (i) freático; (ii) fraturado; (iii) físsuro-cárstico. Quanto ao potencial geoeconômico a área abrange ocorrências de Pb e Zn, Cu, argila, dolomito agrícola e agregados, fosfato e ouro orogênico assim como o potencial geoturístico da região.

Palavras-chave: Unaí, Faixa Brasília, Formação Quilombo, anquimetamorfismo.

ABSTRACT

The work consists of the Final Geological Mapping of the undergraduate geology course at the University of Brasília in the year 2021. It contributes to the cartographic detailing of the northwest of Minas Gerais State, southwest of the Unaí city, in a scale of 1:50.000. The area is located in the outer zone of the Brasília Belt in the context of a thick-skinned fold-thrust belt. The region is composed of rocks whose deposition history begins with the beginning of the Staterian taptrogenesis, passing through a rift context, followed by SAG and posterior orogeny during Brasiliano, causing deposition in a foreland basin. The outcropping rocks consist of the Sete Lagoas Formation (Bambuú Group), Serra do Landim Formation (Canastra Group), Córrego do Barreiro Formation (Paranoá Group) and members of Ribeirão do Franco and Ribeirão da Porteira (Quilombo Formation). The Quilombo Formation consists of a turbidite sequence deposited in a SAG-type basin. The Córrego do Barreiro Formation is a psamo-pelite-carbonated sequence whose depositional environment is enhanced as a mixed platform with strong paleogeographic control. The Serra do Landim Formation is composed of a sequence of phyllites with marble lenses deposited in an intracratonic basin context and transported by the nappes system of the Brasília Belt. The rocks are in sub-metamorphic conditions up to low greenschist facies (chlorite zone). Two foliations are inherent in the study area, an Ss foliation related to burial that is parallel to the bedding and is only observed in the rocks of the Canastra Group. And an Sp foliation, which affects the project's rocks as a whole, occurs as a phyllitic foliation in the Canastra Group and as a spaced and slate cleavage in the other mapped rocks. The geotectonic framework is interpreted as a displacement of the Quilombo Formation, thrusting over the Bambuí Group. Followed by the displacement of the top of the Paranoá Group positioning itself over the Quilombo Formation as a low-angle reverse fault and, finally, the Canastra Group as a nappe positioning over the Paranoá Group through a low-angle reverse fault. The region presents reverse cinematics with a top to the east with a slight sinistral component. In addition, the area was subdivided into three hydrogeological domains, namely: (i) phreatic; (ii) fractured; (iii) fissur-karst. As for the geoeconomic potential, the area includes occurrences of Pb and Zn, Cu, clay, agricultural dolomite and aggregates, phosphate and orogenic gold, as well as the geotouristic potential of the region.

Keywords: *Unaí, Brasília Belt, Quilombo Formation, sub-metamorphism.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1. Mapa do Brasil com destaque para a localização do estado de Minas Gerais. Em detalhe, mapa com polígonos do Projeto Unaí-MG. (Esri and other contributors. ArcGis).....	20
Figura 1. 2. Mapa com destaque para a rodovia principal de acesso à cidade de Unaí-MG saindo de Brasília. (Esri and other contributors. ArcGis).....	20
Figura 1. 3. modelo digital de elevação (MDE), obtido através de dados SRTM, com sobreposição de relevo sombreado, na escala 1:180.000. Destacando as feições de relevo da área do Projeto Unaí.....	24
Figura 1. 4. Paisagem da subárea X evidenciando as cristas de Unaí com vegetação típica do Cerrado. A região aplainada é característica da depressão São Franciscana associada a uma vegetação veredas e campo cerrado.	26
Figura 2. 1- Distribuição do Grupo Paranoá nas porções interna e externa da Faixa de Dobramentos Brasília (Campos et al., 2013)	29
Figura 2. 2- Mapa geológico da região de Unaí evidenciando Formação Quilombo e grupos Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí. (Campos et al., 2021).....	30
Figura 2. 3- Coluna estratigráfica da Formação Quilombo (traduzida de Campos et al., 2021) .	32
Figura 2. 4- Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás/Distrito Federal (Campos et al., 2013) modificada de Faria, 1995)	34
Figura 2. 5- Representação esquemática do trato de sistemas marinhos associado à deposição do Grupo Paranoá. Os termos em caixas tracejadas representam ambientes deposicionais e os termos na elipse representam processos/controles deposicionais. (Campos et al., 2013).....	35
Figura 2. 6- Coluna estratigráfica do Grupo Canastra compilada de Dardenne, (2000).....	38
Figura 2.7- Coluna estratigráfica do Grupo Vazante compilada (Dardenne, 2000)	40
Figura 2. 8- Coluna Estratigráfica do Grupo Bambuí- (Dardenne, 1978)	43
Figura 2. 9- Coluna estratigráfica integrada dos Grupos descritos na Geologia Regional	44
Figura 3. 1- Imagem da subárea X de composição de banda 4/3/2 de cor verdadeira (visível) .	47
Figura 3. 2- Imagem da subárea X de composição de banda 8/4/3 (infravermelho próximo) ressaltando a vegetação.	47
Figura 3. 3- Relevo sombreado gerado a partir de mosaico de imagens MDE (satélite ALOS). A porção oeste e central da área apresenta relevo mais acidentado com maior concentração de serras. No centro-norte da área destaca-se uma feição análoga a um “u”.	48
Figura 3. 4- Mapa base da subárea X com relevo sombreado ao fundo contendo drenagens (principais e secundárias), vias de acesso (estradas, rodovias, trilhas) e localidades.	49

Figura 3. 5- Mapa de lineamentos morfoestruturais do Projeto Unaí e diagrama de rosetas correspondente. Os lineamentos estão sobre relevo sombreado com filtro direcional de 225° e transparência de 45%.	50
Figura 3. 6- Mapa de lineamentos morfoestruturais da Subárea X e diagrama de rosetas correspondente.	51
Figura 3. 7- Principais elementos fotogeológicos da subárea X	52
Figura 3. 8- Mapa Fotointerpretado da subárea X, com relevo sombreado ao fundo.....	52
Figura 3. 9 Mapa evidenciando os polígonos onde ocorreram levantamento aerogeofísico do Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, com enfoque na Área 1 onde se encontra a área de mapeamento do Projeto Unaí.-	56
Figura 3. 10- Área 1 do Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais com enfoque na área de mapeamento do Projeto Unaí a qual está localizada no Bloco Norte do levantamento.	57
Figura 3. 11- Fluxograma indicando as diferentes etapas envolvidas no processo de levantamento realizado pela empresa Lasa (LASA, 2001).....	58
Figura 3. 12- Fluxograma dos principais produtos obtidos a partir do CMA.....	59
Figura 3. 13- Mapa magnetométrico do Campo Magnético Anômalo (CMA) referente à subárea X.....	59
Figura 3. 14- Mapa magnetométrico da derivada Dz referente à subárea X.....	60
Figura 3.15- Mapa magnetométrico da derivada TILT com destaque para a subárea X.	61
Figura 3. 16- Mapa magnetométrico da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) da subárea X.	62
Figura 3. 17- Fluxograma dos principais produtos gamaespectométricos.	62
Figura 3. 18- Mapas gamaespectométricos da porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY (CMY) e composição ternária RGB (RGB).....	63
Figura 3. 19- Mapas gamaespectométricos da porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY (CMY) e composição ternária RGB (RGB).....	64
Figura 3. 20- Mapa Magnetométrico da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) subdividido nos domínios magnéticos da subárea X.....	65
Figura 3. 21- Imagem de localização da linha sísmica Cristalina-Unaí.....	68
Figura 3. 22- Linha Sísmica Cristalina-Unaí. Os pontos vermelhos evidenciam a área do Projeto-Unaí. (ANP)	68
Figura 4.1- Unidades litoestratigráficas mapeadas no Projeto Unaí.....	69

Figura 4. 2- A.Geomorfologia do Membro Ribeirão da Porteira. B. Destaque para a alternância de pacotes pelíticos e psamíticos do membro Ribeirão da Porteira	72
Figura 4. 3- Destaque para diferenças de ocorrência entre os membros a partir da geomorfologia, a linha vermelha marca o contato entre as unidades.	72
Figura 4. 4- Afloramento da Formação Quilombo na Subárea X. A) Afloramento em drenagem-rocha pouco alterada a fresca. B) Afloramento em corte de estrada – rocha alterada	73
Figura 4. 5- Fácies Cm. A) Ortoconglomerado polimítico, encontrado na Subárea X, com alto grau de intemperismo. B) Ortoconglomerado polimítico amostra TF20-IX-99, de cor acinzentada quando fresco.	75
Figura 4. 6- Fotomicrografia da amostra TF20-IX-99.	75
Figura 4. 7- Fácies GLm A) grauvaca lítica fresca de coloração cinza. B) Fotomicrografia da amostra TF20-IX-42- Grauvaca Lítica média a grossa, formada por fragmentos líticos. c. Grauvaca Lítica alterada, área X.	76
Figura 4. 8- Fácies Lm- A) aspecto geral do afloramento. B) Litoarenito intemperizado com coloração rosada C) Fotomicrografias da lâmina TF20-VI-110. D) Amostra TF20-VI-110.....	78
Figura 4. 9- A) Siltito laminado B) Siltito laminado de coloração cinza quando fresco	79
Figura 4. 10- Argilito de coloração cinza esverdeado, intercalados.	80
Figura 4. 11- Pacote métrico de folhelho bem preservado. Subárea X.....	80
Figura 4. 12- Coluna estratigráfica do membro Ribeirão da Porteira	81
Figura 4. 13- Coluna estratigráfica do membro Ribeirão do Franco	81
Figura 4. 14- Seção estratigráfica local- Ribeirão do Franco com destaque para interclação pelítica entre níveis contendo siltito e níveis de argilito	82
Figura 4. 15- A) Bloco diagrama esquemático mostrando o cenário do vulcanismo da porção distal da sedimentação turbidíticas (Moura, 2018). B) ocorrência de processos erosivo e deposicionais associados à evolução descendente de uma turbidez corrente (modificado de Mutti et al., 2003)	84
Figura 4. 16- Coluna estratigráfica esquemática do Grupo Paranoá na subárea X.....	85
Figura 4. 17- A) Siltito laminado alterado em vala de erosão. B) Siltito laminado alterado de cor rosada na estrada.	87
Figura 4. 18- A) Blocos rolados ao longo do morro de quartzarenito fino a médio; B) Destaque para a granulometria areia fina em quartzarenito alterado com cor esbranquiçada; c. feições sigmoidais em quartzarenitos finos característica de ambiente de canal de maré	88
Figura 4. 19- A) Destaque para como o arenito fino a médio ocorre nos blocos rolados; B) Destaque para amostra de mão de arenito fino a médio maciço.	89

Figura 4. 20- A) Arenito médio a grosso parcialmente alterado; B) Arenito médio a grosso fresco evidenciando a cor cinza; C) fotomicrografia da seção delgada TF20-XII-54 a nicois paralelos; d.fotomicrografia da seção delgada TF20-XII-54 a nicois cruzados evidencia.....	90
Figura 4. 21- Arenito conglomerático alterado. Destaque para os grãos de feldspato alterados (esbranquiçados).....	91
Figura 4. 22- A) Esteiras microbianas planares em dolarenito alterado de coloração esbranquiçada; B) esteiras microbianas planares sinuosas em dolarenito fresco de coloração cinza	91
Figura 4. 23- A) Bloco evidenciando dolarenito maciço; B) foto com detalhe evidenciando granulometria areia fina a média e oncólitos. C) e D) Fotomicrografias da seção delgada TF20-VIII-32B evidenciando granulometria areia média a grossa com oncólitos.	93
Figura 4. 24- A) e B) Blocos ao longo do afloramento evidenciando dolomito com níveis pelíticos contínuos a irregulares miliméricos a centimétricos	93
Figura 4. 25- Sistema deposicional da Formação Córrego do Barreiro na subárea X com destaque para cada associação de fácies e seus respectivos locais de acontecimento na plataforma mista.	95
Figura 4. 26- Coluna estratigráfica esquemática de como a Formação Serra do Landim ocorre na subárea X.....	96
Figura 4. 27- A) Filito de coloração cinza evidenciando foliação penetrativa e granulação fina; B) Fotomicrografia da seção delgada TF20-XIII-33 evidenciando matriz filossilicática com cristais de quartzo dispersos ao longo dela.....	97
Figura 4. 28- A) Destaque para morrotes de calcário e sua vegetação característica; B) afloramento de calcário de aproximadamente 6 metros de altura; C) e D) Fotomicrografia da seção delgada TF20-X-04 a nicois paralelos e cruzados respectivamente evidenciando a granulação variando de fina a grossa sem estruturas evidentes e mineralogia homogênea composta basicamente por dolomito e quartzo.....	98
Figura 5. 1- Mapa Geológico da Subárea X e Perfil	100
Figura 5. 2- A. Estereograma referente ao acamamento S0 indicando um mergulho variando de; B. Estereograma referente a foliação Sp com mergulhos de até 65° para Oeste.....	101
Figura 5. 3- Mapa indicando o traço da foliação ao longo da subárea X evidenciando uma foliação de direção aproximadamente NNW-SSE.....	101
Figura 5. 4-A. Dobra isoclinal 1C (Ramsay, 1967) em filito do Grupo Canastra; B. Dobra suave, assimétrica com vergência para oeste em rochas do Ribeirão do Franco; C.D. Destaque para dobra aberta, assimétrica em rochas do Membro Ribeirão do Franco	103

Figura 5. 5- A.B Destaque para dobra suave assimétrica, 1A, com vergência para sudeste em escala de afloramento em rochas do Membro Ribeirão da Porteira. C. Dobra suave assimétrica em escala de mão.	104
Figura 5. 6- A. Imagem de satélite da subárea X; B. Destaque para a dobra sinclinal evidenciada na geomorfologia na porção centro norte da subárea X.....	105
Figura 5. 7- A. Destaque para foliação Ss em filitos alterados do Grupo Canastra; B. Destaque para foliação Sp penetrativa e com alto ângulo em filitos do Grupo Canastra.	106
Figura 5. 8- A. Estereograma representando o polo das foliações Ss dos filitos do Grupo Canastra; B. Estereograma representando polo das foliações Sp ao longo da subárea X.....	106
Figura 5. 9- a.b. Slicken lines em litologia quartzoarenítica do membro Ribeirão da Porteira. c. Estereograma indicando movimentação preponderantemente reversa com topo para SE da estrutura da letra a; d. Estereograma evidenciando uma cinemática reversa com componente transcorrente ligeiramente sinistral com topo para E-SE; e.f. Destaque para reverberação do cavalgamento em escala de afloramento em rochas do Membro Ribeirão da Porteira	108
Figura 5. 10- A.B. Destaque para fraturas de cisalhamento preenchidas com quartzo (Foto tirada de um bloco rolado, por isso não apresenta orientação); C.D.E.F. pares conjugados de fraturas das Famílias de fraturas 2 e 4 em rochas do membro Ribeirão da Porteira; G.H. fratura em pluma pertencente à família 3 indicando zonas de alívio de um cisalhamento (imagem da subárea IX)	110
Figura 5. 11- Diagrama de roseta representando as 4 principais famílias de fraturas encontradas na subárea X.....	110
Figura 5. 12- - Linha sísmica "R0240_São_Francisco_045_PSTM" regional com destaque para as grandes estruturas, cavalgamentos, falhas reversas e retroempurrões (Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP) / Agência Nacional do Petróleo (ANP).....	111
Figura 5. 13- Seção Geológica da subárea X.	113
Figura 6. 1- Figura 1- Interpretação da linha sísmica Cristalina-Unai.....	115
Figura 6. 2- Bloco diagrama evidenciando a Tafrogênese Estateriana (~1,7 Ga) e deposição do Grupo Araí.....	116
Figura 6. 3- Bloco diagrama destacando a deposição do Grupo Traíras sob um contexto de bacia SAG durante o Calimiano	117
Figura 6. 4- Perfil e Bloco diagrama representativo da deposição do sistema turbidítico da Formação Quilombo durante o Ectasiano	118
Figura 6. 5- Bloco diagrama evidenciando como ocorreu a deposição da Formação Córrego do Barreiro na área do Projeto Unai evidenciando um contexto de plataforma mista.....	120

Figura 6. 6- Bloco diagrama destacando a deposição cronocorrelata dos grupos Canastra e Paranoá sob contextos bacinais diferentes	121
Figura 6. 7- Bloco diagrama evidenciando o posicionamento final das unidades após o Ciclo Brasileiro	122
Figura 7. 1- Ocorrência Minerais,cachoeiras e cavidades naturais (CPRM, 2015). Áreas requeridas, minas ativas e inativas (ANM, 2021) com destaque para área do Projeto Unaí.	124
Figura 7. 2 - A. Gruta do Sapezal B. Espeleotemas-estalactites e estalagmites.	127
Figura 7. 3- A.B. Cachoeira Água Boa e Doce, localizada na subárea XVI.....	127
Tabela 8. 1- Dados de poços tubulares do Projeto Unaí	135
Tabela 8. 2- Requisitos para recarga artificial do sistema indireto utilizando caixa de recarga (Cadamuro & Campos, 2005)	136
Tabela 8. 3- Síntese sobre o conhecimento dos aquíferos definidos na área do Projeto Unaí. ..	139
Figura 9. 1- Comparação entre o mapa gerado pelo Projeto Unaí-MG (esquerda) com o mapa confeccionado pela CPRM (2015) (direita)	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. 1- Cronograma de atividades TF 2020	21
Tabela 3. 1- Faixas espectrais e resoluções das bandas do sensor MSI do satélite Sentinel 2. fonte: USGS (United States Geological Survey)	46
Tabela 3. 2- Descrição das zonas homólogas da subárea X.....	53
Tabela 3. 3- Janelas energéticas e fotópicos (modificado de Ferreira et al., 2016).	55
Tabela 3. 4- Descrições dos domínios Gamaespectrométricos	64
Tabela 3. 5- Descrição dos domínios magnéticos da subárea X.	66
Tabela 4. 1- Fácies da Formação Quilombo.....	74
Tabela 4. 2- Quadro resumitivo das fácies, características e associação.	86
Tabela 8. 1- Dados de poços tubulares do Projeto Unaí	135
Tabela 8. 2- Requisitos para recarga artificial do sistema indireto utilizando caixa de recarga (Cadamuro & Campos, 2005)	136
Tabela 8. 3- Síntese sobre o conhecimento dos aquíferos definidos na área do Projeto Unaí. ..	139
Tabela 9. 1- Tabela comparativa entre as unidades litoestratigráficas propostas pela CPRM (2015) e pelo Projeto Unaí	141

SUMÁRIO

1. Introdução	18
1.1 Apresentação	18
1.2 Justificativa.....	18
1.2 Objetivo	19
1.3 Localização e Vias de Acesso	19
1.5 Metodologia.....	21
1.5.1. Pré-campo	21
1.5.2. Campo.....	22
1.5.3 Pós-campo.....	22
1.6 Nomenclatura e definições adotadas	23
1.7 Aspectos Fisiográficos.....	23
1.7.1. Geomorfologia	23
1.7.2. Solo	25
1.7.3. Clima e Cobertura Vegetal.....	25
1.7.4. Hidrografia.....	27
2. Geologia Regional	28
2.1 Introdução.....	28
2.1.1 Província Tocantins	28
2.1.2 Faixa de Dobramentos Brasília.....	28
2.2 Formação Quilombo	31
2.3 Grupo Paranoá.....	32
2.4 Grupo Canastra	36
2.5 Grupo Vazante.....	38
2.6 Grupo Bambuí	41
3. Caracterização Geofísica e Sensoriamento Remoto.....	45
3.1 Introdução.....	45
3.2 Sensoriamento Remoto.....	45
3.2.1 Imagem Sentinel	46
3.2.2 Imagem ALOs.....	47
3.2.3 Preparação do Mapa Base	49
3.2.4 Mapa de Lineamentos Morfoestruturais	49
3.2.5 Mapa Fotointerpretado.....	51
3.3 Aerogeofísica.....	53
3.3.1 Métodos Geofísicos	54
3.3.2 Aquisição de Dados Aerogeofísicos	55

3.3.4	Análise e Interpretação dos Produtos Aerogamaespectrométricos	62
3.3.5	Análise e Interpretação do Produto de Magnetometria.....	65
3.4	Sísmica de reflexão.....	67
3.4.1	Aquisição de Dados Sísmicos da área de Estudo.....	67
4.	Estratigrafia; Petrografia e Sistemas Depositionais	69
4.1.	Introdução.....	69
4.2.	Geologia do Projeto Unaí	70
4.3	Geologia Local da Subárea X.....	71
4.3.1	- Formação Quilombo	71
4.3.2	- Grupo Paranoá (Formação Córrego do Barreiro)	84
4.3.3	- Grupo Canastra (Formação Serra do Landim)	96
5.	Geologia Estrutural.....	99
5.1	Introdução	99
5.2	Arcabouço Estrutural	102
5.2.1	Arcabouço Estrutural Dúctil	102
5.2.2	Arcabouço Estrutural Rúptil	106
5.3	Discussão	111
6.	Evolução Geológica	114
6.1	Introdução	114
6.1.1	Início da abertura da bacia e deposição da sucessão sin-rift.....	116
6.1.2	Sucessão pós-rift	117
6.1.3	Bacias Intracratônicas	119
6.1.4	Bacias do tipo <i>foreland</i> e Orogênese Brasileira (750-510 Ma).....	122
7.	Potencialidades econômicas.....	123
7.1	Introdução	123
7.2.1	Pb-Zn (\pm Cu)	124
7.2.2	Dolomito Agrícola e Agregados	125
7.2.3	Argila	125
7.2.4	Fosfato.....	125
7.2.5	Ouro	125
7.3	Potencialidades Geoconômicas Não minerais	126
7.3.1	Potencial Geoturístico	126
8.	Zoneamento Hidrogeológico.....	128
8.1.	Introdução.....	128
8.2.	Mapa de zoneamento hidrogeológico.....	130
8.3.	Classificação e Caracterização dos Aquíferos.....	130

Projeto Unai-MG – Subárea X

8.3.1. Domínio Aquífero Freático (Intergranular)	130
8.3.2. Domínio Aquífero Fraturado	132
8.3.3. Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico	133
8.4 Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos	134
8.4.1 Construção de Novos Poços Tubulares.....	134
8.4.2 Aplicação de Técnicas de Recarga Artificial.....	135
8.4.3 Isolamento Sanitário dos Poços Existentes.....	136
8.5 Considerações Finais	138
9. Conclusões e Recomendações.....	140
9.1 Recomendações	144

1. Introdução

1.1. Apresentação

O projeto Unaí compreende a atividade de “Trabalho de Mapeamento Geológico Final” desenvolvida durante o segundo semestre letivo do ano de 2021, ofertada pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IGD-UnB). O projeto contou com o apoio estrutural e financeiro da Universidade. O presente relatório detalha os estudos realizados na região de Unaí-MG, com foco nos dados e produtos da Subárea X do Projeto.

O trabalho foi executado sob a coordenação do professor Dr. José Elói Guimarães Campos com a colaboração dos professores doutores Martino Giorgioni, Eliza Inez Nunes Peixoto e do mestre e doutorando Lucas Santos Batista Teles. A turma é composta por 27 alunos, divididos em 13 subáreas, sendo 12 duplas e um trio.

No projeto foi realizado o mapeamento geológico na escala 1:50.000 de uma área localizada na região noroeste do estado de Minas Gerais. A área situa-se na Zona Externa da Faixa de Dobramentos Brasília, que apesar do seu rico detalhamento, ainda apresenta questões a serem discutidas sobre sua evolução e estruturação. O trabalho está inserido na folha cartografada pelo Serviço Geológico do Brasil (Folha Serra Da Aldeia). O estudo visa ampliar o conhecimento geológico da porção central da Faixa, apresentando os resultados das feições geológicas com um detalhe nunca alcançados em trabalhos prévios.

1.2. Justificativa

O trabalho final de graduação em geologia pela Universidade de Brasília visa à formação de novos geólogos com a visão ampla de diversas áreas da geologia englobadas no mapeamento geológico. A recente individualização da Formação Quilombo (Moura, 2018) trouxe a necessidade de maior detalhamento da sequência sedimentar na área de estudo.

O presente relatório tem como finalidade a contribuição para solução de questões geológicas e correlações estratigráficas uma vez que as litologias são muito semelhantes e é necessário maior detalhe na escala de mapeamento para sua individualização.

1.3. Objetivo

O projeto tem como objetivo a apresentação de um mapa geológico na escala 1:50.000 (Anexo 4) de uma área de 651 km², dividida em 14 subáreas de 45 km², assim como a elaboração de um relatório técnico final. O estudo pretende contribuir na formação dos estudantes a fim de aperfeiçoar conhecimentos obtidos ao decorrer do curso de graduação em geologia, utilizando noções em sensoriamento remoto, estratigrafia, geologia estrutural, geofísica, análise de potencial econômico e potencial hidrogeológico da região.

O trabalho tem como proposta contribuir para o avanço dos estudos na região realizados por Laranjeiras (1992), Freitas-Silva e Dardenne (1994), Dardenne (2000), Rodrigues (2008), Pinho et al (2017), e estabelecer as relações estratigráficas da região.

1.4. Localização e Vias de Acesso

A área do Projeto Unaí-MG está localizada a noroeste de Minas Gerais, ao sul do município de Unaí, limitada pelas coordenadas métricas UTM 287000 E/8180000 N e 305000 E/8135000 N (Datum Horizontal WGS 84, Zona 23S) (Figura 1. 1). O município foi, portanto, escolhido como cidade-base para facilitar o acesso às subáreas do trabalho e está situado a 166 km de Brasília.

O acesso para a região do projeto saindo de Brasília se deu através da rodovia interestadual BR-251 e, a partir da cidade de Unaí para as subáreas, essa rodovia passa a ser identificada como MG-188 contornando a leste todas as áreas do trabalho, sendo assim a principal via de acesso utilizada (Figura 1. 2).

Para chegar na subárea X, o principal acesso foi através de uma estrada não pavimentada que se ramifica a oeste da rodovia MG-188 através da subárea XII (306137 E/ 8143717 N). A partir dessa estrada existem acessos a norte que direcionam para as três principais estradas que segmentam a área X em direção N-S.

Projeto Unai-MG – Subárea X

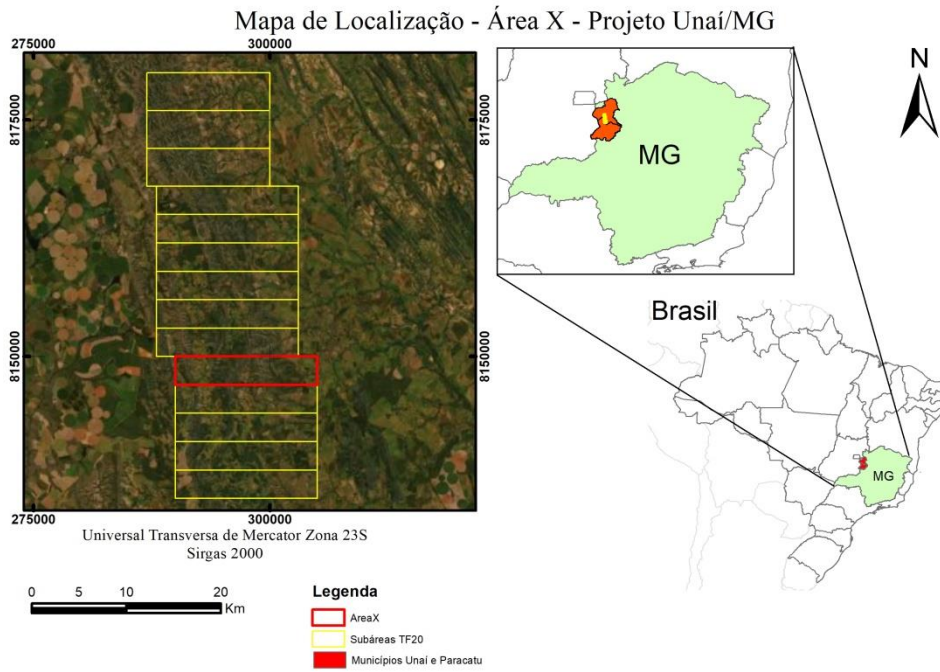


Figura 1. 1. Mapa do Brasil com destaque para a localização do estado de Minas Gerais. Em detalhe, mapa com polígonos do Projeto Unai-MG. (Esri and other contributors. ArcGis)



Figura 1. 2. Mapa com destaque para a rodovia principal de acesso à cidade de Unai-MG saindo de Brasília. (Esri and other contributors. ArcGis)

1.5. Metodologia

O Trabalho de Mapeamento Geológico Final 2020 - Projeto Unaí - foi realizado durante os meses de abril a novembro de 2021 e foi subdividido em três etapas: pré-campo, campo e pós-campo definidos a partir das atividades realizadas em cada uma delas (Tabela 1. 1).

Tabela 1. 1- Cronograma de atividades TF 2020

Etapa	Atividades	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro
Pré-Campo	Revisão Bibliográfica								
	Mapa base								
	Geologia Regional								
	Mapas Aerogeofísicos								
Campo	Mapeamento Geológico Final								
Pós-Campo	Mapa Geológico								
	Seção Geológica								
	Cap.: Introdução								
	Cap.: Geologia Regional								
	Cap.: Geofísica e Sensoriamento Remoto								
	Cap.: Zonamento Hidrogeológico								
	Descrição da Petrográfica								
	Cap.: Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais								
	Cap.: Geologia Estrutural								
	Cap.: Evolução Geológica								
	Cap.: Potencialidade Econômica								
	Cap.: Conclusões e Recomendações								
	Volume Final								
	Defesa do Trabalho Final								

1.5.1. Pré-campo

A etapa pré campo teve início em abril de 2021 e teve como foco o planejamento para as atividades de campo. Foi realizada uma revisão bibliográfica da área de estudo a fim de entender o contexto geológico já apresentado para a região, levantando questões e novas ideias para a área do trabalho. Ao longo do mês de junho ocorreram reuniões semanais com aulas e discussões referentes ao tema e ao campo.

Ainda nessa etapa foram adquiridos dados geofísicos, processados através do software Geosoft Oasis Montaj e confeccionados o mapa base (Anexo 1) e mapa preliminar (Anexo 2) utilizando os softwares ArcMap 10.8 e Google Earth Pro.

O mapa base foi usado para localização em campo no qual foram extraídas as drenagens principais e secundárias, estradas, rodovias e demais vias de acesso, cidades, municípios e localidades como galpões, propriedades rurais, presídio, universidade, entre outros.

1.5.2. Campo

O campo ocorreu no mês de julho de 2021 e teve duração entre os dias 05/07 e 21/07. O primeiro dia foi realizado em grupo, com toda a turma, e consistiu em um reconhecimento regional de todas as áreas a fim de avaliar a qualidade das estradas que seriam utilizadas nos dias de mapeamento e visitar afloramentos chaves das unidades que seriam encontradas nos dias seguintes. Nos demais dias de mapeamento, foram realizados diversos caminhamentos a fim de recobrir grande parte da área de estudo produzindo, assim, um mapa geológico integrado preliminar. Na subárea X foi feita a descrição de 145 pontos (Anexos 5 e 7) abrangendo tanto pontos de afloramento como pontos de controle.

Os caminhamentos foram realizados na direção E-W a fim de buscar uma maior variação de litologia e estruturas. Em função de uma mata muito densa e drenagens muito encaixadas, a porção sudoeste da área possui uma menor densidade de pontos.

Em campo, foram feitas a descrição dos litotipos, a coleta de amostras e de dados estruturais. Ao final de cada dia eram realizadas reuniões para discutir as litologias e estruturas encontradas pelos grupos e definir a logística e perfis do dia seguinte. Essa etapa foi finalizada com a produção de um mapa geológico integrado na escala 1:50000 e seções geológicas representativas de cada subárea.

1.5.3 Pós-campo

A etapa final do projeto teve início no mês de julho e se estendeu até o mês de novembro. Consistiu na organização e integração dos dados obtidos em campo, refinamento do mapa geológico preliminar e seções geológicas por meio de análises e discussões mais detalhadas entre professores e colegas das demais subáreas. Foram confeccionadas 26 lâminas no total de amostras representativas de cada unidade encontrada no projeto (Anexo 8). Cada dupla descreveu as das litologias que estavam presentes na respectiva subárea. Essa descrição foi essencial especialmente para aqueles que não encontraram na própria área rochas suficientemente preservadas de uma determinada unidade, pois assim puderam fazer uma boa descrição e visualizar as principais características delas.

Durante essa etapa, simultaneamente foram realizadas às atividades de descrição de lâminas, aprimoramento de dados e escrita do relatório final até o mês de novembro. Por fim, a finalização da etapa se deu com as apresentações finais para banca avaliadora entre os dias 08 e 12 de novembro.

1.6. Nomenclatura e definições adotadas

A nomenclatura adotada para descrição e classificação das rochas foi de designação sedimentar, tais como, arenito, ritmo, calcário, conglomerado, considerando-se as estruturas sin-deposicionais preservadas e ausência de texturas metamórficas.

Adotou-se os diagramas de classificação de Folk (1980) e Dunham (1962) para rochas siliciclásticas e carbonáticas.

1.7. Aspectos Fisiográficos

1.7.1. Geomorfologia

O relevo da região pode ser dividido em 3 compartimentos geomorfológicos distintos: Planaltos Serras de Goiás-Minas, Depressão São Franciscana e Cristas de Unaí. Os planaltos residuais do São Francisco são formados por extensos planaltos com capeamento sedimentar. Os planaltos e serras consistem em terrenos de formação antiga os quais são caracterizados por formas muito acidentadas intercalados com formas tabulares, platôs, como as chapadas nas proximidades do Distrito Federal.

A depressão São Franciscana é caracterizada por depressões dispostas na direção dos principais cursos d'água ao longo do Rio São Francisco e de seus afluentes, encontradas em extensas áreas aplainadas, em que as cotas variam de 400 a 600 metros. São observados também superfícies onduladas e pedimentos ravinados. O relevo das cristas de Unaí é composto por serras com alinhamentos de cristas orientadas na direção NNW, intercaladas com zonas rebaixadas, usualmente recobertas por colúvios e por zonas aplainadas (Figura 1. 3).

Na área de estudo ocorrem guas grandes serras referentes a diferentes unidades mapeadas na região. Consistem em relevos ondulados, acidentados com grande intensidade de drenagens encaixadas. Em contrapartida, ocorrem áreas extremamente aplainadas compreendendo regiões de pasto. Desse modo, o relevo da área mapeada apresenta intenso contraste de altitude.

Projeto Unaí-MG – Subárea X

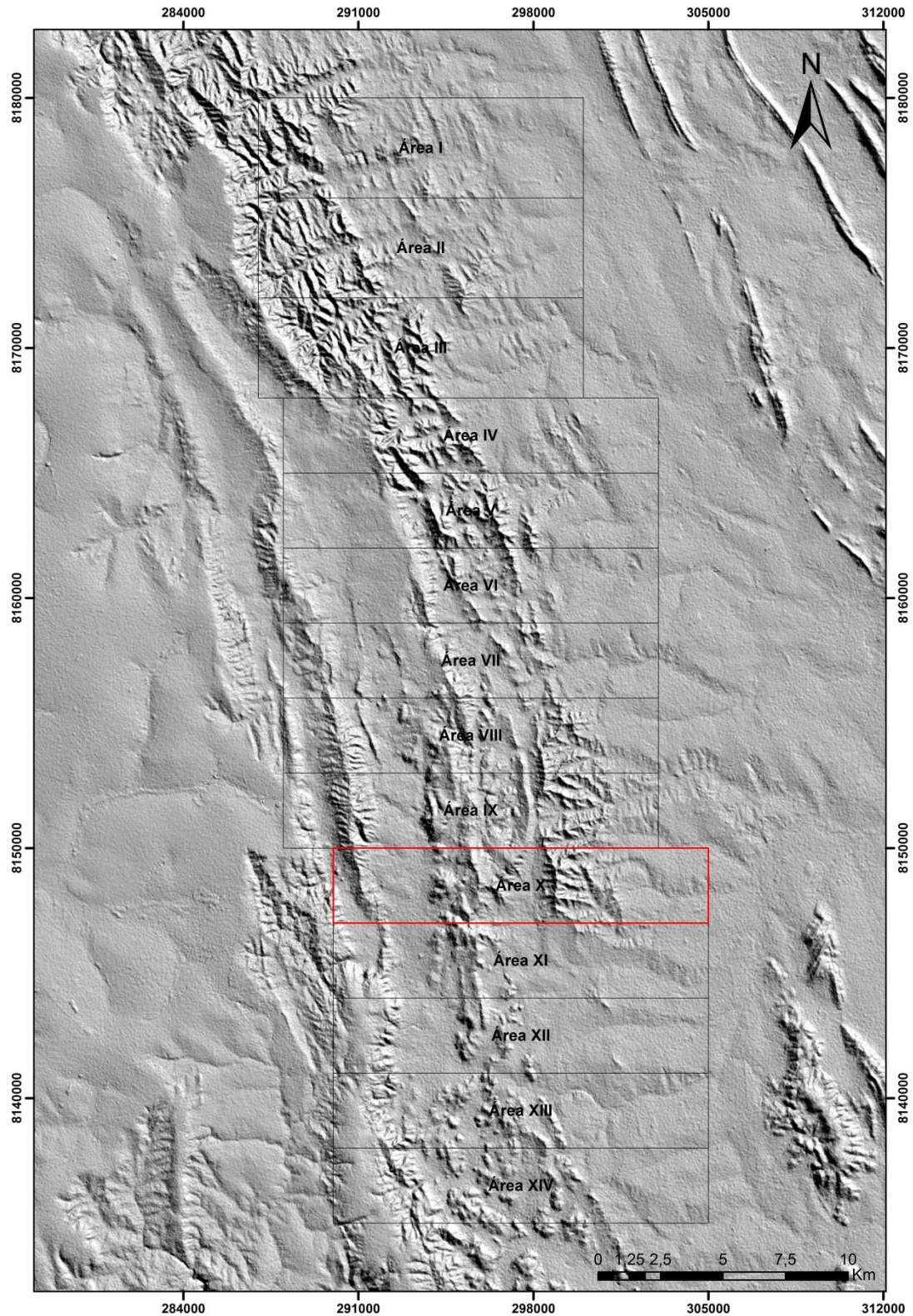


Figura 1. 3. modelo digital de elevação (MDE), obtido através de dados SRTM, com sobreposição de relevo sombreado, na escala 1:180.000. Destacando as feições de relevo da área do Projeto Unaí.

1.7.2. Solo

Os solos são estratificadores da paisagem, ou seja, para cada tipo de relevo e vegetação há um tipo de solo associado o qual condiciona as características físicas da região. A região do projeto Unaí é composta predominantemente por neossolo litólico, cambissolo, latossolo, nitossolo/argissolo e, localmente, há a ocorrência de gleissolo e plintossolo.

O neossolo litólico está localizado principalmente em locais de serra em que o relevo é fortemente ondulado. Consistem em áreas cujo solo é muito jovem, no qual o horizonte B é ausente e apresenta um contato lítico, ou seja, observa-se principalmente rochas ou o horizonte A imediatamente em contato com as rochas dessas unidades.

O seguinte tipo de solo que compõe a região é o cambissolo o qual ocorre associado aos neossolos litólicos e suas proximidades. Esses solos apresentam um horizonte B incipiente, fragmentos das rochas pouco intemperizados e são associados a relevos ondulados a fortemente ondulados, por isso sua associação com neossolos litólicos.

Ocorrem latossolo vermelho e latossolo vermelho amarelo em regiões mais aplainadas cujo relevo varia de planos a suave ondulados. Além disso, são solos espessos, homogêneos que contém o horizonte B.

Também são encontrados Nitossolo/Argissolo fortemente vinculados às regiões de margas e calcários. Esses solos supracitados compõem maioritariamente a área de estudo.

Localmente, ocorre gleissolo próximo às drenagens a leste da região mapeada, além de plintossolo nos primeiros 40 cm de perfil sendo o mais comum o plintossolo pétrico o qual sustenta o relevo no extremo oeste das subáreas.

1.7.3. Clima e Cobertura Vegetal

O estado de Minas Gerais (MG) está inserido em clima de monção. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é descrito como clima tropical de savana (cerrado), marcado por invernos secos e verões chuvosos (Reboita *et al.*, 2015). A média de precipitação anual é de 1.300 mm e as médias de temperatura variam entre máximas de 31°C, podendo atingir temperaturas próximas a 35 °C entre os meses de setembro e outubro, e média mínima de 18°C, podendo chegar a 12°C entre os meses de junho e julho. As chuvas se concentram nos meses de janeiro, março e dezembro, nos quais a umidade atinge valores próximos de 80%.

A vegetação predominante no noroeste mineiro é característica do Bioma Cerrado, geralmente a vegetação é composta por árvores de pequeno porte espaçadas, folhas grossas e raízes

longas, com gramíneas e arbustos. Os três tipos de vegetação encontrados na área de estudo são de Cerrado, Campo Cerrado e Vereda. Na subárea X, predominam as do tipo Campo Cerrado, que se apresenta como estratos arbustivos representados por árvores de pequeno porte, espaçadas. A vegetação tipo vereda é encontrada nos vales e nascentes, possui textura densa e coloração verde, encontradas usualmente bordejando as drenagens principais e secundárias (Figura 1. 4). Observa-se também vegetação espinhosa e seca em determinadas porções.



Figura 1. 4. Paisagem da subárea X evidenciando as cristas de Unaí com vegetação típica do Cerrado. A região aplainada é característica da depressão São Franciscana associada a uma vegetação veredas e campo cerrado.

1.7.4. Hidrografia

A área do projeto está inserida na bacia hidrográfica do rio São Francisco e os principais cursos d'água que passam pelo município de Unaí são os rios Preto e São Marcos. O Rio Preto pertence de fato à Bacia do Rio São Francisco e é o principal afluente do rio Paracatu, de grande extensão territorial. O rio São Marcos divide os estados de Minas Gerais e Goiás entre as cidades de Paracatu e Cristalina, passando pelo município de Unaí. Esse rio faz parte da bacia do Alto Paraná e contribui para a irrigação da região de cerrado.

As subáreas são cortadas por dois ribeirões principais, Ribeirão da Aldeia e Ribeirão Barra da Égua, sendo que o primeiro, passa desde a subárea XIV até VII e o segundo segmenta apenas as subáreas III e IV. Esses ribeirões derivam do Ribeirão Entre Ribeiros o qual é um afluente do Rio Paracatu.

2. Geologia Regional

2.1. Introdução

A área de estudo do Projeto Unaí-MG está inserida no contexto da Província Tocantins, mais especificamente na Porção Externa da Faixa Brasília Central. A região, portanto, engloba rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico, cujos sistemas deposicionais variam de plataformais (mistos ou não) a águas profundas e com as características tectônicas de um cinturão de dobras e cavalgamentos.

2.1.1 Província Tocantins

A Província Tocantins, definida por (Almeida et al., 1977), consiste em uma entidade litotectônica formada no ciclo Brasileiro Pan-Africano durante o Neoproterozóico. Consiste em um orógeno de direção predominantemente N-S gerado a partir da colisão dos blocos Cráton Amazônico, Cráton São Francisco-Congo e bloco Paranapanema. Essa província abrange três principais faixas móveis: (i) Faixa Brasília inserida margem oeste do Cráton São Francisco; (ii) Faixa Araguaia localizada na margem leste do Cráton Amazônico e (iii) Faixa Paraguai a sudeste do Cráton Amazônico (Fuck et al., 1994).

2.1.2 Faixa de Dobramentos Brasília

A Faixa de Dobramento Brasília é um orógeno do Neoproterozoico originado durante a amalgamação do Gondwana Ocidental. Localiza-se a oeste do Cráton São Francisco e registra um histórico deformacional amplo e complexo (Pimentel, 2016). A Faixa Brasília é segmentada, na direção N-S, por uma megaestrutura denominada Sintaxe dos Pirineus (Araújo Filho, 2000). Essa estrutura consiste em uma curvatura cuja concavidade é voltada para a região de antepaís a leste e divide o orógeno em dois compartimentos: (i) Faixa Brasília Norte (FBN) e (ii) Faixa Brasília Sul (FBS). A FBN está alongada na direção NNE-SSW e é composta por empurrões e falhas reversas que indicam um transporte tectônico para sudeste (Uhlein et al., 2012). A FBS tem direção NNW-SSE e consiste em um cinturão de dobras e cavalgamentos com extensas falhas que invertem a estratigrafia (Freitas-silva; Dardenne, 1991; Pereira, 1992).

Além da segmentação N-S, a Faixa Brasília é ainda subdividida longitudinalmente em quatro compartimentos principais com base nas características tectono-metamórficas: (i) Zona Externa (leste); (ii) Zona Interna (oeste); (iii) Maciço de Goiás; (iv) Arco Margmático de Goiás (Figura 2. 1). A porção Externa, onde localiza-se a área desse trabalho, apresenta rochas metamorfizadas em condições de anquimetamorfismo, com predominância de fácies xisto verde e localmente atingindo fácies anfíbolito. Essa porção apresenta uma deformação de baixo grau e uma tectônica do tipo thin-skinned. Já a porção interna consiste em uma região mais intensamente deformada e metamorfizada, sempre sob uma tectônica do tipo thick-skinned (Araújo Filho, 1999; Fuck, 1994; Pimentel et al., 2000; Valeriano et al., 2008).

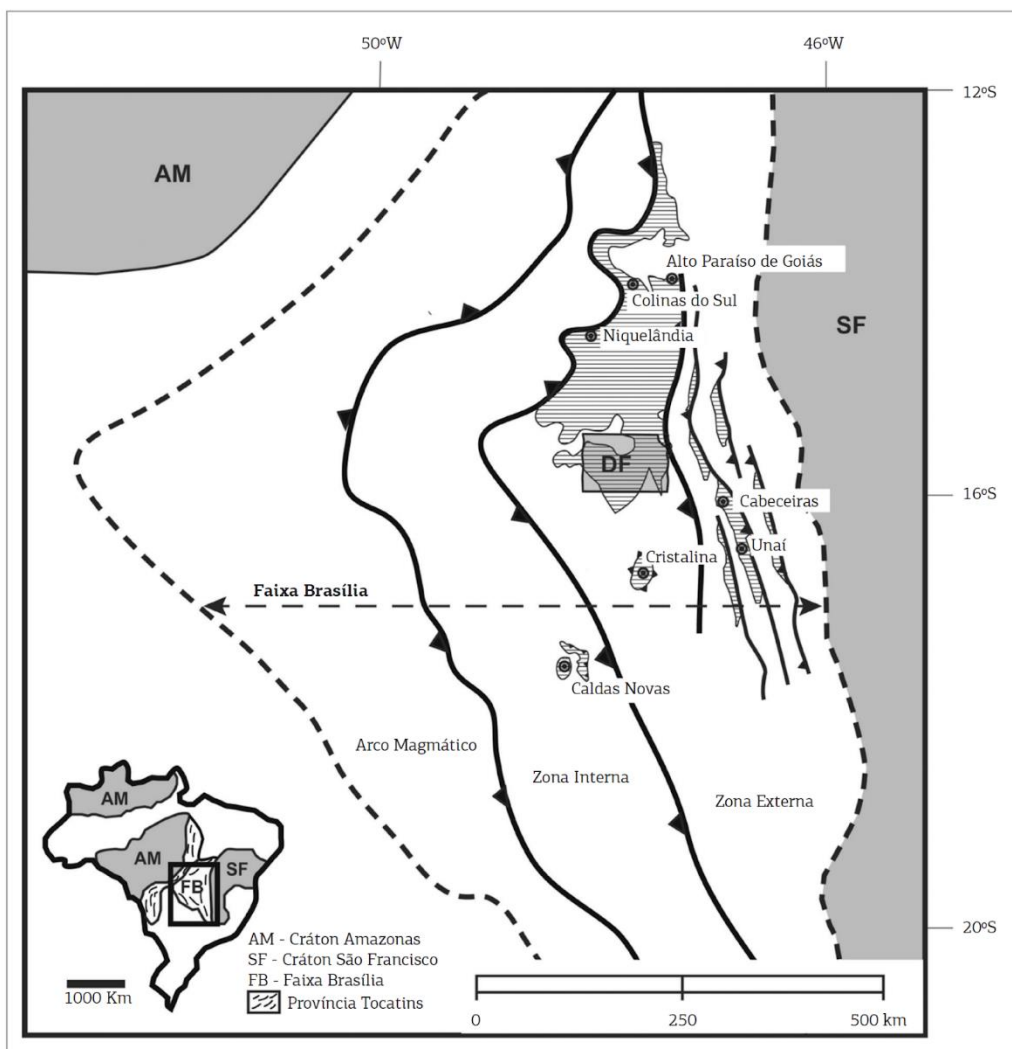


Figura 2. 1- Distribuição do Grupo Paranoá nas porções interna e externa da Faixa de Dobramentos Brasília (Campos et al., 2013)

São distribuídos ao longo da área de estudo, cinco unidades litoestratigráficas que fazem parte da Zona Externa da Faixa de Dobramentos Brasília: Formação Quilombo e grupos Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí (Figura 2. 2). As quatro primeiras unidades são apresentadas a seguir com base no empilhamento tectônico que se espera encontrar no mapeamento, uma vez que algumas idades ainda se encontram em aberto necessitando de maiores detalhamentos. O Grupo Bambuí, por se tratar da bacia depositada durante o Neoproterozoico, é descrito por último como unidade mais jovem.

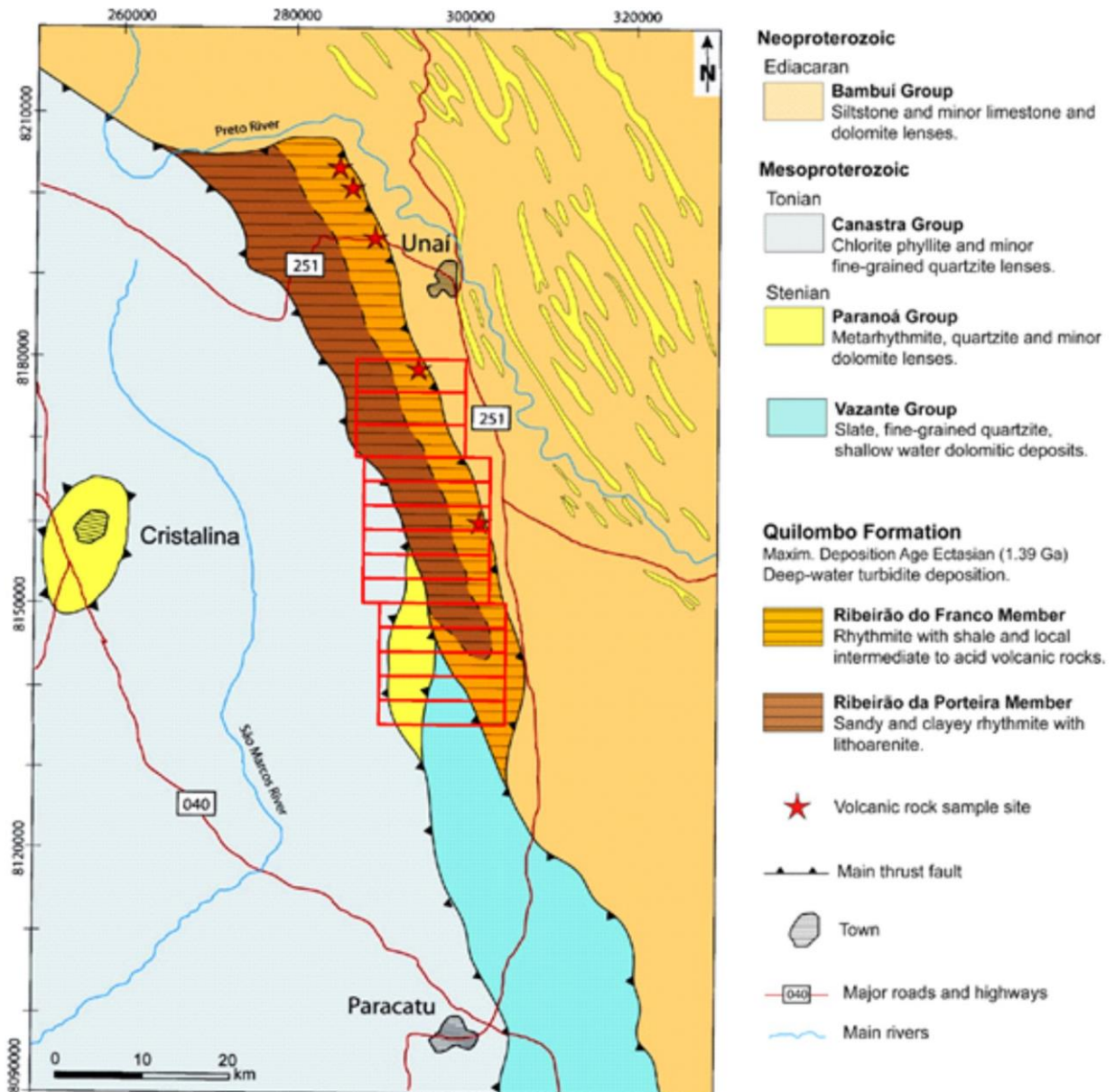


Figura 2. 2- Mapa geológico da região de Unaí evidenciando Formação Quilombo e grupos Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí. (Campos et al., 2021)

2.2. Formação Quilombo

As rochas da Formação Quilombo afloram ao longo do município de Unaí e proximidades, regionalmente localizadas entre os grupos Canastra e Bambuí. É afetada pelos empurrões regionais evidenciando, portanto, intensa deformação sob condições de anquimetamorfismo (Campos et al., 2021).

Essa formação consiste em uma sequência vulcano-sedimentar de águas profundas com registros turbidíticos que foi inicialmente atribuída ao Grupo Vazante por (Laranjeira, 1992), (Dardenne, 2000a) e outros. Datações realizadas nessas rochas vulcânicas por Campos et al. (2021) revelaram uma idade de aproximadamente 1.39 Ga, mas, em função da pouca quantidade de cristais de zircão e da presença de xenocristais nessas rochas, essa idade ainda está em discussão. Por isso, ainda não se definiu com exatidão o posicionamento dessa formação na coluna estratigráfica. Pode-se afirmar que a Formação Quilombo está entre o Grupo Traíras (1.54 Ga) e o Grupo Bambuí, mas em relação às demais unidades (Vazante, Paranoá e Canastra) necessita de um maior detalhamento (Campos et al., 2021).

A partir da compilação de dados petrográficos, geoquímicos e geocronológicos dos metassedimentos e das rochas vulcânicas, foi possível desvincular essa unidade do Grupo Vazante e redefini-la como Formação Quilombo, unidade do Mesoproterozóico que foi subdividida em dois membros distintos: Membro Ribeirão da Porteira e Membro Ribeirão do Franco (Figura 2. 3).

O Membro Ribeirão da Porteira é composto por ritmitos contendo arenitos e grauvasas líticas com intercalações de ardósia e metassilito. As rochas possuem coloração esverdeada e quando intemperizadas se encontram de avermelhadas a amareladas. Apresentam eventuais camadas conglomeráticas clasto-suportadas, interpretadas como sendo de deposição mais proximal.

O membro Ribeirão do Franco é prevalentemente pelítico com camadas centimétricas e arenito intercaladas a siltitos e folhelhos. O padrão rítmico é semelhante ao encontrado no membro anterior, entretanto se diferem pela fácies mais fina com intercalações de grauvasas e camadas pelíticas. Na porção superior do membro Ribeirão do Franco, são reportadas rochas vulcânicas de intermediárias a ácidas intercaladas nos sedimentos como lavas afaníticas, apresentando aspecto maciço. Também são raramente observadas laminações cruzadas e marcas de onda assimétricas, estruturas indicativas de processos de tração.

Em cada membro contido neste grupo, definiu-se sucessões metassedimentares as quais foram caracterizadas como sucessões turbidíticas por Moura, (2018). Utilizando os critérios de classificação de Mutti, (1992), os membros da Formação Quilombo foram subdivididos em fácies com base nas características da corrente de turbidez e a região na qual esses turbiditos foram formados.

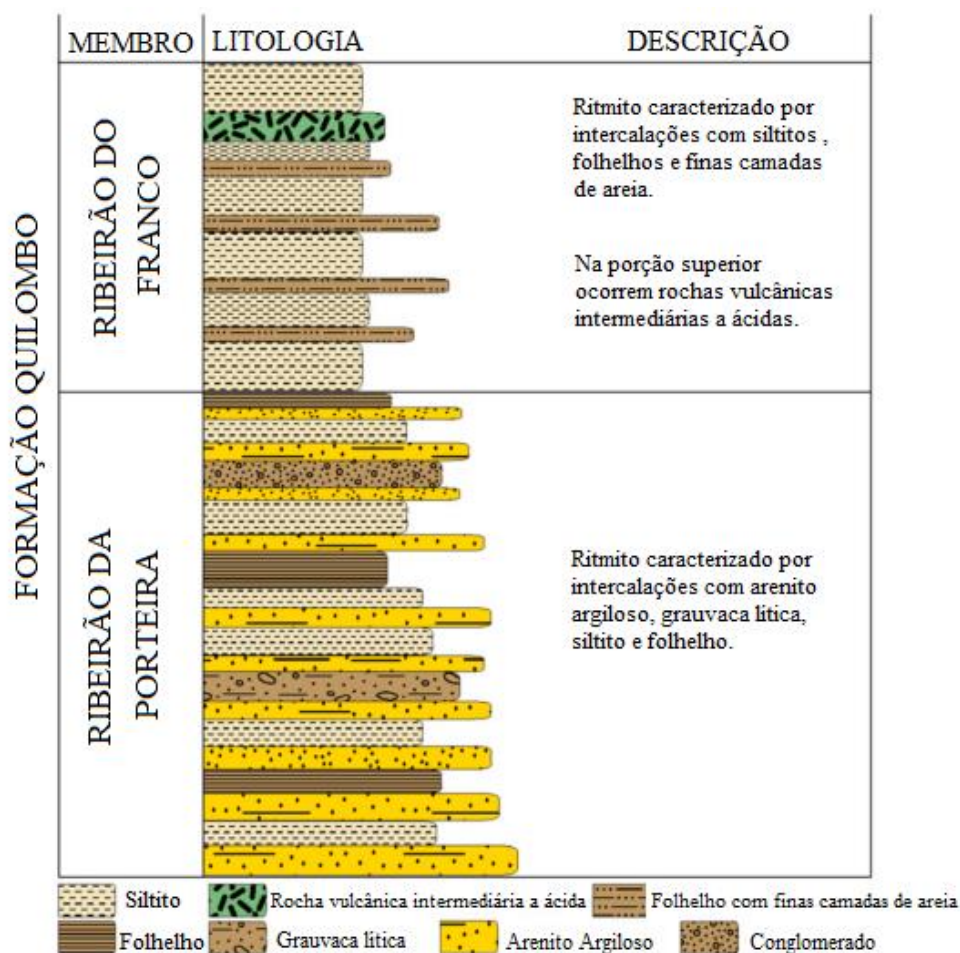


Figura 2. 3- Coluna estratigráfica da Formação Quilombo (traduzida de Campos et al., 2021)

2.3. Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá é composto por uma sucessão sedimentar psamo-pelito-carbonatada do Mesoproterozoico (Campos et al., 2013). Em sua seção tipo, foi definido um pacote rochoso cuja espessura é de aproximadamente 1,5 km e a individualização do tamanho de cada unidade está representada na coluna estratigráfica (Figura 2. 4). Esse Grupo foi, anteriormente, inserido nos Grupos Canastra (Andrade Ramos, 1958) e Bambuí (Barbosa et al., 1978; Costa; Branco, 1961),

mas, Dardenne, 1978 individualizou-o como Grupo Paranoá. Ocorre tanto na Zona Interna quanto na Zona Externa da Faixa Brasília evidenciando as características tectono-metamórficas de cada uma delas, ou seja, na Zona Externa ocorre em condições de anquimetamorfismo e pouco deformado e na Interna com maior grau metamórfico e deformacional. As rochas desse grupo nas diferentes zonas foram correlacionadas em função da presença do Conglomerado basal São Miguel e carbonatos contendo estromatólitos (Campos et al., 2013).

Inicialmente, alguns autores descreveram a Bacia Paranoá como uma bacia intracratônica (Dardenne, 2000; Faria, 1995) enquanto outros autores a consideram como do tipo rift-sag (Reis; Alkmim, 2015). Estudos mais recentes sugerem que o Grupo Paranoá foi depositado em um contexto de margem passiva, sendo preenchido com sedimentos oriundos do Cráton São Francisco (Campos et al., 2013; Freitas-Silva; Campos, 1998). Devido à ausência de fósseis e rochas vulcânicas, não se tem precisão quanto a idade de abertura da bacia, mas, datações mais recentes, utilizando zircões detríticos, permitiram esclarecer a história evolutiva dessa bacia (Seraine et al., 2020).

Considerando os estudos mais recentes, define-se, portanto, que a sedimentação desse grupo ocorreu em plataforma rasa a partir de processos sucessivos de transgressão e regressão em que suas formações se depositaram em ambientes de supra-maré, inter-maré, infra-maré, até a plataforma externa, sob condições variadas dominadas por marés, suspensão, ondas, tempestades e plataformas mistas (Figura 2. 5) (Campos et al., 2013).

O Grupo Paranoá contém 11 formações cuja área-tipo localiza-se em Alto Paraíso de Goiás e Distrito Federal (Campos et al., 2013). A estratigrafia foi inicialmente dividida em unidades por Faria, (1995) e elevadas a nível de formação por Campos et al., (2013) o qual definiu que, da base para o topo, a estratigrafia é dividida nas seguintes formações: Ribeirão São Miguel, Córrego Cordovil, Serra da Boa Vista, Serra Almacéguas, Serra do Paranã, Ribeirão Piçarrão, Ribeirão do Torto, Serra da Meia Noite, Ribeirão Contagem, Córrego do Sansão e Córrego do Barreiro (Campos et al., 2013). Um maior detalhe será dado às três formações do topo do Grupo Paranoá pois estão potencialmente contidas na área de estudo.

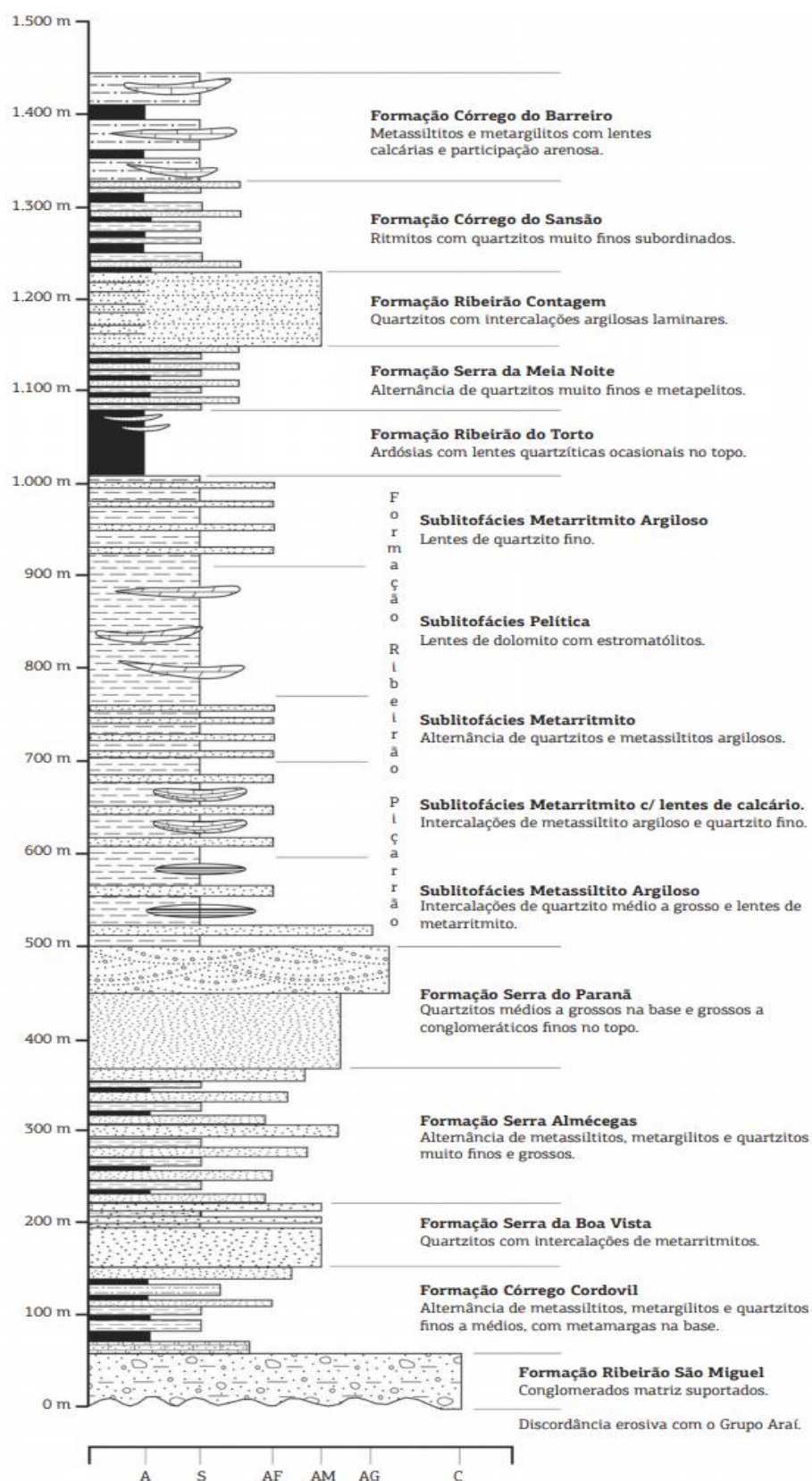


Figura 2. 4- Coluna estratigráfica do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás/Distrito Federal (Campos et al., 2013) modificada de Faria, 1995)

A Formação Ribeirão Contagem é composta por quartzitos intensamente silicificados com estratificações cruzadas, tabulares, tangenciais, acanaladas e do tipo espinha de peixe, assim como raras marcas onduladas assimétricas (Campos et al., 2013; Faria, 1995). Compreende ainda lentes de metarritmitos localizadas na base e no topo. As estruturas sedimentares revelam condições de sedimentação de uma plataforma interna dominada por correntes trativas, sob condições litorâneas rasas de intermaré em um ciclo regressivo (Campos et al., 2013). Além disso, a ocorrência das camadas de metarritmitos sugerem rápidas transgressões.

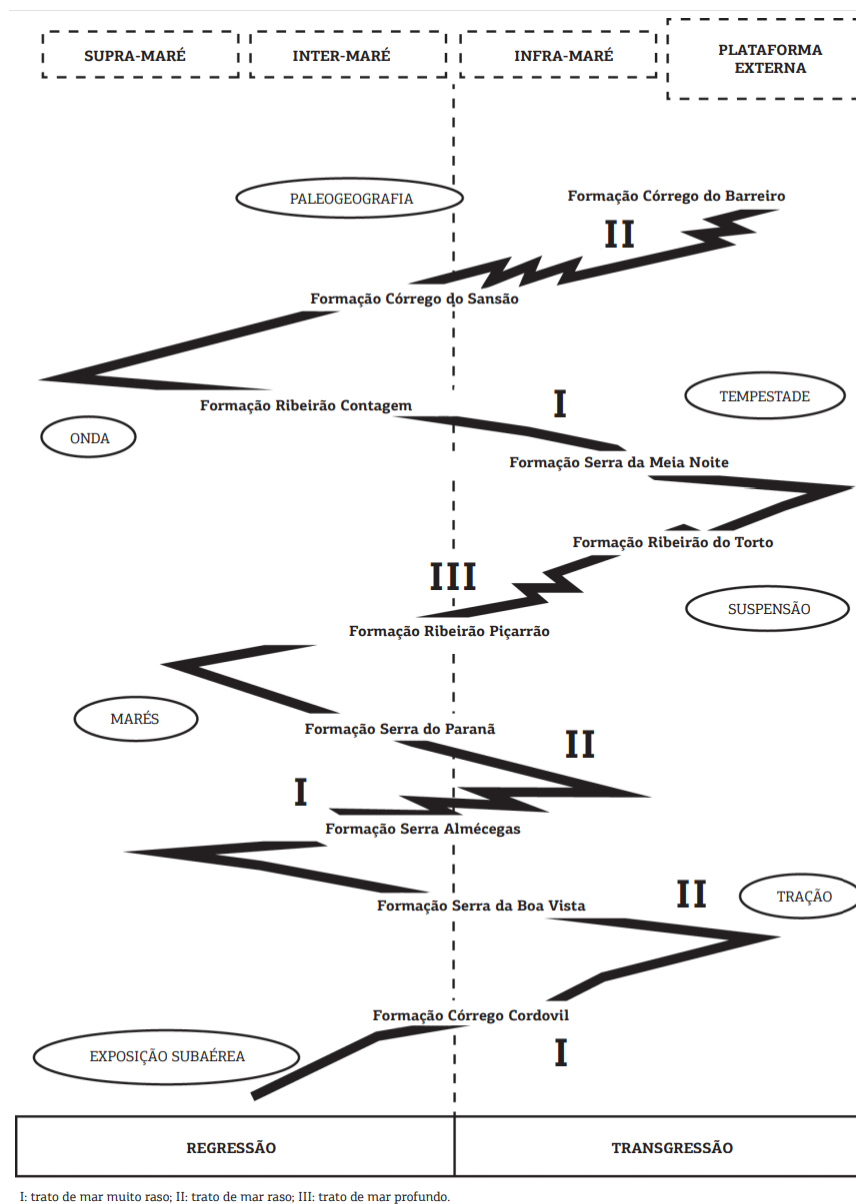


Figura 2. 5- Representação esquemática do trato de sistemas marinhos associado à deposição do Grupo Paranoá. Os termos em caixas tracejadas representam ambientes deposicionais e os termos na elipse representam processos/controles deposicionais. (Campos et al., 2013)

A Formação Córrego do Sansão é superposta à Formação Ribeirão Contagem por meio de um contato gradacional oriundo do rápido afogamento da plataforma, iniciando um ciclo

transgressivo (Campos et al., 2013). É constituída por metarritmitos homogêneos intercalados com metassiltitos, metalamitos e quartzitos finos cujas estruturas principais são estratificações plano-paralelas, lentes arenosas, climbing ripples, hummockys de pequeno porte e raras ocorrências de marcas onduladas de oscilação (Campos et al., 2013; Faria, 1995). Ao associar a predominância de pelitos, a geometria das porções arenosas e as estruturas sedimentares presentes nas rochas dessa formação, seu sistema deposicional foi caracterizado como planície de maré, mais profunda que Ribeirão Contagem, gerada sob condições de intermaré ocasionalmente afetada por tempestades (Campos et al., 2013).

O topo do Grupo Paranoá é finalizado com a Formação Córrego do Barreiro a qual também ocorre a partir de um contato transicional com a Formação Córrego do Sansão. Apresenta predominância de metalamitos siltosos, mas há ainda a ocorrência de rochas carbonáticas (calcários e dolomitos) e quartzíticas. Os carbonatos são ocasionalmente estromatolíticos com estruturas variadas (colunares, cônicos, esteiras horizontais). Essa formação foi influenciada por uma paleogeografia de fundo associada ao final do preenchimento da Bacia Paranoá, ou seja, em blocos mais elevados do rifte (mais rasos) ocorreu sedimentação carbonática enquanto, em blocos mais baixos (profundos), ocorreu sedimentação de pelitos. A sedimentação desta unidade é característica de uma plataforma mista contendo tanto carbonatos quanto sedimentos siliciclásticos. Os estromatólitos são evidências dessas condições mais rasas de sedimentação carbonática e o predomínio de pelitos é interpretado como oriundos de áreas fontes mais rasas e deposição em condições de inframaré (Campos et al., 2013; Faria, 1995).

2.4. Grupo Canastra

O Grupo Canastra (Barbosa et al., 1970) foi inicialmente definido por Barbosa, (1955) como “Formação Canastra” cuja litologia típica compreende filitos carbonosos, quartzitos e filitos/xistos composito, assim, uma plataforma de associação de metassedimentos psamíticos e pelíticos com algumas intercalações carbonáticas (Dardenne, 2000b). Atualmente, o Grupo Canastra é atribuído ao Mesoproterozóico (Rodrigues, 2008). Além disso, as rochas desse grupo estão metamorfizadas predominantemente em condições de anquimetamorfismo sob fácies xisto verde inferior e apresentam estruturas sedimentares primárias conservadas (Araújo Filho, 2000).

A estratigrafia do Grupo Canastra foi inicialmente subdividida, da base para o topo, em Subgrupo Paracatu e Subgrupo Chapada dos Pilões (Freitas-Silva & Dardenne, 1994). Sendo que o Subgrupo Paracatu foi dividido ainda nas formações Morro do Ouro e Serra da Anta e o Subgrupo Chapada dos Pilões nas formações Serra da Urucânia e Serra da Batalha.

Todavia, (Dardenne, 2000) sugere uma nova divisão do Grupo Canastra em quatro formações: Serra do Landim, Paracatu, Serra da Urucânia e Serra da Batalha (Figura 2. 6). Considera-se que o Grupo Canastra é o equivalente lateral do Grupo Paranoá e foi formado em um contexto de bacia de margem passiva. A granocrescência ascendente da coluna estratigráfica sugere um contexto de megaciclo regressivo para essas rochas (Dardenne, 2000).

A base do grupo é composta por margas e lentes de calcário da formação Serra do Landim na qual há uma gradação para filitos/xistos calcíferos evidenciando, localmente, lentes de quartzitos (Freitas-Silva & Dardenne, 1994). Essa formação foi descrita inicialmente por Madalosso, (1980) que a incluiu no Grupo Vazante, mas foi inserida no Grupo Canastra por Freitas-Silva & Dardenne, 1994).

A Formação Paracatu continuou subdividida nos Membros Morro do Ouro e Serra da Anta. O primeiro corresponde à base da formação e apresenta camadas contínuas de quartzitos, seguida por espessos filitos carbonosos intercalados com finos estratos de quartzitos que podem alcançar até 100 metros de espessura. O Membro Serra da Anta é caracterizado por sericita filitos com intercalações carbonáticas e camadas finas de quartzitos (Freitas-Silva & Dardenne, 1994).

A Formação Serra da Urucânia é composta por intercalações métricas regulares de quartzitos finos e filitos. Apresenta associação de fácies turbidíticas na base variando para uma plataforma com tempestades no topo (Dardenne, 2000).

A Formação Serra da Batalha define o topo do Grupo Canastra e apresenta quartzitos finos micáceos com estruturas sedimentares preservadas. A presença de estratificações cruzadas acanaladas, espinha de peixe e tangenciais de baixo ângulo sugerem que essas rochas foram depositadas em plataforma dominada por marés (Dardenne, 2000).



Figura 2. 6- Coluna estratigráfica do Grupo Canastra compilada de Dardenne, (2000)

2.5. Grupo Vazante

O grupo Vazante é subdividido por Dardenne (2000) em 7 formações, da base para o topo: Formação Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Formação Serra da Lapa (Figura 2.7). As rochas sedimentares do grupo são aflorantes em uma

faixa N-S, em contato tectônico com os grupos Canastra e Bambuí, entre as cidades Coromandel e Unaí- Minas Gerais. Trata-se de uma sucessão pelito-carbonática depositada em uma plataforma marinha rasa durante um ciclo regressivo, influenciado por evento glaciogênico, inserida em um contexto de bacia de margem passiva (Fuck et al., 1994).

A Formação Retiro é a formação basal do grupo e apresenta espessura de aproximadamente 250 metros. É composta por camadas métricas de quartzito branco localmente conglomerático, intercalado com ardósia e camadas de diamictitos com seixos de quartzitos, calcários, dolomitos, metassiltitos e granito com matriz pelítica, sendo a matriz localmente fosfatizada. Os diamictitos são interpretados como gerados a partir de fluxos detríticos em água relativamente profunda. Acima são descritos siltitos fosfatados e fosforitos de Coromandel que na coluna estratigráfica são identificados como fosforito 1 (Dardenne, 2000).

A Formação Rocinha possui espessura aproximada de 1000 metros. É composta por uma sequência de ritmitos areno-pelíticos, que caracteriza a base da formação, passando para uma sequência de ardósias intercaladas regularmente a camadas de metassiltitos sobrepostos por carbonatos cinza escuro e ardósias com pirita. Apresentam finas laminações fosfáticas que se alternam em fosfarenitos e fosfolutitos calcíferos. O nível fosfático é descrito por Dardenne (2000) como Fosforito 2, onde se encontra o depósito fosfático Rocinha. Logo acima na porção superior da formação são descritos ritmitos arenosos com níveis de fosfarenitos, denominados Fosforito 3, que dão origem ao depósito Lagamar (Nogueira, 1993).

A Formação Lagamar representa a unidade psamo-pelito-carbonatada do grupo, subdividida em dois membros: Arrependido e Sumidouro. O membro Arrependido representa a unidade conglomerática suportada por clastos de quartzitos, metassiltitos e calcários cinzas. O membro Sumidouro é composto por brechas dolomíticas sucedidas por horizontes de calcários bem estratificados de cor cinza-escuro, intercalados com brechas lamelares e dolomitos estromatolíticos (Dardenne et al., 1998; Dardenne, 1978, 1979, 2000). No geral, essa formação apresenta aproximadamente 200 metros de espessura (Dardenne, 2000).

A Formação Serra do Garrote, de espessura aproximada de 1000 metros (Dardenne, 2000), é essencialmente composta por ardósia de coloração verde-escuro a cinza, localmente com níveis de carbonato e pirita, intercalados com camadas quartzíticas centimétricas (Dardenne, 1978; Madalosso, A.; Valle, 1978; Madalosso, 1980).

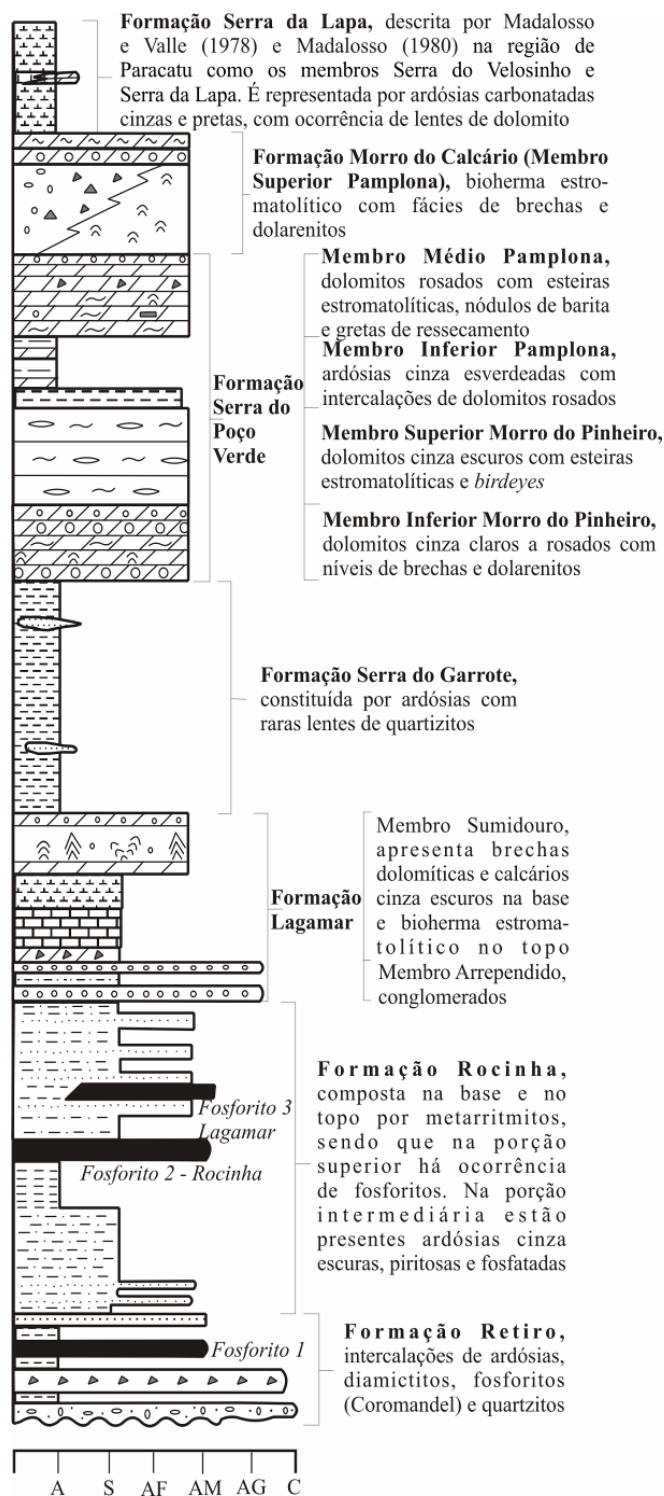


Figura 2.7- Coluna estratigráfica do Grupo Vazante compilada (Dardenne, 2000)

A Formação Serra Poço Verde, essencialmente dolomítica, é subdividida em quatro membros: Morro do Pinheiro Inferior, Morro do Pinheiro Superior, Pamplona Inferior e Pamplona Médio. O membro Morro do Pinheiro Inferior (~500 m de espessura) é composto por dolomitos

cinza a rosados com raros níveis de dolarenito, brechas e lentes de dolomito estromatolítico. O Membro Morro do Pinheiro Superior (~500 m de espessura) é composto por dolomitos laminados com esteiras de cianobactérias e estruturas do tipo *bird's eyes*, com intercalações de dolarenitos e brechas. Já o membro Pamplona Inferior (~200 m de espessura) é constituído por camadas de siltitos intercalados com dolomitos rosados e lentes conglomeráticas; o membro Pamplona Médio é composto por dolomitos de coloração cinza-claro a rosa com esteiras de cianobactérias, com intercalações de dolarenito, brecha e dolomitos estromatolíticos (~400 m de espessura) (Dardenne, 2000). A Formação Morro do Calcário que corresponde ao Membro Pamplona Superior, apresenta espessura de aproximadamente 300 metros, consiste em dolomitos interpretados como construções estromatolíticas, formam biostromas e biohermas e são associados a dolarenitos oolíticos e oncolíticos (Dardenne, 2000).

A Formação Serra da Lapa (~650 m de espessura) representa o topo do grupo, consiste em uma sequência de filitos carbonosos, metassiltitos carbonáticos, camadas finas de quartzitos além de lentes carbonáticas que são compostas por fácies dolomíticas laminadas de coloração cinza-escuro, dolomitos maciços e dolarenitos impuros, localmente mineralizadas em chumbo e zinco (Madalosso, 1980).

2.6. Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é caracterizado por rochas sedimentares pelíticas e carbonatadas do Neoproterozoico e foi subdividido por Dardenne, (1978) em seis formações: Jequitaí, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias (Figura 2. 8).

A Formação Jequitaí está inserida dentro do grupo Bambuí, considerando estudos acerca da estratigrafia de sequências, sabe-se que existe a possibilidade da gênese de carbonatos em ambientes frios. Desse modo, há uma associação entre rochas glaciogênicas e carbonatos tanto ambiental quanto temporalmente, permitindo que essas rochas se encontrem em uma mesma sucessão sedimentar (Martins-Ferreira; Campos; Alvarenga, 2013). Essa unidade tem ocorrência restrita chegando até a 20 metros de espessura em alguns locais.

A unidade basal é composta por diamictitos com raras intercalações de arenitos e argilitos. Sua matriz é pelítica, e comumente esverdeada com presença de carbonatos, com clastos angulosos e com tamanhos variáveis, essencialmente compostos por fragmentos de granitos, gnaisses, calcários e quartzitos (Rodrigues, 2008). Na base do grupo há a ausência de psamitos, as fácies arcoseanas são ausentes nas unidades essencialmente compostas por carbonatos.

Após a deglaciação a sequência foi desenvolvida por três megaciclos regressivos, associados à subsidência de bacia, o que ocasionou a deposição de sequências marinhas rasas, que gradam para fácies de maré e supramaré (Dardenne, 2000).

A formação Sete Lagoas representa o primeiro megaciclo, sendo composta por siltitos, margas, calcários com laminação milimétrica a centimétrica, calcários estromatolíticos e dolomitos. O ambiente deposicional correspondente é de intermaré e inframaré em plataforma carbonática mista (Faria, 1995; Lima, 1997).

As formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré representam o segundo megaciclo, sendo a formação Serra de Santa Helena composta por siltitos e folhelhos cinza-esverdeados, intercalados por arenitos centimétricos e lentes de calcários (Lima, 2005).

A formação Lagoa do Jacaré é composta por siltitos e margas, em que calcários negros, ricos em matéria orgânica, e camadas maciças métricas oolíticas e oncolíticas se intercalam. A deposição ocorre em plataforma de águas rasas com influência da ação de ondas.

As Formações Serra da Saudade e Três Marias representam o terceiro megaciclo, sendo a formação Serra da Saudade composta por folhelhos e siltitos argilosos, lentes centimétricas de calcário microcristalino e arenitos muito finos com laminações cruzadas, sugerindo uma deposição em plataforma dominada por ondas de tempestades (Alvarenga et al., 2011).

A Formação Três Marias é composta por arcóseos, arenitos arcoseanos e siltitos. No topo do grupo Bambuí existem evidências de deposição em plataforma dominada por tempestades, caracterizada por espessamento com granodecrescência ascendente.

Portanto, com base nas bibliografias, sabe-se que a área de mapeamento do TF 2020 é composta por rochas de quatro grupos (Paranoá, Canastra, Vazante e Bambuí) e da Formação Quilombo sendo que, nem todas as formações dessas unidades são aflorantes nos limites da área. A partir do mapeamento em uma escala de maior detalhe (1:50000) objetiva-se um maior entendimento da evolução tectono-sedimentar dessas rochas.

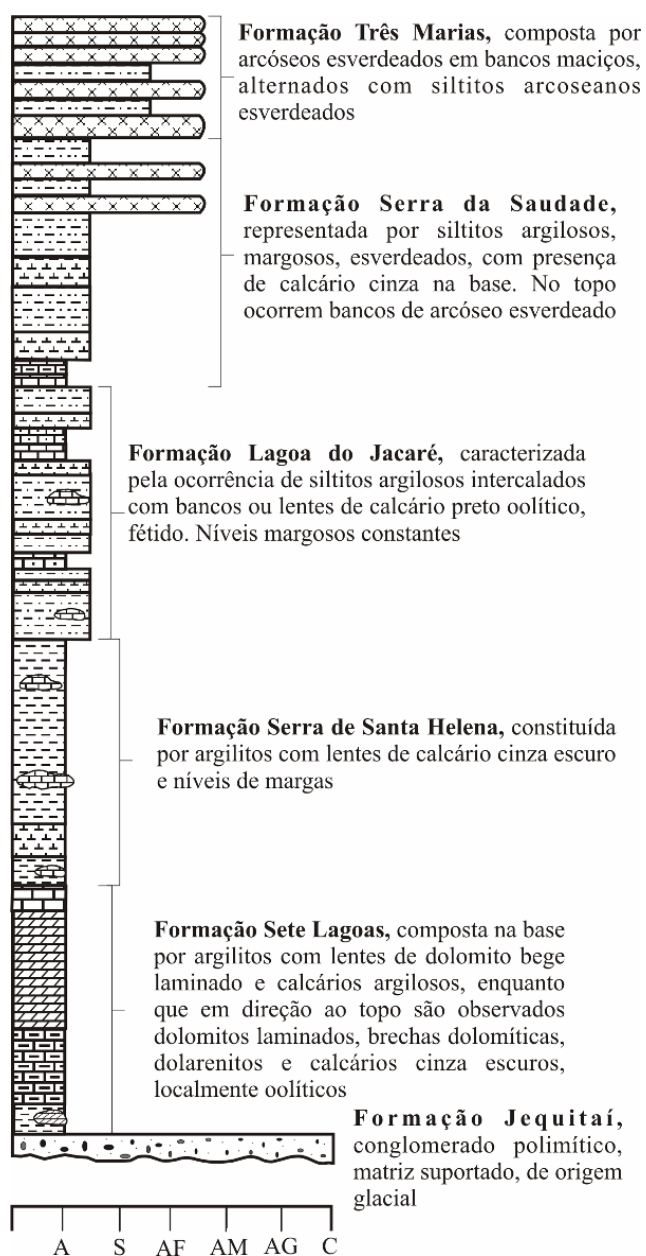


Figura 2. 8- Coluna Estratigráfica do Grupo Bambuí- (Dardenne, 1978)

A coluna integrada do projeto que aglutina as informações supracitadas está apresentada a seguir Figura 2. 9:

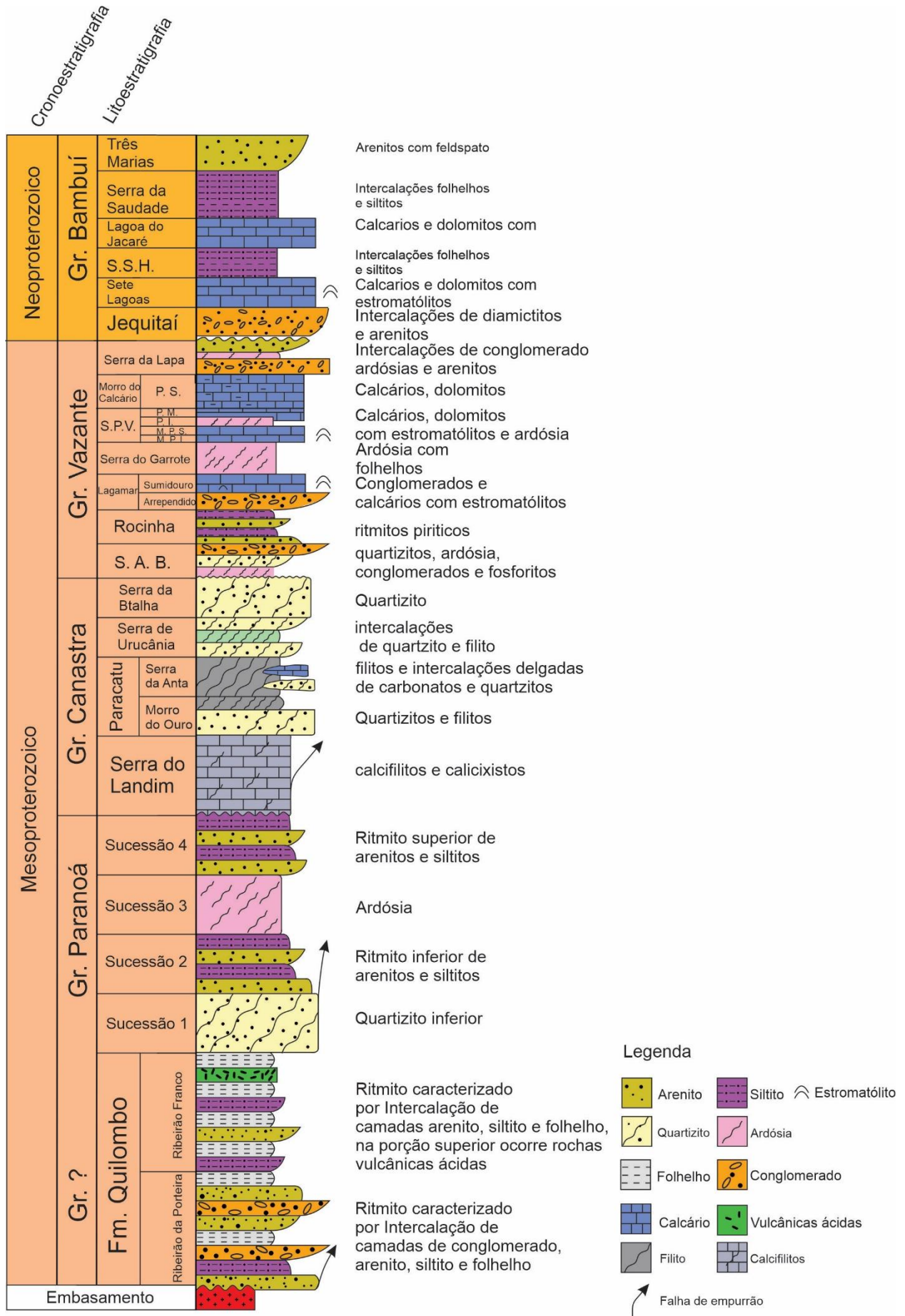


Figura 2. 9- Coluna estratigráfica integrada dos Grupos descritos na Geologia Regional

3. Caracterização Geofísica e Sensoriamento Remoto

3.1. Introdução

Para o auxílio das etapas campo e pós-campo foram utilizadas ferramentas de sensoriamento remoto e métodos aerogeofísicos, as quais representam geotecnologias essenciais na cartografia geológica moderna. Essas técnicas foram utilizadas para elaboração de mapas de domínios litológicos e lineamentos estruturais os quais foram aplicados como cartogramas geológicos preliminares da área de estudo e facilitaram a localização em campo. Além disso, foram confeccionados mapas de domínios geofísicos que, juntamente com os mapas citados anteriormente, auxiliaram na identificação de limites de unidades geológicas e as direções principais das feições estruturais da região. Na etapa pós-campo os dados foram analisados e reinterpretados e, todo o processo desde aquisição até a análise final dos dados de sensoriamento remoto e geofísica serão detalhados a seguir.

3.2. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto consiste em uma ciência responsável pelo desenvolvimento de diversas tecnologias as quais possibilitam capturar imagens da superfície terrestre a partir das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres, ou seja, produz dados sobre a superfície sem mesmo estar em contato físico com ela (Meneses & Almeida, 2012). Atualmente, os sensores imageadores apresentam resolução espectral com uma ampla quantidade de bandas e a resolução espacial de diversas imagens já é maior que um metro, possibilitando assim, sua aplicação em diversos mapeamentos temáticos e levantamentos com diferentes enfoques (Meneses & Almeida, 2012). Além das resoluções espacial e espectral as imagens de sensoriamento remoto apresentam ampla resolução temporal, o que é muito útil em aplicações para diversos interesses, pois permite a avaliação de imagens com diferentes datas de aquisição, em período chuvoso ou em período seco, por exemplo.

No projeto Unaí foram utilizadas imagens de satélite e levantamentos aerogeofísicos, assim como o sistema de posicionamento global (GPS), além de softwares para uso em aparelhos de telefonia móvel que permitem a navegação em tempo real, medidas e distâncias, visualização dos acessos (estradas e trilhas).

As imagens dos sensores MSI, PRISM, AVNIR-2 e PALSAR foram processadas a partir do software ArcGis 10.8 assim como o mapa base da etapa pré-campo e todos os demais mapas utilizados neste trabalho.

3.2.1. Imagem Sentinel

A série de satélites SENTINEL começou a ser lançada em 2014, e se desenvolveu a partir de um projeto da Agência Espacial Europeia (ESA). O satélite Sentinel-2A foi lançado em 2015 com o sensor multiespectral MSI o qual possui treze bandas espectrais com resolução espacial de 10m para as bandas do visível, 20m para o infravermelho e 60m para as bandas de correção atmosférica. A disposição espectral referente às bandas da imagem do Sentinel 2 e a resolução espacial de cada intervalo estão detalhados na Tabela 3. 1.

Tabela 3. 1- Faixas espectrais e resoluções das bandas do sensor MSI do satélite Sentinel 2. fonte: USGS (United States Geological Survey)

Bandas	Comprimento de Onda central (nm)	Resolução Espacial (m)
1- Aerossol	443	60
2- Azul	490	10
3- Verde	560	10
4- Vermelho	665	10
5- Borda Vermelha 1	705	20
6 - Borda Vermelha 2	740	20
7 - Borda Vermelha 3	783	20
8- Infravermelho próximo (NIR)	842	10
8a - Borda Vermelha 4	865	20
9 - Vapor de água	945	60
10 - Círus	1375	60
11- Infravermelho de ondas curtas (SWIR) 1	1610	20
12 - Infravermelho de ondas curtas (SWIR) 2	2190	20

Foram utilizadas imagens SENTINEL 2 da estação seca, datada de 26 de setembro de 2020, tais imagens foram escolhidas para processamento em função da condição climática favorável e do baixo ruído. Essas imagens foram obtidas a partir da plataforma *Earth Explore* da USGS (United States Geological Survey) e, com o auxílio do software ArcGIS10.8, foram geradas imagens com distintas composições de bandas a fim de destacar feições de vegetação e relevo que possibilitaram a individualização de domínios para auxiliar na etapa de campo. Após o processamento das imagens multiespectrais foram geradas as composições coloridas 432 de cor verdadeira do visível (Figura 3. 1) e 843, referente ao infravermelho próximo (Figura 3. 2). A composição verdadeira foi utilizada, tanto para auxílio nas atividades de campo, como para o refinamento dos contatos. A composição do infravermelho ressalta a vegetação, principalmente associada às drenagens, auxiliando assim na extração de lineamentos morfoestruturais. Essa composição ressaltou ainda, plantações de eucalipto muito comuns na área do Projeto Unaí, como se pode observar a leste da área, focos homogêneos e de alta reflectância. É interessante observar ainda que, na porção centro-leste da área, apesar de grande densidade de drenagens, apresentaram baixa reflectância na composição 843, isso porque essas drenagens, assim como as serras em que se encontravam, eram pouco vegetadas características de um ambiente de campo sujo. No geral, a

Projeto Unaí-MG – Subárea X

subárea X apresenta pouca vegetação, concentrada, essencialmente nas serras e nas drenagens ao longo da área.

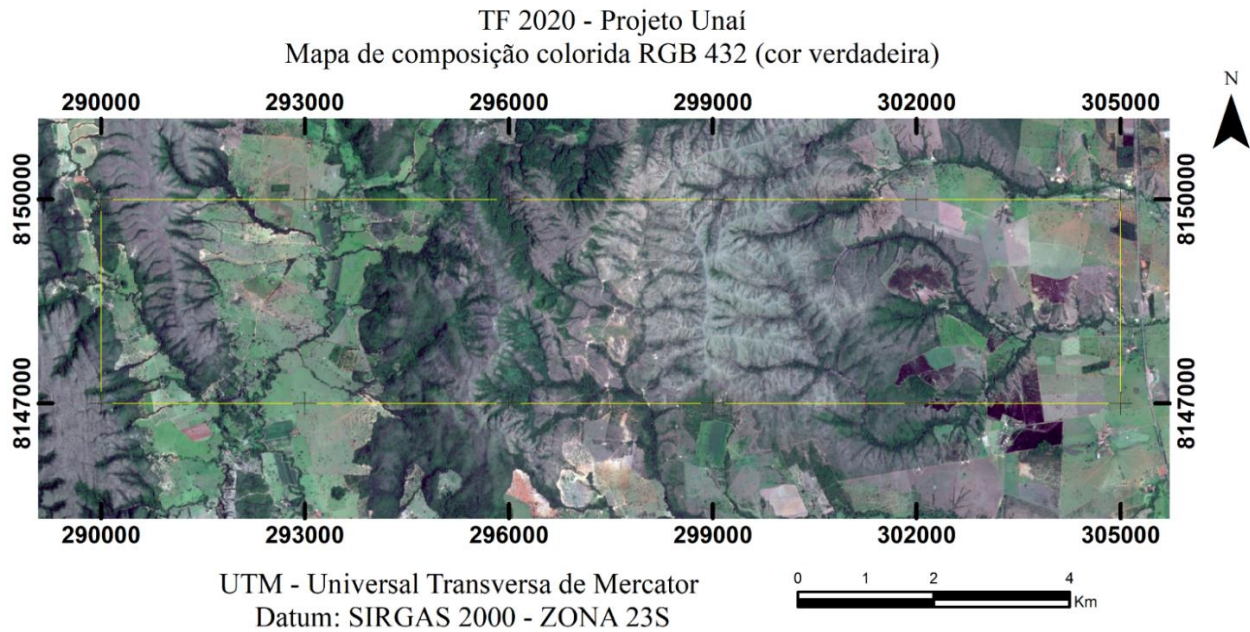


Figura 3. 1- Imagem da subárea X de composição de banda 4/3/2 de cor verdadeira (visível).

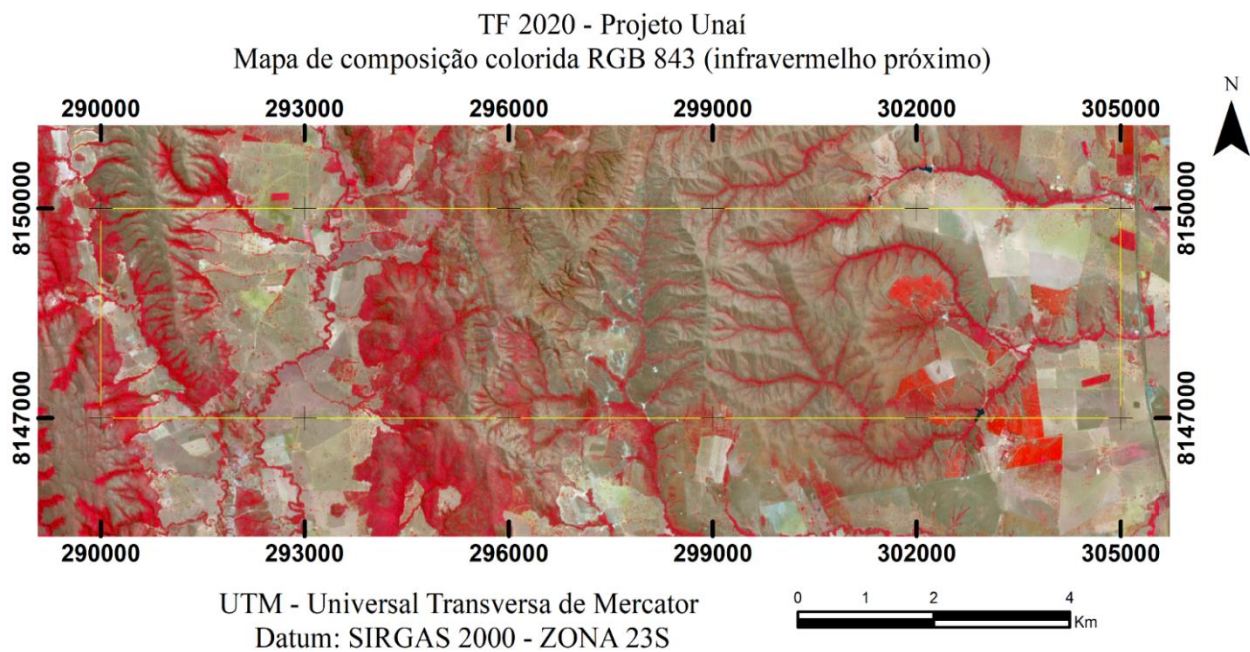


Figura 3. 2- Imagem da subárea X de composição de banda 8/4/3 (infravermelho próximo) ressaltando a vegetação.

3.2.2. Imagem ALOs

O satélite Alos, da empresa japonesa *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) é equipado com três sensores PRISM, AVNIR-2 e PALSAR, sendo o PALSAR, capaz de captar

imagens dia e noite com alta resolução independentemente das condições climáticas. Suas imagens apresentam resolução espacial de 10 até 25 metros.

As imagens ALOS foram utilizadas para gerar um modelo digital de elevação (MDE) da região estudada a fim de realçar a elevação da superfície terrestre em intervalos espaçados de modo regular e assim conseguir fornecer uma visão geral da declividade do terreno a ser mapeado. Essas imagens apresentam grande aplicação na geologia em função da relação direta do relevo com os tipos de rochas e solo que o recobrem.

Através da ferramenta *Hillshade* do ArcMap 10.8, foi obtido o relevo sombreado (Figura 3. 3) a partir de um mosaico de MDE de quatro cenas. Essa ferramenta define parâmetros de ângulo de elevação e azimute da posição simulada do sol. Foram então gerados quatro produtos com ângulo intermediário de 45° e os ângulos de azimute 45°, 135°, 225° e 315° sendo a de 315° a que melhor ressaltou o relevo e estruturas da subárea. Para a área do projeto, os produtos gerados a partir das imagens ALOS foram de grande utilidade em função da alta resolução espacial e seus produtos foram aplicados na classificação do relevo, extração de lineamentos morfoestruturais e quebras de relevo e auxílio na elaboração do mapa fotointerpretado.

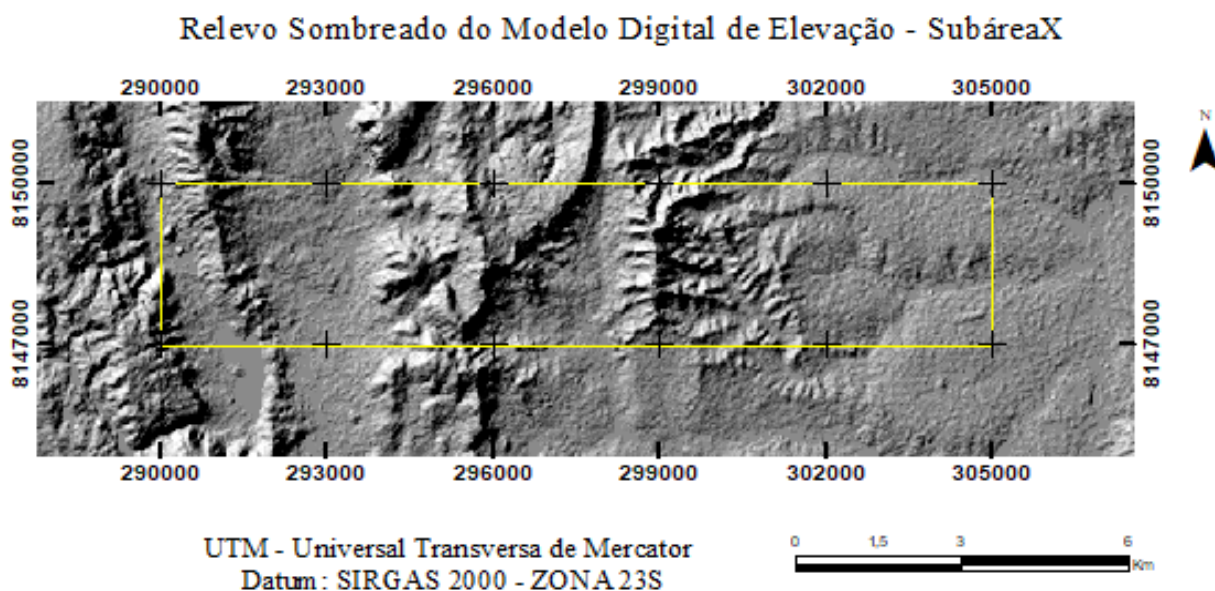


Figura 3. 3- Relevo sombreado gerado a partir de mosaico de imagens MDE (satélite ALOS). A porção oeste e central da área apresenta relevo mais acidentado com maior concentração de serras. No centro-norte da área destaca-se uma feição análoga a um “u”.

3.2.3. Preparação do Mapa Base

O primeiro produto gerado a partir das imagens de sensoriamento remoto e processamento em software foi o mapa-base, elaborado durante a etapa pré-campo (Anexo 1) (Figura 3. 4). Esse produto foi utilizado para navegação em campo bem como para o planejamento dos caminhamentos.

O mapa base mostra informações sobre as principais redes de drenagem, vias de acesso (pavimentadas, não pavimentadas, caminhos, cercas) e localidades, extraídos a partir da imagem do satélite SENTINEL 2.

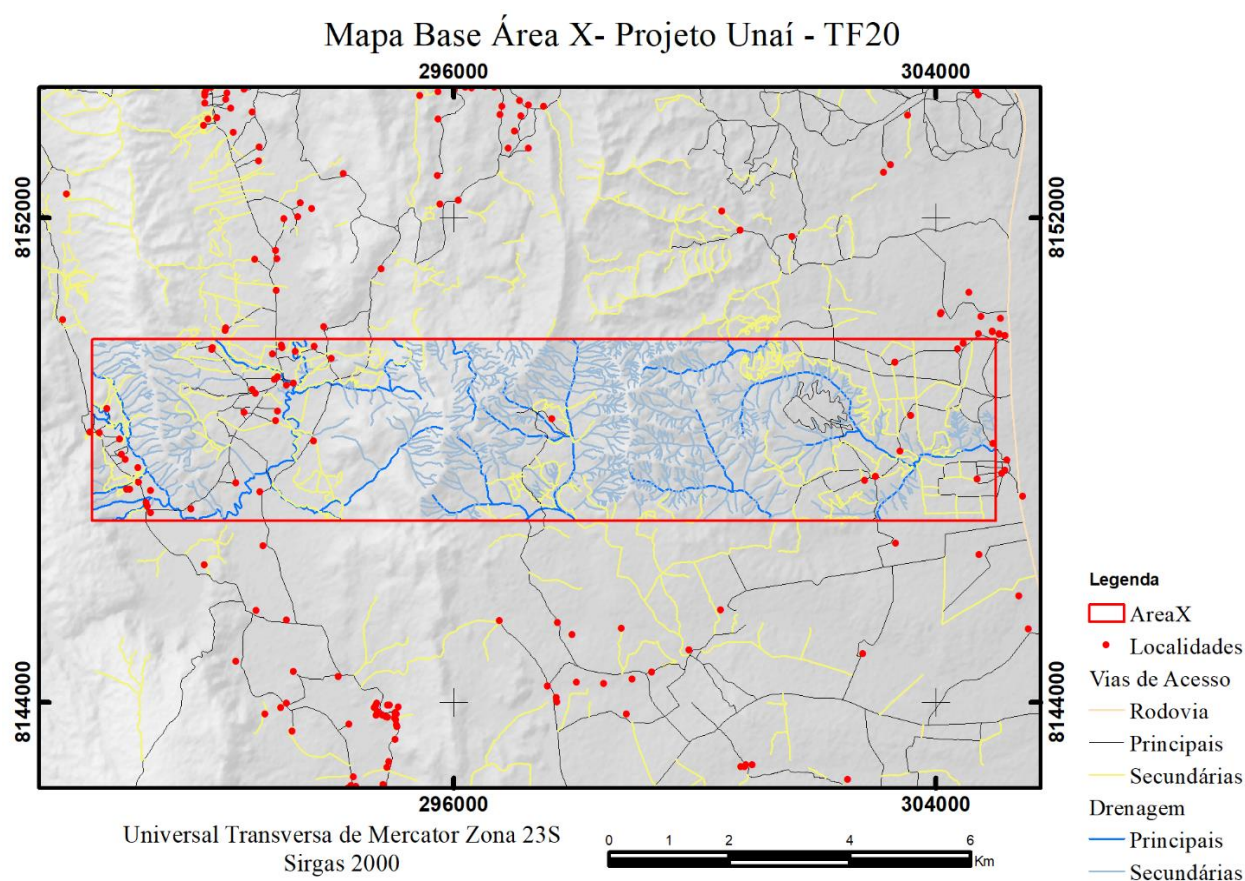


Figura 3. 4- Mapa base da subárea X com relevo sombreado ao fundo contendo drenagens (principais e secundárias), vias de acesso (estradas, rodovias, trilhas) e localidades.

3.2.4. Mapa de Lineamentos Morfoestruturais

O mapa de lineamentos morfoestruturais (Figura 3. 5) foi confeccionado a partir da imagem Sentinel- 2 na composição RGB-4/3/2 e RGB-8/4/3 e das imagens com direções de sombreado do MDE (ALO/PALSAR) e utilizando *hillshade* com ângulo incidente de 45 graus. O objetivo foi evidenciar as orientações preferenciais de estruturas geológicas regionais, extraindo-se assim os

maiores lineamentos de relevo e de drenagens.

A partir dos lineamentos extraídos e da obtenção dos azimutes, foi elaborado um diagrama de rosetas referente a subárea X do projeto Unaí. (Figura 3. 6). De maneira geral os lineamentos morfoestruturais da região apresentam orientações heterogêneas, no entanto foi possível observar que há uma direção preferencial das estruturas NNW-SSE.

Essa direção preferencial é correlacionada a orientação geral das cristas da serra da região, sendo possível também a identificação de lineamentos com direção E-W, relacionados a tendência geral das drenagens retilíneas.

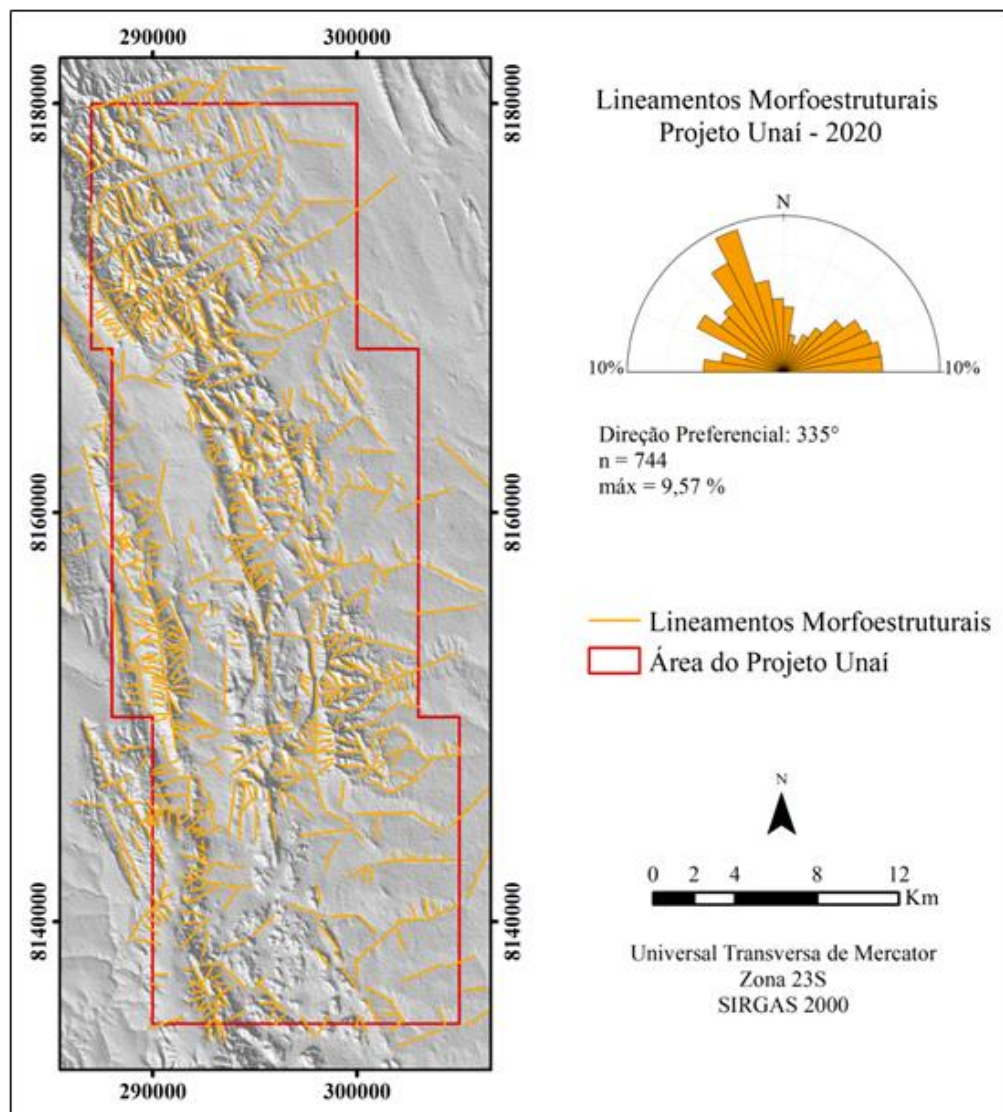


Figura 3. 5- Mapa de lineamentos morfoestruturais do Projeto Unaí e diagrama de rosetas correspondente. Os lineamentos estão sobre relevo sombreado com filtro direcional de 225° e transparência de 45%.

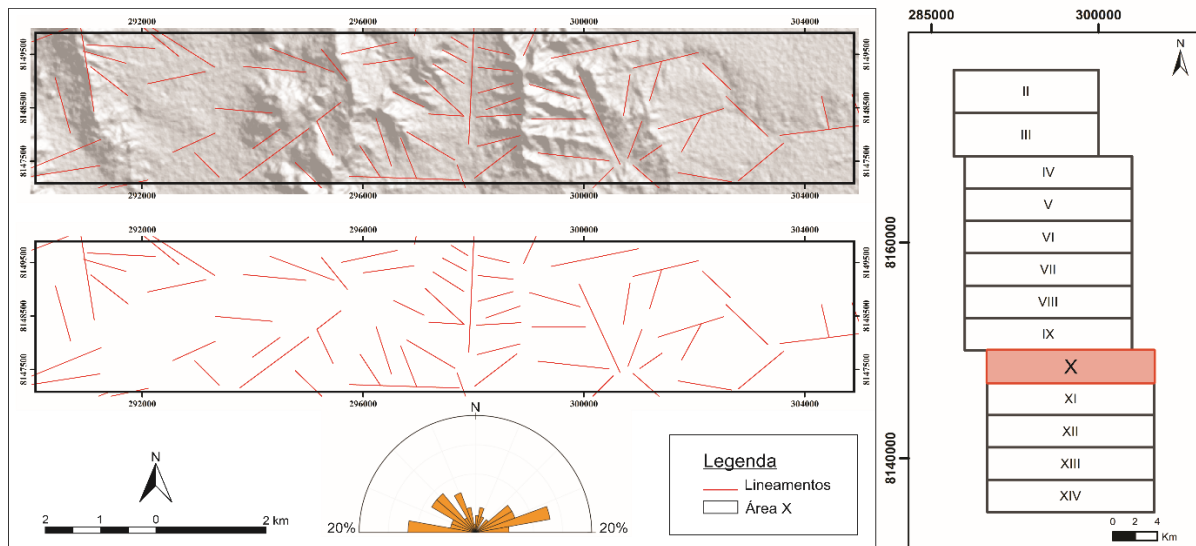


Figura 3. 6- Mapa de lineamentos morfoestruturais da Subárea X e diagrama de rosetas correspondente.

3.2.5. Mapa Fotointerpretado

O trabalho de fotointerpretação foi um processo importante na etapa pré-campo, pois auxiliou na caracterização mais eficiente das unidades encontradas assim como forneceu um cenário prévio do que poderia ser encontrado em campo em termos de unidades de rochas contrastantes e de contatos entre as unidades.

O produto dessa etapa foi inicialmente um mapa com os elementos fotogeológicos (Figura 3. 7) e ao final um mapa fotointerpretado (Anexo 2) (Figura 3. 8). A extração das quebras positivas e negativas, lineações em feixe e em série, alinhamentos e definição de zonas homólogas foi feita utilizando a própria imagem de satélite Sentinel e o relevo sombreado obtido a partir do MDE. Na área foram identificadas oito zonas homólogas e a partir da fotointerpretação foi possível caracterizar cada uma dessas zonas a partir de elementos como: tipo de relevo, padrão de drenagens, densidade de drenagens, vegetação e texturas/estruturas (Tabela 3. 2). As drenagens não foram incluídas na fotointerpretação uma vez que, em função da elevada densidade, os demais elementos fotogeológicos ficariam pouco visíveis, mas, ainda assim foram caracterizadas e podem ser observadas no mapa base (Figura 3. 4).

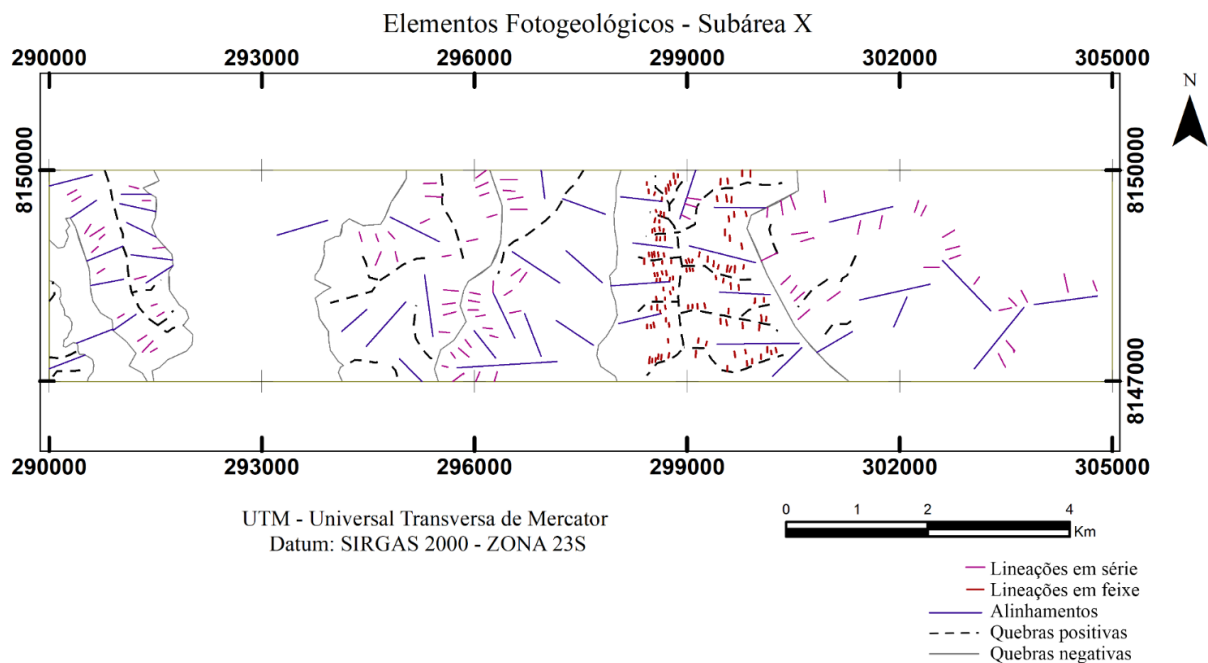


Figura 3. 7- Principais elementos fotogeológicos da subárea X

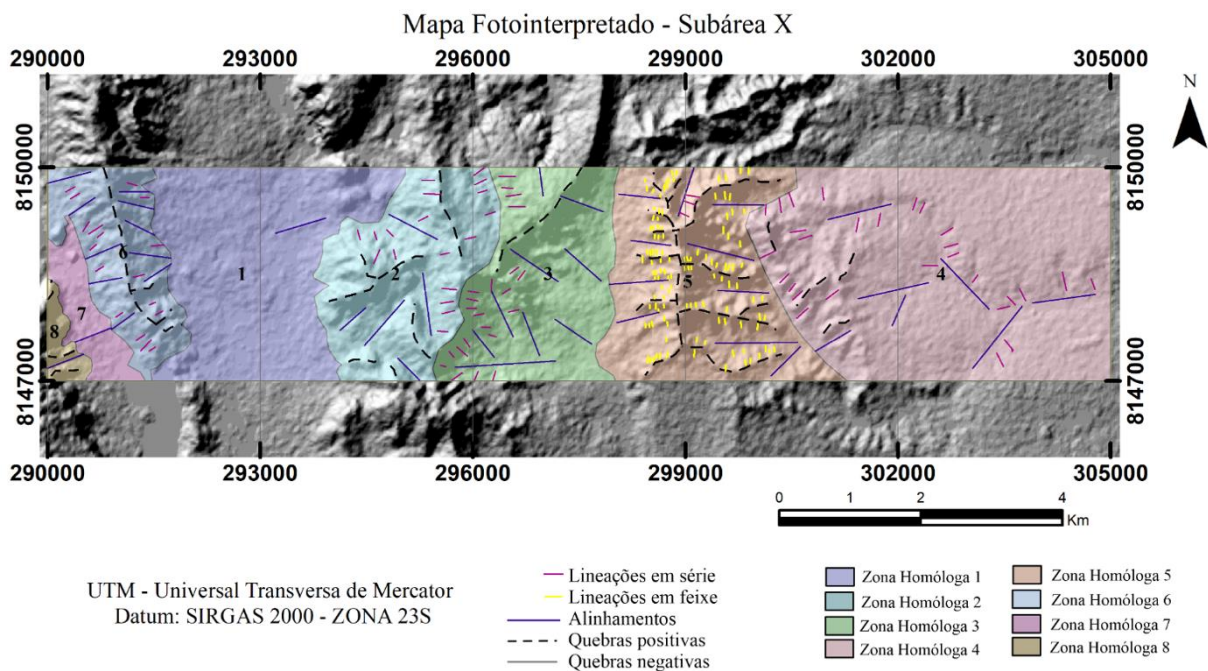


Figura 3. 8- Mapa Fotointerpretado da subárea X, com relevo sombreado ao fundo.

Tabela 3. 2- Descrição das zonas homólogas da subárea X.

Zonas Homólogas	Relevo	Padrão de Drenagem	Densidade de Drenagem	Vegetação
1	Suave (baixo topográfico)	Sem padrão específico	Baixa	Região de pasto sem vegetação
2	Forte ondulado acentuado (alto topográfico)	Dendritico e localmente radial	Baixa-Média	Densa
3	Suave ondulado (variando entre serras e baixadas)	Dendritico	Média-Alta	Vegetação variando de densa em drenagens a rasteira nas serras
4	Suave ondulado (variando entre serras e baixadas)	Dendritico	Baixa-Média	Região de pasto sem vegetação com vegetação densa nas drenagens
5	Forte ondulado acentuado (alto topográfico)	Dendritico e localmente com padrão treliça	Alta	Rasteira
6	Forte ondulado acentuado (alto topográfico)	Paralelo	Alta	Rasteira a moderadamente densa nas drenagens
7	Suave (baixo topográfico)	Sem padrão específico	Baixa	Rasteira
8	Ondulado (início da serra)	Paralelo	Baixa	Densa

3.3. Aerogeofísica

Na técnica conhecida de forma genérica como aerogeofísica, a coleta de dados é feita por meio de aeronaves, sendo amplamente utilizada em grandes áreas, desde o reconhecimento preliminar até níveis mais refinados de detalhamento de áreas de interesse. Os métodos aerogeofísicos são caracterizados por cobrir grandes áreas em um curto intervalo de tempo e com um custo proporcional reduzido, com alta resolução espacial, uniformidade na amostragem e de baixo impacto ambiental. Sendo de grande aplicabilidade para mapeamentos geológicos em terrenos tropicais, já que nesses terrenos os solos são espessos e por vezes desprovidos de afloramentos em diversos locais, o que impossibilita o mapeamento geológico tradicional (Jaques *et al.* 1997). Particularmente para este tipo de levantamento os métodos aerogeofísicos de alta resolução utilizados são o de magnetometria e gamaespectrometria, que permitem a caracterização de domínios litoestruturais, e são excelentes guias para o mapeamento geológico.

3.3.1. Métodos Geofísicos

- Gamaespectrometria

O método potencial gamaespectrométrico, inclui a medição ou as contagens ou concentrações de potássio, urânio e tório dos primeiros 40 cm de solos, rochas aflorantes e material intemperizado, através da detecção da radiação emitida por estes elementos. Embora existam muitos elementos radioativos naturais, a radiação gama com intensidade suficiente para a identificação em levantamentos é procedente da desintegração dos isótopos de (^{40}K), (^{238}U) e (^{232}Th) (Ferreira *et al.*, 2016).

Os dados adquiridos são em contagens por segundo e posteriormente calibrados para concentrações de K (%), U e Th (ppm). Estes dados refletem a composição de rochas e solos das áreas levantadas (Minty *et al.*, 1997). O gamaespectrômetro mede a contagem total em uma janela de 0,41 e 2,81 Mev, que se enquadra em fotópicos e intervalos característicos (Tabela 3. 3). O potássio é monoenergético e representa um percentual fixo em relação ao potássio total, a quantidade do elemento é calculada em porcentagem devido a sua abundância na natureza. Já urânio e tório não emitem radiação gama, dessa forma os registros são feitos por meio dos isótopos derivados do decaimento do Bismuto (^{214}Bi) e Tálcio (^{208}Tl), em que as concentrações são estimadas em partes por milhão, equivalentes de urânio e tório.

A porcentagem de potássio é significativa em rochas ígneas ácidas, rochas metamórficas como filitos, xistos e gnaisses e em rochas sedimentares tais como, arcóseos, argilitos e folhelhos (Ferreira *et al.*, 2016). O potássio é um elemento móvel no decorrer do intemperismo, principalmente em regiões de clima tropical, e assim, os processos pedogenéticos devem ser considerados no momento da interpretação dos dados.

O Urânio e Tório, em vez, são comuns em minerais acessórios presentes em rochas ígneas e metamórficas quartzo-feldspáticas, além de resistatos em rochas sedimentares. Diferentemente do potássio, esses elementos estão contidos em grande parte em minerais estáveis na superfície.

A distribuição de K, U e Th na paisagem é atrelada a diversidade litológica, relevo, intemperismo, drenagens e clima. Dessa forma a mesma rocha pode apresentar teores de radionuclídeos diferentes a depender do relevo e manto intempérico associados. Em relevos mais planos os perfis intempéricos tendem a ser mais espessos, e as respostas radiométricas são mais baixas, em contraponto a relevos íngremes que apresentam teores mais altos (Ferreira *et al.*, 2016).

Tabela 3. 3- Janelas energéticas e fotópicas (modificado de Ferreira et al., 2016).

Elemento	Intervalo Energético	Fotópico
Potássio	1.37-1.57	1.46
Urânio	1.66-1.86	1.76
Tório	2.41-2.81	2.61
Contagem total	0.41-2.81	-

- Magnetometria

A magnetometria consiste em um método potencial de investigação geofísica cujo objetivo é investigar a distribuição dos materiais em subsuperfície por meio das propriedades físicas das rochas. Esse método é capaz de medir pequenas variações no campo magnético superficial a partir da susceptibilidade magnética dos materiais.

Os dados adquiridos são: (i) Campo Magnético Total (CMT), que representa o somatório de todos os campos magnéticos atuantes no ponto de captação. (ii) campo geomagnético produzido devido à circulação de correntes elétricas no núcleo externo (IGRF); (iii) campo magnético gerado por fontes externas do planeta (CME). Deve-se subtrair IGRF e CME ao CMT a fim de obter o produto CMA o qual se limita aos valores do campo magnético gerado pelas rochas e minerais da crosta (Equação 1) (Kearey *et al.*, 2009).

$$CMA = CMT - (IGRF + CME)$$

Equação 1

3.3.2. Aquisição de Dados Aerogeofísicos

Os dados aerogeofísicos utilizados neste trabalho foram obtidos do Programa de levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais coordenado pela Secretaria do Estado de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais (SEME), e disponibilizados pela CODEMIG. O Levantamento Aerogeofísico 2001 compreendeu seis regiões do Estado de Minas Gerais e forneceu uma base de dados geofísicos-geológicos importante. A área do Projeto Unai está inserida

na Área 1 desse levantamento, a qual cobriu os municípios Unaí, Paracatu, Vazante e Coromandel (Figura 3. 9). Para o recobrimento dessa área a SEME firmou parceria com a Lasa Engenharia e Prospecção S.A a qual auxiliou nos serviços de aquisição e processamento de dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos.

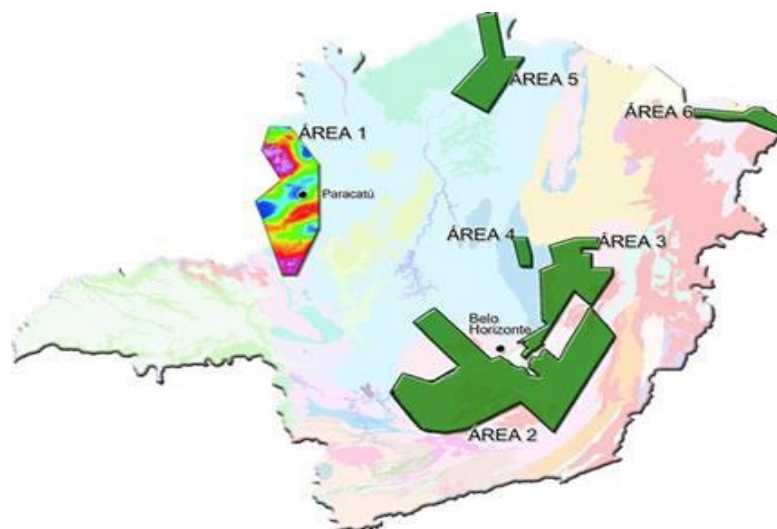


Figura 3. 9 Mapa evidenciando os polígonos onde ocorreram levantamento aerogeofísico do Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais, com enfoque na Área 1 onde se encontra a área de mapeamento do Projeto Unaí.-

Para a coleta de dados foram utilizadas duas aeronaves Britten-Norman, modelo BN-2A, Islander, equipadas com magnetômetro de bombeamento ótico de vapor de césio da Scintrex, modelo CS-2, gamaespectrômetro multicanal Picodas, modelo PGAM-1000, e sistema de navegação GPS Picodas/Novatel de 12 canais.

O levantamento aerogeofísico foi executado entre os meses de agosto e dezembro de 2000 e, para o recobrimento aerogeofísico a Área 1 foi dividida em dois blocos Norte e Sul (Figura 3. 10). A área do Projeto Unaí está localizada no bloco norte, que compreendeu uma superfície de 10.059 km² com direção de linhas de produção N30E, 250 metros de espaçamento e linhas de controle N60W. Por outro lado, o Bloco Sul, abrange uma superfície de 8.574 Km² com direção de linhas de produção N30W e linha de controle N60E.

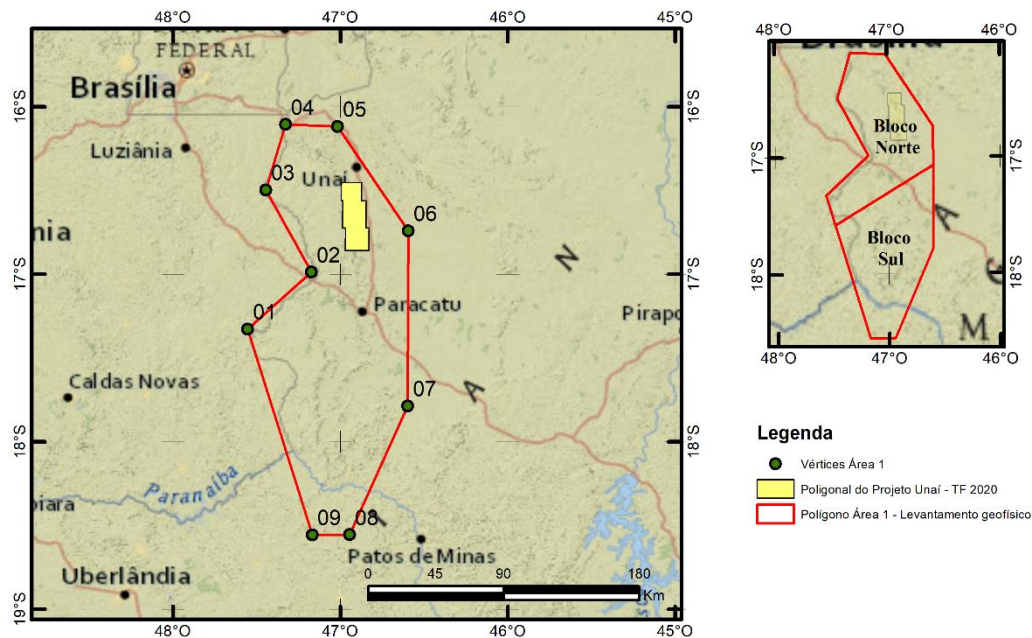


Figura 3. 10- Área 1 do Programa de Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais com enfoque na área de mapeamento do Projeto Unaí a qual está localizada no Bloco Norte do levantamento.

O processamento dos dados, desenvolvido pela empresa LASA, envolveu a utilização do software Geosoft Oasis Montaj 5.1.8 e os resultados incluem mapas do campo magnético total (reduzido do IGRF), mapas da 1ª derivada vertical do campo magnético total, mapas do sinal analítico do campo magnético total e mapas das concentrações aparentes dos canais radiométricos de potássio, urânio, tório e do canal de contagem total, além dos mapas de distribuição ternária de potássio, urânio e tório e das razões Th/K, U/K e U/Th nas escalas 1:100.000 e/ou 1:250.000 (coloridos), respectivamente. O relatório final do levantamento fornece um fluxograma (Figura 3. 11) que indica as diferentes etapas envolvidas no processo realizado pela empresa Lasa, desde a preparação do banco de dados OASIS, contendo a totalidade das informações do levantamento, até a preparação dos mapas finais do projeto. Para maiores esclarecimentos e demais informações, sugere-se uma consulta ao referido relatório (LASA, 2001).

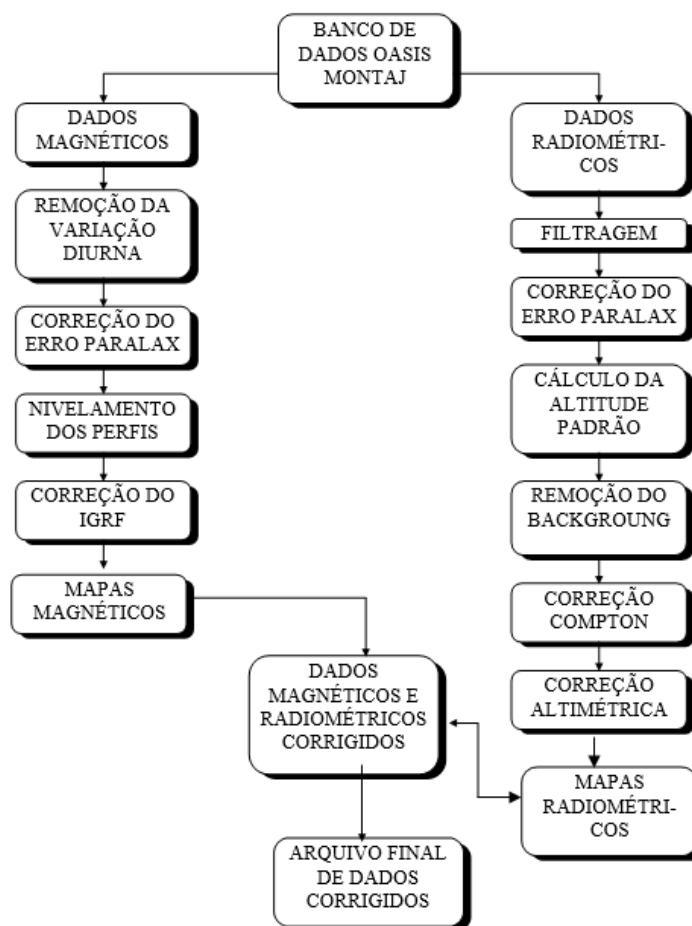


Figura 3. 11- Fluxograma indicando as diferentes etapas envolvidas no processo de levantamento realizado pela empresa Lasa (LASA, 2001).

3.3.3. Produtos dos dados Aeromagnetométricos

A partir de sinais ou anomalias de comprimentos de ondas variáveis é possível gerar imagens magnéticas. Esses comprimentos de ondas podem ser gerados por fontes com diferentes geometrias, profundidades, propriedades do vetor magnético e magnetização remanescente, tornando assim, a interpretação dos dados bastante ampla e desafiadora (Ferreira *et al.*, 2013). A partir do CMA (Campo Magnético Anômalo) (Figura 3. 13), foi possível gerar os seguintes parâmetros: (i) derivada vertical, Dz; (ii) amplitude do sinal analítico (ASA) e (iii) derivada TILT (Figura 3. 12). Os lineamentos nos produtos não ficaram tão evidentes uma vez que se trata de uma área com magmatismo pouco significativo, desse modo, as estruturas estão sobre o cráton em grandes profundidades. Mas, ao atrelar as interpretações geofísicas ao mapeamento da área e demais atividades foi possível determinar os *trends* litológicos e estruturais na área de modo a fornecer um material completo que auxilia na conclusão acerca da geologia e tectônica impressa

na região do Projeto Unaí.

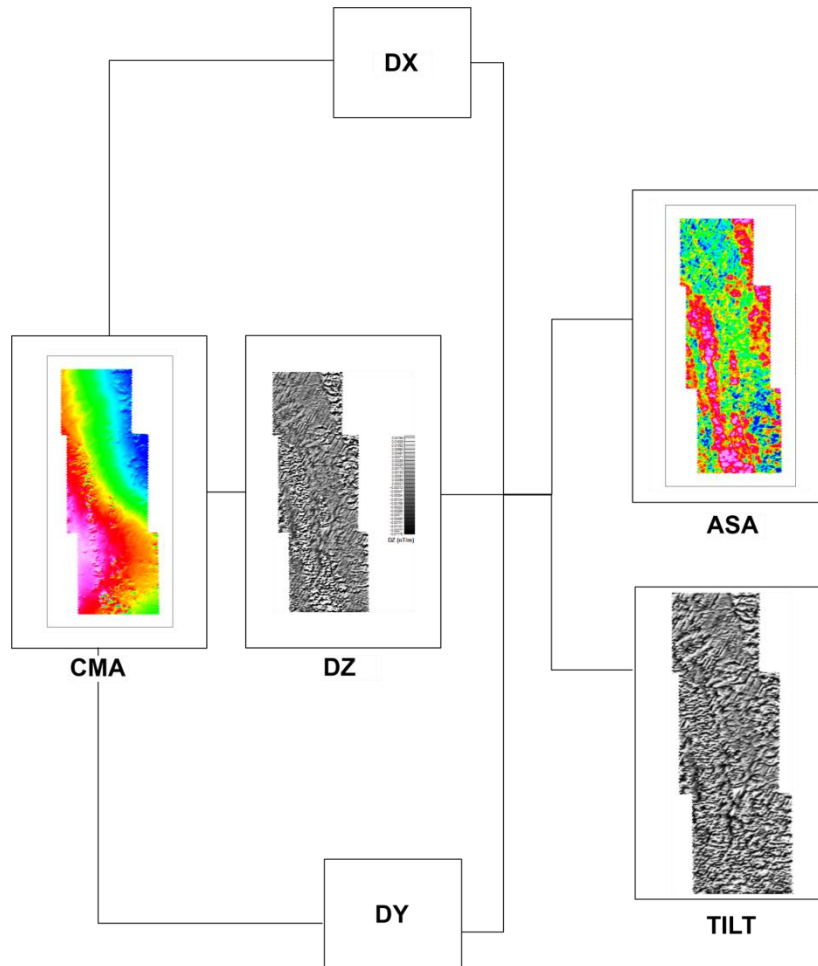


Figura 3. 12- Fluxograma dos principais produtos obtidos a partir do CMA.

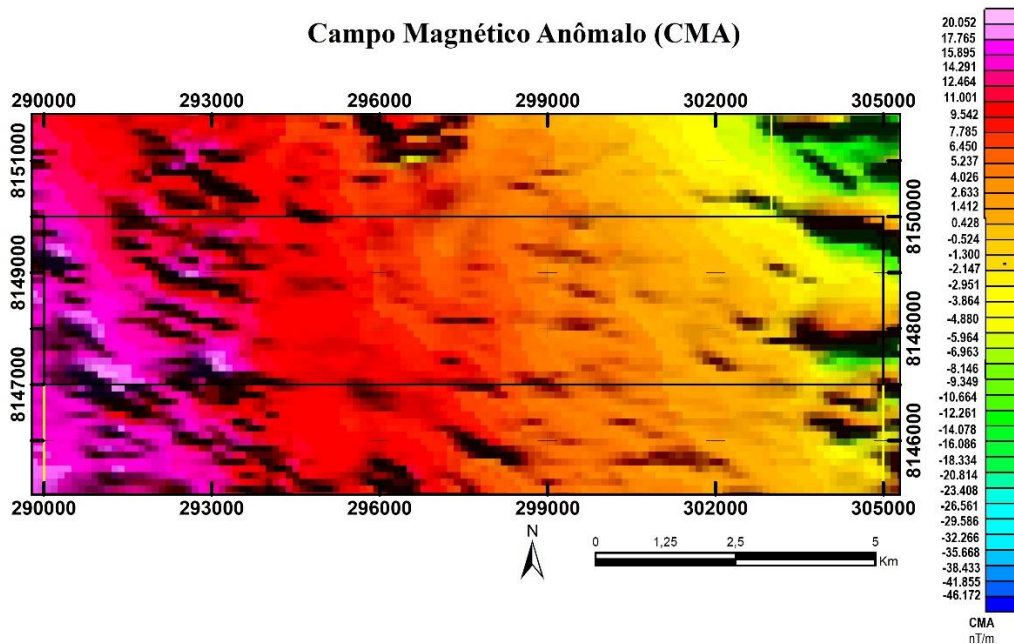


Figura 3. 13- Mapa magnetométrico do Campo Magnético Anômalo (CMA) referente à subárea X.

- Derivadas X, Y e Z

Todas essas derivadas constituem filtros passa-alta que realçam os gradientes das anomalias magnéticas. As derivadas horizontais realçam gradientes horizontais e, conseqüentemente, as possíveis fontes de anomalias representadas. Corpos perpendiculares à direção X são realçados em DX e corpos perpendiculares à Y ficam realçados em DY.

A derivada Z (Figura 3. 14) tem como objetivo, realçar as altas frequências transformando o campo magnético anômalo linearmente por meio dessa derivada. Consiste em estimar a taxa de variação do campo magnético anômalo à medida que se distancia ou se aproxima verticalmente da fonte causadora (Blakely, 1996). Esse realce das altas frequências pode fornecer informações sobre os contatos, descontinuidades e lineamentos. A derivada vertical, Dz, diferencia-se das horizontais porque realça o corpo como um todo e não somente as bordas, possibilita captar informações acerca de feições mais rasas, uma vez que consiste em uma taxa variação do campo magnético anômalo em relação à distância vertical da fonte causadora.

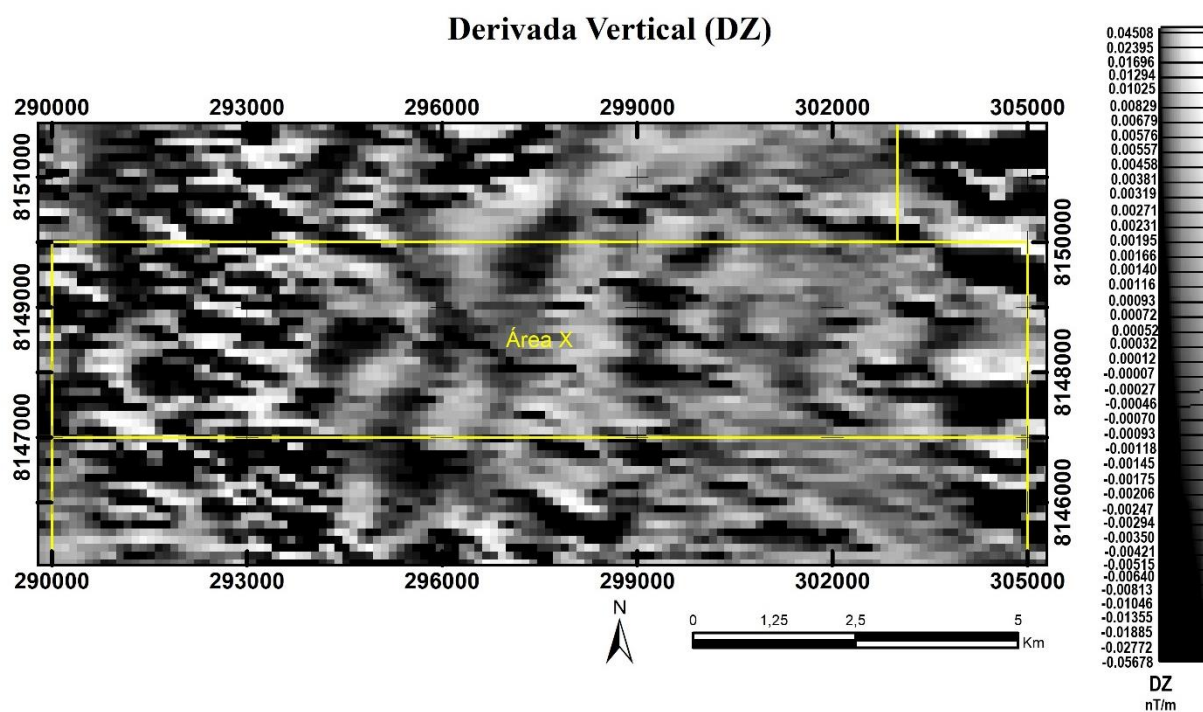


Figura 3. 14-Mapa magnetométrico da derivada Dz referente à subárea X.

- Derivada TILT

Esse parâmetro (Figura 3.15) auxilia na delimitação de lineações, lineamentos e *trends* estruturais assim como tende a igualar a amplitude final das anomalias de modo que anomalias rasas e profundas acabam se manifestando de modo semelhante. É representada pelo arco tangente da razão entre a primeira derivada vertical e o gradiente horizontal total (Equação 2).

$$TILT = \arctan [\partial z / \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}]$$

Equação. 2

- Amplitude do Sinal Analítico (ASA)

A amplitude do sinal analítico (Figura 3. 16) é o produto das três derivadas do campo magnético anômalo (Equação 3). Essa técnica é eficiente na delimitação de parâmetros geométricos e as imagens geradas apresentam assinatura localizada das fontes magnéticas realçando as bordas em corpos mais extensos e o centro em corpos menores, independente das direções magnéticas da fonte e do campo magnético terrestre (Blum *et al.* 1999).

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

Equação. 3

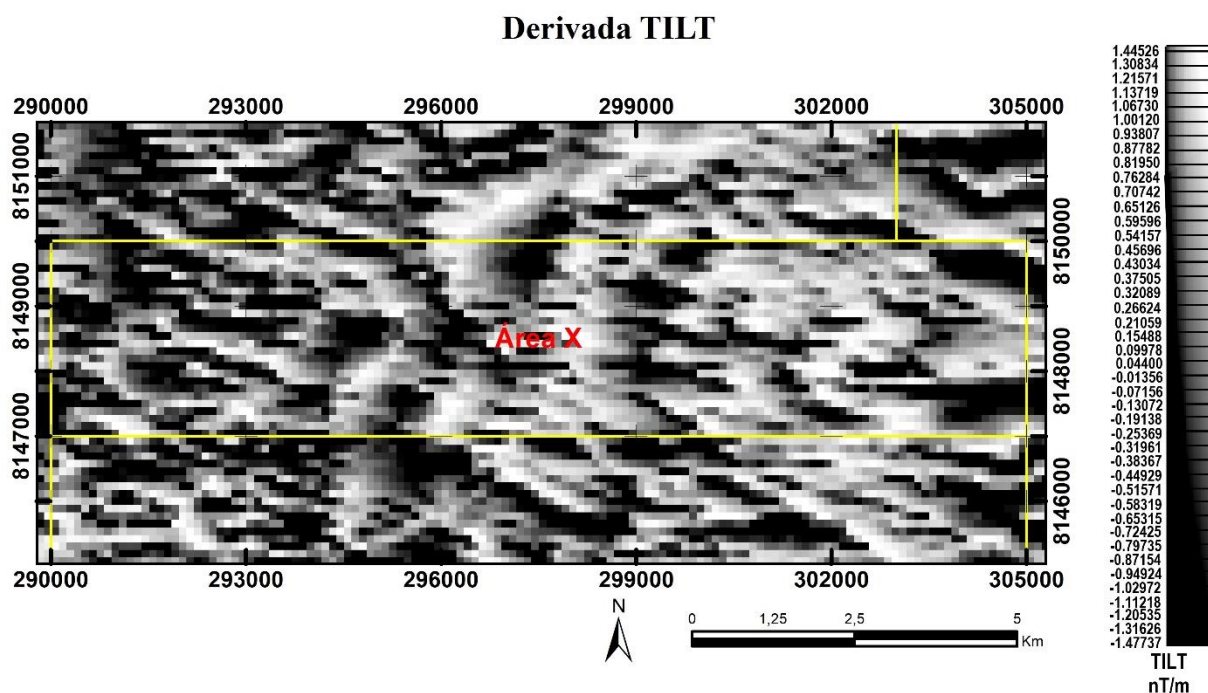


Figura 3.15- Mapa magnetométrico da derivada TILT com destaque para a subárea X.

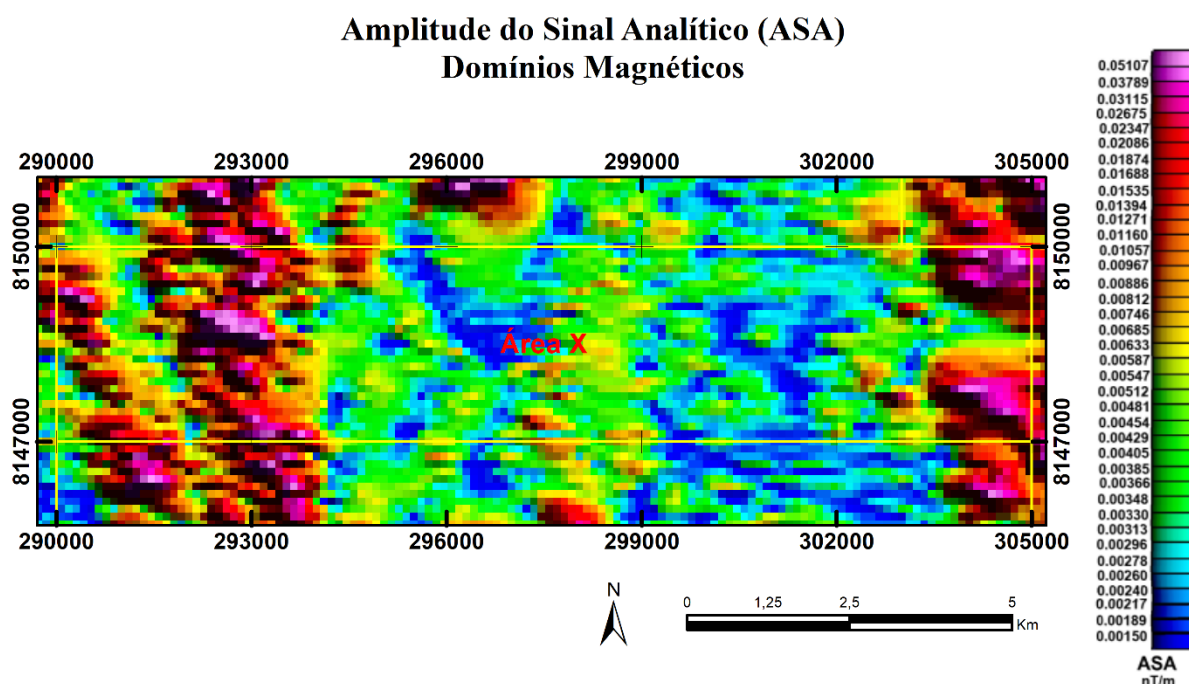


Figura 3. 16- Mapa magnetométrico da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) da subárea X.

3.3.4. Análise e Interpretação dos Produtos Aerogamaespectrométricos

Após a correção dos dados radiométricos são elaborados os produtos gamaespectrométricos a fim de contribuir para o mapeamento geológico final do Projeto Unaí. Foram confeccionados mapas coloridos das variáveis básicas, com porcentagem de potássio (K), tório equivalente (eTh) e urânio equivalente (eU) em ppm (Figura 3. 17). Os mapas de composição ternária foram feitos em CMY, no qual o ciano está atribuído ao Potássio (K), o magenta ao Tório (eTh) e o amarelo ao Urânio (eU), e em RGB no qual o vermelho é atribuído ao potássio (K), o verde ao Tório e o azul ao Urânio, na composição RGB, o branco reflete altas concentrações dos três canais, em contraponto ao preto que é resultado de baixos teores.

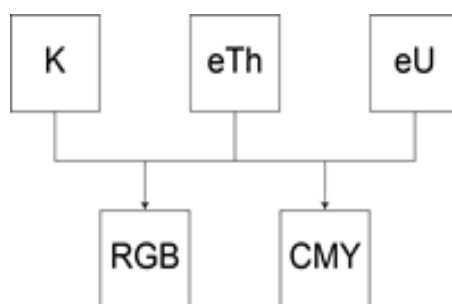


Figura 3. 17- Fluxograma dos principais produtos gamaespectrométricos.

Para separação e interpretação de domínios gamaespectométricos, foi utilizado o mapa de composição ternária em RGB (Figura 3. 18 e Figura 3. 19) indentificando 5 domínios, descritos na Tabela 3. 4.

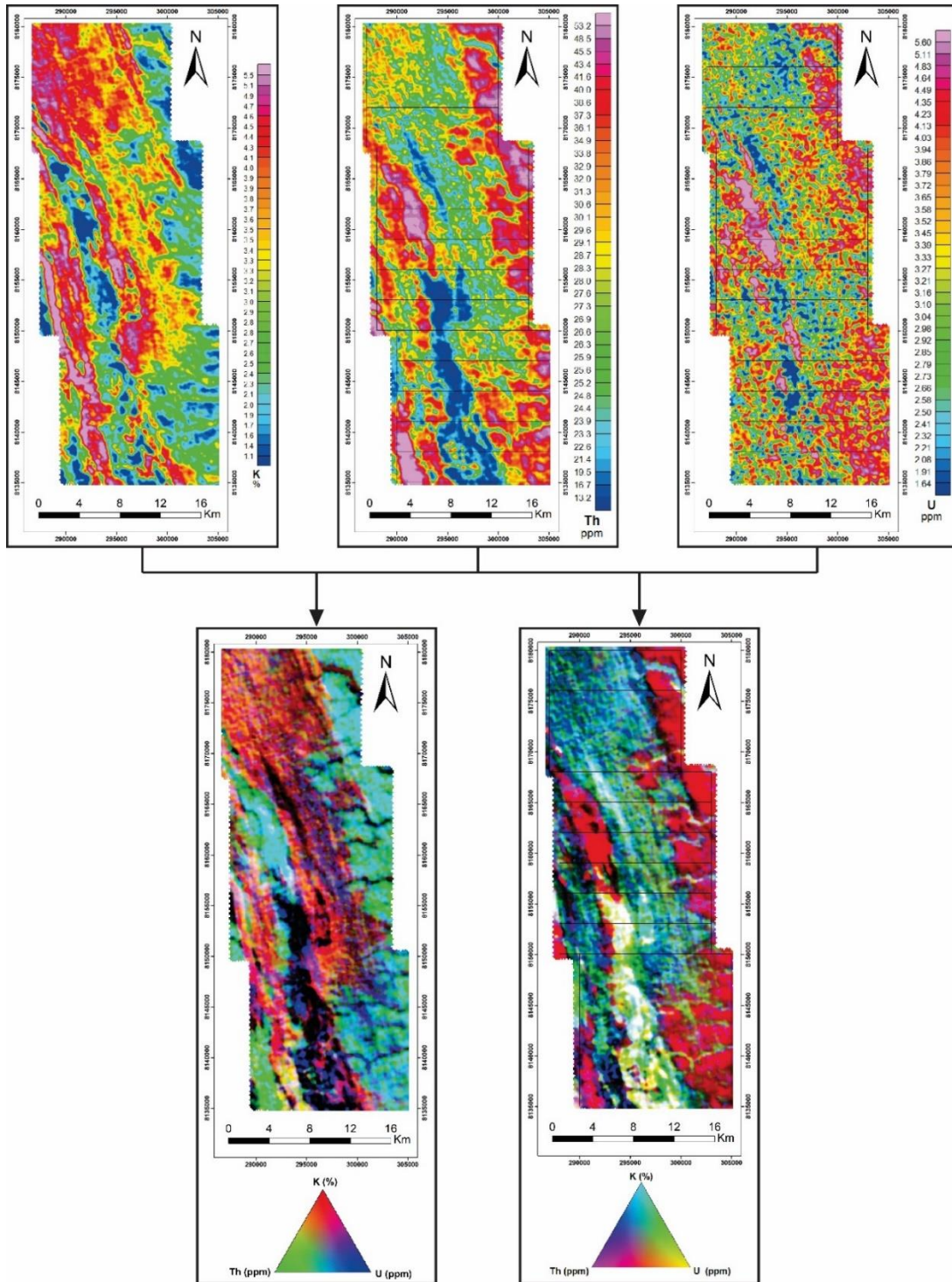


Figura 3. 18- Mapas gamaespectométricos da porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY (CMY) e composição ternária RGB (RGB).

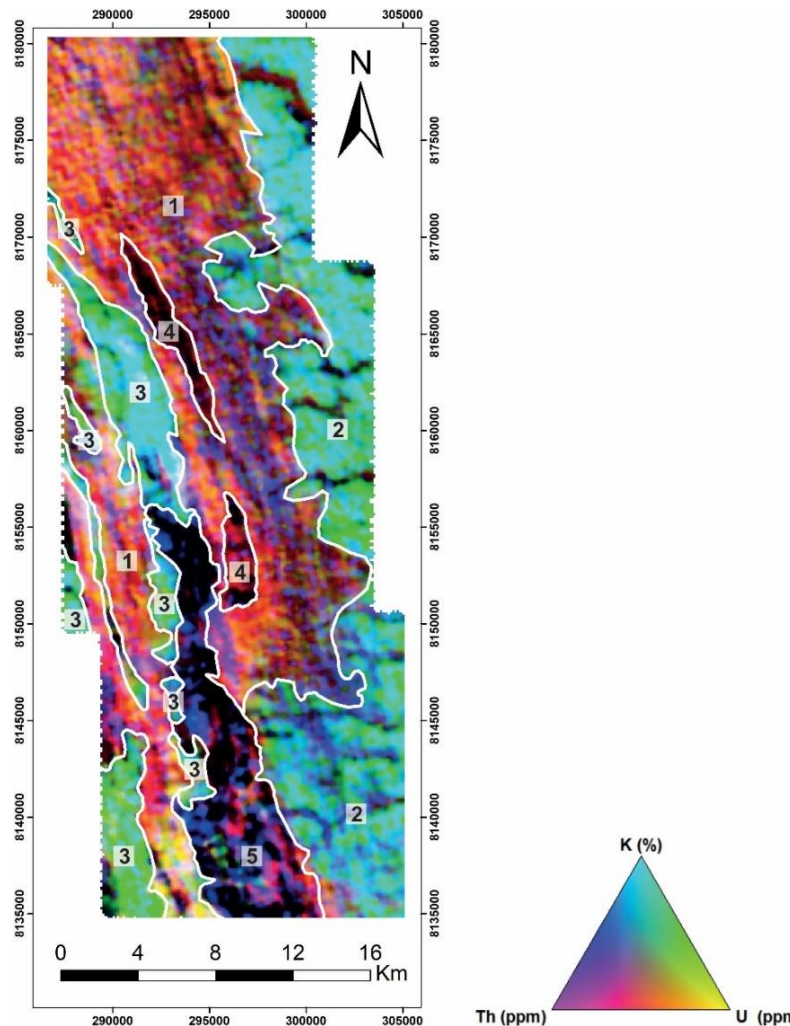


Figura 3. 19- Mapas gamaespectrométricos da porcentagem do potássio (K), equivalente de tório (eTh), equivalente de urânio (eU), composição ternária CMY (CMY) e composição ternária RGB (RGB).

Tabela 3. 4- Descrições dos domínios Gamaespectrométricos

Domínio	K	eTh	eU	Descrição
1	Alto	Médio Baixo	Médio	Domínios de tonalidade avermelhadas e amareladas com orientação NNW-SSE
2	Médio baixo	Alto	Alto	Domínio contínuo em que se predomina a tonalidade verde azulada, de orientação NNW-SSE
3	Médio Baixo	Alto	Médio Alto	Domínios descontínuos, alongados e pouco espessos de coloração verde, orientados a NNW-SSE
4	Médio	Baixo	Baixo	Domínios de coloração vermelha/preta, alongados e pouco espessos, orientados NNW-SSE
5	Baixo	Baixo	Médio Baixo	Domínio contínuo de tonalidade preta arroxeada, orientado a NNW-SSE.

3.3.5. Análise e Interpretação do Produto de Magnetometria

O principal produto aplicado para obtenção de dados geológicos foi o mapa de domínios magnéticos a partir do ASA (Figura 3. 20). Para diferenciar cada domínio foram usados os critérios: (i) intensidade; (ii) frequência e (iii) orientação e continuidade das anomalias. Desse modo, foram definidos 3 domínios para a área do Projeto Unaí e a descrição está detalhada na Tabela 3. 5.

A área apresenta dois grandes domínios magnéticos distintos, as porções oeste e extremo leste da área apresentam resposta magnética muito intensa, enquanto o centro-leste exibe um gradiente magnético mais baixo. Além destes grandes domínios, com valores extremos há ainda um terceiro, caracterizado por valores intermediários.

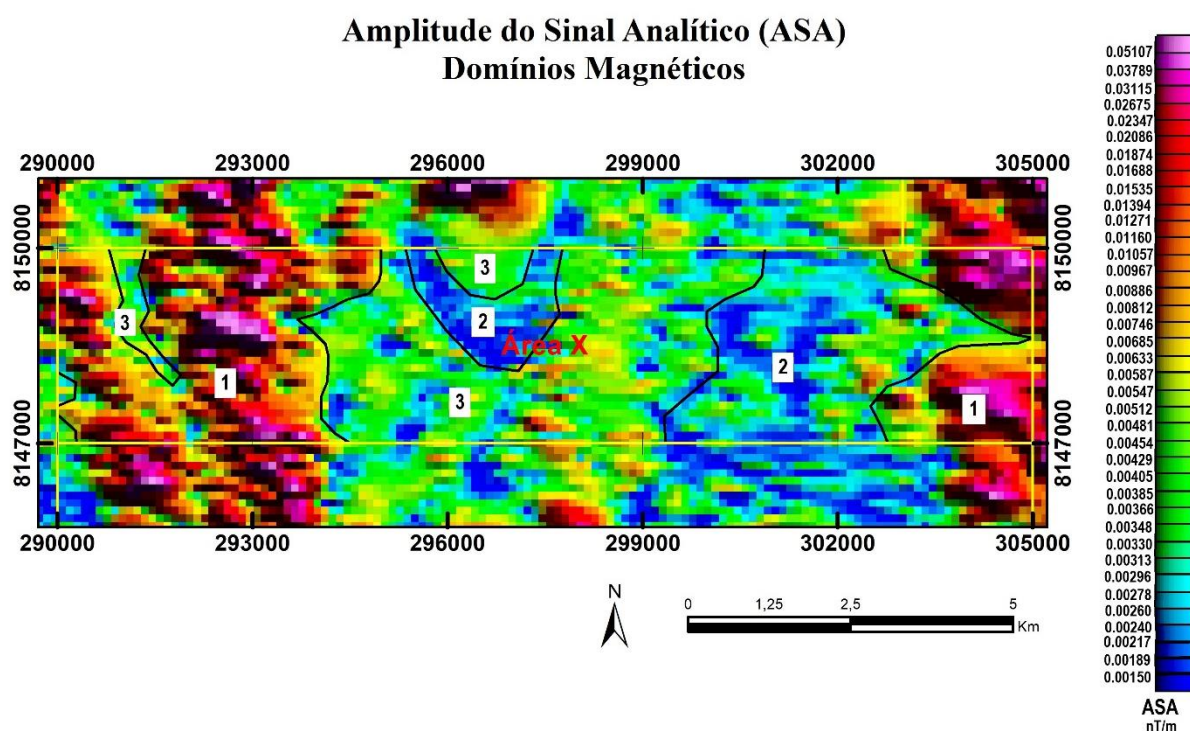


Figura 3. 20- Mapa Magnetométrico da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) subdividido nos domínios magnéticos da subárea X.

Tabela 3. 5- Descrição dos domínios magnéticos da subárea X.

Domínio	Descrição
1	Gradiente magnético alto, homogêneo, variando entre 0,0063 nT e 0,05107 nT. A anomalia apresenta trend N-S no extremo oeste e não apresenta trend específico no extremo leste.
2	Gradiente magnético muito baixo a baixo, heterogêneo, variando de 0,00150 nT a 0,00547 nT. Apresenta uma anomalia pontual em formato que se assemelha à letra "u", formando uma curvatura na porção centro-norte da área.
3	Gradiente magnético muito baixo a baixo, heterogêneo, variando de 0,00330 nT a 0,00967 nT. Ocorre anomalia pontual no centro da curvatura formada pelo domínio 2, mas no geral, não apresenta trend preferencial.

Em síntese pode-se afirmar que as ferramentas de aerogeofísica não foram fundamentais como auxílio à cartografia geológica da área do Projeto Unaí. Esta constatação é decorrente dos seguintes fatores: i) o fato de a maior parte das rochas da região apresentarem composições químicas similares em termos de radioisótopos, isto é, serem ricas em potássio, de forma que quando expostas exibem anomalias no canal do K; ii) o fato de a maior parte das rochas não terem enriquecimento em minerais magnéticos, limitando a aplicação da aeromagnetometria e iii) o fato da região não apresentar magmatismo expressivo, o que limita a observação dos lineamentos magnéticos.

O comportamento contrastante das duas ferramentas de geofísica aérea é decorrente da variação dos solos. Neste sentido, locais de ocorrência de solos espessos exibem baixa contagem de potássio e elevada contagem de tório, pois o potássio é um elemento móvel no ambiente pedogenético e o tório é relativamente mais estável, com relação ao K e ao U. Em locais com solos rasos há contagem elevada de potássio em detrimento do U e Th, pois todas as rochas são metassedimentos ricos em potássio na estrutura de argilominerais.

As áreas com ocorrência de carbonatos e arenitos representam exceções, podendo ser avaliadas e destacadas pela ausência dos três radioisótopos.

O mesmo comportamento é observado para a magnetometria, sendo que em locais de ocorrência de solos espessos e pedogeneticamente evoluídos há anomalia positiva devido à concentração de minerais magnéticos nos perfis de solos. Locais em que os solos são rasos mostram valores magnéticos reduzidos, pois as rochas são pobres em minerais magnéticos.

Essas ferramentas geofísicas são fundamentais para a cartografia geológica de terrenos de maior grau metamórfico, ricos em intrusões graníticas e diques de rochas com natureza máfica. Nestes casos, a aerogeofísica pode inclusive ser mais eficiente que os trabalhos de campo na distinção de rochas petrograficamente similares, como por exemplo: tonalitos e granodioritos.

3.4. Sísmica de reflexão

A sísmica de reflexão é um método geofísico comumente utilizado no estudo de bacias sedimentares e é de particular interesse para indústria petrolífera. O método é fundamentado na propagação e reflexão de ondas acústicas no substrato. A aquisição de dados se baseia no tempo de trânsito da onda, saindo da fonte sísmica atravessando o meio rochoso que a reflete e chegando ao detector. Essa propagação depende de propriedades físicas como densidade e elasticidade do meio. Em decorrência do contraste das propriedades entre as camadas, uma parcela da energia acústica é refletida de volta para a superfície. Para aquisição é usado uma fonte de energia artificial, como dinamites, hidrofones ou geofones, com determinado espaçamento a fim de detectar a chegada de ondas refletidas à superfície (Simm & Bacon, 2014).

A soma dos vales e picos obtidos nas ondas refletidas, com os valores do tempo de reflexão completa além dos valores de distância entre os geofones se obtém um perfil, X, Y, Z, em que x é a distância horizontal, y a diferença de impedâncias e z representa o eixo do tempo. Dessa forma é possível a inferência de litologias e estruturas geológicas através da projeção estratigráfica.

3.4.1. Aquisição de Dados Sísmicos da área de Estudo

Os dados sísmicos foram adquiridos em 1995 pela Petrobrás, com a linha “R0240_São_Francisco_045_PSTM” associada com o poço “1-BRSA-871-MG” (Figura 3. 21; Figura 3. 22). A Agência Nacional do Petróleo (ANP) tornou os dados técnicos de bacias sedimentares *onshore* públicos, em maio de 2021. No entanto não há detalhamento sobre a aquisição e respectivo processamento dos dados. Para o presente projeto foi utilizado o arquivo SEG-Y, referente ao dado pós-empilhamento “MIG-FIN”, disponibilizado no bando de dados online BDEP.

Projeto Unai-MG – Subárea X

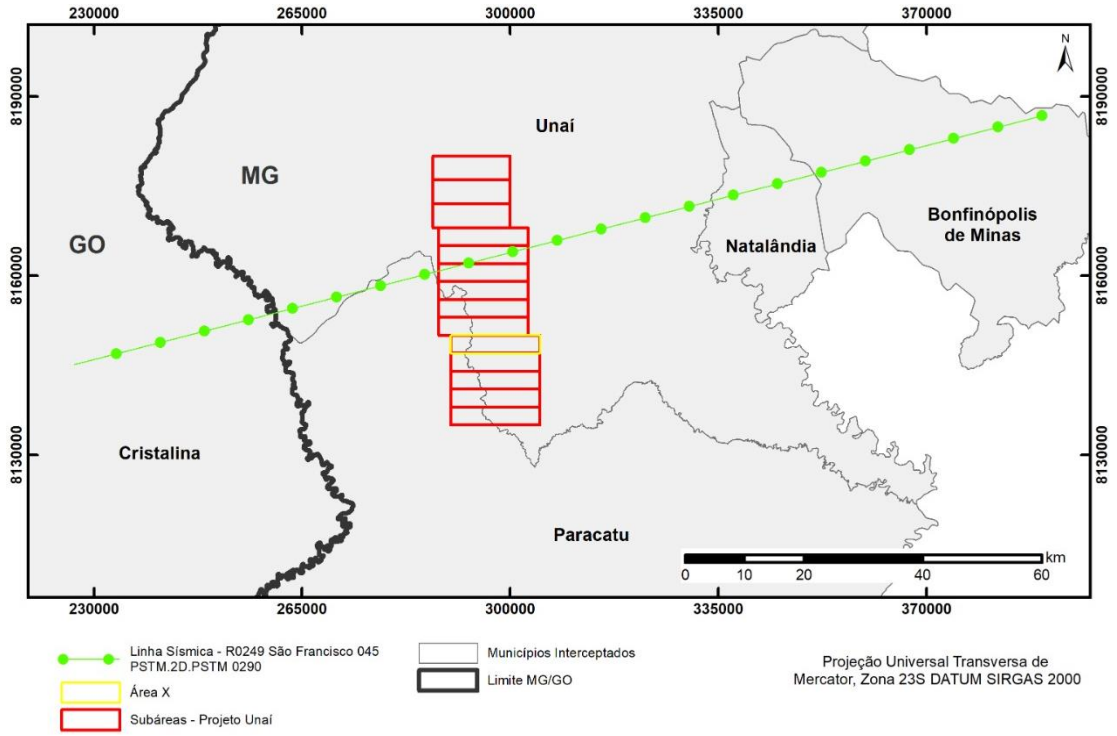


Figura 3. 21- Imagem de localização da linha sísmica Cristalina-Unai

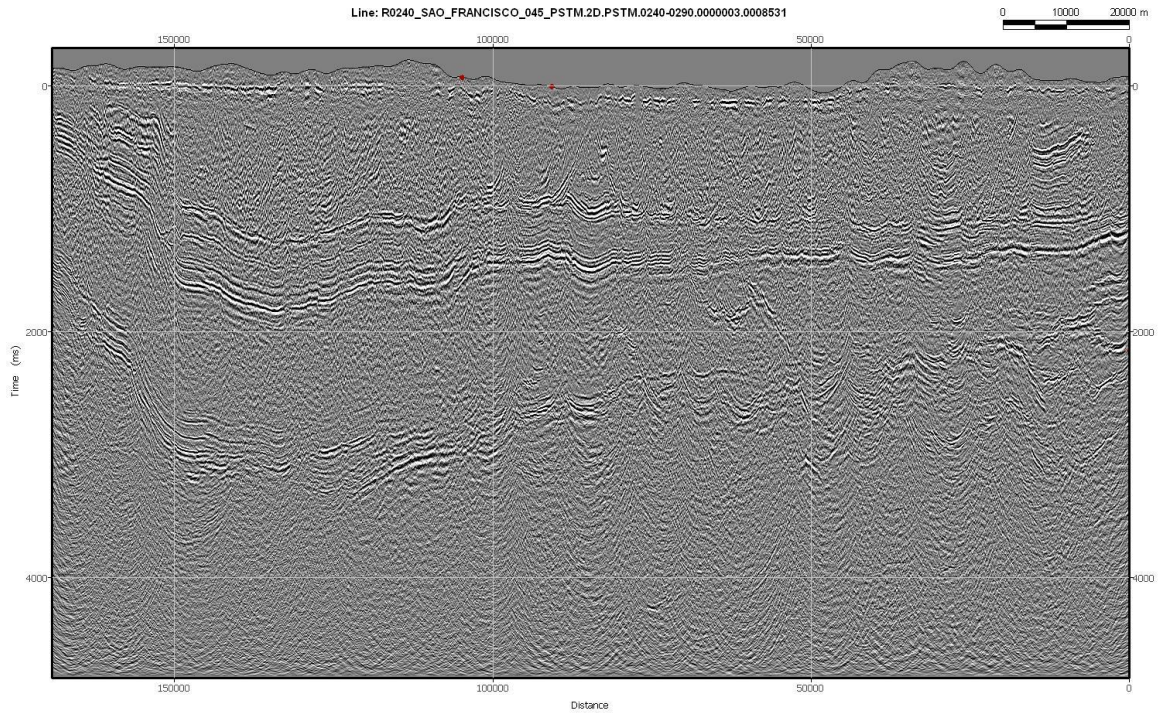


Figura 3. 22- Linha Sísmica Cristalina-Unai. Os pontos vermelhos evidenciam a área do Projeto-Unai. (ANP)

4. Estratigrafia; Petrografia e Sistemas Depositionais

4.1. Introdução

Por meio dos dados coletados em campo, de informações de sensoriamento remoto e mapas aerogeofísicos foi confeccionado o mapa geológico do Projeto Unaí (Anexo 1), na escala original 1:50.000. A subdivisão e caracterização das unidades litoestratigráficas foi elaborada a partir das relações faciológicas, sedimentares, estruturais e metamórficas observadas tanto na etapa de campo, quanto na etapa pós-campo.

Neste capítulo foi realizada a descrição das unidades mapeadas no Projeto Unaí-MG e o detalhamento das litofácies presentes na subárea X, incluindo: (i) Formação Serra do Landim (Grupo Canastra); (ii) Formação Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá); (iii) membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco (Formação Quilombo). A área do projeto contém também rochas da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí, todavia, essa unidade não ocorre na subárea X.

A Figura 4.1 mostra as relações cronoestratigráficas das unidades mapeadas no Projeto Unaí, as quais estão em contatos tectônicos ocasionados pela deformação e transposição impressa pela orogênese brasileira.

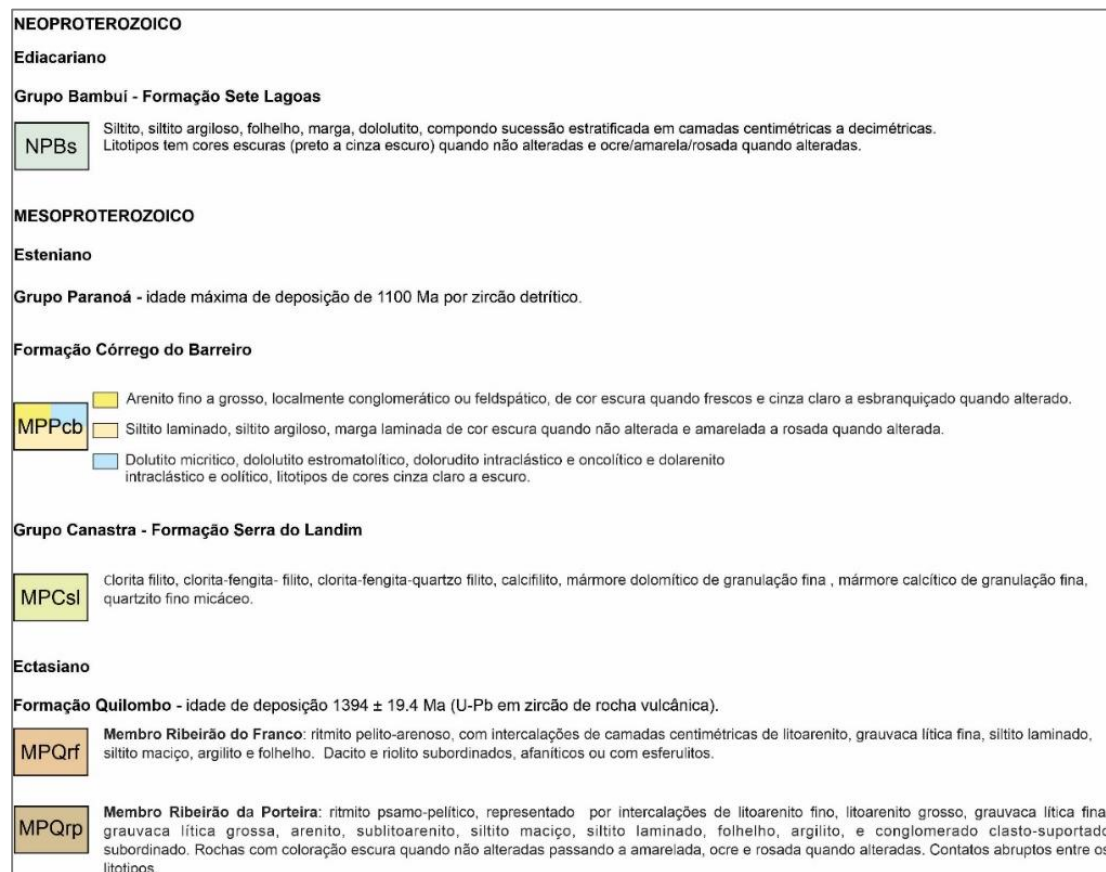


Figura 4.1- Unidades litoestratigráficas mapeadas no Projeto Unaí

São descritas as unidades que ocorrem na área do Projeto Unaí de maneira mais ampla e, em maior detalhe, aspectos petrográficos macro e microscópicos das unidades encontradas na subárea X, com o intuito de detalhar variações faciológicas dentro de cada unidade observada, tanto em campo, quanto em laboratório. A descrição contará com aspectos geomorfológicos, ou seja, o contexto fisiográfico em que cada unidade ocorre e como afloram, além de correlacionar as rochas com as adjacentes de acordo com as semelhanças e particularidades de cada unidade para se definir os paleoambientes deposicionais.

4.2. Geologia do Projeto Unaí

A área de estudo está inserida em um contexto compressional em condições de anquimetamorfismo até xisto verde baixo. Desse modo, é possível observar estruturas sedimentares e texturas primárias preservadas em algumas unidades. As rochas do Grupo Paranoá e da Formação Quilombo foram consideradas essencialmente sedimentares em função da preservação de suas características texturais e das estruturas. Por outro lado, as rochas do Grupo Canastra além de apresentarem restrita preservação das estruturas primárias, apresentam foliação ora incipiente, ora pervasiva que confere outra abordagem a essa unidade, sendo, portanto, considerada uma sucessão metamórfica.

A unidade estratigráfica mais antiga na área do Projeto Unaí consiste da Formação Quilombo, subdividida em dois membros: Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco, o primeiro ocorre desde a subárea I até a XI e o segundo estende-se ao longo de todas as subáreas. O Membro Ribeirão da Porteira consiste em ritmitos psamo-pelítico contendo arenitos, litoarenitos e grauvacas líticas intercalados com siltitos. Ainda se tratando dessa unidade, ocorre em relevo com padrão forte ondulado, com drenagens encaixadas, sustentado principalmente pelas camadas predominantemente psamíticas. O Membro Ribeirão do Franco também é representado por ritmitos, contudo com característica essencialmente pelítica, com intercalações de camadas centimétricas de arenito com siltitos e folhelhos contendo ainda rochas vulcânicas subordinadas. Estas rochas efusivas apresentam características ácidas e intermédias (riolito e dacito), são afaníticas e contêm esferulitos e microfenocristais. O relevo nessa unidade é mais aplainado e com menor densidade de drenagens.

A Formação Serra do Landim, pertencente ao Grupo Canastra está disposta no extremo oeste da área de estudo, desde a subárea IV até a subárea XIV e apresenta as maiores cotas topográficas da área estudada. Abrange uma variação de filitos (clorita filito, clorita-fengita filito, calcifilito), quartzitos micáceos, mármores calcícos e dolomíticos. Compreende uma grande serra

sustentada por quartzitos e filitos e áreas arrasadas com morrotes de mármore, sendo recoberta por solos espessos no platô da serra e solos delgados nas quebras de relevo.

A Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá se estende desde III até a área XIV. Consiste em siltitos homogêneos e laminados, arenitos de variação granulométrica desde areia fina até conglomeráticos, arenitos feldspáticos, bem como dolomitos de diferentes granulometrias e bioconstruções. No geral, essa unidade ocorre como uma faixa de relevo ondulado composta por arenitos, mas também como regiões planas constituídas por siltitos com morrotes de dolomitos interdigitados com arenitos.

Além disso, foram encontradas rochas da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí observadas em uma porção restrita, apenas nas subáreas I à V a nordeste da área do projeto. É a unidade mais recente e nela foram mapeados principalmente siltitos e margas intensamente alterados. O relevo nessa unidade é aplainado, sendo as rochas recobertas por solos espessos.

As rochas do Grupo Paranoá e da Formação Quilombo foram subdivididas em fácies diferenciadas a partir de sua geometria, litologia e estruturas sedimentares. As fácies foram descritas seguindo o modelo de Miall (1977) no qual letras maiúsculas representam a litologia principal e as minúsculas correspondem às estruturas sedimentares comumente encontradas. Cada litofácies representa um evento deposicional individual, e a partir de seu agrupamento em associação de litofácies é possível caracterizar o ambiente deposicional (Miall, 1999). As fácies da Formação Quilombo foram correlacionadas com fácies turbidíticas de Mutti (1992), enquanto as fácies Bp, Dm e Dnp da Formação Córrego do Barreiro foram associadas ao modelo de fácies de plataforma carbonática (Read, 1985).

Assim, as rochas do projeto consideradas essencialmente sedimentares, foram subdivididas em um total de dezesseis fácies sedimentares, sendo dez fácies vinculadas à Formação Córrego do Barreiro e seis fácies associadas à Formação Quilombo. Além disso, foram definidas sete associações de fácies interpretadas em dois sistemas deposicionais.

4.3. Geologia Local da Subárea X

4.3.1. Formação Quilombo

A Formação Quilombo ocorre na porção centro-leste da Subárea X, sendo composta por depósitos turbidíticos, definidos a partir de variedade de granulometria das rochas e intercalações (Figura 4. 2). A sequência rítmica do Membro Ribeirão da Porteira é composta por camadas psamíticas com espessuras entre 25 cm a mais de 1 metro, intercaladas com camadas pelíticas de até 40 cm. Já a sequência rítmica característica do Membro Ribeirão do Franco é composta por

camadas pelíticas e psamíticas sendo predominantes as camadas pelíticas com poucos centímetros até 1 metro, intercaladas a pacotes psamíticos de 5 a 30 cm de espessura. Além das descrições faciológicas, a distinção é apoiada por sua ocorrência geográfica e geomorfológica (Figura 4. 3).

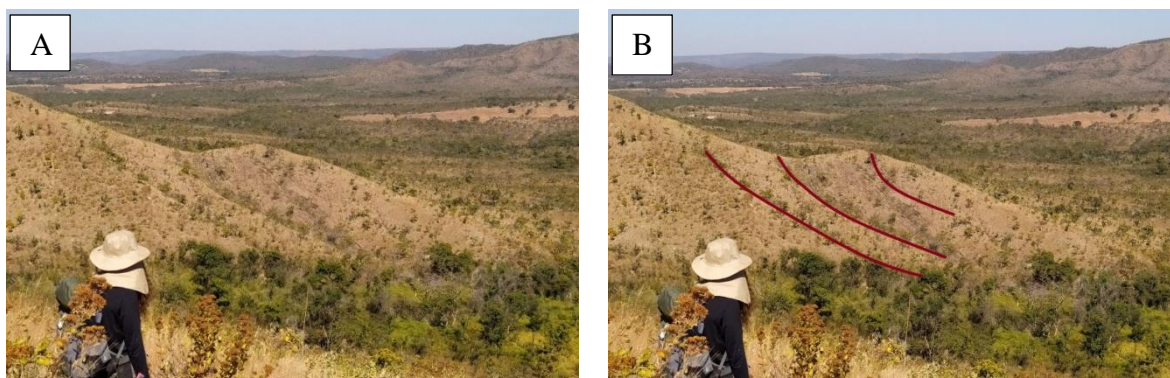


Figura 4. 2- A. Geomorfologia do Membro Ribeirão da Porteira. B. Destaque para a alternância de pacotes pelíticos e psamíticos do membro Ribeirão da Porteira

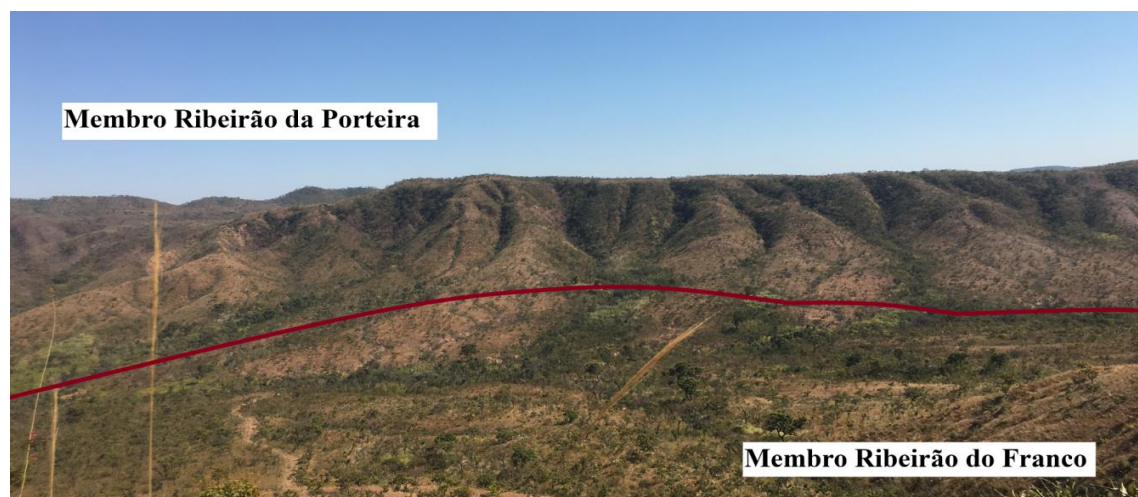


Figura 4. 3- Destaque para diferenças de ocorrência entre os membros a partir da geomorfologia, a linha vermelha marca o contato entre as unidades.

O Membro Ribeirão da Porteira é encontrado em relevo com padrão suave a forte ondulado. Os solos predominantes são Plintossolos e Neossolos e os afloramentos encontrados estão em sua maioria alterados nas encostas dos morros e drenagens. A vegetação predominante é típica de cerrado, incluindo campo sujo com arbustos isolados. A vegetação natural ao contrário do observado no Membro Ribeirão do Franco é preservada.

O Membro Ribeirão do Franco ocupa o relevo com padrão plano a suave ondulado, e os solos associados são Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos-Amarelos. A vegetação é

totalmente ou parcialmente substituída por monoculturas e pastagens, contudo ainda é possível observar em maiores elevações (≈ 600 m), vegetação preservada típica de cerrado. Os afloramentos desta unidade são comumente alterados (Figura 4. 4B), sendo encontrados mais preservados em afloramentos associados a drenagens encaixadas (Figura 4. 4A).

Os membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco são partes de um único conjunto, sendo sua deposição em parte simultânea, de maneira que apresentam contato interdigitado. Esta interdigitação é bastante evidente na Subárea X.

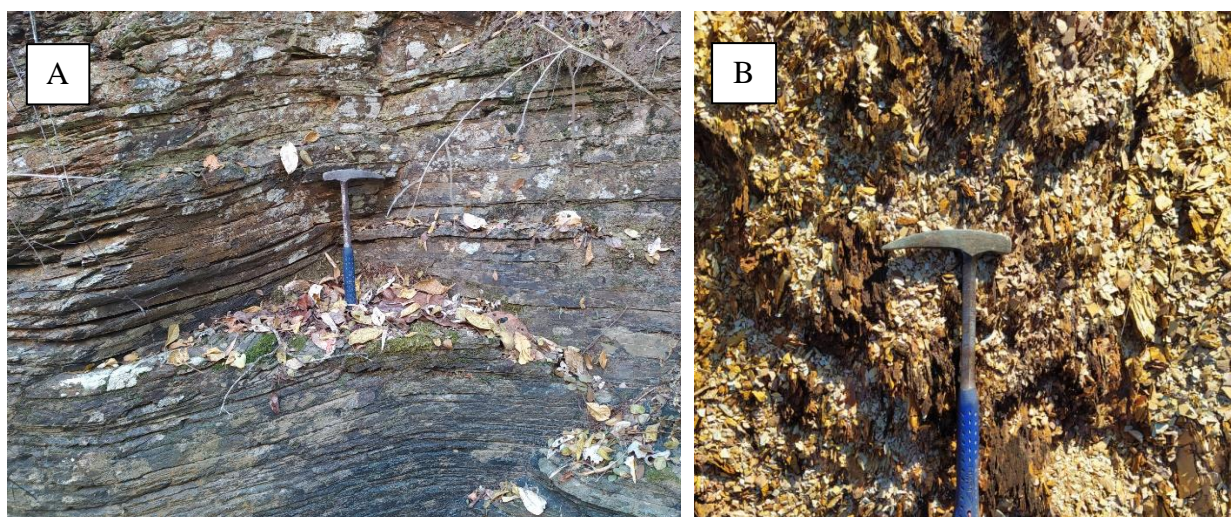


Figura 4. 4- - Afloramento da Formação Quilombo na Subárea X. A) Afloramento em drenagem- rocha pouco alterada a fresca. B) Afloramento em corte de estrada – rocha alterada

4.3.1.1. Descrição de Fácies

As descrições de fácies apresentadas a seguir, sintetizadas na Tabela 4. 1, foram divididas em 6 fácies sedimentares sendo, Ortoconglomerado polimítico (Cm), Litoarenito (La) Grauvaca Lítica (Gl), Siltito Laminado (Sl), Argilito (A) e Folhelho (Fl). Foram nomeadas seguindo Miall (1977) no qual representa as letras maiúsculas como litologia principal e as letras minúsculas indicando a estrutura sedimentar principal.

Tabela 4. 1- Fácies da Formação Quilombo

Sigla	Fácies	Estrutura
Cm	Ortoconglomerado Maciço	Maciço (M)
GLm	Grauvaca Lítica Maciça	Maciço (M)
Lm	Litoarenito Maciço	Maciço (M)
Sl	Siltito Laminado	Laminado ≡≡≡
A	Argilito	Maciço
F	Folhelho	Laminado ≡≡≡

- Fácies Cm- Ortoconglomerado Maciço

As fácies Cm é constituída por ortoconglomerado polimítico que acontecem em porções localizadas a oeste da faixa de afloramento e se encontra mais comumente intemperizadas. Os fragmentos líticos são evidenciados nas porções mais alteradas por intemperismo, entretanto, amostras de rochas não alteradas foram coletadas na Subárea IX. Trata-se de rocha mal selecionada, clasto-suportada, com arcabouço predominantemente formado por fragmentos líticos (~90%), que apresentam forma alongada, e seguem uma direção preferencial. Os fragmentos líticos são provenientes de fontes essencialmente sedimentares, incluindo: siltito, folhelho e arenito fino (Figura 4. 5). Grãos de quartzo de natureza monocristalina e policristalina foram identificados, além de lamelas de micas que bordejam os fragmentos líticos.

Em relação a maturidade, se trata de uma rocha submatura texturalmente e imatura composicionalmente.

A rocha mostra evidências de compactação mecânica e química, uma vez que seus clastos estão orientados e deformados, e apresentam contatos predominantemente do tipo planar e subordinadamente do tipo côncavo-convexos (Figura 4. 6). Não se descarta a possibilidade de que a orientação observada seja de origem tectônica.

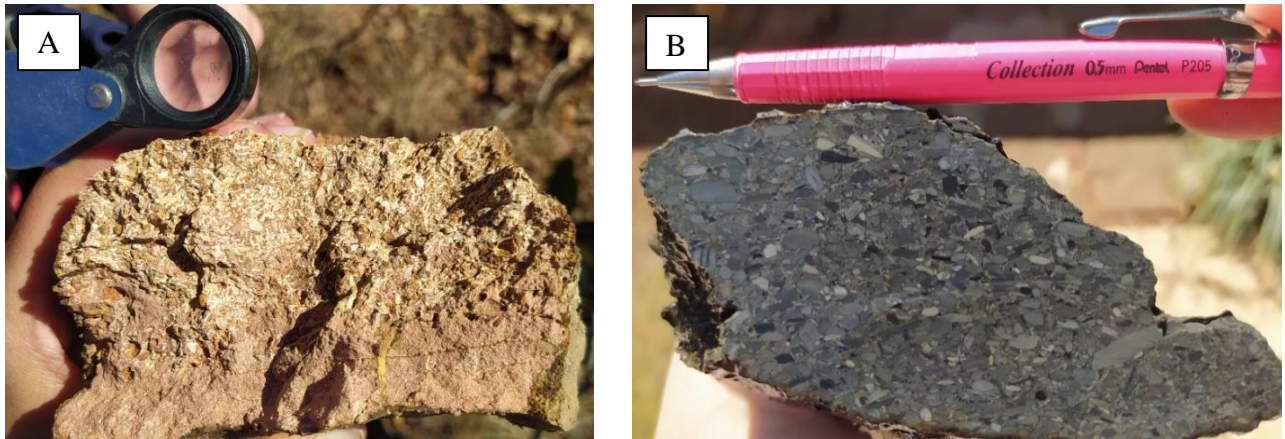


Figura 4. 5- Fácies Cm. A) Ortoconglomerado polimítico, encontrado na Subárea X, com alto grau de intemperismo. B) Ortoconglomerado polimítico amostra TF20-IX-99, de cor acinzentada quando fresco.

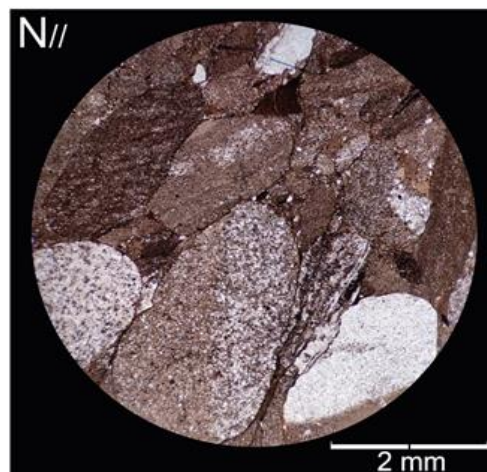


Figura 4. 6- Fotomicrografia da amostra TF20-IX-99.

Os ortoconglomerados polimíticos foram interpretados como correspondentes a deposições turbidíticas mais proximais do talude, onde ocorre a perda progressiva de velocidade de fluxo e deposição rápida de sedimentos em ambientes canalizados ou pouco confinados. É formada por fluxo turbulento de alta densidade que sofre transformação para fluxo laminar.

Fácies Glm- Grauvaca Lítica maciça

A grauvaca lítica é formada essencialmente por quartzo, feldspato e fragmentos líticos, além de matriz argilosa. São rochas de granulometria silte a areia grossa, os grãos apresentam esfericidade e arredondamento muito variados. A rocha apresenta estrutura maciça, tratando-se de

rocha de matriz-suportada, com porções clasto-suportadas (Figura 4. 7A). Os fragmentos líticos são originados de rochas pelíticas. Na petrografia microscópica foi possível identificar a presença de lamelas de micas e minerais opacos. Os contatos entre os grãos são planares a côncavo-convexo (Figura 4. 7B). As rochas são muito imaturas composicional e texturalmente.

A deposição acontece em um contexto de fluxo turbulento com alta densidade, e sua distribuição é associada ao congelamento do fluxo de carga de fundo e sedimentos em suspensão.



Figura 4. 7- Fácies GLm A) grauvaca lítica fresca de coloração cinza. B) Fotomicrografia da amostra TF20-IX-42- Grauvaca Lítica média a grossa, formada por fragmentos líticos. c. Grauvaca Lítica alterada, área X.

Fácies Lm- Litoarenito

A fácies L é constituída por litoarenitos que são bem distribuídos pela área, se apresentam com coloração cinza quando frescos e rosados quando alterados, ocorrem com grande variação de espessura de camadas variando de 3 cm a pouco mais de 1 metro. Se trata de uma rocha moderadamente selecionada de granulometria areia média predominantemente e por areia fina e grossa em menores quantidades e sua estrutura é maciça. (Figura 4. 8 A.B). Rocha clasto suportada, com seu arcabouço constituído por quartzo (75%) em sua maioria monocristalino, fragmentos líticos (20%) e feldspato (5%) com cerca de 10% de matriz pelítica (Figura 4. 8 C.D). O contato entre os grãos é côncavo-convexos, com presença de fragmentos líticos deformados. A rocha é imatura texturalmente e composicionalmente.

Essa fácies teria se depositado durante o fim de um fluxo de alta densidade, com tração de cargas mais grossas na base e com decantação da areia fina a média, suspensas durante o fluxo turbulento. Depositadas na parte de transição do talude, onde há a transformação de fluxo turbulento para fluxo laminar, em que há a remoção de grande parte da matriz fina.



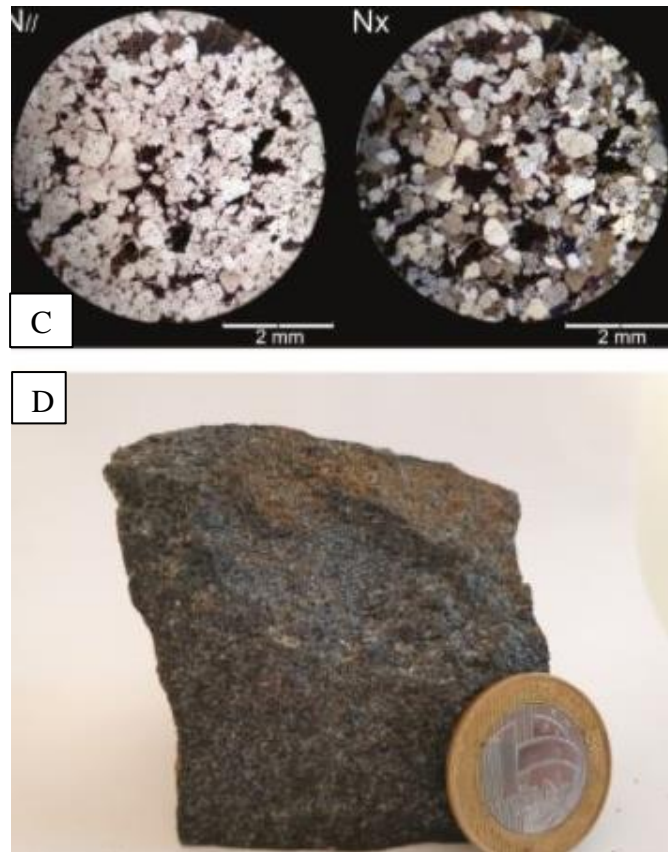


Figura 4. 8- Fácies Lm- A) aspecto geral do afloramento. B) Litoarenito intemperizado com coloração rosada C) Fotomicrografias da lâmina TF20-VI-110. D) Amostra TF20-VI-110

Fácies Sl- Siltito laminado

A fácies siltito laminado ocorre na área comumente intercalados com pacotes arenosos em níveis centimétricos. É caracterizada por laminações plano paralelas milimétricas, intercaladas com camadas mais lamosas. Ocorrem intemperizados em cortes de estradas, característica que ajudou a evidenciar as laminações (Figura 4. 9A). Foi encontrada uma exposição rochosa bem preservada em uma drenagem encaixada, assim foi possível observar uma amostra fresca, cinza escura laminada (Figura 4. 9B).

A fácies teria sido depositada em partes mais distais do talude, e sua deposição se deu por decantação de fases mais finas e lamosas que, durante os estágios iniciais, estavam em suspensão. São depositadas em forma de lentes e em fluxos menos turbulentos, com baixa energia envolvida.



Figura 4. 9- A) Siltito laminado B) Siltito laminado de coloração cinza quando fresco

Fácies Ag- Argilito

A fácies argilito ocorre em afloramentos de corte de estradas e grotas secas sendo comumente intercalados com finas camadas arenosas. Sua granulometria é argila, bem selecionada, de coloração cinza a esverdeada quando não alterados e ocre a rosados quando alterados (Figura 4. 10). O conjunto apresenta-se em camadas centimétricas internamente maciças, intercalados com camadas de siltosas e arenosas.

A fácies argilito é diferenciada da fácies folhelho em função de sua estruturação interna, em que o segundo conjunto se apresenta laminado.

Essa fácies é interpretada como depositada na porção distal do talude, a partir da deposição gravitacional de plumas densas de lamas que representam os estágios finais das correntes de turbidez que permanecem em suspensão.



Figura 4. 10- Argilito de coloração cinza esverdeado, intercalados.

Fácies Folhelho- F

A fácies folhelho foi encontrada na subárea X em exposições de lajedos em drenagem, dispostos em camadas métricas, de coloração cinza escuro quando não alterados (Figura 4. 11), e ocre quanto intemperizados, e são caracterizados pela laminação plano-paralela milimétrica.

Formada na parte mais distal do talude, na fase final de deposição, é depositada a parte mais fina dos pelitos a partir de plumas de lamas diluídas. Esta fácies é formada pela deposição lenta dos sedimentos finos em suspensão por gravidade (sem atuação de correntes ou fluxo de turbidez).



Figura 4. 11- Pacote métrico de folhelho bem preservado. Subárea X.

4.3.1.2. Associações de Fácies

Para a Subárea X, são propostas três associações de fácies no âmbito da Formação Quilombo, denominadas: AF-1, AF-2 e AF-3 as quais serão detalhadas a seguir. A Figura 4. 12e Figura 4. 13.

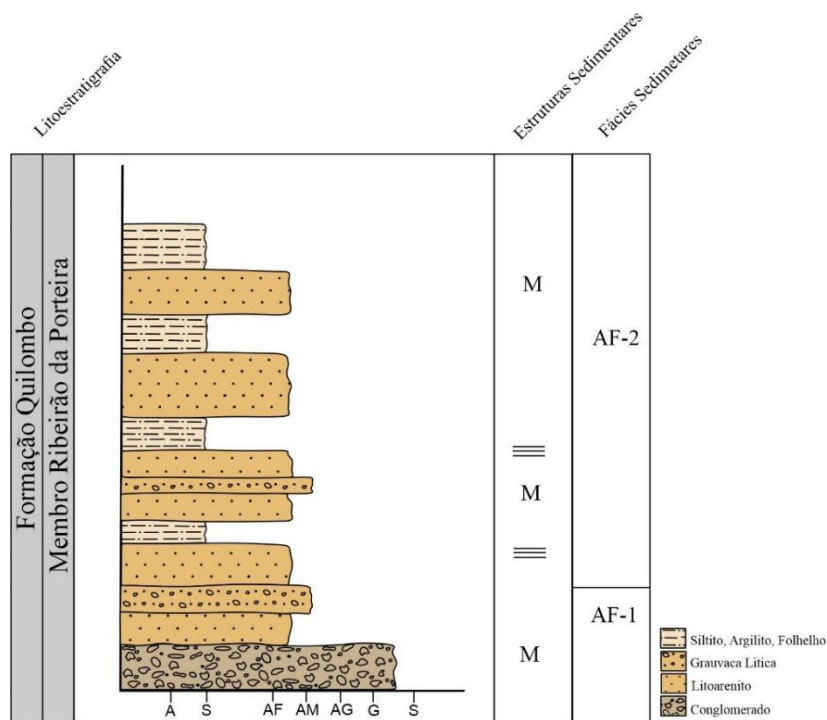


Figura 4. 12- Coluna estratigráfica do membro Ribeirão da Porteira

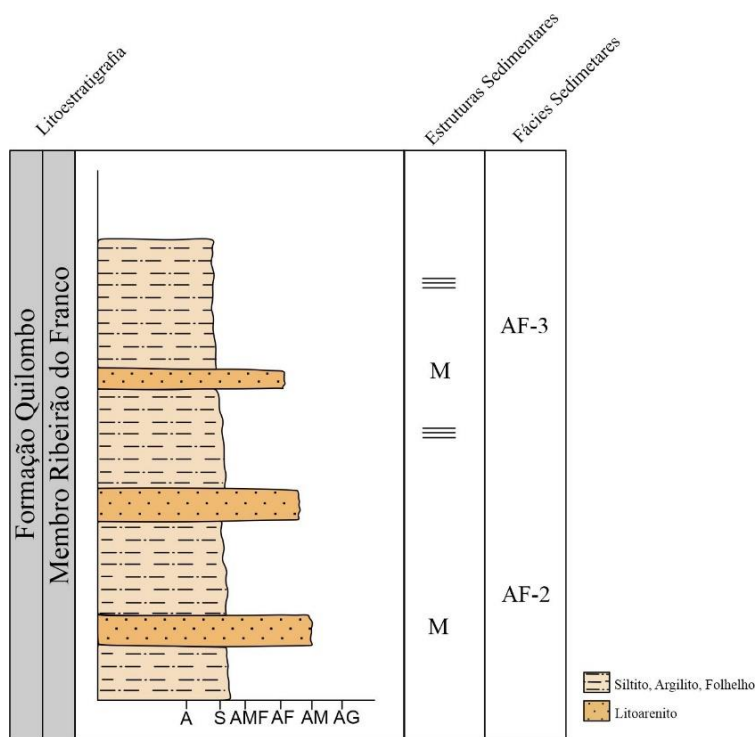


Figura 4. 13- Coluna estratigráfica do membro Ribeirão do Franco

A Figura 4. 14 mostra imagem de como as diferentes fácies se associam para compor as típicas associações observadas em campo.



Figura 4. 14- Seção estratigráfica local- Ribeirão do Franco com destaque para intercalação pelítica entre níveis contendo siltito e níveis de argilito

Associação de Fácies 1 – AF-1

A associação AF-1 é composta pelas fácies Cm, G_{lm} e S_l que se encontram intercaladas em contatos abruptos entre as camadas. Trata-se de um contexto de associação de sucessivos fluxos de turbidez que sofrem transformações ao longo da evolução da sedimentação, com perda de velocidade do fluxo, congelamento de fluxos de turbidez, transformação de fluxo turbulento em laminar, dentre outros processos. A deposição tem início na parte mais proximal do talude, onde o fluxo é turbulento e a deposição rápida é composta por partículas maiores. No decorrer do processo há a diminuição da velocidade do fluxo, e as partículas menores, anteriormente em suspensão, vão sendo depositadas.

Associação de Fácies 2 – AF-2

A associação AF-2 é composta pelas fácies L_m, G_{Lm}, S_l e A_g, que se encontram intercaladas de forma aleatória. As camadas são de espessura variáveis desde centímetros até decímetros e o contato entre elas é brusco, podendo em alguns casos ser gradacional, por se tratar da zona de transição entre a parte mais proximal e mais distal do talude. A deposição acontece pela passagem de uma corrente de turbidez supercrítica para subcrítica. Há a tração de camadas grossas na base do fluxo, e a decantação simultânea de partículas médias e finas. Localmente há o congelamento de fluxos de turbidez ricos em partículas de fragmentos líticos.

Associação de Fácies 3 – AF-3

A associação AF-03 é composta pelas fácies, Lm, Sl, Ag e F. Estas fácies correm como pacotes centimétricos, e estão relacionadas a porção final da evolução das correntes de turbidez, onde ocorre a deposição de partículas finas e lamosas que estavam em suspensão em condições de águas profundas, na parte mais distal no sopé do talude.

4.3.1.3. Modelo Depositional

A fim de sintetizar a evolução sedimentar e estratigráfica é proposto um modelo deposicional esquemático, a partir das associações das fácies apresentadas na Figura 4. 15A. Sua associação como turbiditos de águas profundas seguiu a metodologia de classificação de Mutti (Mutti 1992; Mutti *et al.* 2003, 2009). Na quebra do talude continental se inicia as correntes de turbidez e, ao longo da deposição, pode haver aumento ou diminuição da densidade e velocidade da corrente, ocorrem transformações de fluxos de turbulentos para laminares, atuação de processos de tração e a perda de energia do sistema (Figura 4. 15B). O conjunto dos processos geram sucessões de camadas psamíticas e pelíticas, que são formadas por diferentes processos: fluxo turbulento, fluxo laminar, suspensão e associação entre estes. A suspensão ocorre no final da deposição, na porção mais distal, na qual ocorre a deposição das partículas mais finas.

Dessa forma a associação AF-1 pode ser correlacionada a Fácies F3 de Mutti (1992), na qual ocorre a transformação de fluxo turbulento e coeso para fluxo com tração (Campos *et al.*, 2021).

A associação AF-2 pode ser correlacionada às fácies F6 e F7 de Mutti (1992) sendo resultado de deposição do fim fluxo de alta densidade, com tração de cargas mais grossas na base e com decantação da areia fina a média, suspensas durante o fluxo turbulento. Depositadas na parte de transição do talude, onde há a transformação de fluxo turbulento para fluxo laminar, formando depósitos trativos.

A associação AF-3 corresponde às Fácies F8 e F9 de Mutti (1992), e representa a deposição na porção mais distal, em que ocorre o final da deposição em que as partículas muito finas em suspensão são depositadas de maneira lenta, em condições de águas profundas.

A intercalação das fácies é resultado da alimentação do sistema por fluxos turbidíticos de diferentes fontes, o que forma os *Turbidite sheets*. O empilhamento não cíclico de psamitos e pelitos pode ser associado a alimentação dos sistemas turbidíticos por rios que são frequentemente afetados por enchentes (Mutti, *et al.*, 1999) ou pela presença de fluxo hiperpical na quebra do talude continental a partir da plataforma aberta.

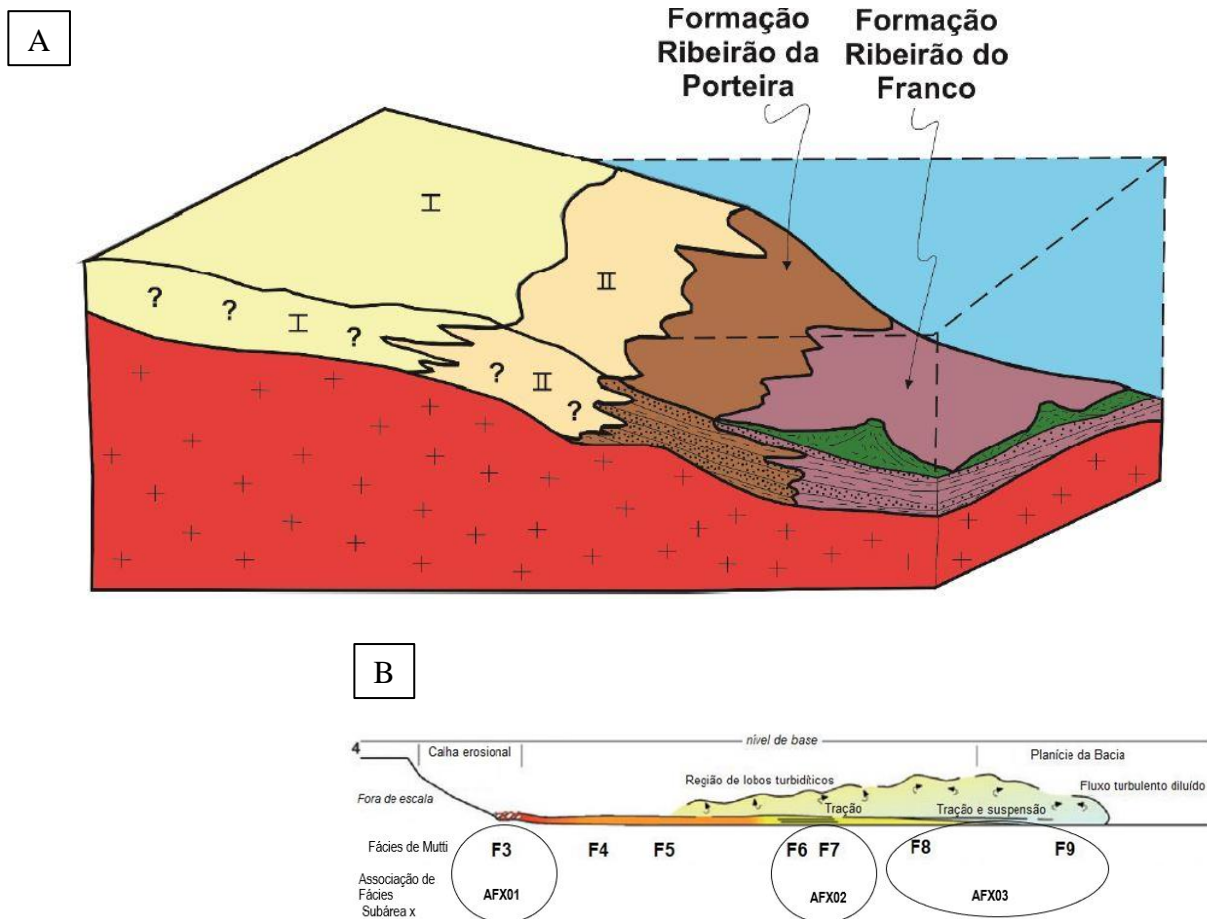


Figura 4. 15- A) Bloco diagrama esquemático mostrando o cenário do vulcanismo da porção distal da sedimentação turbidítica (Moura, 2018). B) ocorrência de processos erosivo e deposicionais associados à evolução descendente de uma turbidez corrente (modificado de Mutti et al., 2003)

4.3.2. Grupo Paranoá (Formação Córrego do Barreiro)

A Formação Córrego do Barreiro é a unidade do Grupo Paranoá que aflora na subárea X e nas demais áreas do projeto. Ocorre no centro-oeste da área e ocupa 26% correspondendo a uma faixa NNW-SSE. Essa unidade encontra-se em contato tectônico, tanto com a Formação Serra do Landim a oeste, quanto com a Formação Quilombo a leste.

Ocupa região cujo relevo apresenta padrão em parte ondulado, em parte plano suave com cobertura de solo caracterizada por cambissolos e neossolos nos morros e latossolos e argissolos/nitossolos na porção aplainada. A vegetação é característica de mata seca (floresta estacional decídua) com domínios de vegetação seca e espinhosa.

A porção mais arrasada em que essa unidade ocorre é caracterizada por rochas pelíticas intensamente intemperizadas e, desse modo, dificilmente se encontram afloramentos. Já os morros são sustentados predominantemente por arenitos encontrados maioritariamente na forma de blocos

rolados e dificilmente como afloramentos *in situ*. Além disso, ocorrem rochas carbonáticas associadas com esses arenitos de maneira interdigitada em que é possível observar mudança brusca de vegetação verde e densa para uma vegetação seca e espinhosa nos locais onde ocorre predominância de carbonatos.

4.3.2.1. Descrição de Fácies

No âmbito da Formação Córrego do Barreiro foram individualizadas 8 fácies sedimentares as quais foram representadas em uma coluna estratigráfica esquemática sintética (Figura 4. 16).

A Tabela 4. 2 mostra a denominação, principais características e estruturas de cada fácies individualizada, além da proposição das respectivas associações de fácies. A partir das associações de fácies foi possível interpretar o sistema deposicional em que essa unidade foi sedimentada.

No conjunto de fácies podem ser individualizadas sucessões pelíticas, carbonáticas e psamíticas, o que confere à Formação Córrego do Barreiro a designação de uma unidade psamo-pelito-carbonatada.

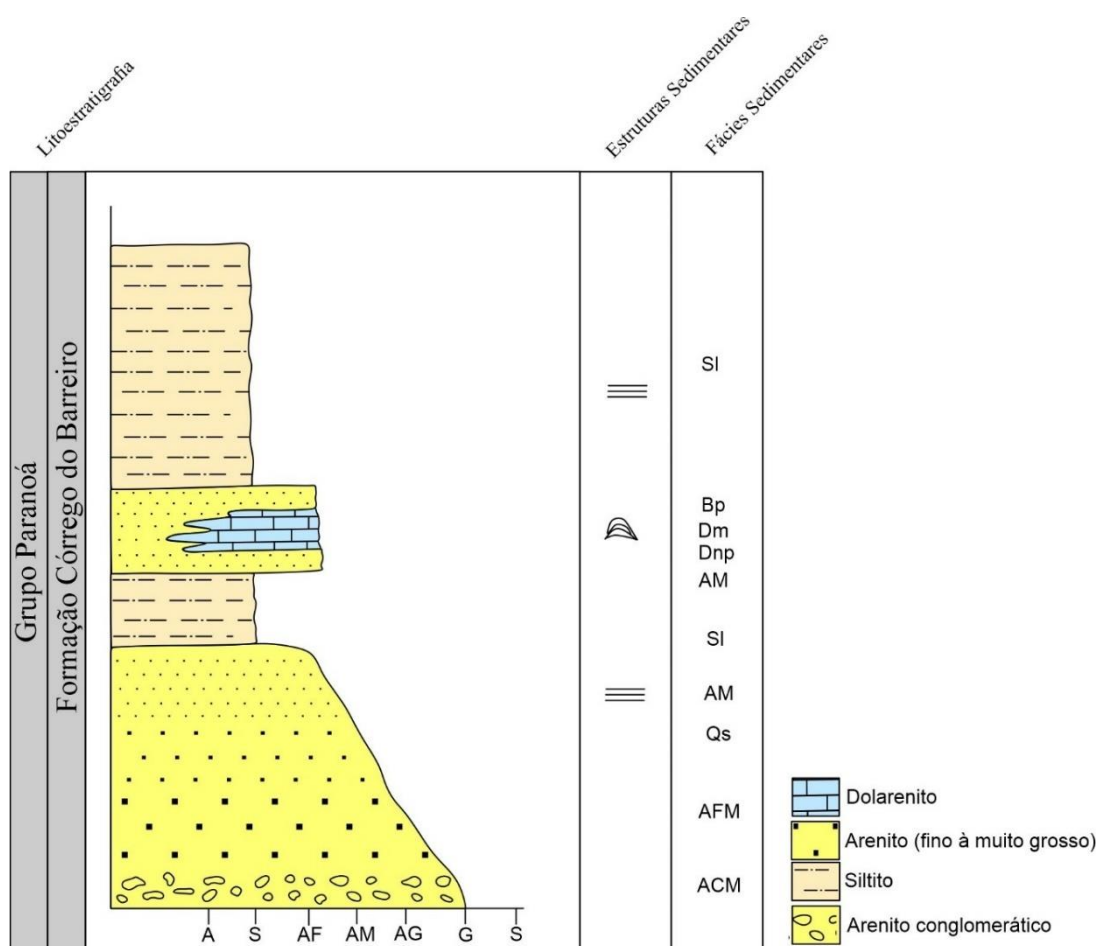


Figura 4. 16- Coluna estratigráfica esquemática do Grupo Paranoá na subárea X

Projeto Unaí-MG – Subárea X

Sigla	Associação	Fácies	Estrutura Sedimentar	Interpretação
Qs	AF-4	Quartzoarenito com feições sigmoidais	feições sigmoidais centimétricas	Feições sigmoidais centimétricas ocasionadas pela forma em que esses sedimentos foram depositados, formados a partir de correntes subaquosas em canais de maré, característico de ambientes deltaicos
AFM		Arenito Feldspático maciço médio a grosso	maciço	Depositados sob condições de energia mista de um canal de maré entre o domínio com influência de aporte fluvial marcado pela fácies AC e o domínio já platarfomal, caracterizado principalmente, pelas fácies Dnp, Dm, Bp.
ACM		Arenito Conglomerático maciço	maciço	Representa condições proximais de um canal de maré, com aporte sedimentar de correntes fluviais.
AM	AF-5	Arenito maciço fino a médio	maciço	Indicam processos intensos de retrabalhamento em porções mais distais de um canal de maré.
SI		Siltito laminado	laminação plano paralela milimétrica	A sedimentação ocorre em condições subaquosas a partir de um processo de decantação onde a energia do sistema é baixa nas porções mais distais de uma plataforma.
Bp	AF-6	Biodolarenito planar	esteiras algais centimétricas (laminação irregular de origem biogênica)	Formada a partir das atividades microbianas em ambiente restrito, de baixa energia e com pouca acomodação.
Dm		Dolarenito maciço	maciço	A ausência de estruturas, arcabouço relativamente homogêneo e sem bioconstruções sugerem uma energia moderada e contínua sob ambiente plataformal.
Dnp		Dolarenito com níveis pelíticos	laminação mili a centimétrica	A deposição pode ser justificada pelo processo de precipitação bioquímica em condições favoráveis com aportes sedimentares pelíticos episódicos ao longo dessa sedimentação sob condições de mais baixa energia

Tabela 4. 2- Quadro resumitivo das fácies, características e associação.

Fácies Sl - Siltito laminado

A fácies siltito laminado aflora raramente em porções mais arrasadas da área onde predominam pastagens e em geral ocorrem intensamente alterados localizados principalmente em valas erosivas (Figura 4. 17A e Figura 4. 17B). Consiste de siltito de coloração cinza quando fresco e amarelo esbranquiçado quando alterado, ora margoso, granulometria silte, homogêneo, com laminação plano-paralela milimétrica. Ocorre por vezes com aspecto sedoso indicando a presença de filossilicatos orientados ao longo do plano de acamamento.

A deposição deste tipo de rocha ocorre em condições subaquosas a partir de processo de decantação com baixa energia, em condições de ambientes protegidos ou com lâmina de água mais profunda.



Figura 4. 17- A) Siltito laminado alterado em vala de erosão. B) Siltito laminado alterado de cor rosada na estrada.

Fácies Qs - Quartzarenito com feições sigmoidais

Afloram como blocos rolados nas regiões de morro (Figura 4. 18A). Essa fácies constitui-se por rochas de coloração cinza quando fresca e esbranquiçada quando alterada, granulometria areia fina a média (Figura 4. 18B), com grãos arredondados e esféricos, bem selecionada, matura

textural e composicionalmente. Mineralogicamente é composta predominantemente por quartzo (96%) e 4% de feldspato. Foram observadas feições sigmoidais centimétricas (Figura 4. 18C) ocasionadas pela forma em que esses sedimentos foram depositados, formados a partir de correntes subaquosas e, no geral, característico de ambientes deltaicos.



Figura 4. 18- A) Blocos rolados ao longo do morro de quartzarenito fino a médio; B) Destaque para a granulometria areia fina em quartzarenito alterado com cor esbranquiçada; c. feições sigmoidais em quartzarenitos finos característica de ambiente de canal de maré

Fácies AM - Arenito maciço fino a médio

Observado também na forma de blocos rolados, consiste em uma rocha de coloração cinza quando fresca e esbranquiçada quando alterada (Figura 4. 19A), granulometria fina a média (Figura 4. 19B), maciça bem selecionado, com grãos arredondados e esféricos. Composicionalmente, a rocha é composta por quartzo (92%), feldspato (5%) e mica (3%).

Assim como a fácies QI, essas rochas são interpretadas como indicativas de processos de retrabalhamento intenso em canais de maré.

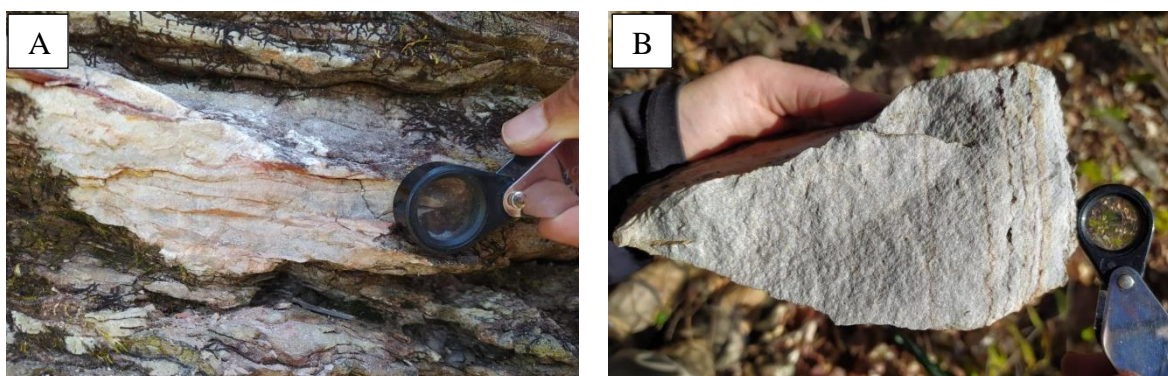


Figura 4. 19- A) Destaque para como o arenito fino a médio ocorre nos blocos rolados; B) Destaque para amostra de mão de arenito fino a médio maciço.

Fácies AFM - Arenito Feldspático médio a grosso

A exposição de rochas características dessa fácies se dá na forma de blocos rolados ao longo das encostas dos morros. Os tipos mais comuns consistem em rochas de cor cinza quando frescas e esbranquiçadas quando alteradas, de granulometria variando de média até muito grossa (Figura 4. 20A e Figura 4. 20B), moderadamente selecionada, com grãos subangulosos a arredondados, com esfericidade moderada em grãos ovalados a esféricos e contatos entre os grãos variáveis de planar a côncavo-convexo em alguns domínios. Composicionalmente é constituída por grãos de quartzo (94%), plagioclásio (5%) e pirita (1%) sendo, portanto, matura texturalmente, mas submatura composicionalmente (Figura 4. 20C e Figura 4. 20D). A partir da observação das lâminas, notou-se a presença de cimento silicoso bordejando os grãos detríticos, presença de grãos de quartzo de origem metamórfica, além de microclínio e plagioclásio indicando fontes graníticas.

O processo responsável pela deposição desta fácies é descrito como canais de planícies de marés, com intenso retrabalhamento de grãos em função da oscilação das marés.

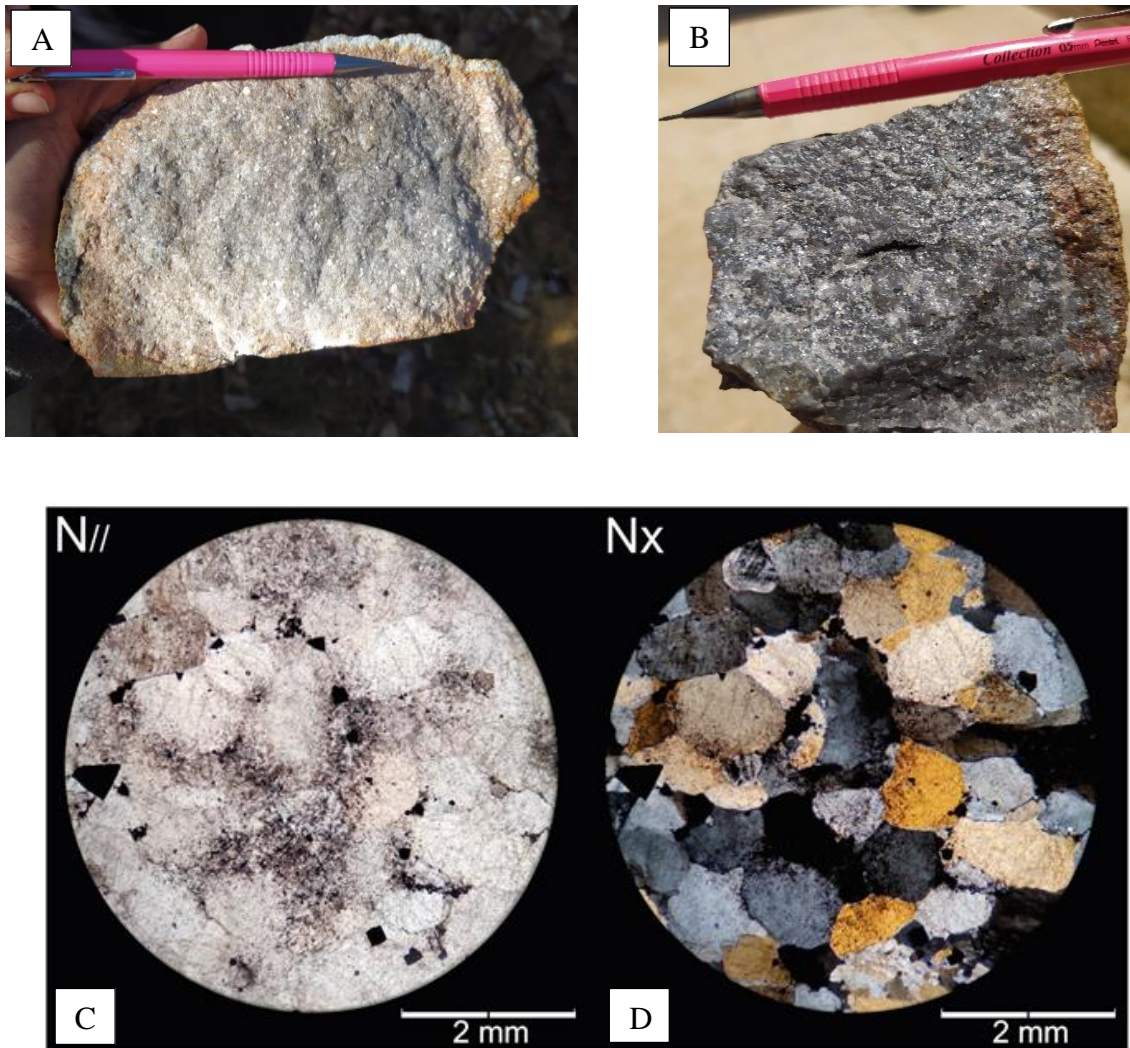


Figura 4. 20- - A) Arenito médio a grosso parcialmente alterado; B) Arenito médio a grosso fresco evidenciando a cor cinza; C) fotomicrografia da seção delgada TF20-XII-54 a nicois paralelos; d.fotomicrografia da seção delgada TF20-XII-54 a nicois cruzados evidencia

Fácies ACM - Arenito Conglomerático maciço

Assim como os demais afloramentos dos tipos petrográficos psamíticos, essas rochas ocorrem na forma de blocos rolados e foram observadas principalmente no topo de morros. Consistem em rochas de cor cinza quando frescas, e ocre quando alteradas, muito mal selecionada, de granulometria areia muito grossa até seixo, clastos subesféricos a esféricos e arredondados dispostos em um arranjo clasto-suportado (Figura 4. 21). Composicionalmente é composta por quartzo (95%) e feldspato (5%).

Sua deposição foi interpretada como vinculada a condições proximais de canais de maré, com aporte sedimentar de sistemas fluviais.



Figura 4. 21- Arenito conglomerático alterado. Destaque para os grãos de feldspato alterados (esbranquiçados).

Fácies Bp - Biodolarenito planar

A fácies biodolarenito planar faz parte das fácies carbonáticas da Subárea X que ocorrem de maneira restrita e associadas entre si: Bp, Dm e Ddp. O afloramento em que essas fácies ocorrem apresenta escala métrica e ocorre interdigitado com as fácies Ql e AMfm. Consiste em uma rocha de cor cinza escuro, de granulometria areia fina, com ocorrência de esteiras algais sinuosas e descontínuas milimétricas a centimétricas (Figura 4. 22A e Figura 4. 22B).

Essa fácies é formada a partir das atividades microbianas em ambiente restrito, de baixa energia e com pouca acomodação.

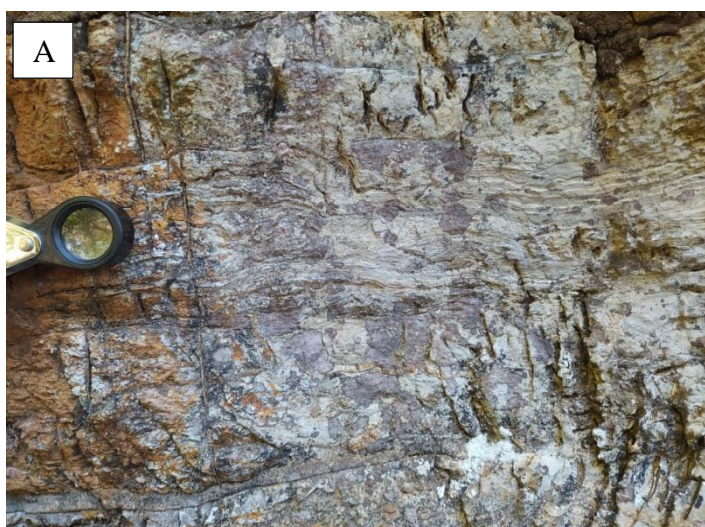


Figura 4. 22- A) Esteiras microbianas planares em dolarenito alterado de coloração esbranquiçada; B) esteiras microbianas planares sinuosas em dolarenito fresco de coloração cinza

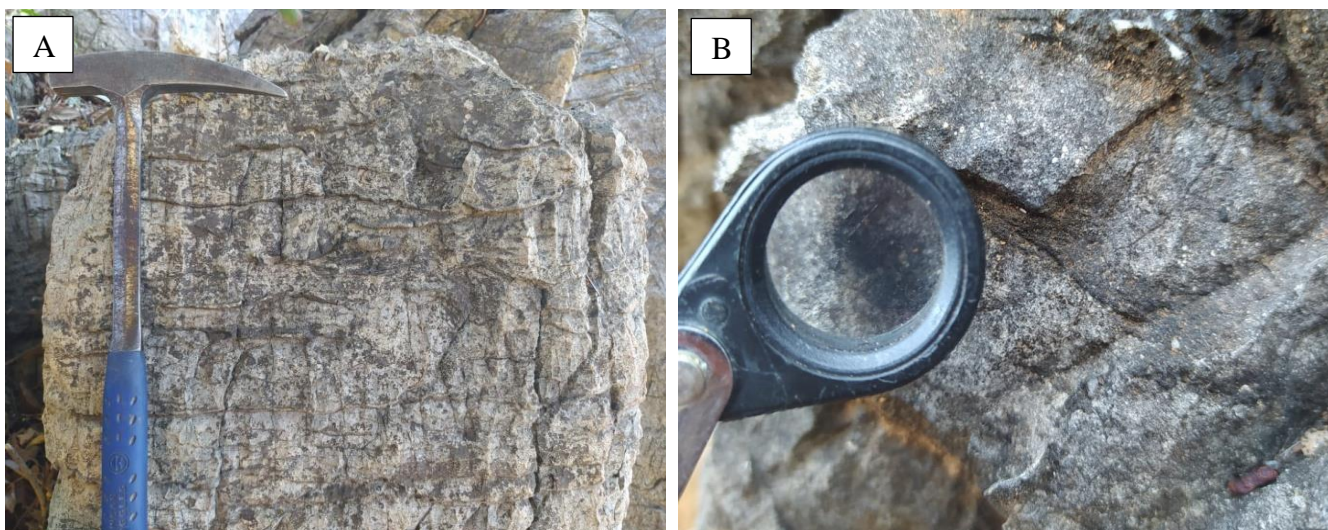
Fácies Dm - Dolarenito maciço

Associadas à fácies anterior, a fácies Dm consiste em uma rocha carbonática de coloração cinza claro a escuro, maciça de granulometria areia média a grossa contendo oncólitos na forma de clastos, cimentada por esparita posteriormente substituída por dolomita e subordinadamente por quartzo (Figura 4. 23A, Figura 4. 23B, Figura 4. 23C e Figura 4. 23D).

A ausência de estruturas, arcabouço relativamente homogêneo, ausência de bioconstruções e presença abundante de esparita corroboram um ambiente de elevada energia para a deposição desta fácies.

Fácies Dnp - Dolarenito com níveis pelíticos

Dolomito de cor cinza claro, de granulometria areia fina, intercalado com camadas milimétricas a centimétricas de pelito de cor cinza escuro (Figura 4. 24A e Figura 4. 24B). A deposição pode ser justificada pelo processo de precipitação bioquímica em condições favoráveis com aportes sedimentares pelíticos episódicos ao longo dessa sedimentação sob condições de mais baixa energia.



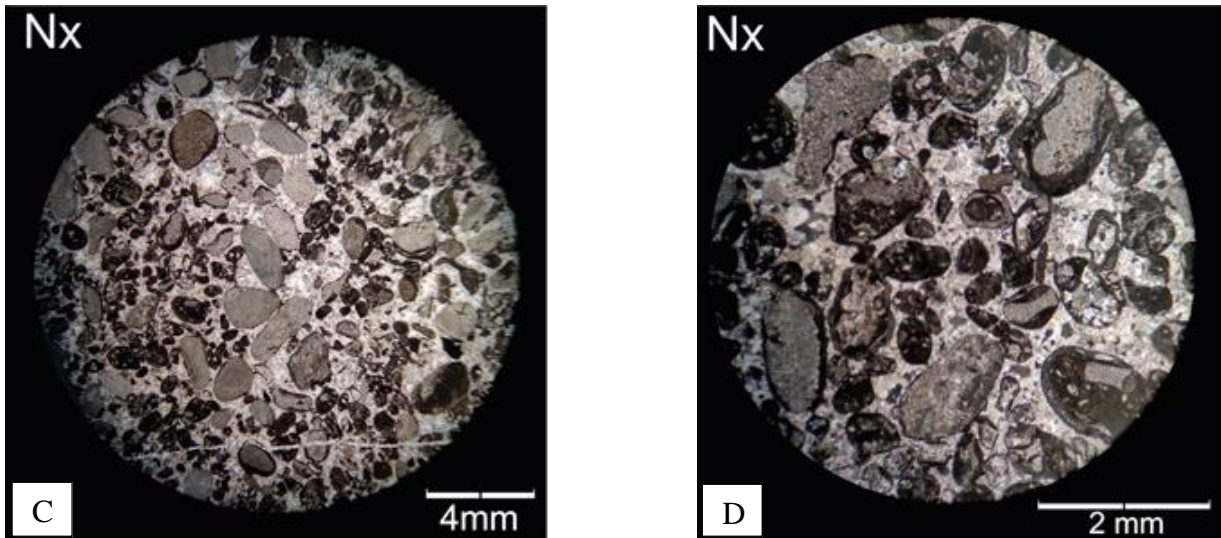


Figura 4. 23- A) Bloco evidenciando dolarenito maciço; B) foto com detalhe evidenciando granulometria areia fina a média e oncólitos. C) e D) Fotomicrografias da seção delgada TF20-VIII-32B evidenciando granulometria areia média a grossa com oncólitos.



Figura 4. 24- A) e B) Blocos ao longo do afloramento evidenciando dolomito com níveis pelíticos contínuos a irregulares miliméricos a centimétricos

4.3.2.2. Associação de Fácies

Três associações de fácies denominadas AF-4, AF-5 e AF-6A compõem o arcabouço estratigráficos da Formação Córrego do Barreiro na Subárea X, as quais serão detalhadas a seguir.

Associação de Fácies AF-4

Essa associação de fácies é composta pelas fácies Qs, AM, e ACM que representam uma porção mais proximal de uma plataforma mista, com influência ainda continental em função de aporte sedimentar grosso que ocorre de modo restrito na área e indica episódio de deposição de sedimentos fluviais. Trata-se de canais dominados por maré, em que os sedimentos terrígenos são transportados por meio de frentes deltaicas e depositados em barras de canais. Nesse caso, essa associação de fácies indica posição mais proximal a intermediária nessa frente deltaica, onde a energia ainda era relativamente alta capaz de transportar e retrabalhar sedimentos mais grossos.

Associação de Fácies AF-5

Essa associação de fácies é composta pelas fácies S1 e Am as quais indicam porções mais distais na frente deltaica cuja energia é menor e portanto, onde ocorre sedimentação de materiais mais finos assim como sedimentação por decantação, como é o caso dos siltitos. Encontra-se em um contexto de planície de maré, mas não recebe mais aporte sedimentar de materiais mais grossos. Também podem estar associados a locais protegidos na plataforma interna, compondo ambientes similares a lagunas.

Associação de Fácies AF-6

Essa associação de fácies é composta pelas fácies Bp, Dm e Dnp e indica um ambiente transicional na plataforma mista na qual, apesar de se tratar de uma sedimentação carbonática, ocorrem rochas com níveis pelíticos evidenciando episódios de sedimentação terrígena em condições de baixa energia. A sedimentação carbonática se dá de modo restrito na Subárea X, em que as esteiras microbianas revelam condições mais rasas, sem espaço de acomodação para essas bioconstruções. Esta associação de fácies representa a transição de sedimentação carbonática que ocorre em um contexto mais proximal na plataforma.

4.3.2.2. Modelo Depositional

A Formação Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá) foi depositada sob um sistema marinho raso, de águas tropicais, após um hiato temporal que sucedeu a deposição da Formação Quilombo. A sedimentação ocorreu em um contexto de plataforma mista caracterizada por um sistema

costeiro de planície de maré e plataforma marinha em que se tem, desde sedimentação terrígena até uma sedimentação carbonática. É possível subdividir em três subambientes: canal de maré proximal, planície de maré distal e plataforma marinha proximal (Figura 4. 25).

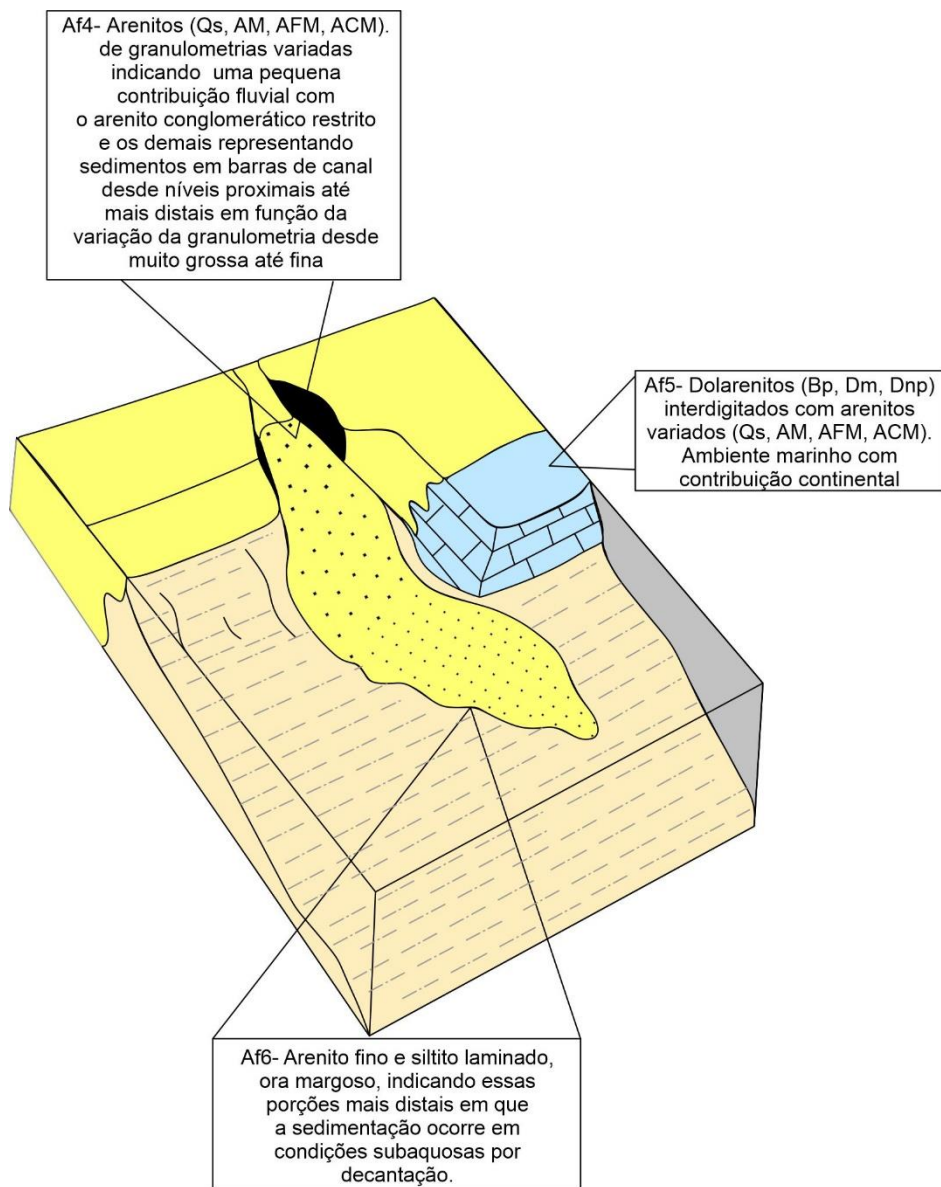


Figura 4. 25- Sistema deposicional da Formação Córrego do Barreiro na subárea X com destaque para cada associação de fácies e seus respectivos locais de acontecimento na plataforma mista.

O subambiente canal de maré proximal ocorre em frente deltaica com predominância de sedimentação continental representada pela associação de fácies AF-4 característica de ambiente com maior energia em função da maior granulometria das rochas que a compõem. Os arenitos mais grossos e conglomeráticos sugerem fluxos episódicos de sedimentos fluviais na porção inicial do delta. Esse subambiente passa para um ambiente transicional na associação de fácies AF-5 entre

a planície de maré e a plataforma marinha, em que já ocorrem porções mais distais da frente deltaica. Nessas condições, a energia é menor que na associação AF-4, carreando sedimentos de granulometria mais fina que é o caso dos arenitos mais finos e mais adiante os siltitos e sedimentos em suspensão que decantam em partes mais profundas em condições de águas relativamente mais profundas. Por fim, o subambiente de plataforma marinha proximal, caracterizado pela fácies AF-6 consiste em uma sedimentação marinha em porção restrita visto que as bioconstruções são planares evidenciando um ambiente mais raso. Além disso, os níveis pelíticos revelam um ambiente ainda influenciado pela sedimentação continental com aportes terrígenos episódicos ao longo da sedimentação desses carbonatos.

4.3.3. Grupo Canastra (Formação Serra do Landim)

Na Subárea X, a unidade aflorante do Grupo Canastra é a Formação Serra do Landim, a qual ocorre a oeste, compreendendo 11% da área estudada. O relevo nessa unidade apresenta padrão forte ondulado, com drenagens encaixadas, uma porção arrasada com morrotes isolados e um planalto que excede os limites da área e apresenta a cota mais elevada da região. A vegetação na serra é do tipo campo cerrado, com estratos arbustivos representados por árvores de pequeno porte, espaçadas enquanto nas drenagens, a vegetação é do tipo vereda e mata galeria. Os solos predominantes que compõem essa unidade são os: (i) neossolo litólico; (ii) plintossolo pétrico com horizonte petroplíntico nos primeiros 40 cm de perfil, que sustenta o relevo e (iii) cambissolos associados aos neossolos litólicos ocorrendo principalmente nos vales das drenagens encaixadas.

Nessa unidade foram mapeados, clorita-fengita filito, clorita filito e mármores dolomíticos (Figura 4. 26) que serão descritos a seguir.

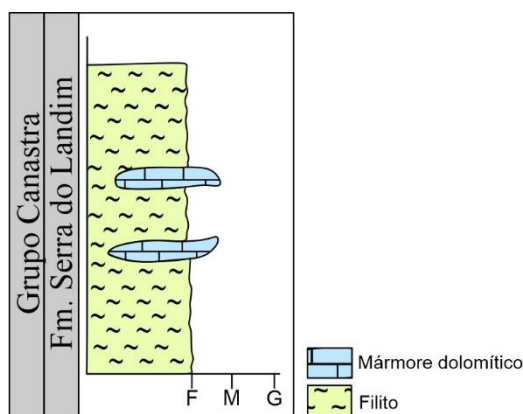


Figura 4. 26- Coluna estratigráfica esquemática de como a Formação Serra do Landim ocorre na subárea X

Clorita-fengita filito e clorita filito

Os filitos são o tipo petrográfico predominante na Subárea X, dispostos ao longo das serras aflorando nas encostas dos morros. Consistem em rochas de coloração cinza esverdeado quando frescas e avermelhada quando alteradas, granulometria fina não permitindo diferenciar os componentes em escala macroscópica. Além disso, a rocha apresenta foliação penetrativa (Figura 4. 27A), milimetricamente espaçada, definida a partir da orientação dos filossilicatos. Mineralogicamente é composta por cristais de quartzo (8%) imersos em uma matriz filossilicática contendo clorita e localmente fengita (Figura 4. 27B). Foram observados também, fragmentos líticos arredondados de siltito dispersos ao longo dessa rocha. O protolito é interpretado como grauvaca lítica e a presença de clorita e fengita sugerem um metamorfismo de baixo grau em fácies xisto verde, na zona da clorita.

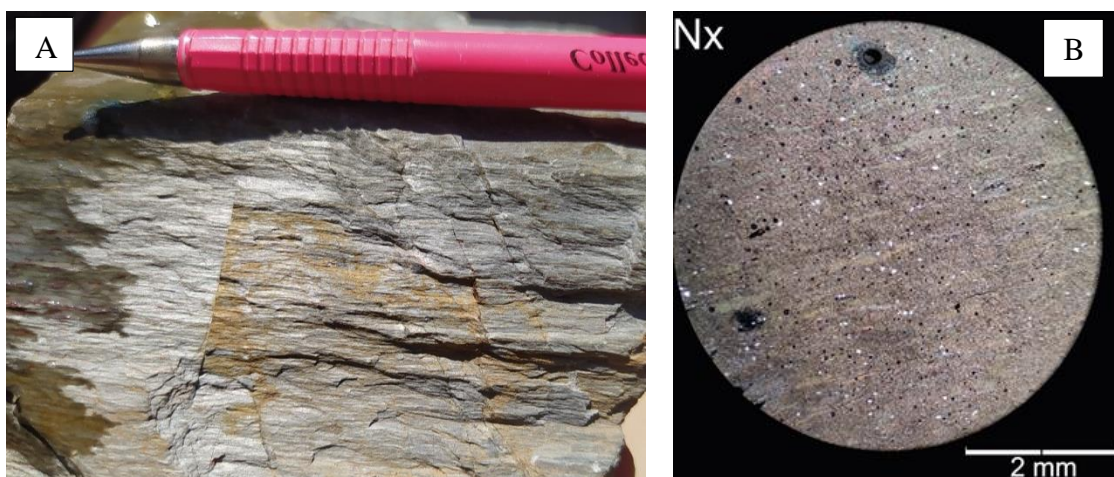


Figura 4. 27- A) Filito de coloração cinza evidenciando foliação penetrativa e granulção fina; B) Fotomicrografia da seção delgada TF20-XIII-33 evidenciando matriz filossilicática com cristais de quartzo dispersos ao longo dela.

Mármore dolomítico e mármore dolomítico brechado

Os mármore dolomíticos ocorrem como morrotes em uma porção mais arrasada da unidade, entre as duas serras principais (Figura 4. 28A). Afloram na forma de morros de aproximadamente 6 metros de elevação (Figura 4. 28B.C.D) intensamente vegetados com plantas secas características de carbonatos. Consistem em rochas de coloração cinza escuro, maciça com granulção média e encontram-se dolomitizadas. Apresentam textura granoblástica com matriz composta por minerais carbonáticos, predominantemente dolomita, e quartzo. Localmente esses minerais ocorrem com granulção mais grossa. A rocha tem como protolito provável, rocha

sedimentar dolomítica metamorfizada em fácies xisto verde baixo. Esse mármore dolomítico ocorre localmente brechado, com zonas em que a dolomita ocorre com tamanhos diferentes, com cristais angulosos em meio a uma massa de cor escura entre os cristais maiores também de composição dolomítica.

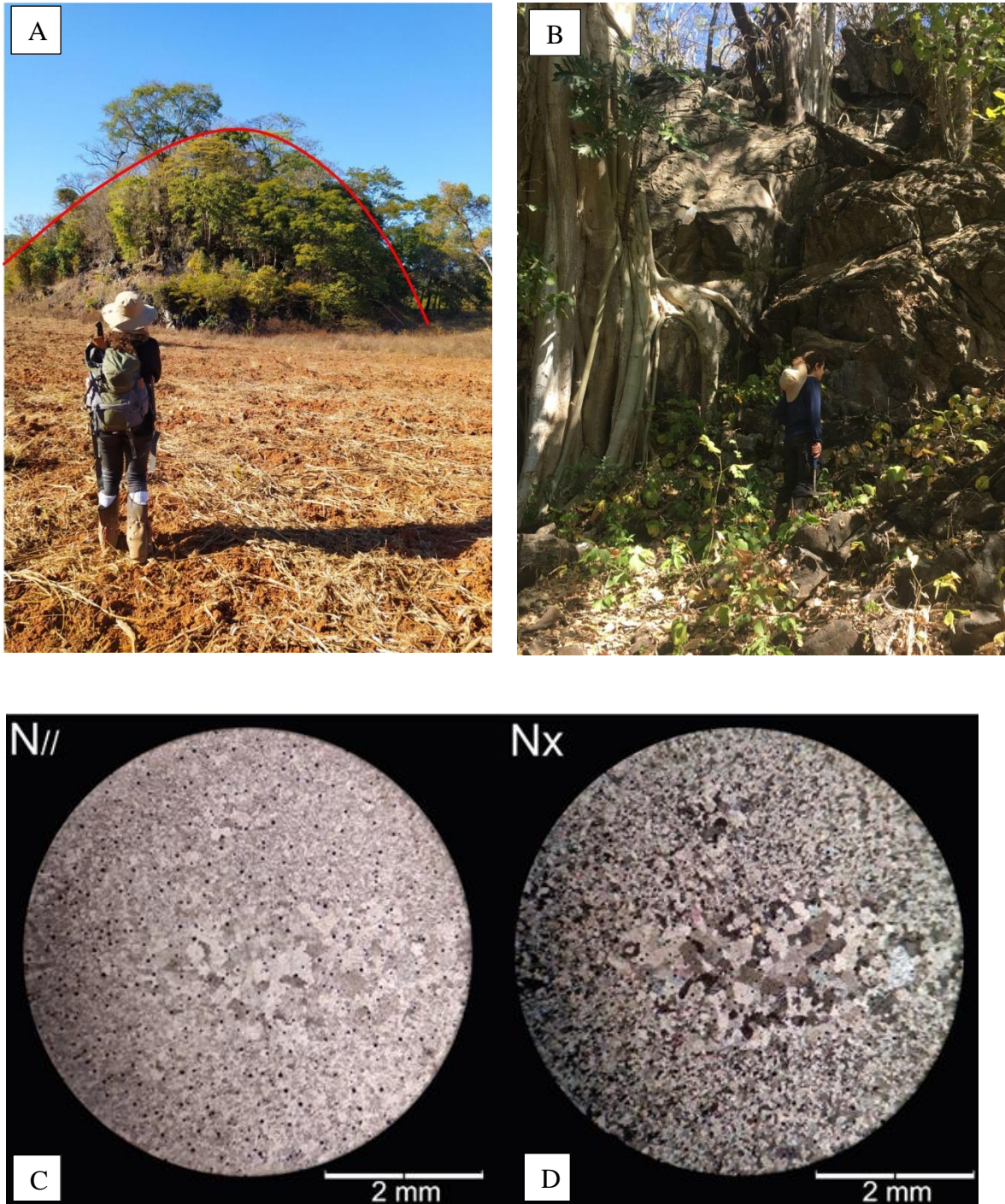


Figura 4. 28- A) Destaque para morrotes de calcário e sua vegetação característica; B) afloramento de calcário de aproximadamente 6 metros de altura; C) e D) Fotomicrografia da seção delgada TF20-X-04 a nicóis paralelos e cruzados respectivamente evidenciando a granulação variando de fina a grossa sem estruturas evidentes e mineralogia homogênea composta basicamente por dolomito e quartzo

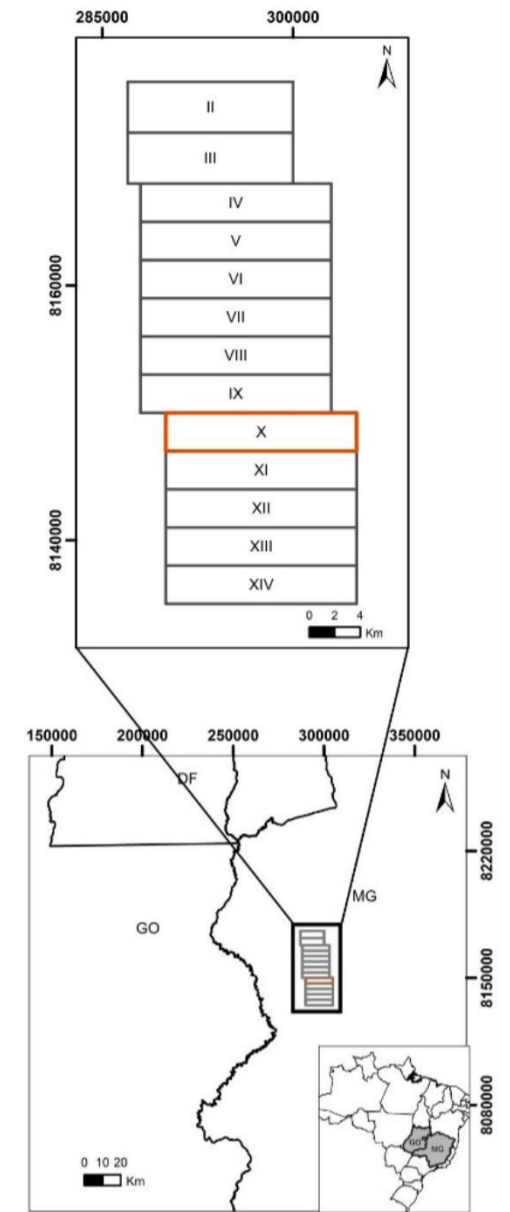
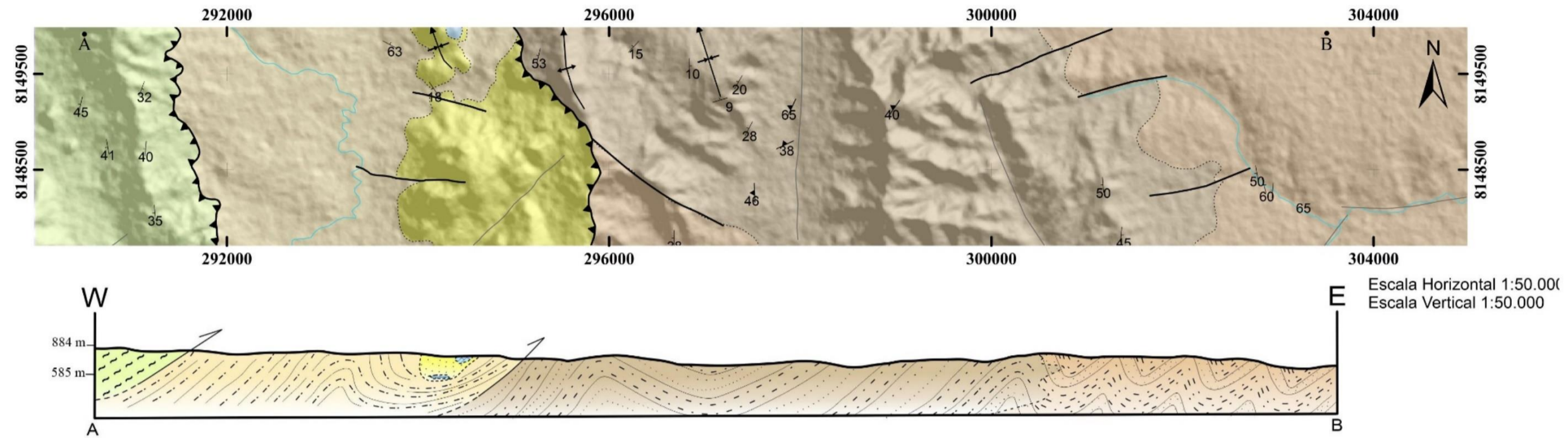
5. Geologia Estrutural

5.1. Introdução

A área do Projeto Unaí está inserida no contexto tectônico da Faixa Brasília, no cinturão externo marcado por dobras e cavalgamentos, cujo sistema deformacional é caracterizado por uma série de falhas reversas formadas durante o evento orogênico brasileiro. Essa tectônica é refletida na área de estudo a partir das falhas reversas (i) do Grupo Canastra sobre o Grupo Paranoá; (ii) do Grupo Paranoá sobre a Formação Quilombo e (iii) o empurrão da Formação Quilombo sobre o Grupo Bambuí. Apesar dessa sequência respeitar a estratigrafia, elas refletem o descolamento da Formação Quilombo sobre Grupo Traíras e seu cavalgamento sobre o Grupo Bambuí, desse modo, a Formação Quilombo é transportada e exposta na área de estudo através de uma tectônica reversa movimentando consigo todo o pacote de rochas depositado acima dele. Assim, as demais unidades sobrepostas a Formação Quilombo descrevem a mesma estruturação reversa do transporte ao qual foram submetidas. O embasamento e os grupos subjacentes, não foram encontrados na região, o que configura uma tectônica do tipo *thin skinned*. O mapa produzido da subárea X contendo litologias, estruturas e o perfil está exposto a seguir (Figura 5. 1)(Anexo 3).

Foi definido apenas um domínio estrutural para a área do projeto que é exposto de diferentes maneiras dependendo da unidade a qual está associado. Ao longo do mapeamento foram levantadas medidas de acamamento S_0 . A deformação é refletida nas rochas através de duas foliações, uma foliação S_s , evidenciada principalmente nos filitos do Grupo Canastra, ocorre paralela ao acamamento com mergulho moderado variando de 30° a 45° (Figura 5. 2.a) e uma segunda foliação observada em todas as unidades do projeto denominada plano axial (S_p) que apresenta mergulhos moderados a altos. Essa foliação ocorre de maneira mais pervasiva no Grupo Canastra, enquanto nas demais unidades ocorre como clivagem espaçada e ardosiana (Figura 5. 2b). O Grupo Canastra evidencia ainda dobras isoclinais indicando eventos de transposição impresso nessas rochas. As unidades contendo níveis pelíticos mais espessos, ao serem submetidas a essa tectônica compressional, responderam através de dobras em diferentes escalas distribuídas ao longo de toda a área do projeto com vergência predominantemente para leste, mas sendo mais comuns nos membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco da Formação Quilombo. Em escala de afloramento foram observados steps e ranhuras interestratais que auxiliaram na interpretação da cinemática da região. Além disso, foram observadas fraturas de cisalhamento e em pluma. A área do projeto como um todo reflete um mergulho de camadas e da foliação orientados predominantemente para SSW-NNW e uma cinemática predominantemente reversa com componente transcorrente ligeiramente sinistral com vergência para E/SE (Figura 5. 3).

MAPA GEOLÓGICO- PROJETO UNAÍ- ÁREA X



UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

MESOPROTEROZOICO

Esteniano

Grupo Paranoá- Formação Córrego do Barreiro

- | | |
|--------------|---|
| MPPcb | Arenito fino a grossos localmente conglomerático ou feldspático, de cor escura quando fresco e cinza claro a esbranquiçado quando alterado. |
| | Dolomito micrítico, dololuto estromatolítico, dolorudito intraclástico e oncolítico e dolarenito intraclástico e oolítico; litotipos de cores cinza claro a escuro. |
| | Siltito laminado, siltito argiloso, marga laminada de cor escura quando não alterada e amarelada 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. |
|--------------|---|

Ectasiano

Formação Quilombo

- | | |
|--------------|--|
| MPQrf | Membro Ribeirão do Franco- Ritmito pelito-arenoso com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, grauvaca lítica, siltito laminado, siltito maciço, argilito, folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos |
|--------------|--|

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

Convenções Geológicas

- Acamamento - S0
- Foliação principal - Sp
- Linha de charneira de dobra regional sinclinal com caimento
- Contato Inerdigitado
- Falha contracional/Contato tectônico reverso
- Falha transcorrente ou de rasgamento
- Alinhamentos estruturais
- Contato interdigitado
- Contato tectônico reverso

Convenções Cartográficas

- Áreas do Projeto Unaí - Tf2020
- Área X
- Hidrografia

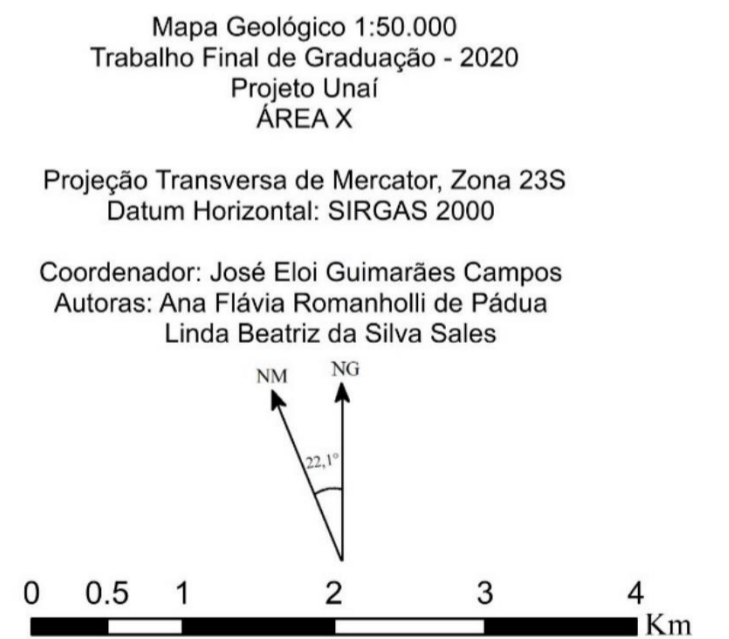


Figura 5. 1- Mapa Geológico da Subárea X e Perfil

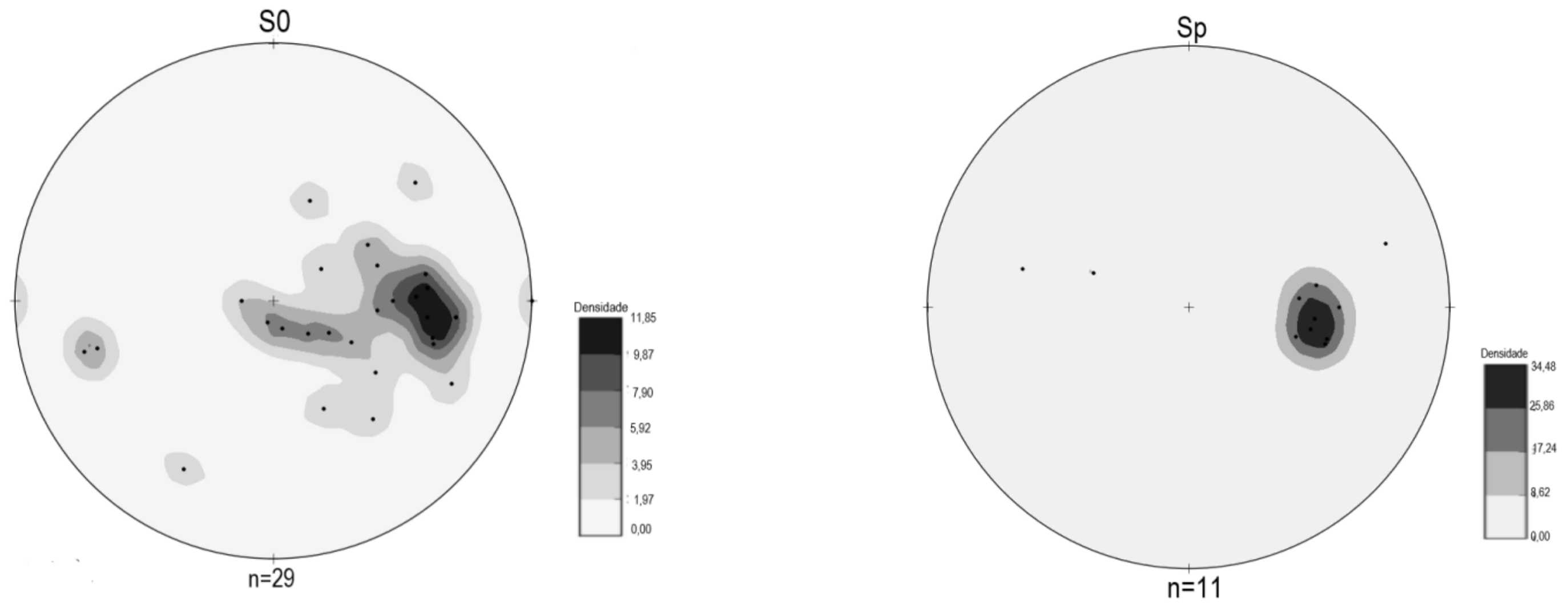


Figura 5. 2- A. Estereograma referente ao acamamento S0 indicando um mergulho variando de; B. Estereograma referente a foliação Sp com mergulhos de até 65° para Oeste

Mapa de traço da foliação

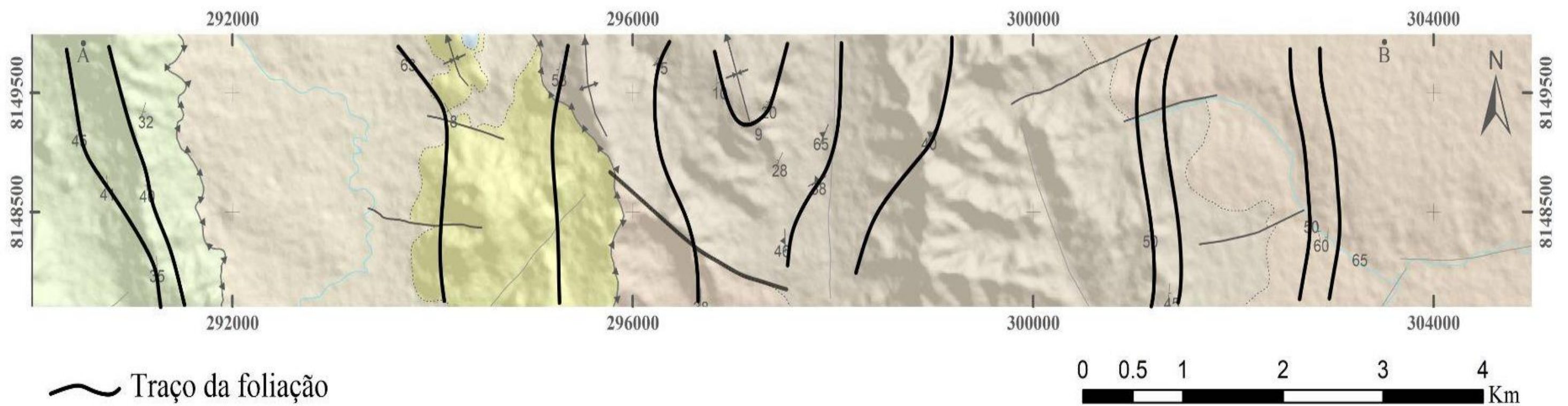


Figura 5. 3- Mapa indicando o traço da foliação ao longo da subárea X evidenciando uma foliação de direção aproximadamente NNW-SSE

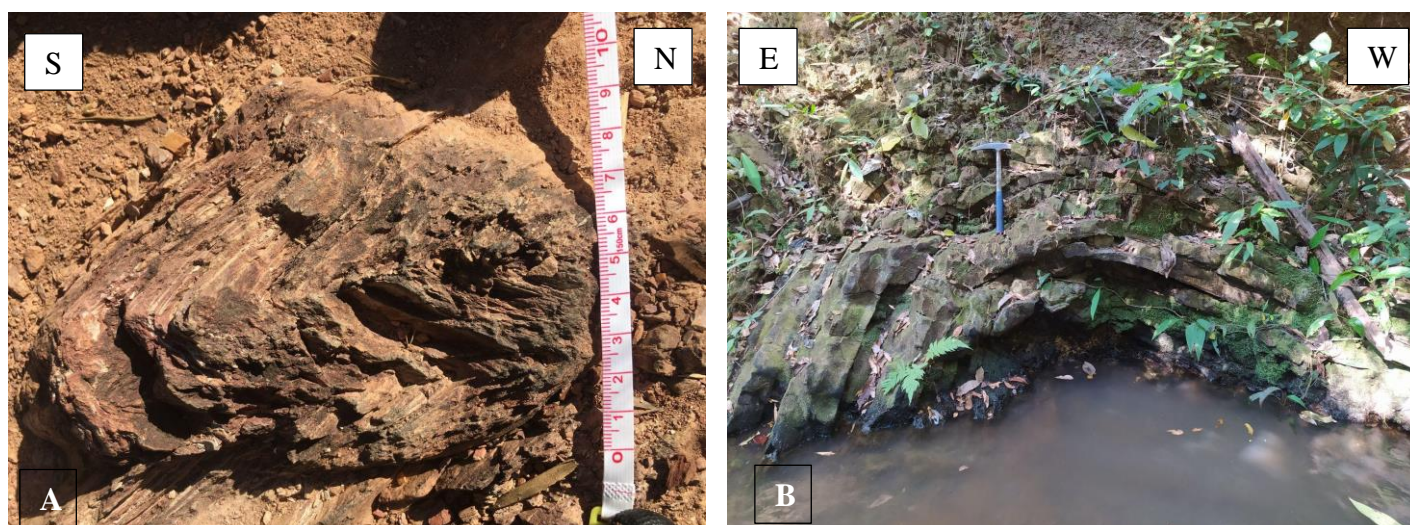
5.2. Arcabouço Estrutural

O Arcabouço estrutural da subárea X foi dividido em arcabouço dúctil, caracterizado pela presença de dobras, foliações e lineações e em arcabouço rúptil representado por falhas e fraturas. Abaixo segue o detalhamento de cada um deles.

5.2.1. Arcabouço Estrutural Dúctil

Foram observadas dobras diversas distribuídas ao longo da subárea X. No Grupo Canastra foram encontradas dobras centimétricas, isoclinais, com plano axial de direção SW-NE, paralelo à direção de acamamento, fechadas, simétricas e são classificadas como 1C segundo a classificação de Ramsay (1967), revelando uma transposição imposta às rochas dessa unidade (Figura 5. 4.A).

A Formação Quilombo, por se tratar de uma unidade rítmica com níveis com diferente competência, evidencia dobras em diferentes escalas, desde escala centimétrica em amostras de mão até quilométrica. No Membro Ribeirão do Franco foram mapeadas dobras em escala métrica, assimétricas, suaves, com vergência para E-SE e são classificadas como 1A segundo a classificação de Ramsay (1967) (Figura 5. 4B; 4C;4D). Além disso, há uma mudança na direção das camadas que ora mergulham para leste, ora para oeste, indicando dobras maiores já erodidas. Essas dobras são de escala decamétrica e podem ser descritas como fechadas a abertas, assimétricas, com vergência para E-SE e são classificadas como 1A segundo a classificação de Ramsay (1967).



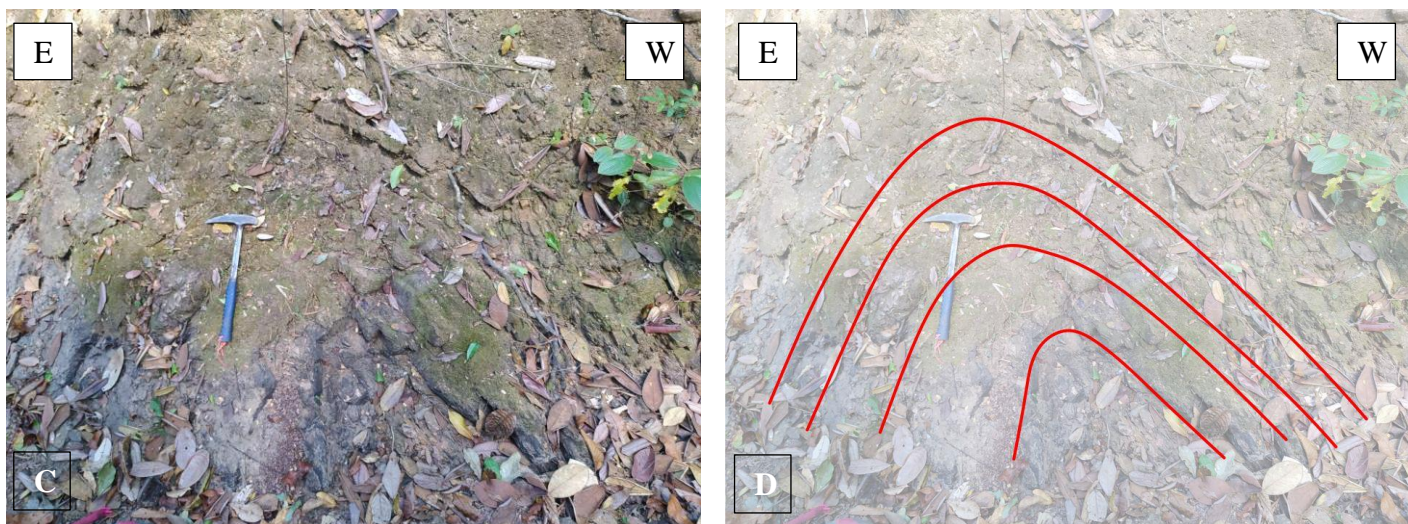


Figura 5. 4-A. Dobra isoclinal 1C (Ramsay, 1967) em filito do Grupo Canastra; B. Dobra suave, assimétrica com vergência para oeste em rochas do Ribeirão do Franco; C.D. Destaque para dobra aberta, assimétrica em rochas do Membro Ribeirão do Franco

O Membro Ribeirão da Porteira apresenta dobras desde escala métrica até escala centimétrica, são dobras abertas a suaves, assimétricas, com vergências variáveis ora para leste, ora para oeste, classificadas como 1A segundo Ramsay (1967) (Figura 5. 5A. 5.B, 5.C). Há ainda uma dobra em escala quilométrica que atravessa as subáreas VII, VIII, IX e sua charneira é finalizada na X. Na subárea estudada, a dobra se propaga apenas no membro Ribeirão da Porteira e consiste em uma sinclinal, suave, assimétrica, de vergência para leste, cujo eixo apresenta direção NNW-SSE. Essa dobra é facilmente percebida a partir da geofísica e da própria geomorfologia (Figura 5. 6a. 6b), mas a sua existência foi corroborada pelas estruturas mapeadas.

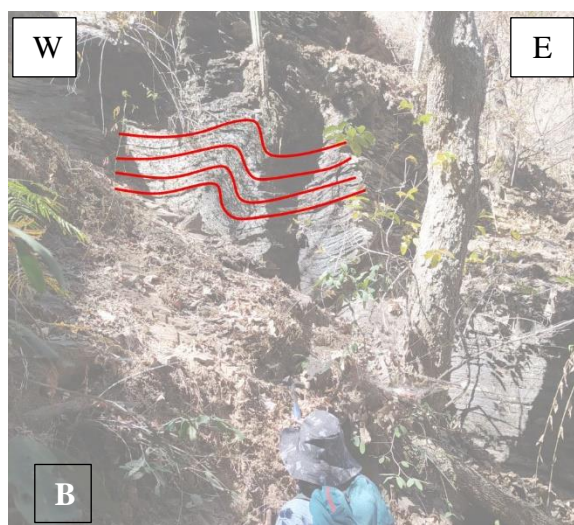
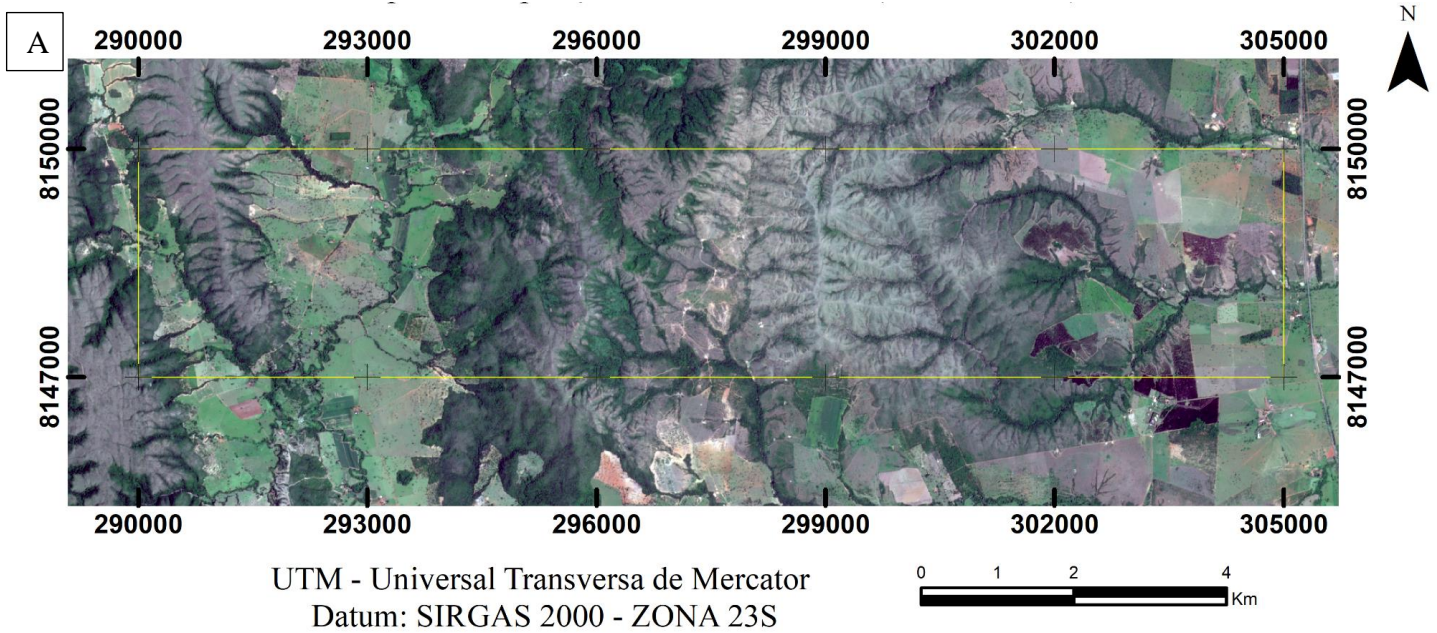




Figura 5. 5- A.B Destaque para dobra suave assimétrica, 1A, com vergência para sudeste em escala de afloramento em rochas do Membro Ribeirão da Porteira. C. Dobra suave assimétrica em escala de mão.



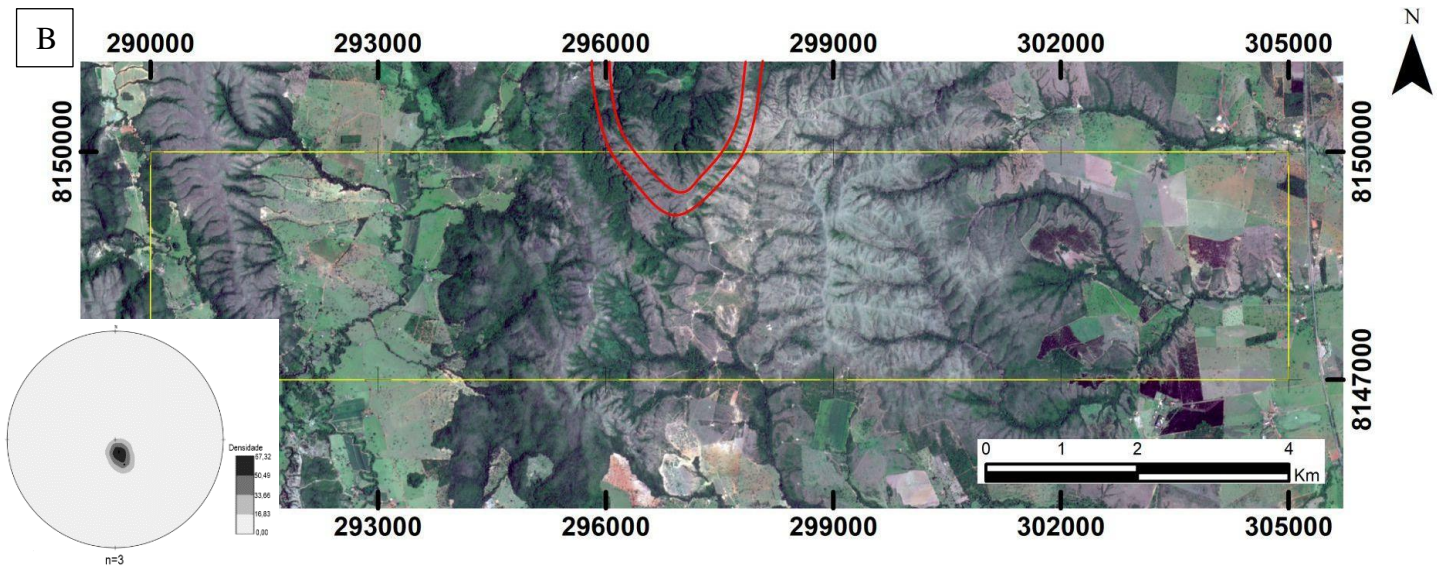


Figura 5. 6- A. Imagem de satélite da subárea X; B. Destaque para a dobra sinclinal evidenciada na geomorfologia na porção centro norte da subárea X.

A foliação foi observada principalmente nos filitos do Grupo Canastra e foram diferenciadas em dois tipos, uma primeira foliação de natureza filítica que ocorre paralela ao acamamento (S_0), com direção SSW-NNE, denominada S_s e apresenta mergulho concordante com o acamamento variando de 35° até 45° (Figura 5. 7A). Foi observada também, uma foliação penetrativa de alto ângulo ($\cong 65^\circ$) perpendicular a S_0 (Figura 5. 7.B) a qual foi definida como foliação de plano axial de dobras regionais formadas durante o evento colisional. A foliação S_p foi impressa em todas as rochas mapeadas, e é a foliação principal da área ocorrendo de maneira diferente dependendo da unidade: enquanto no Grupo Canastra é penetrativa e de alto ângulo, nas demais unidades ocorre como clivagem espaçada em arenitos e ardosiária em rochas pelíticas. Essa diferença na forma de ocorrência da foliação principal se dá porque no Grupo Canastra, as rochas foram deformadas sob condições de mais alto grau (xisto verde baixo) do que nas outras unidades, as quais foram deformadas sob condições de anquimetamorfismo. A região de estudo tem, portanto, duas respostas estruturais diferentes, discriminadas por essas diferenças nas condições metamórficas nas quais ocorreu a deformação. As medidas de foliação levantadas durante o campo foram detalhadas em estereogramas (Figura 5. 8.A e 8.B). Além disso, no Grupo Canastra, foram observadas lineações de intersecção entre o acamamento S_0 e a foliação plano axial S_p , tal estrutura apresenta direção NNE-SSW e o caimento subhorizontal.

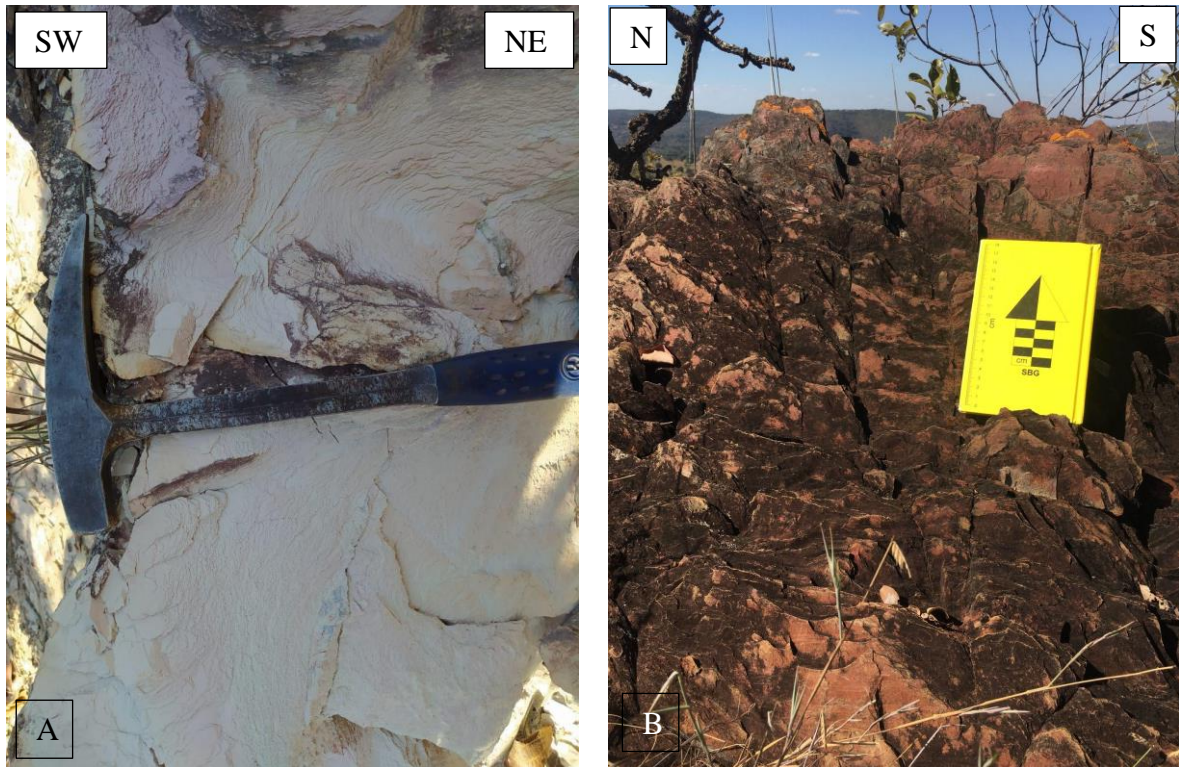


Figura 5. 7- - A. Destaque para foliação Ss em filitos alterados do Grupo Canastra; B. Destaque para foliação Sp penetrativa e com alto ângulo em filitos do Grupo Canastra.

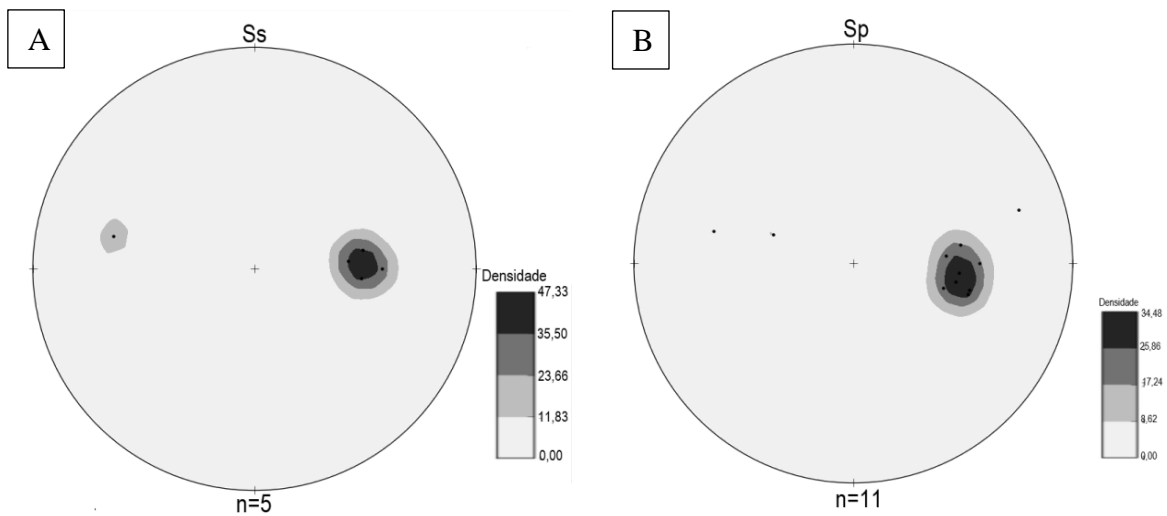


Figura 5. 8- A. Estereograma representando o polo das foliações Ss dos filitos do Grupo Canastra; B. Estereograma representando polo das foliações Sp ao longo da subárea X

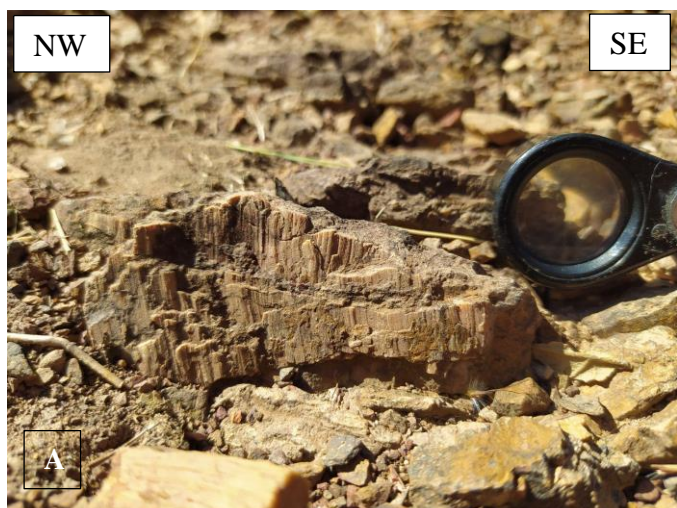
5.2.2. Arcabouço Estrutural Rúptil

O arcabouço rúptil é composto maioritariamente pelas falhas reversas que compõem a área do projeto e pela reverberação dessas grandes estruturas nas demais unidades, gerando fraturas e deslocamentos interestratais ocasionando *slickenlines*. A falha reversa do Grupo Canastra sobre o

Grupo Paranoá é caracterizada por uma falha de escala quilométrica, na superfície ocorre de maneira sinuosa e é localmente interrompida por alinhamentos métricos a decamétricos. Apresenta direção aproximadamente N-S e mergulho de 35° a 40° o qual pode variar e atingir valores mais elevados dependendo do local em que se está na geometria da falha (rampas e patamares). Não foram observados indicadores cinemáticos para definir a movimentação.

A falha reversa do Grupo Paranoá sobre a Formação Quilombo é de escala também quilométrica e na superfície ocorre de maneira curvilínea, contínua cuja direção preferencial é N-S mas, em função do caráter curvilíneo, a direção muda ora para NW, ora para NE. Essa falha mergulha aproximadamente 30°-35° para NW e não foram observados indicadores cinemáticos nesta unidade.

A Formação Quilombo cavalga sobre o Grupo Bambuí, todavia, esse contato tectônico não ocorre na subárea X uma vez que o Grupo Bambuí não aflora. Mesmo a subárea não abrangendo esse empurrão, os efeitos dele se reverberam ao longo da subárea na forma de *slickenlines* interestratais. Esses steps e ranhuras (*slickenlines*) principalmente no membro Ribeirão da Porteira evidenciando movimentos interestratais nas litologias areníticas (Figura 5. 9.A e 9.B). Essas estruturas permitiram definir a cinemática local e contribuíram para interpretações acerca da movimentação regional. As *slickenlines* ocorrem nos planos do acamamento mergulhando aproximadamente 20°-25° e indicam movimentação reversa com componente transcorrente sinistral de direção WNW-ESE (Figura 5. 9.C e 9.D). Além disso, esse cavalgamento reverbera ao longo da unidade através de cavalgamentos de menor escala (decimétrica) tendo em vista o caráter fractal da geologia (Figura 5. 9.E e 9.F).



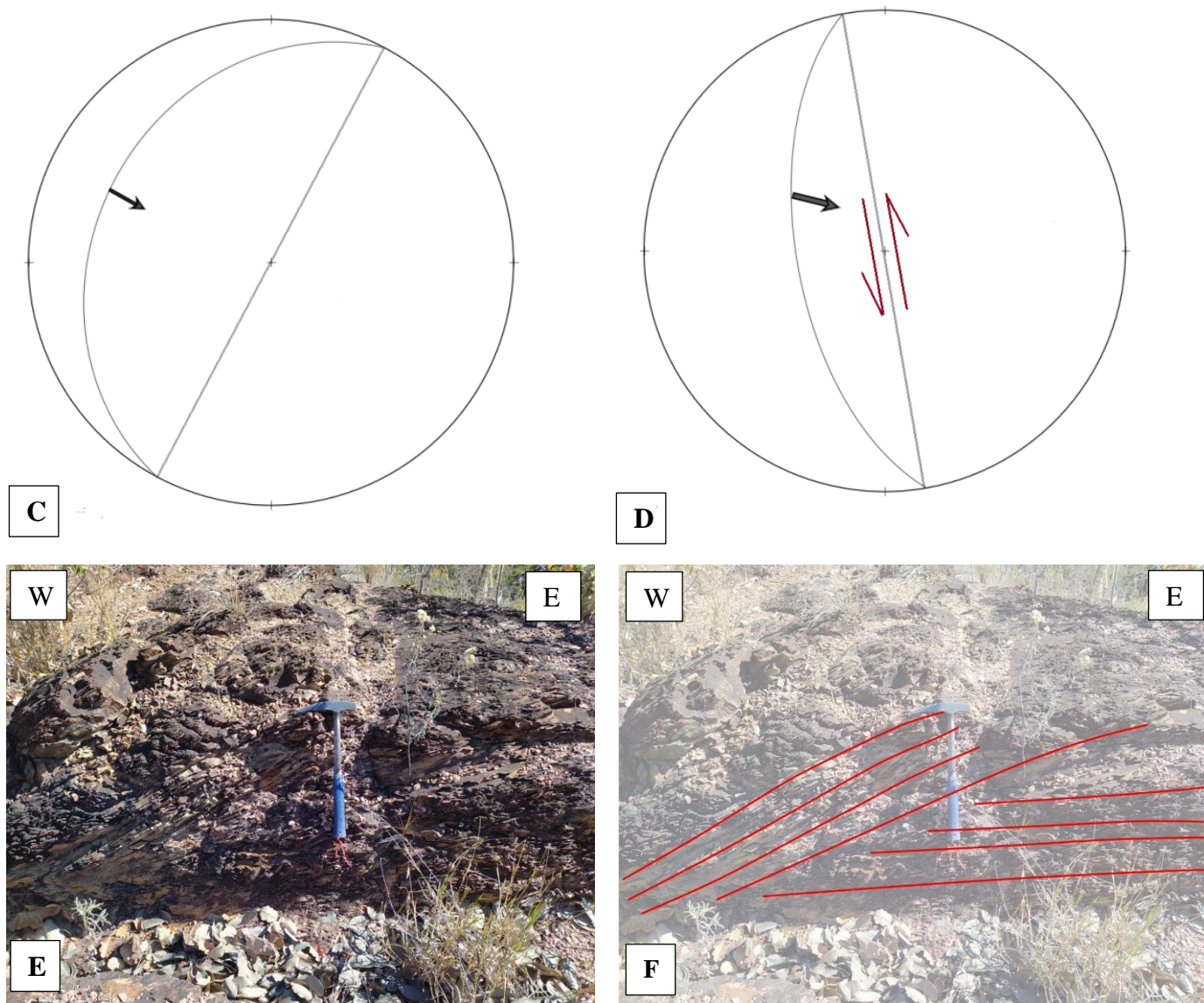


Figura 5. 9- a.b. Slicken lines em litologia quartzoarenítica do membro Ribeirão da Porteira. c. Estereograma indicando movimentação preponderantemente reversa com topo para SE da estrutura da letra a; d. Estereograma evidenciando uma cinemática reversa com componente transcorrente ligeiramente sinistral com topo para E-SE; e.f. Destaque para reverberação do cavalgamento em escala de afloramento em rochas do Membro Ribeirão da Porteira.

No que tange às fraturas, é possível dividi-las em quatro famílias principais: (i) NNE-SSW (Família 1); (ii) NW-SE (Família 2); (iii) WNW-ESE (Família 3) e (iv) NE-SW. Essas fraturas ocorrem na forma de pares conjugados de fraturas (Famílias 2 e 4) (Figura 5. 10.A; 10.B; 10.C; 10.D 10.E; 10.F), fraturas de cisalhamento preenchidas por veios de quartzo (Figura 5. 10.A e 10.B), fraturas únicas e fraturas em pluma (Figura 5. 10.G e 10.H). No geral são de escala decimétricas e, nas fraturas conjugadas foi possível identificar um deslocamento mili a centimétrico entre os planos. Tais medidas de fraturas foram plotadas em um diagrama de rosetas a fim de uma melhor visualização do todo (Figura 5. 11).



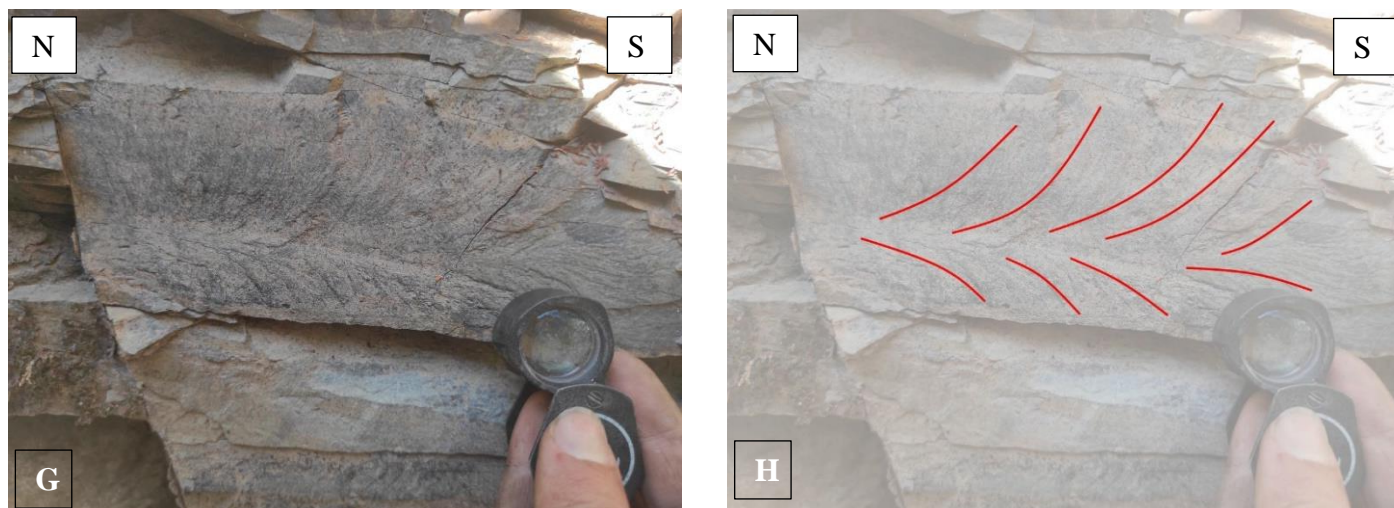


Figura 5. 10- A.B. Destaque para fraturas de cisalhamento preenchidas com quartzo (Foto tirada de um bloco rolado, por isso não apresenta orientação); C.D.E.F. pares conjugados de fraturas das Famílias de fraturas 2 e 4 em rochas do membro Ribeirão da Porteira; G.H. fratura em pluma pertencente à família 3 indicando zonas de alívio de um cisalhamento (imagem da subárea IX)

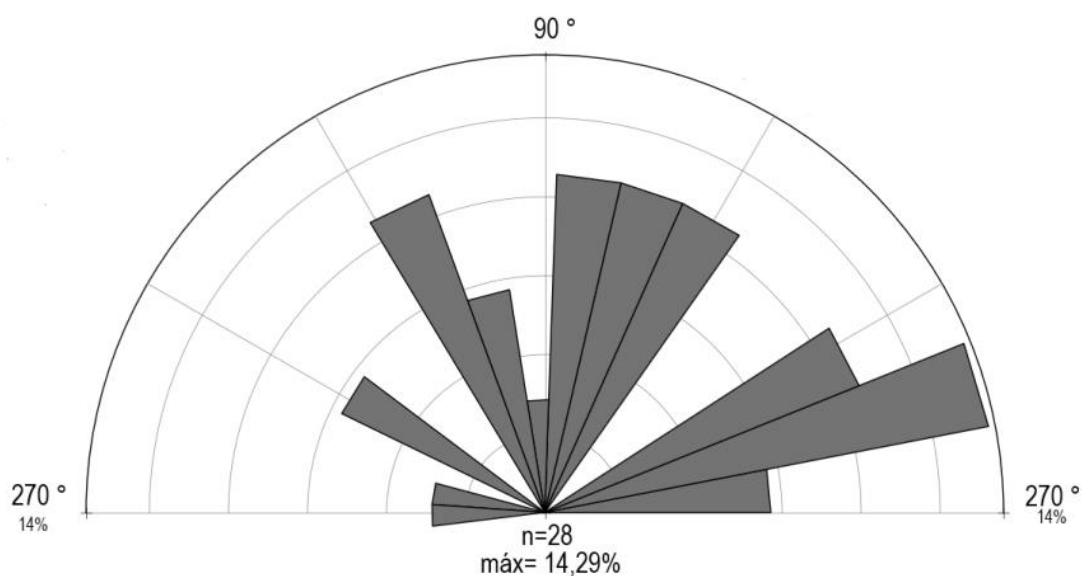


Figura 5. 11-Diagrama de roseta representando as 4 principais famílias de fraturas encontradas na subárea X.

Há ainda um grande alinhamento de direção NW-SE que divide lateralmente os membros Ribeirão da Porteira e Ribeirão do Franco e faz parte da Família 2 das fraturas. Esse alinhamento de escala quilométrica não foi observado de fato em campo, mas foi definido através da geomorfologia e da mudança na litologia encontrada. Próximo a essa grande estrutura as rochas ocorrem intensamente fraturadas indicando um limite abrupto entre essas unidades que foram depositadas simultaneamente de modo interdigitado.

Especificamente nos carbonatos, foram observadas fraturas e zonas de dissolução em função da maior percolação de água. Como se trata de rochas caracteristicamente mais rúpteis quando estão na crosta superior, fraturam com mais facilidade. Essas feições ocorrem principalmente na porção central da área, no núcleo da sinclinal onde tem-se uma quantidade significativa de carbonatos. Todavia, essa ocorrência é restrita e não se prolonga para a subárea X.

5.3. Discussão

A área foi deformada sob uma tectônica compressional correspondente ao sistema de dobras e cavalgamentos da Faixa Brasília. A sequência de dobras reversas que sobrepõe uma unidade sobre a outra respeita a estratigrafia de como as camadas foram depositadas, todavia, refletem um sistema de cavalgamento equivalente ao qual essas rochas foram submetidas durante o brasileiro. Com o suporte da sísmica (Figura 5. 12) é possível definir que, ao se descolar sobre o Grupo Traíras, sob uma tectônica do tipo *thin skinned*, a Formação Quilombo é transportada e exposta cavalgando sobre o Grupo Bambuí. O Grupo Paranoá, depositado acima da Formação Quilombo, foi simultaneamente transportado durante esse cavalgamento e se comporta da mesma maneira, deslocando sobre a Formação Quilombo segundo uma cinemática reversa.

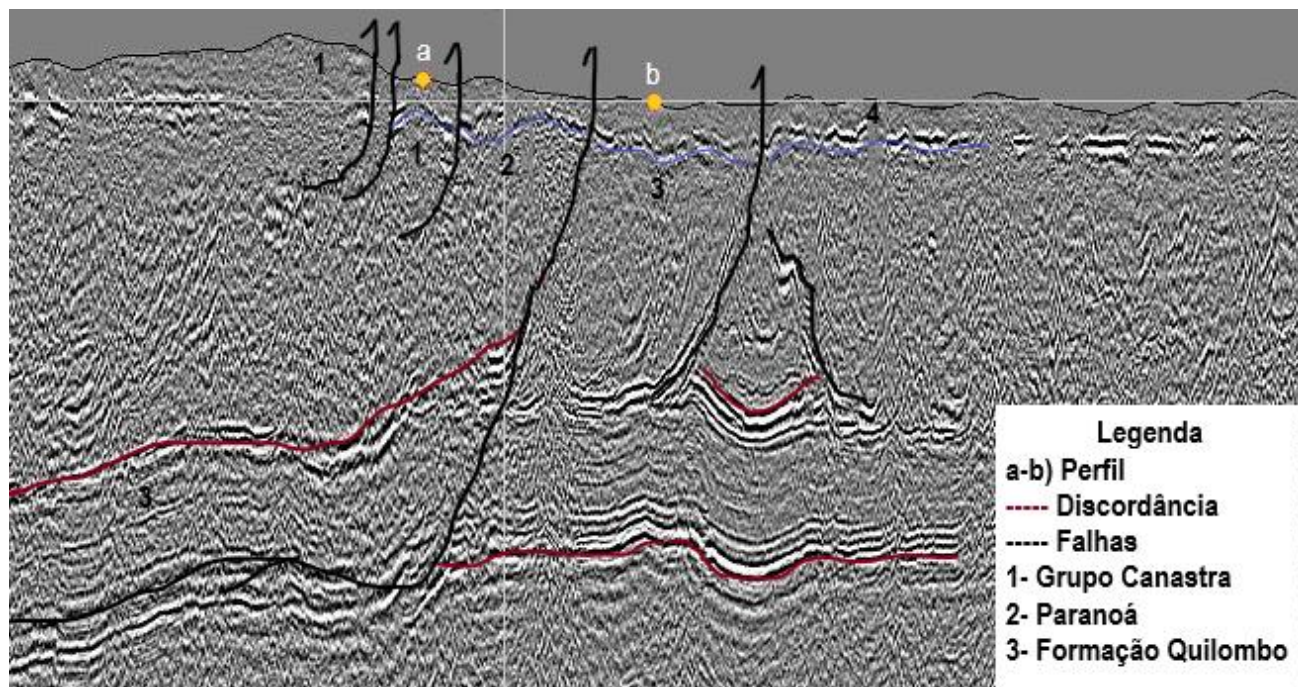


Figura 5. 12- - Linha sísmica "R0240_São_Francisco_045_PSTM" regional com destaque para as grandes estruturas, cavalgamentos, falhas reversas e retroempurrões (Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP) / Agência Nacional do Petróleo (ANP)).

Por fim, o Grupo Canastra, já em condições metamórficas mais elevadas que as demais unidades, é transportado por longas distâncias através das nappes e cavalga sobre o Grupo Paranoá. O resultado dessa sequência de cavalgamentos e falhamentos é representado no perfil da subárea X (Figura 5. 13). A área foi descrita contendo apenas um domínio estrutural uma vez que foram submetidas às mesmas tensões, de mesma direção preferencial, modificando apenas a resposta das unidades ao esforço. O evento colisional gerou o mesmo tipo de estrutura regional (foliação Sp).

Os dados obtidos em campo, como as dobras no geral, abertas a suaves, com vergência predominantemente para leste evidenciando a resposta dessas unidades à compressão entre as falhas reversas, corroboram a deformação num contexto raso. Além disso, a deformação associada ao metamorfismo é responsável pela geração da foliação Sp, cujo mergulho é para W-NW e a qual, quando associada com slickenlines, revelam um transporte tectônico preponderante para E e ligeiramente para SE. Essa foliação Sp é exibida de modo diferente no Grupo Canastra, revelando característica pervasiva e com alto ângulo, enquanto ocorre espaçada em litologias mais psamíticas e como clivagem ardosiana em rochas mais pelíticas. Isso se dá baseado na hipótese de que a deformação do Grupo Canastra ocorreu em condições mais profundas e, portanto, em função da a pressão litoestática permitiu que se atingissem condições de metamorfismo em fácies xisto verde baixo. Posteriormente, essas rochas foram transportadas por longas distâncias através do sistema de nappes da Faixa Brasília até se sobrepor ao Grupo Paranoá, sob uma tectônica reversa. Desse modo, o Grupo Canastra foi a única unidade do projeto que atingiu tais condições de metamorfismo, enquanto as demais permaneceram no anquimetamorfismo e tiveram uma resposta deformacional menos pervasiva, preservando assim as estruturas sedimentares. O Grupo Canastra revela ainda uma foliação Ss paralela ao acamamento, pretérita a Sp, em resposta à compactação ocasionada pelas unidades sotopostas a ele. Assim, devido ao maior grão de metamorfismo, essas rochas revelam uma foliação particular, que não ocorre nas demais unidades do projeto.

Ocorre ainda, um contato abrupto limitado por uma falha NW-SE entre os membros Ribeirão do Franco e Ribeirão da Porteira, na parte central da subárea X. Uma hipótese para essa estrutura é que, em função da mudança na reologia das duas unidades, elas acabam se comportando de maneira diferente frente a deformação. Assim, a unidade de caráter mais pelítico termina se deslocando para um melhor acomodamento em resposta à tectônica compressional, movimentando-se através dessa zona de fraqueza gerada pela falha. Outra hipótese plausível é que esse lineamento ocorreu durante a deposição e acomodação dos sedimentos e, em seguida, foi reativado durante o evento colisional, refletindo condições estruturais e topográficas da própria bacia durante a sedimentação.

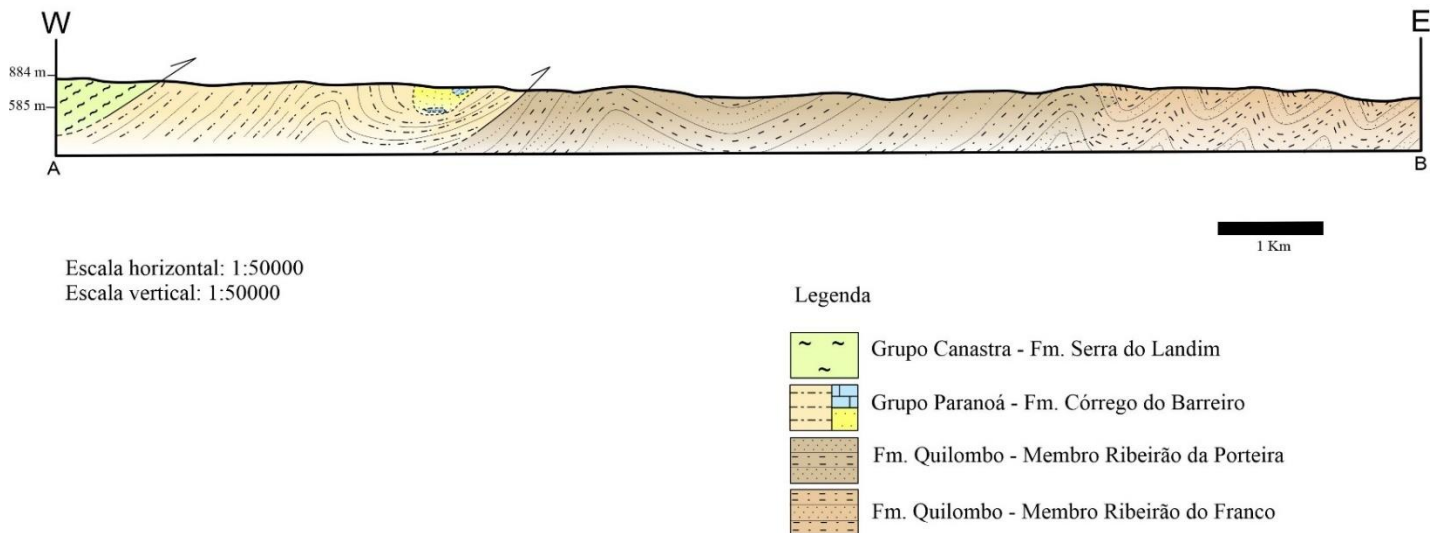


Figura 5. 13- Seção Geológica da subárea X.

Portanto, o mapeamento de detalhe permitiu definir apenas um evento deformacional, cujas direções das tensões ocorreram na mesma direção preferencial. Além disso, as estruturas foram formadas simultaneamente durante evento compressional e não foram, portanto, separadas em fases, corroborando para a hipótese de um mesmo evento deformacional. As estruturas foram geradas em resposta aos esforços preferencialmente W-E, gerando dobras de vergência para leste, pares de fraturas NW-SE e NE-SW, foliação vergente para leste e a cinemática final pode ser definida como reversa com topo para leste e componente ligeiramente sinistral movimentando o topo sutilmente para SE.

6. Evolução Geológica

6.1. Introdução

Esse capítulo consiste na evolução geotectônica da área de estudo e foi subdividido baseado nas fases da evolução geológica das unidades, iniciando com o rifteamento, por conseguinte detalhando o contexto deposicional das bacias e finalizando com a orogênese Brasília, sendo o último evento tectônico que afetou de maneira significativa o conjunto de rochas da região. As unidades foram interpretadas com base na linha sísmica Cristalina-Unaí (Figura 6. 1), que segmenta desde Cristalina até o sul de Unaí, passando pelas subáreas V e VI do projeto. A interpretação foi realizada tendo em vista as unidades aflorantes mapeadas e nos estudos anteriormente realizados na região.

Os grupos Canastra, Paranoá e Vazante possuem praticamente a mesma idade e conjuntos litológicos semelhantes, desse modo, não é possível observar diferenças significativas que permitam discriminar essas unidades na sísmica 2D. Assim, os grupos Canastra, Paranoá e Vazante foram considerados dentro da mesma sequência sísmica, enquanto os grupos Canastra e Paranoá foram diferenciados próximo à superfície, visto que ambos afloram na área do projeto.

O Grupo Vazante ocorre a sul da área mapeada e apresenta semelhanças litoestratigráficas com o topo do Grupo Paranoá. Desse modo, a definição da litologia observada no projeto como sendo de fato pertencente ao Paranoá, se deu pela identificação de fácies similares às de Campos *et al.*, (2012) e Campos *et al.*, (2013).

A área de estudo está localizada em uma região cuja tectônica foi condicionada pelo início de um rifteamento durante o Estateriano. Esse evento extensional foi interrompido e não evoluiu para a formação de um assoalho oceânico, mas permitiu a sedimentação de rochas em dois contextos diferentes: (i) bacia do tipo rifte e (ii) bacia SAG. A fase rifte consiste em uma fase inicial na qual a bacia se desenvolve a partir de processos de subsidência termal e/ou mecânica, controlada por falhas cuja sedimentação predominante é de ambiente não-marinho. Já as bacias do tipo SAG são formadas a partir de uma subsidência termal após a subsidência mecânica. (Allen & Allen, 2005).

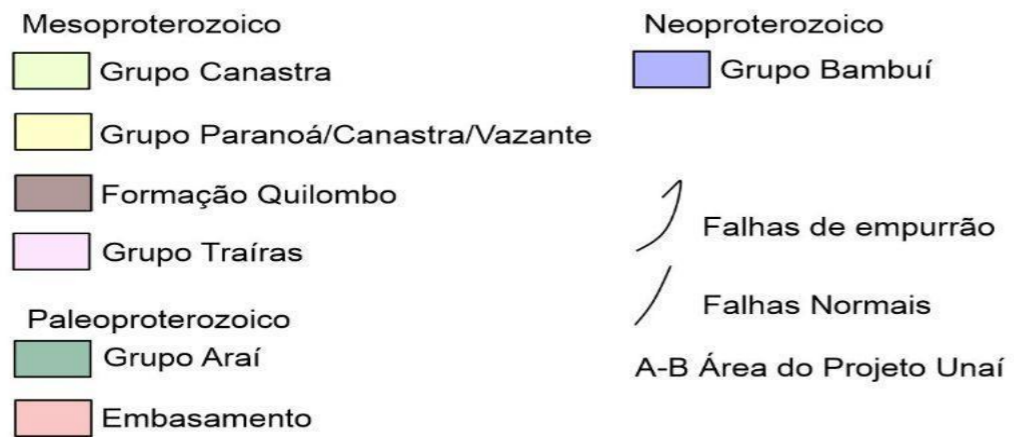
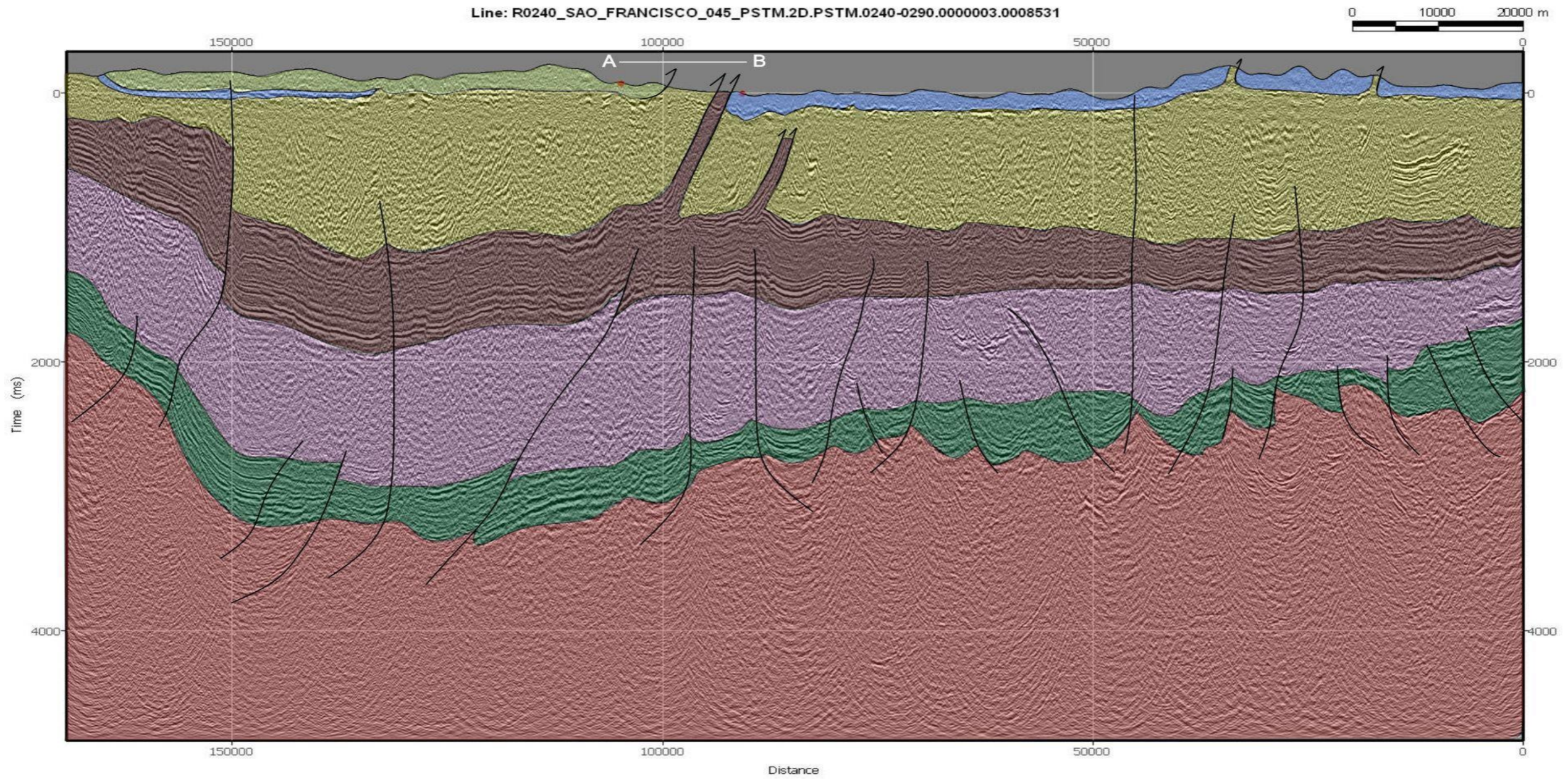


Figura 6. 1- Figura 1- Interpretação da linha sísmica Cristalina-Unai

6.1.1. Início da abertura da bacia e deposição da sucessão sin-rift

O principal registro do embasamento vem da linha sísmica Cristalina-Unaí e de exposições através de janelas estruturais à norte da área do Projeto Unaí mapeadas e descritos por Moura (2018). Esse conjunto de rochas de idade 2,14 Ga é constituído por tonalitos e granodioritos cuja assinatura geoquímica é característica de granitos do tipo S oriundos de ambientes de arco magmático. Esses granitos podem ser correlacionados com os granitos peraluminosos da suíte Auruminas de idade Riaciana (Botelho 2006). O embasamento sendo tão profundo, aflora na região por conta de altos gerados durante o rifteamento e posterior erosão das camadas sobrejacentes formando as janelas (Moura, 2018).

Sobreposto ao embasamento tem-se o Grupo Araí (Figura 6. 2) composto por uma sequência de rochas metassedimentares e metavulcânicas cuja subdivisão consistia em Formação Arrais e Formação Traíras (Barbosa et al., 1969). Tanizaki et al., (2015) propuseram a subdivisão do Grupo Araí nas formações Água Morna, Arrais, Caldas e Traíras, desenvolvidas desde um estágio pré-rifte, passando por um regime de subsidência mecânica, final da fase rifte e posterior desenvolvimento da bacia de SAG, respectivamente. Martins-Ferreira et al. (2017) separam o Grupo Araí apenas nas formações Água Morna e Arrais, caracterizando os estágios pré-rifte e rifte, nesta ordem. Essa definição é dada porque a Formação Água Morna é composta por sedimentos fluviais de um sistema de rios entrelaçados sujeitos a uma subsidência termo-flexural, enquanto a Formação Arrais é composta por sedimentos eólicos, fluviais, lacustres e aluviais, além de um vulcanismo bimodal característico de uma bacia do tipo rifte (Martins-Ferreira et al., 2017).

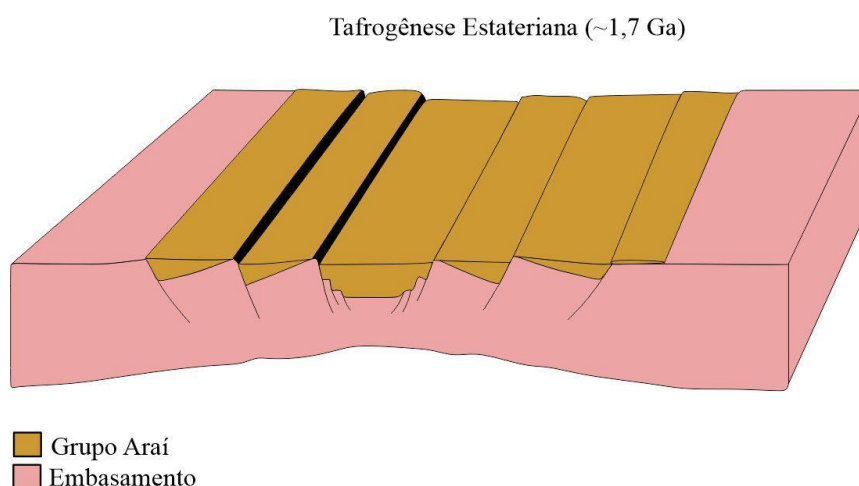


Figura 6. 2- Bloco diagrama evidenciando a Tafrogênese Estateriana (~1,7 Ga) e deposição do Grupo Araí

6.1.2. Sucessão pós-rift

6.1.2.1. Bacia calimiana do tipo SAG

Considerando a proposta de Martins-Ferreira et al. (2017), a Formação Traíras foi elevada ao status de grupo com base nas datações geoquímicas e trabalho de campo. Desse modo, esse grupo foi depositado durante o Calimiano e representa uma bacia SAG gerada pela subsidência termal da fase final do rifteamento abortado (Figura 6. 3). Esse grupo é composto por sedimentos siliciclásticos e de plataforma mista, sob ação de correntes de maré (Martins-Ferreira et al., 2017). Por meio da interpretação da linha sísmica Cristalina-Unaí, é possível definir que o Grupo Traíras é a unidade que antecede imediatamente o pacote de rochas mapeado no Projeto Unaí.

Calimiano (1.6-1.4 Ga) - Bacia SAG

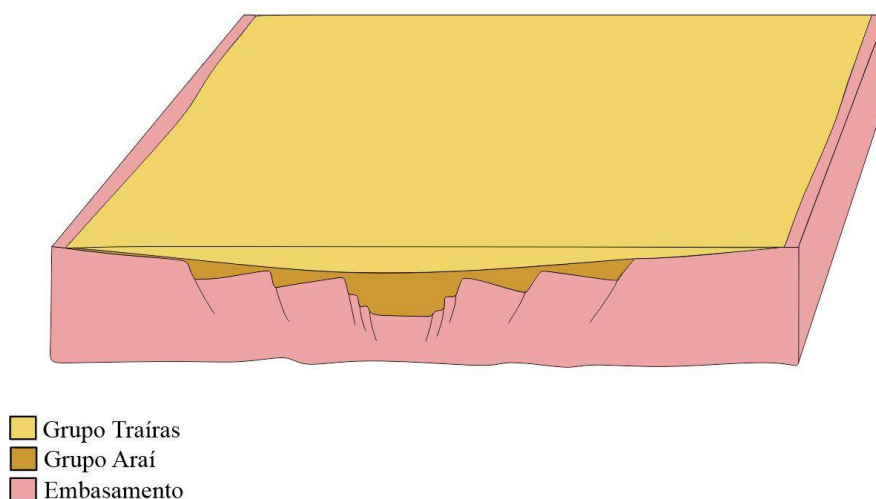


Figura 6. 3- Bloco diagrama destacando a deposição do Grupo Traíras sob um contexto de bacia SAG durante o Calimiano

6.1.2.2. Sistema Turbidítico (Ectasiano)

A Formação Quilombo, era anteriormente interpretada como pertencente ao grupo Vazante. (Laranjeira, 1992; Rodrigues, 2008; Pimentel et al., 2012). Contudo, os estudos detalhados recentemente na região demonstram a ocorrência de rochas vulcânicas associadas, intercaladas com a sequência turbidítica. A datação das rochas vulcânicas realizada em zircões levou a idade máxima de deposição de $1394,46 \pm 19,4$ Ma (Campos, et al,2021). Além disso, as datações em zircões detríticos de afloramentos turbidíticos expostos ao longo da BR-251, realizadas por Rodrigues (2008), indicam um pico de idade de 2,1 Ga e sugerem que a principal

proveniência dos sedimentos é do embasamento (Campos, et al 2021). Dessa forma a deposição do sistema é estabelecida no período Ectasiano.

A origem de sistemas clásticos marinhos profundos depende de processos geotectônicos que se dão em contexto de bacia do tipo SAG, na qual a subsidência flexural associada à evolução do rift torna a zona mais funda, propiciando a formação de um ambiente marinho profundo (Figura 6. 4). Outro fator que corrobora para a hipótese da sedimentação turbidítica marinha profunda é o vulcanismo subaquoso associado, sendo que os eventos vulcânicos geram sismos que podem impulsionar a movimentação de sedimentos, gerando assim correntes turbidíticas. (Alves, 1999a e 1999b). A partir das hipóteses expostas é possível correlacionar a Formação Quilombo ao contexto evolutivo do Supergrupo Veadeiros, no qual o Grupo Traíras está inserido.

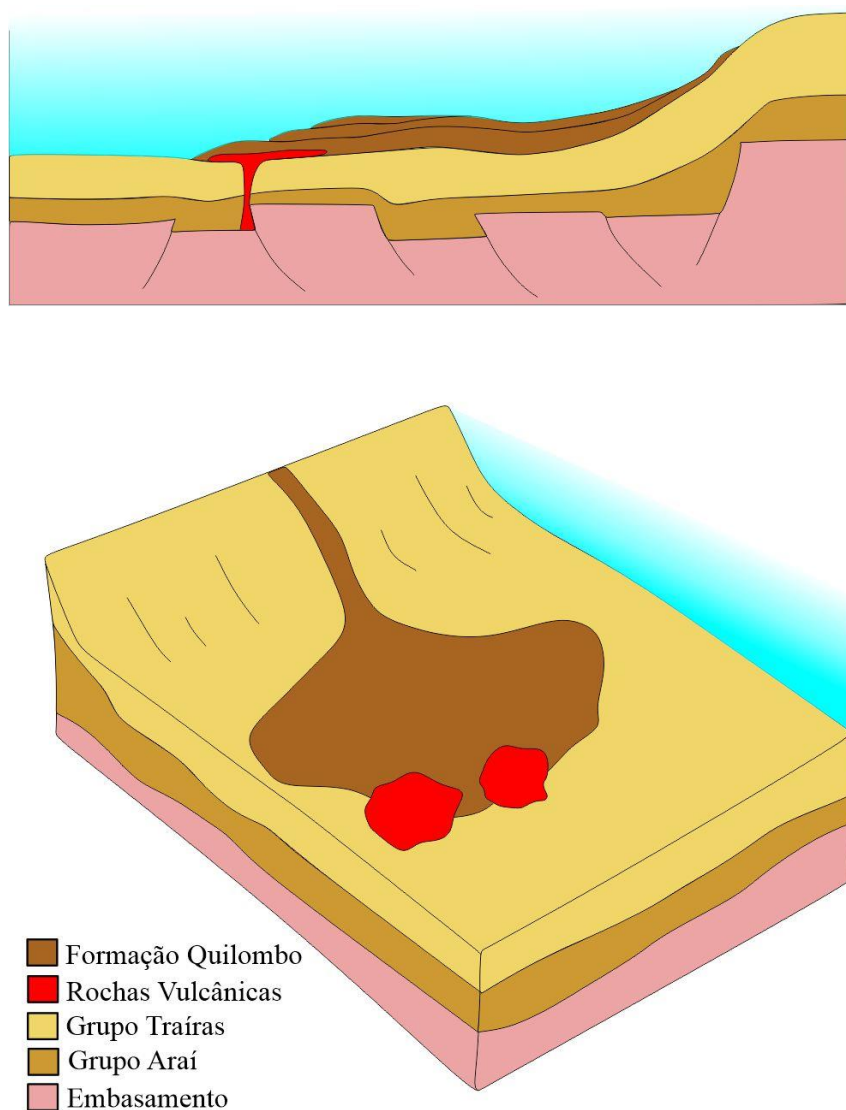


Figura 6. 4- Perfil e Bloco diagrama representativo da deposição do sistema turbidítico da Formação Quilombo durante o Ectasiano

6.1.3. Bacias Intracratônicas

Estudos anteriores sugerem que a deposição do Grupo Paranoá ocorreu sob um contexto de margem passiva com sedimentos oriundos do Cráton do São Francisco (Dardenne 1981, Faria 1995, Guimarães 1997, Freitas-Silva & Campos 1998), todavia, a partir de uma revisão bibliográfica associada aos dados coletados em campo, não foram observadas evidências suficientes que confirmem essa hipótese.

Um estudo realizado por Bradley (2008) no qual foram estudadas 85 bacias sedimentares de margem passiva revelou que uma quantidade mínima dessas bacias foi desenvolvida durante o Mesoproterozoico. Considerando que os eventos geológicos de escala continental desenvolvem processos e feições semelhantes em diferentes locais do planeta, esperaria-se uma quantidade mais expressiva de bacias de margem passiva geradas durante esse período. Além disso, não foram observadas evidências de um assoalho oceânico bem como de ofiolitos para definir que esse rifte de fato evoluiu para uma margem passiva. A ausência desses elementos, assim como de rochas vulcânicas, também não permite que se faça uma datação direta desse grupo.

A litoestratigrafia e as idades dos zircões encontradas por Chemale et al., (2012); Reis & Alkmim (2015); Martins-Ferreira et al., (2018a); Seraine (2020); Seraine et al. (2021) indicam contribuições de zircões similares entre o Grupo Paranoá e o Grupo Espinhaço Superior. O Espinhaço é caracterizado segundo Martins-Neto (2017) como uma bacia do tipo Rifte-Sag, o que aparenta ser uma hipótese coerente para a deposição do Grupo Paranoá. A partir do mapeamento, observou-se que a Formação Córrego do Barreiro apresenta uma sedimentação em ambiente marinho relativamente raso, com aporte sedimentar siliciclástico interdigitado com sedimentos carbonáticos, característico de uma plataforma marinha mista dominada por maré e com forte controle paleogeográfico (Figura 6. 5). Ou seja, o topo do Grupo Paranoá, sendo a última unidade a se depositar, ainda assim não apresenta evidências de fácies de ambiente marinho profundo característico para que seja caracterizado como uma bacia de margem passiva.

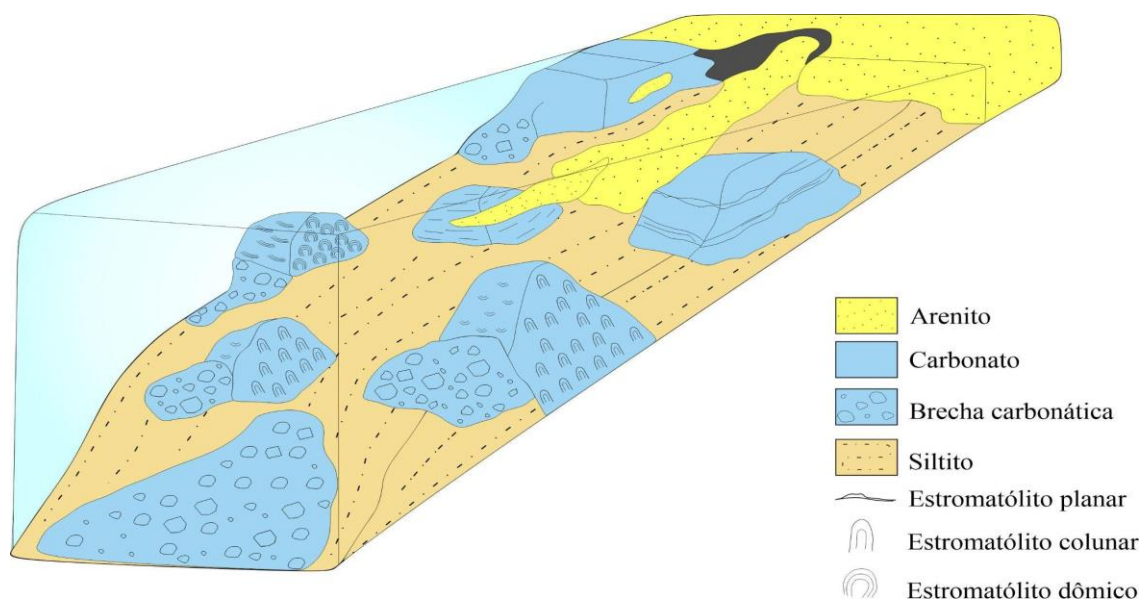


Figura 6. 5- Bloco diagrama evidenciando como ocorreu a deposição da Formação Córrego do Barreiro na área do Projeto Unaí evidenciando um contexto de plataforma mista

Apesar de não se apresentar exatamente como ocorre na área tipo, foram encontrados na Formação Córrego do Barreiro arenitos feldspáticos que podem ser correlacionados ao nível arcoseano detalhado por Guimarães et al. (1987) e Seraine et al. (2020) na região de Bezerra-Cabeceiras. Sugere-se que esse conjunto de rochas foi depositado durante uma suposta tentativa de tafrogênese, em ambiente onde rios entrelaçados fluem para a plataforma marinha. Isso é corroborado em função do grande aporte de areia chegando até níveis conglomeráticos encontrados na área do projeto e principalmente na subárea X, cuja interpretação plausível é a de que essa deposição teve grande influência de sedimentos fluviais.

O mapa da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) considera grande parte da região como pertencente ao Grupo Vazante, todavia, no projeto foi escolhido atribuir essas unidades aflorantes ao topo do Grupo Paranoá. Essa escolha se deu principalmente pela ocorrência expressiva de arenitos, equivalentes aos descritos por Campos et al. (2012) e Campos et al (2013), os quais raramente ocorrem no Grupo Vazante. Ademais, o Grupo Vazante apresenta alto potencial metalogenético em pacotes carbonáticos mais espessos. Ambos os grupos compreendem rochas oriundas de uma sedimentação mista com forte controle paleogeográfico. As rochas da Formação Córrego do Barreiro se diferem da ocorrência tipo desta unidade no DF, mas se diferem ainda mais da Formação Serra do Poço Verde do Grupo Vazante em função da ocorrência representativa de arenitos. Apesar dessas diferenças entre si, essas unidades são cronocorrelatas, uma vez que ocorrem sob um mesmo contexto de sedimentação, com litologias semelhantes, mudando apenas a predominância e espessura dos pacotes. Além disso, os zircões detríticos do Grupo Paranoá,

analisados por Seraine et al. (2020), revelaram idade máxima de deposição próxima aos do Grupo Vazante, analisados por Rodrigues (2009).

Outra bacia depositada durante o Mesoproterozoico consiste na sedimentação das rochas Grupo Canastra, as quais também podem ser cronocorrelatas ao Grupo Paranoá. A idade máxima de deposição encontrada para essas rochas foi de 1.04 (Esteniano) com pronunciada proveniência Riacciana (Pimentel et al., 2011).

Autores como Pimentel et al., (2001), Martins-Ferreira et al., (2017), Carvalho et al., (2019), e Seraine et al., (2020) interpretam o Grupo Canastra como uma bacia de margem passiva de idade Meso a Neoproterozoica em função, principalmente, da presença de sedimentos marinhos profundos. Em contrapartida, ainda sustentado pelo mesmo estudo de Bradley (2008), pela idade encontrada para os zircões dessa bacia, não ocorre expressividade de geração de bacias de margem passiva durante esse período. Além disso, bacias intracratônicas também podem desenvolver ambientes marinhos mais profundos sob uma elevada taxa de subsidência flexural.

Como o Grupo Canastra foi submetido a um metamorfismo em fácies xisto verde baixo, as evidências estratigráficas foram afetadas e, desse modo, não foi possível determinar com precisão as especificidades do ambiente deposicional. Entretanto, a partir de estudos anteriores e do que foi encontrado durante o mapeamento, sugere-se que a deposição do Grupo Canastra tenha ocorrido em uma bacia intracratônica na porção mais interna da Faixa Brasília a oeste, concomitante à deposição do Grupo Paranoá (Figura 6. 6).

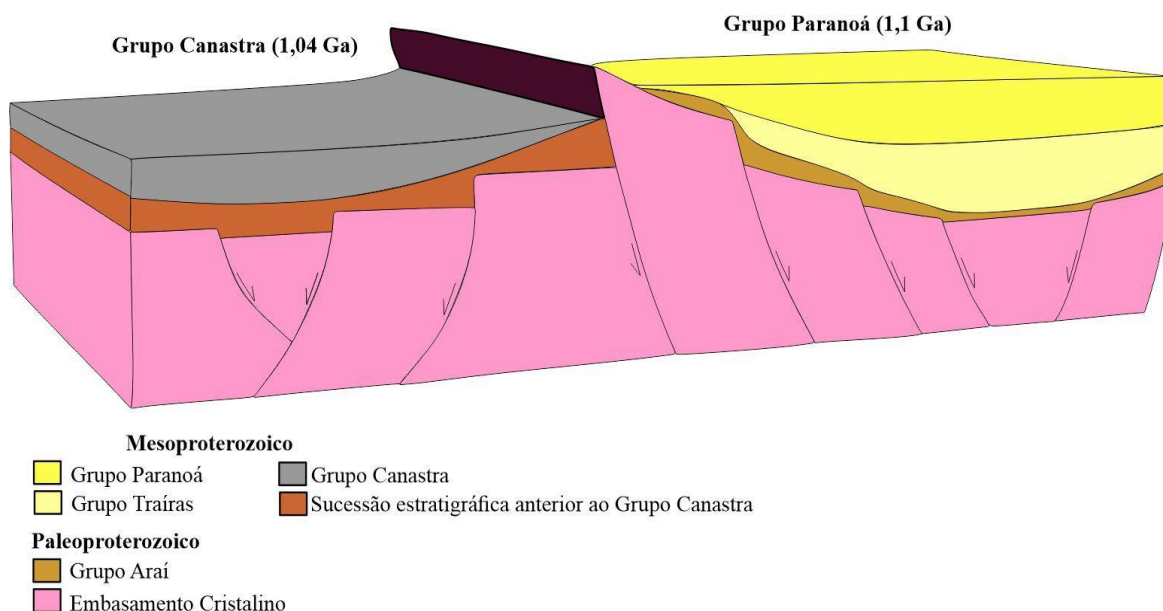


Figura 6. 6- Bloco diagrama destacando a deposição cronocorrelata dos grupos Canastra e Paranoá sob contextos baciais diferentes

6.1.4. Bacias do tipo *foreland* e Orogênese Brasileira (750-510 Ma)

O último evento ao qual a área do Projeto Unaí é submetida é o Ciclo Brasileiro (900-600 Ma), o qual imprime uma compressão W-E sobre todo o pacote de rochas depositado anteriormente promovendo uma inversão tectônica (Figura 6. 7). Durante esta orogênese, uma bacia do tipo *foreland* é gerada e nela depositam-se as rochas do Grupo Bambuí, sob um contexto de plataforma marinha mista com contribuição glaciogênica. Esse grupo foi depositado em três megaciclos regressivos cujo início de cada um foi marcado por rápidas transgressões marinhas motivadas pela subsidência da bacia (Dardenne, 2000). Pimentel et al., (2011) datou os zircões detríticos e encontrou a idade de deposição máxima de 600 Ma para o Grupo Bambuí.

Por meio da interpretação da seção sísmica foi definido um deslocamento na base da Formação Quilombo, a qual é transportada e cavalga sobre o Grupo Bambuí a partir de um contexto tectônico de leques imbricados. A Formação Quilombo descola do Grupo Traíras em função, possivelmente, de uma diferença entre a reologia dessas duas unidades de modo que o segundo funciona como uma camada reologicamente menos competente, diminuindo o coeficiente de fricção basal e atuando como uma facilitadora para o descolamento da unidade sobrejacente. Essa resposta à compressão indica uma modalidade de deformação tipo *thin skinned*, sem envolver o embasamento cristalino. Durante a ascensão da Formação Quilombo, a unidade transporta consigo somente o topo do Grupo Paranoá (Formação Córrego do Barreiro) o qual é descolado das unidades subjacentes e posicionado sobre o Quilombo por meio de uma falha reversa de baixo ângulo. Por fim, o Grupo Canastra é transportado através de um sistema de nappes e é colocado sobre o Grupo Paranoá também por meio de uma falha reversa de baixo ângulo e todo esse evento supracitado foi responsável pela reativação de falhas antigas do embasamento.

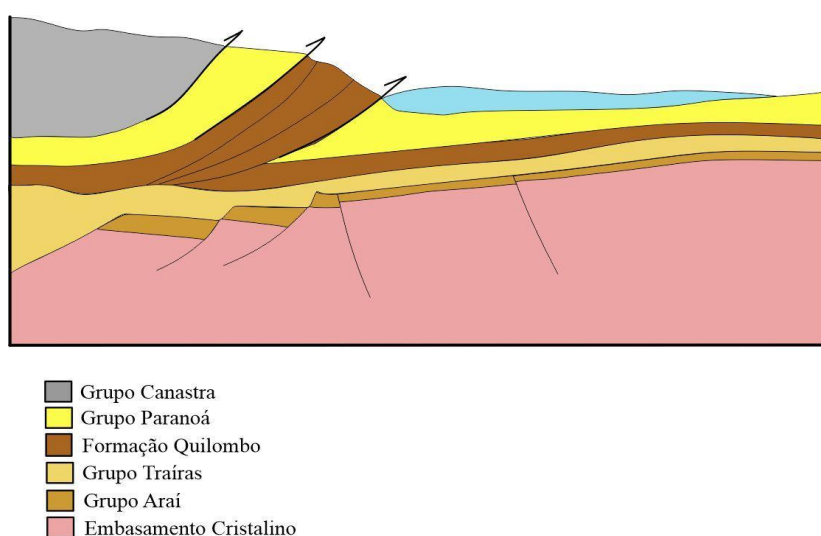


Figura 6. 7- Bloco diagrama evidenciando o posicionamento final das unidades após o Ciclo Brasileiro

7. Potencialidades econômicas

7.1. Introdução

A área do Projeto Unaí está inserida em um contexto de dobras e cavalgamentos da Faixa Brasília e faz parte da província mineral de Vazante-Paracatu, (Figura 7. 1), situada no limite do Cráton São Francisco, na porção externa do orógeno. As rochas estão sob um contexto de anquimetamorfismo até fácies xisto verde baixo (zona da clorita) e a deformação impressa sobre elas durante a orogênese brasileira foi compressional do tipo *thin skinned*, gerando somente falhas supracrustais e algumas reativações de falhas do próprio embasamento. Não foram encontradas evidências de magmatismo expressivo durante o mapeamento nem em trabalhos pretéritos. As rochas estudadas foram depositadas em bacias formadas tanto por tafrogênese. quanto por conseguinte subsidência, no contexto de bacia do tipo SAG Estateniano até o Esteniano. Essa junção de aspectos minimizam o potencial de desenvolvimento de jazidas minerais, uma vez que não apresentam eventos necessários para o desenvolvimento de grandes depósitos.

Contudo, ao sul da área do projeto, a norte da chamada Faixa Vazante, existem indícios de ocorrências minerais de Zinco, Chumbo, Cobre e Ouro, além de areia, argila, calcário, fosfato e potássio (CPRM, 2018). Neste capítulo, serão destacados os aspectos gerais das potencialidades geoeconômicas minerais e não minerais da região.

7.2. Potencialidades Geoeconômicas Minerais

A província mineral Vazante- Paracatu é subdividida em três distritos minerais, sendo eles Zincífero de Vazante, Aurífero de Morro do Ouro e Distrito Mineral Paracatu-Unaí (Zn-Pb-Cu), no qual a área do projeto Unaí se encontra. Há ocorrências de zinco e chumbo sulfetados e a associação mineral é composta por esfarelita (Zns) e galena (PbS). Bem como foram relatados indícios de ocorrência de cobre caracterizados por Malaquita ($Cu_2CO_3(OH)$). Além dos potenciais metalogenéticos há potencial para a exploração de argila, dolomita e fosfato (DNPM 2011).

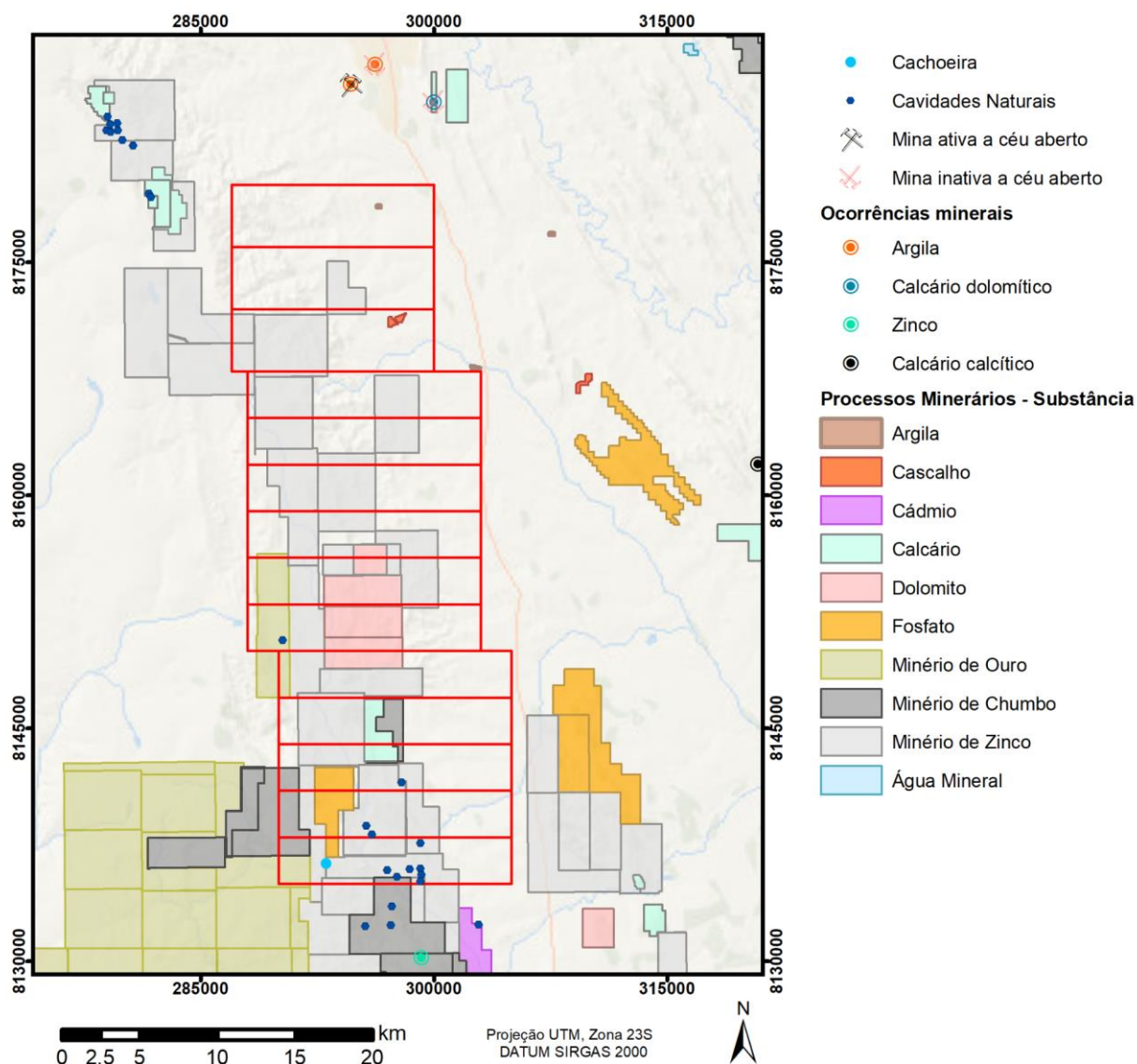


Figura 7. 1- Ocorrência Minerais, cachoeiras e cavidades naturais (CPRM, 2015). Áreas requeridas, minas ativas e inativas (ANM, 2021) com destaque para área do Projeto Unaí.

7.2.1. Pb-Zn (\pm Cu)

Pb e Zn \pm Cu são associados a dolomitos em depósitos do tipo Mississippi Valley (MVT), estes depósitos são caracterizados por apresentarem geometria estratiforme, na qual o Pb e Zn ocorrem usualmente hospedados em dolomitos e calcários. Dolomitos com essas associações minerais são encontrados na Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá, especificamente na porção sul do projeto, onde é descrita a ocorrências dessas rochas (CPRM, 2015). Contudo é necessário aprofundamento nas pesquisas para obtenção de resultados mais robustos que viabilizem a continuidade do processo minerário.

7.2.2. Dolomito Agrícola e Agregados

Os carbonatos são comumente usados para fins agrícolas e para a construção civil. Tem como principal finalidade a correção de pH do solo, e são utilizados como matéria prima para cimentos e cal. Na área do Projeto Unaí os dolomitos são encontrados na Formação Córrego do Barreiro e nos mármores da Formação Serra do Landim, descritos ao longo das áreas VI até a XIV. A exploração dessas rochas para fins econômicos pode ser eventualmente desenvolvida na região, visto que são aflorantes em locais geomorfologicamente favoráveis.

7.2.3. Argila

As argilas são comumente utilizadas para fins industriais e na construção civil, para fabricação de cerâmicas, tijolos e revestimentos. Além de serem úteis na indústria petrolífera devido às suas propriedades físico-químicas (Krause, 2014). Na região as argilas são amplamente encontradas devido à intensa pedogênese local em ambientes hidromórficos, sobre os pelitos da Formação Sete Lagoas e Córrego do Barreiro, exibindo um alto potencial para sua extração na região.

7.2.4. Fosfato

O Fosfato é amplamente utilizado na agricultura para correção do solo e adubação. No estado de Minas Gerais os fosforitos são encontrados na Formação Rocinha, nos depósitos Rocinha e Lagamar, sendo os fosforitos associados a ardósias carbonáticas dobradas (Boujo et al., 1994; Dardenne et al., 1997; Uhlein et al., 2018).

Com base em correlações regionais é possível associar os siltitos, folhelhos e margas descritos nas subáreas II e V, inseridos na Formação Sete Lagoas, aos depósitos que ocorrem em Campos Belos- GO e Arraias- TO. Em ambos há a ocorrência de fosforitos e siltitos fosfatados associados a siltitos calcíferos de águas rasas. A origem desses depósitos se dá durante o Neoproterozóico, que coincide com a idade do Grupo Bambuí (Monteiro, 2009). Entretanto, devido a intensa pedogênese local, a área não é potencialmente econômica para extração de fosfato.

7.2.5. Ouro

A região de Unaí se encontra a 30 km de umas das maiores minas auríferas Brasileiras, a Mina Morro do Ouro. Trata-se de um depósito de idade neoproterozóica, do tipo orogênico, hospedado em filitos carbonosos e quartzitos (Freitas Silva *et al.* 1991). As zonas de mineralização

estão associadas a zonas boudinadas onde há percolação de fluidos hidrotermais, que se encontram nos filitos carbonosos da Formação Paracatu, Grupo Canastra (Almeida, 2009). Apesar da proximidade, a região do projeto não apresenta potencial considerável para o metal, visto que na área mapeada foram encontrados apenas os filitos da Formação Serra do Landim

7.3. Potencialidades Geoconômicas Não minerais

Além das potencialidades geoconômicas minerais, a área pode ser utilizada como atrativo geoturístico com aproveitamento das cavidades naturais e quedas d'água. O geoturismo é fonte de valor científico, histórico e educativo e pode ser usado em consonância com o desenvolvimento econômico local. Para tanto, é necessária a realização de pesquisas e monitoramentos das cavidades e quedas d'água para medir a consequência da atividade antrópica para a natureza local.

7.3.1. Potencial Geoturístico

Segundo o centro nacional de pesquisa e conservação de cavernas (CECAV), foram cadastradas 27 cavidades naturais na região de Unaí (Figura 7. 1)

A Gruta Sapezal está inserida na Formação Córrego do Barreiro e se encontra na subárea XII do projeto, localizada nas adjacências da Vila da Aldeia (Figura 7. 2). A visitação é aberta ao público durante o ano todo e é comumente usada pela comunidade para fins religiosos. O seu acesso principal se dá pela BR-251/MG-188 e por estradas não pavimentadas.

A cachoeira conhecida como Água Boa e Doce, é uma queda d'água com 35 metros de altura, inserida na Formação Serra do Landim, localizada na subárea XIV, o acesso ao local se dá também pela BR-251/MG-188, além de um trajeto a pé por uma via não pavimentada por 1,5 km (Figura 7. 3).

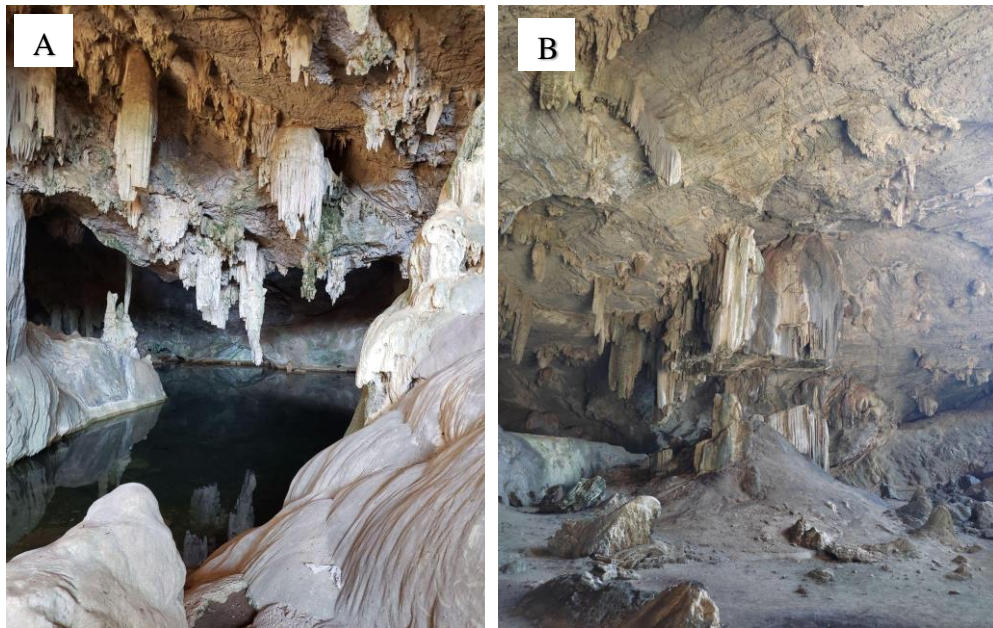


Figura 7. 2 - A. Gruta do Sapezal B. Espeleotemas-estalactites e estalagmites.



Figura 7. 3- A.B. Cachoeira Água Boa e Doce, localizada na subárea XVI

8. Zoneamento Hidrogeológico

8.1. Introdução

O objetivo do zoneamento hidrogeológico é compartimentar o arcabouço geológico de acordo com sua porosidade e permeabilidade visando a definição do sistema de fluxo subterrâneo em determinada região (Machado, 2005).

Este capítulo não tem como foco a descrição e interpretação de um mapa hidrogeológico, pois não existem dados quantitativos em número suficiente para essa caracterização, incluindo poços, ensaios de infiltração, testes de bombeamento, vazões, dentre outros. O que será proposto, portanto, é a demonstração do potencial hidrogeológico da região e caracterização dos aquíferos presentes na área do projeto.

O zoneamento foi realizado principalmente com base na geologia, nos dados estruturais, na vazão, regularização e perenidade dos cursos d'água superficiais, a partir dos quais foi confeccionado o mapa de zoneamento hidrogeológico oriundo da reclassificação dos mapas pedológico e geológico, em associação com informações qualitativas.

A região noroeste do estado de Minas Gerais é caracterizada por uma forte sazonalidade cuja pluviometria apresenta um padrão típico do centro-oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos cerrados (Figura 8. 1) (Rodrigues et al., 2005). É uma região de clima tropical com duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso. Essa forte sazonalidade afeta diretamente a disponibilidade dos recursos hídricos, gerando períodos com excedentes e déficits hídricos. Nos meses de outubro a abril, por exemplo, há excedente hídrico elevado favorecendo a recarga dos aquíferos da região (Figura 8. 2 - INMET).

Na Área X do Projeto Unaí, apenas o Ribeirão da Aldeia, principal drenagem da região, havia fluxo de água na época de realização dos trabalhos de campo. Os demais cursos d'água estavam secos ou com nível de água muito restrito.

Projeto Unaí-MG – Subárea X

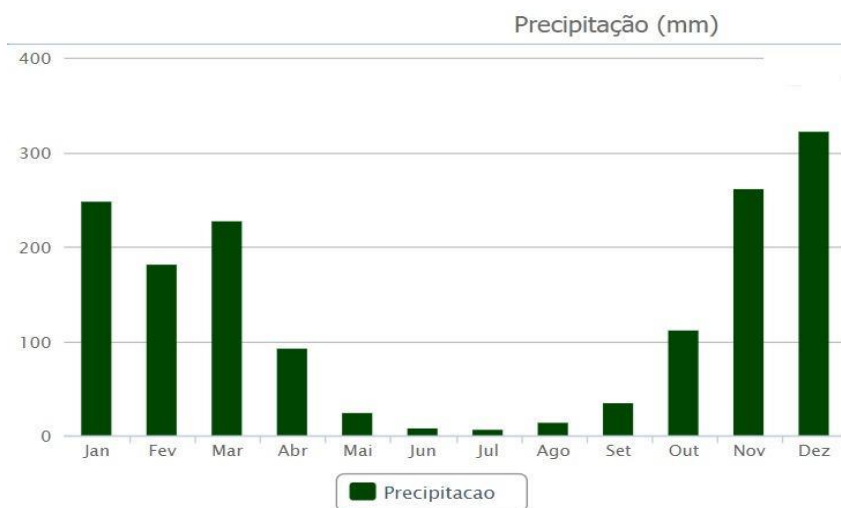


Figura 8. 1- Distribuição da precipitação ao longo dos meses evidenciando grande volume de chuva de outubro a abril. Dados referentes aos anos de 1981 a 2010 da estação meteorológica convencional de Unaí.

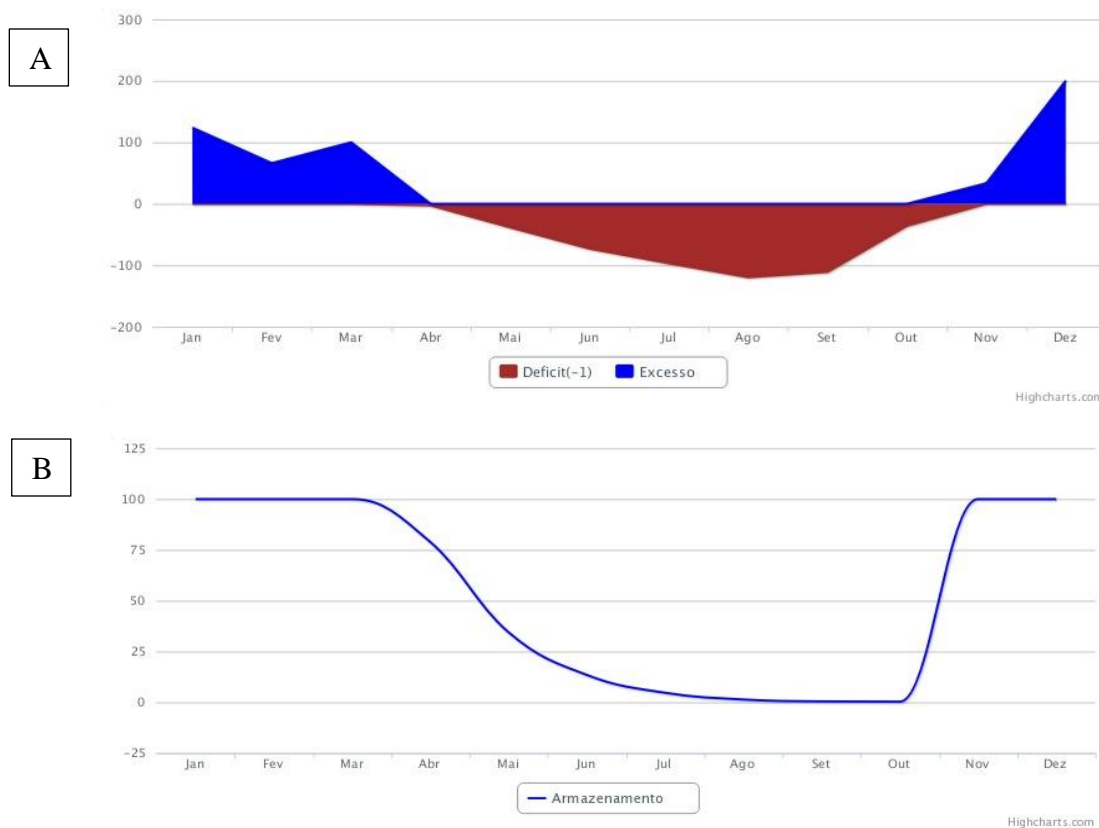


Figura 8. 2- - A) Balço Hídrico do município de Unaí evidenciando déficit hídrico de maio a outubro e superávit hídrico nos demais meses. B) Armazenamento de água no solo ao longo dos meses. Dados referentes aos anos de 1981 a 2010 da estação meteorológica

8.2. Mapa de zoneamento hidrogeológico

O zoneamento proposto neste trabalho é qualitativo com base nos aspectos geológicos (litologias e estruturas) e fisiográficos (clima, solos, relevo e vazões de drenagens superficiais). O mapa de zoneamento hidrogeológico do Projeto Unaí foi elaborado segundo a metodologia sugerida por Campos e Freitas-Silva (1999) para o Distrito Federal na qual apresenta tanto aquíferos freáticos, como profundos, em uma mesma planta cartográfica de maneira mais sintetizada através de hachuras e cores a fim de diferenciar esses dois grupos de aquíferos. As hachuras foram utilizadas para o Domínio Freático (águas subterrâneas rasas) e as cores para os domínios Fraturado e Fissuro-Cárstico (águas profundas).

Os métodos utilizados para a confecção do mapa apresentado na Figura 8. 3, em escala original 1:125.000, foram: (i) mapeamento geológico na escala 1:50000, para definição de litologias e determinação dos domínios fraturados e fissuro-cárstico e (ii) sobreposição do mapa pedológico do IBGE de escala 1:250000 para determinação do domínio freático. Além disso, no mapa estão plotados os pontos onde apresentam poços tubulares cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (CPRM) e o diagrama de roseta dos lineamentos morfoestruturais.

8.3. Classificação e Caracterização dos Aquíferos

A partir de um zoneamento hidrogeológico qualitativo, três domínios são propostos para a área do Projeto, o aquífero freático ou intergranular associado aos solos da região e foi então subdividido em dois sistemas diferentes, o aquífero fraturado associado às rochas sedimentares terrígenas e metassedimentares também subdividido em dois sistemas e um último domínio fissuro-cárstico associado principalmente a dolomitos.

8.3.1. Domínio Aquífero Freático (Intergranular)

Esse domínio está associado aos solos da região e consiste em aquíferos de porosidade primária, livres e intergranulares. São aquíferos controlados por parâmetros físicos e hidrodinâmicos, como estrutura, espessura, granulometria, condutividade hidráulica, transmissividade e coeficiente de armazenamento. Em função desses diferentes parâmetros, o domínio foi então subdividido em dois sistemas: F1 e F2.

Projeto Unai-MG – Subárea X

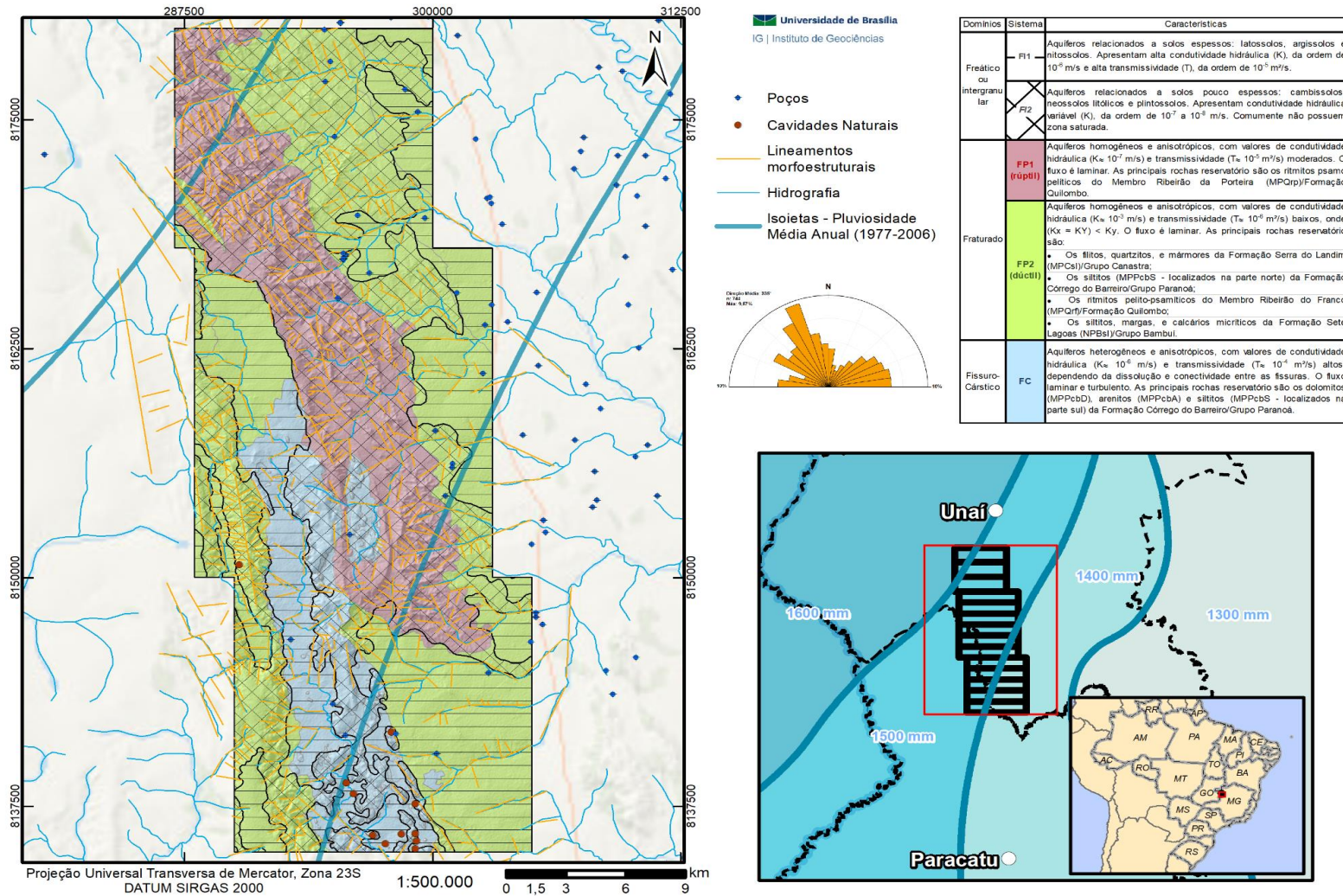


Figura 8. 3- Imagem do mapa de zoneamento hidrogeológico do Projeto Unai e informações de poços e cavidades na região (Fonte: SIAGAS e IBGE)

Sistema F1: aquíferos relacionados a solos espessos como latossolos, argissolos e nitossolos. Apresentam alta condutividade hidráulica (K), na ordem de grandeza de 10^{-6} m/s e alta transmissividade (T), na ordem de 10^{-5} m²/s. A estrutura granular em profundidades rasas confere a esse sistema uma capacidade de circulação moderada a alta em função da elevada porosidade efetiva. Esses solos são derivados dos siltitos e carbonatos do Grupo Paranoá e dos pelitos do Grupo Bambuí. São aquíferos de extrema importância, pois além de possuírem funções reservatório, recarga e filtro, apresentam função reguladora mantendo a perenidade do Ribeirão da Aldeia, principal curso superficial da região.

Sistema F2: aquíferos associados a solos pouco espessos como cambissolos, neossolos litólicos e plintossolos. Ocorrem em relevos ondulados e não apresentam estruturação. A condutividade hidráulica (K) é variável, na ordem de 10^{-7} a 10^{-8} m/s, baixa transmissividade (e comumente não apresentam zona saturada). Esses valores de condutividade indicam uma capacidade de infiltração baixa a moderada e são aquíferos que não geram zonas de recarga eficientes, mas são importantes como filtros e não são eficientes para a regularização superficial. Estão associados principalmente ao topo das serras do Grupo Canastra e do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo e, localmente, ao topo dos morros de arenitos do Grupo Paranoá.

8.3.2. Domínio Aquífero Fraturado

Esses aquíferos são caracterizados pelo fraturamento das rochas que constituem a porosidade secundária. Os lineamentos morfoestruturais apresentam direção preferencial N25°W e suas intersecções correspondem aos locais de maior concentração hídrica. Para determinar o potencial hídrico desses aquíferos deve-se conhecer a densidade, a frequência, abertura, tamanho e conectividade das fraturas. Este domínio foi dividido em dois sistemas: Fraturado Profundo 1 - FP1 e Fraturado Profundo - FP2.

Sistema Fraturado Profundo 1: trata-se de aquíferos homogêneos e anisotrópicos cujos valores de condutividade hidráulica (K) e transmissividade (T) são elevados. Apresentam fluxo laminar e as principais rochas reservatório são os ritmitos psamo-pelíticos do Membro Ribeirão da Porteira da Formação Quilombo. Ocorrem em regiões onduladas com muitos morros com padrão de drenagem bem definido e, portanto, as condições de recarga do aquífero são afetadas não apenas pelo relevo, mas pela cobertura de solo pouco espessa de baixa condutividade hidráulica associada a esses aquíferos. Desse modo, há perda de água por escoamento superficial que é direcionada para drenagens superficiais. Todavia, mesmo com os fatores que afetam a recarga desses aquíferos, estes ainda apresentam elevado potencial por estarem armazenados em

rochas de comportamento mais rúptil e, portanto, mais intensamente fraturadas e capazes de armazenar mais água.

Sistema Fraturado Profundo2: são aquíferos homogêneos e anisotrópicos com valores de condutividade hidráulica (K) e transmissividade (T) variáveis, com fluxo laminar. Como rochas reservatórios estão associados a filitos, quartzitos e mármore da Formação Serra do Landim (Grupo Canastra), siltitos da Formação Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá), ritmitos pelito-psamíticos do Membro Ribeirão do Franco (Formação Quilombo) e siltitos, margas e calcários micríticos da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí). Apesar de recobrir maior parte da área do Projeto quando comparado com o Sistema Fraturado 1 e com o Domínio Físsuro-Cárstico, esses aquíferos apresentam menor potencial hídrico em função da baixa condutividade hidráulica e transmissividade. Isso ocorre, pois, por apresentarem grande volume de rochas pelíticas, apresentam comportamento mais dúctil, com maior tendência de fechamento das fraturas com o aumento da pressão litostática. Assim, apresentam capacidade de armazenamento mais baixa uma vez que a permanência da abertura do fraturamento em profundidade é menor. Mesmo com esta limitação hidrogeológica, os moradores da região canalizam a água das nascentes de fratura, situadas na quebra da serra do Grupo Canastra uma vez que apresentam águas de excelente qualidade.

8.3.3. Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico

Consiste em aquíferos heterogêneos e anisotrópicos, com valores de condutividade hidráulica (K) e transmissividade (T) variáveis em função da dissolução cárstica e da interconexão das fissuras. Por representar um sistema aquífero com dois tipos de porosidades apresentam simultaneamente fluxo laminar e turbulento. As principais rochas reservatório são os dolomitos, arenitos e siltitos da Formação Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá). Nesse domínio ocorrem fendas de dissolução cárstica que permitem rápida recarga e circulação de água.

Apesar da relativa abundância hídrica subterrânea, estes aquíferos podem apresentar problemas relativos à qualidade das águas, que por serem enriquecidas em cálcio e magnésio são classificadas como águas duras, que podem em alguns casos apresentar sabor e características não potáveis.

8.4. Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos

O município de Unaí tem como atividade principal a produção agropecuária (Ribeiro, et al., 2018) e se destaca na produção de grãos, o que demanda grande quantidade de água para irrigação. Estas atividades requerem intenso uso e ocupação do solo, fomentando o desmatamento de vegetação nativa para plantio e pecuária o que resulta na compactação do solo em decorrência da criação de gado, o que gera aumento do escoamento superficial, prejudicando a recarga dos aquíferos. No período seco do ano, a baixa taxa pluvial e o déficit no balanço hídrico resultam em baixa taxa de recarga dos aquíferos, causando o esgotamento de águas nas drenagens.

Dessa forma, a gestão de recursos hídricos tem como objetivo aumentar a oferta de água e diminuir os impactos do aumento do uso das terras, tornando o processo sustentável ambientalmente. Desta forma, serão sugeridas propostas viáveis para gestão dos recursos hídricos na região de Unaí.

8.4.1. Construção de Novos Poços Tubulares

No município de Unaí, as captações para irrigação são majoritariamente superficiais, o que corresponde a 90% das outorgas vigentes. O recurso subterrâneo é pouco utilizado para irrigação, correspondendo somente a 10% de seu potencial para tal finalidade. Em contraponto há concentração de pivôs sem pontos de captação de água superficiais, fato que caracteriza o uso não regulamentado de outorga de captação de água subterrânea e limita o cálculo da demanda, o que dificulta o entendimento da situação real de exploração das águas subterrâneas.

Segundo consulta à plataforma SIAGAS, existem 38 poços tubulares cadastrados dentro da área do Projeto Unaí. Contudo, o cadastro dos poços é inconcluso, em sua maioria não incluem dados gerais, sobre geologia, construção do poço, além de dados de testes de bombeamento e análises químicas. Somente o poço UNA-262 (Figura 8. 4) tem dados suficientes para visualização de um perfil construtivo. A Tabela 8. 1 foi confeccionada com base nos dados de poços existentes com dados de nível estático, dinâmico e de vazão específica, a partir dos dados calculou-se a vazão de sete poços inseridos na área do projeto.

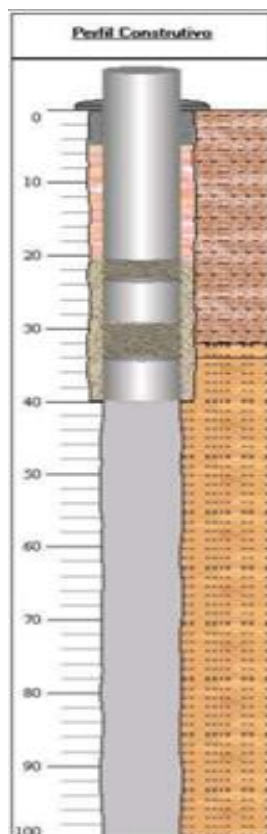


Figura 8. 4- Perfil construtivo do poço UNA-262

Tabela 8. 1- Dados de poços tubulares do Projeto Unaí

Poço	Unidade	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão específica (m ³ /h/m)	Vazão (m ³ /h)
UNA-77	Formação	11	64	0,377	19,98
UNA-78	Sete Lagoas	15	48	0,455	15,02
UNA-79	Membro Ribeirão do Franco	21	72	0,202	10,30
UNA-80		14	48	0,706	24,00
UNA-262		27	50	0,217	4,99
UNAI-08		11,54	28,14	1,033	17,15
UNAI-09		12,1	24,95	1,696	21,82

8.4.2. Aplicação de Técnicas de Recarga Artificial

A recarga artificial é usada para aumentar a disponibilidade de água dos aquíferos, minimizando os efeitos da compactação dos solos e do aumento da interceptação artificial. O sistema sugerido seria o de caixa de recarga (Figura 8. 5). Neste caso, a captação de água das chuvas é realizada através de calhas instaladas nos telhados de edificações e que através de tubos PVC são direcionadas para as caixas de infiltração. Estas estruturas devem ser cilíndricas, de

dimensões de 2,5 metros de profundidade e 1 metro de diâmetro, preenchidas com cascalho lavado, médio a grosso. O sistema consiste na infiltração lateral nas interfaces dos horizontes de solo, além da infiltração vertical em zonas de contatos de fraturas abertas e nas camadas de saprolitos e solos. A Tabela 8. 2 traz as condicionantes para uso deste sistema de recarga artificial.

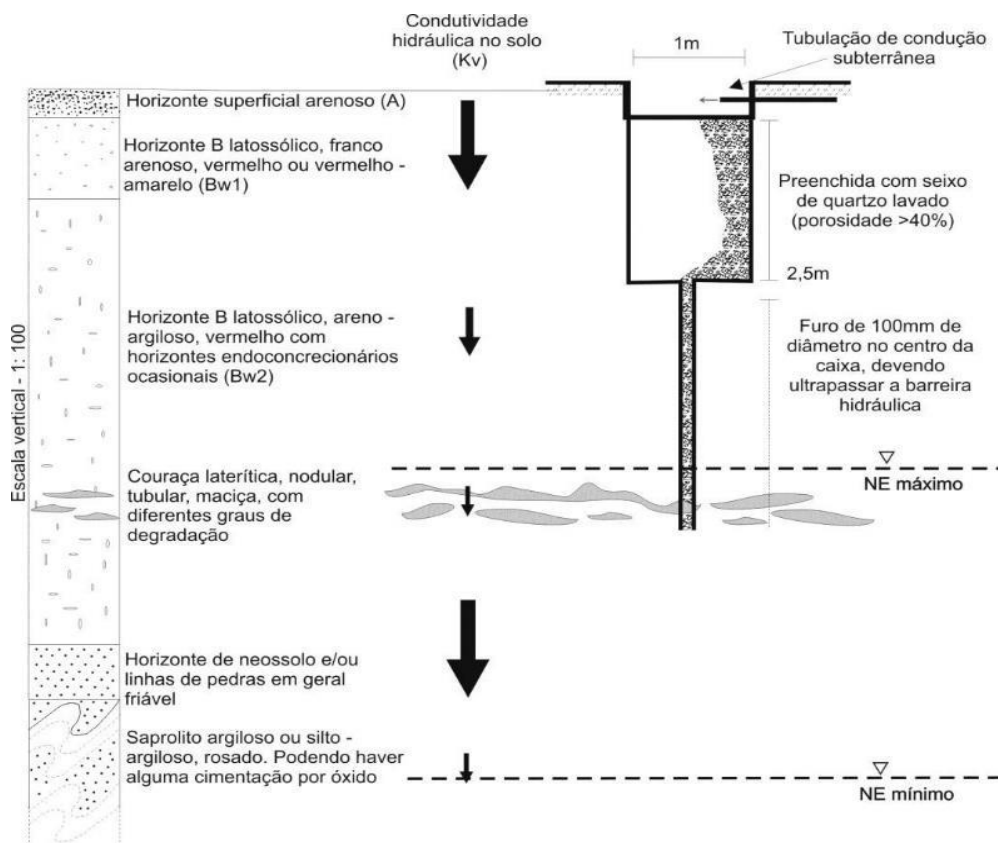


Figura 8. 5- - Projeto padrão de recarga artificial do sistema indireto utilizando caixa de recarga (Cadamuro & Campos, 2005)

Tabela 8. 2- Requisitos para recarga artificial do sistema indireto utilizando caixa de recarga (Cadamuro & Campos, 2005)

Tipo de sistema	Tipo de Solo	Tipo de Relevo	Profundidade do Nível D'água	Dimensão da Cobertura	Distância Mínima de Edificações
Caixa de Recarga	Solos espessos e permeáveis (latossolos, argissolo ou nitossolos)	Relevo plano a suave ondulado (declividade menor que 4%)	Mais profundos que 6 metros	Coberturas de no máximo 200 m ²	3 metros de qualquer edificação

8.4.3. Isolamento Sanitário dos Poços Existentes

Em algumas subáreas do projeto foram identificados poços sem o devido isolamento

sanitário, ou seja, poços sem vedação e com áreas de proteção de captação não isoladas, o que pode culminar na contaminação do aquífero.

Dessa forma, se faz necessária a implementação do isolamento sanitário, a fim de impedir que possíveis contaminantes superficiais alcancem ao aquífero. A vedação do poço pode ser feita com cimento nos arredores da perfuração, envolvendo o tubo de revestimento, e para isolamento das áreas de captação podem ser usadas cercas de proteção de ferro ou madeira com o objetivo de evitar que o poço seja depredado e conseqüentemente exposto a possíveis agentes contaminantes.

8.4.4. Construção de “Barraginhas”

As barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo em formato de meia lua, com diâmetro de aproximadamente 20 metros e com profundidade média de 1,8 metro. São construídas à frente de enxurradas perceptíveis nas lavouras e pastagens, instaladas de forma dispersa pela propriedade de acordo com a topografia local (Figura 8. 6), de modo que cada uma retenha a água da enxurrada, impedindo as erosões e formação de voçorocas. O custo do investimento para sua construção é baixo, o que torna o método uma alternativa barata e rápida. Além de evitar a erosão este sistema resulta em aumento de infiltração e recarga dos aquíferos.

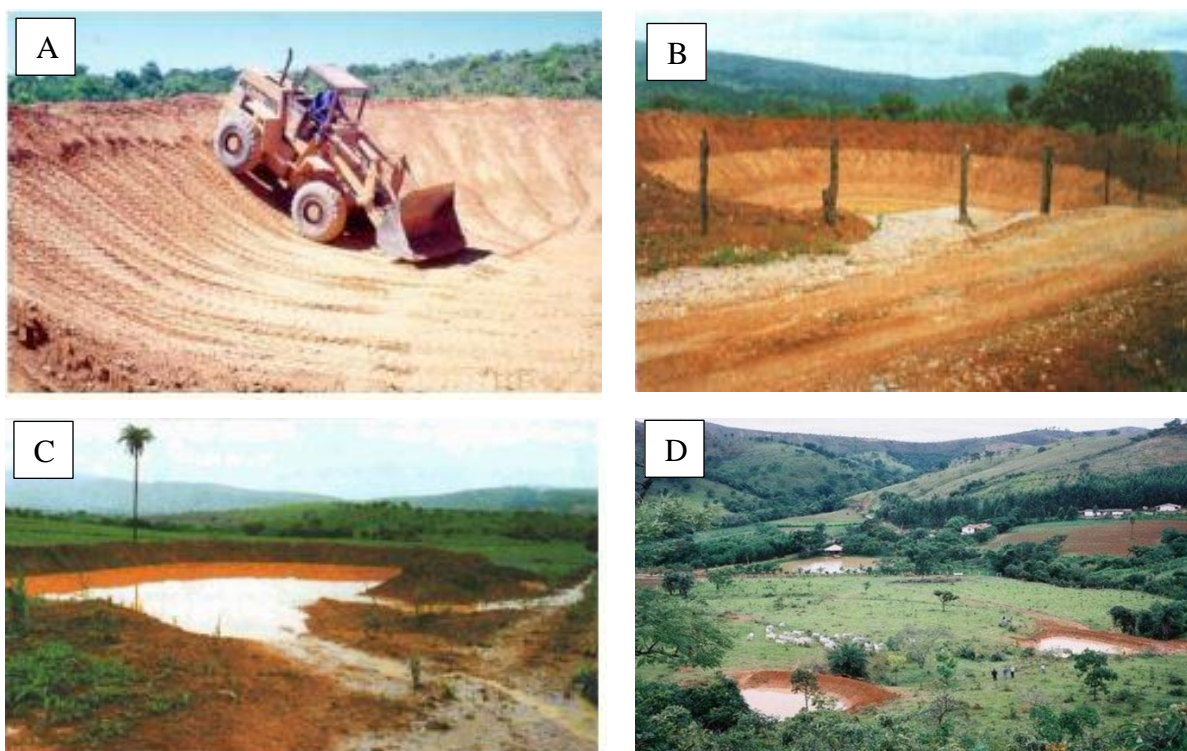


Figura 8. 6- A) Barraginha em construção B) Barraginha construída sem água C) Barraginha com água da chuva colhida (Barroso 2012) D) Barraginhas dispersas (distribuídas).

O sistema consegue aproveitar de forma efetiva as águas das chuvas irregulares e intensas. A água confinada no sistema infiltra-se no sentido horizontal e vertical, o que forma uma franja úmida, que recarrega o lençol freático e culmina no abastecimento de mananciais, cacimbas e córregos. Nas adjacências das barraginhas o solo será umedecido assim como nas baixadas, o que propicia condições favoráveis à agricultura.

8.5. Considerações Finais

Por meio da análise da hidrogeologia a partir de uma perspectiva regional, é possível definir que o sistema F1 do Domínio Freático apresenta o maior potencial hídrico e revela grande importância para a manutenção da perenidade dos cursos superficiais da região. Além da grande potencialidade, estão localizados em regiões mais rebaixadas, cujo relevo é mais aplainado e, em função disso, apresentam maior densidade de ocupações rurais, portanto, atende maior número de pessoas. O sistema FP1 do Domínio Fraturado Profundo, apesar de apresentar potencial favorável, está localizado em regiões de relevo muito ondulado e acidentado, com serras que dificultam a ocupação rural. O sistema FP2 do Domínio Fraturado Profundo apresenta potencial hídrico menor do que os anteriores, mas ainda assim é usado para exploração de água por parte da comunidade local, pois fornece água de boa qualidade. O Domínio Fissuro-Cárstico, por sua vez, pode apresentar vazões anômalas e variáveis em função da irregularidade de suas cavidades oriundas de dissolução. Além disso, em função também dessa dissolução, a água pode apresentar valores de íons de Ca^{2+} e Mg^{2+} acima do padrão apropriado para o consumo humano, mas ainda útil para a agricultura.

A principal forma de captação de água na região é por meio de poços tubulares e rasos localizados, em sua grande maioria, no sistema F1 do Domínio Freático e no sistema FP2 do Domínio Fraturado. A maioria desses poços não está cadastrada no sistema SIAGAS (CPRM) o que dificulta o acesso aos dados de vazão, nível estático e dinâmico, por exemplo.

A atividade agropecuária na zona rural do município de Unaí promove a retirada da cobertura vegetal, compactação e impermeabilização dos solos de modo que a recarga pode não ser suficiente para repor o aquífero, acarretando assim, em sobreexploração das águas subterrâneas. Durante o trabalho de mapeamento na Subárea X, foram observados poços não cadastrados no SIAGAS, assim como poços sem o devido isolamento sanitário, situação extremamente preocupante em se tratando de vulnerabilidade à contaminação. Além disso, muitas drenagens secas encontravam-se sujas, com entulhos e árvores desbarrancadas. O cenário geral é preocupante, uma vez que a região apresenta água em bom estado, contudo, sem uma gestão eficaz, visando à proteção ambiental tanto dos cursos d'água superficiais quanto das

águas subterrâneas, poderão ocorrer problemas de desabastecimento no futuro.

Portanto, percebe-se a necessidade de avanços no que tange à gestão dos recursos hídricos na região, a fim de garantir a qualidade e disponibilidade de água na zona rural do município de Unaí.

A síntese sobre os aquíferos da região estudada é apresentada na Tabela 9. 1.

Tabela 8. 3- Síntese sobre o conhecimento dos aquíferos definidos na área do Projeto Unaí.

Domínio/Sistema		Solos/Rochas	K^t ($m.s^{-1}$)	Outras Características
<i>Domínio Freático ou Intergranular</i>				
Sistema Freático 1	F1	Latossolos e argisolos/nitossolos	10^{-6}	Estrutura granular e alta porosidade efetiva
Sistema Freático 2	F2	Cambissolos, neossolos litólicos e plintossolos	10^{-7} a 10^{-8}	Sem estruturação
<i>Domínio Fraturado</i>				
Sistema Fraturado Profundo 1	FP1	Ritmitos pasamo pelíticos	$\approx 10^{-7}$	Homogêneos e anisotrópicos
Sistema Fraturado Profundo 2	FP2	Filitos, quartzitos, mámoreos, Siltitos, margas e calcários micríticos	$\approx 10^{-3}$	Homogêneos e anisotrópicos
<i>Domínio Fissuro-Cárstico</i>				
Sistema Fissuro-Cárstico	FC	Dolomitos, arenitos e siltitos	$\approx 10^{-6}$	Heterogêneos e anisotrópicos

9. Conclusões e Recomendações

Considerando que o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um projeto de cartografia geológica em escala 1:50000, propõe-se um maior detalhamento e mudanças no que diz respeito à base preexistente da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) (Figura 9. 1). No que tange a estruturação geral das unidades, em relação aos contatos geológicos e estruturas principais, é possível perceber poucas diferenças entre o mapa confeccionado e o mapa da CPRM, todavia, o detalhamento e a definição das unidades mapeadas divergem em alguns aspectos. Segundo o mapa da CPRM (2015), na escala 1:100000, ocorrem na região unidades pertencentes predominantemente ao Grupo Vazante, sendo elas: (i) Formação Serra da Lapa; (ii) Formação Serra do Poço Verde; (iii) Formação Serra do Garrote, e demais rochas aflorantes pertencentes à Formação Serra de Santa Helena do Grupo Bambuí. Todavia, na área de estudo, mapeada na escala de 1:50000, as rochas encontradas revelam outro padrão de empilhamento o qual difere das rochas do Grupo Vazante, desse modo, outras nomenclaturas foram adotadas (Tabela 9. 1).

A unidade definida no mapa da CPRM como Formação Serra da Lapa foi caracterizada no atual projeto como Formação Serra do Landim, pertencente ao Grupo Canastra. Foram mapeados filitos, filitos carbonosos e mármores metamorfizados em fácies xisto verde baixo (zona da clorita) enquanto a Serra da Lapa é descrita como ardósias carbonatadas com lentes de dolomito (Madalosso e Vale., 1978; Madalosso., 1980). Para tanto, foi decidido que as rochas encontradas se encaixam melhor na definição do Grupo Canastra.

No mapa da CPRM é incluída a Formação Serra do Poço Verde do Grupo Vazante, a qual o Projeto Unaí denominou como Formação Córrego do Barreiro do Grupo Paranoá. Apesar das semelhanças entre as rochas encontradas com as rochas do Grupo Vazante, as litofácies são melhor correlacionáveis à seção tipo do Formação Córrego do Barreiro descritas por Campos (2013). Foram encontrados espessos pacotes de siltito, margas, dolomitos e quantidades expressivas de pacotes de arenito chegando até a níveis conglomeráticos. No Grupo Vazante, apesar de ocorrer litologias semelhantes, os pacotes de areia são poucos ou quase inexistentes. Além disso, os carbonatos do Grupo apresentam fácies lateralmente contínuas, com importantes mineralizações de metais, contrariamente ao observado na área de estudo. Desse modo, esse conjunto de rochas foi incluído no topo do Grupo Paranoá o qual pode ser cronocorrelato ao Grupo Vazante, sendo ambas as unidades representativas de plataformas mistas com forte controle paleogeográfico.

No mapa da CRPM (2015) o que foi diferenciado como Formação Serra do Garrote e unidades de posicionamento indefinido, neste trabalho correspondem a Formação Quilombo proposta por Moura (2018) e Campos et al, (2021), uma vez que foram descritas evidências de

uma sequência turbidítica particular, com intercalações psamo-pelíticas intensamente dobradas sob condições anquimetamórficas, características que não se enquadram no contexto tectônico do Grupo vazante.

No que tange ao Grupo Bambuí, ambos os mapas contêm essa unidade, entretanto, as formações escolhidas diferem. A CPRM caracterizou a unidade como Formação Serra de Santa Helena, mas, em função dos carbonatos e margas encontrados, notou-se que o pacote de rochas é mais compatível com a Formação Sete Lagoas.

Tabela 9. 1- Tabela comparativa entre as unidades litoestratigráficas propostas pela CPRM (2015) e pelo Projeto Unaí

CPRM (2015)	Projeto Unaí
Membro Serra do Andrequicé da Formação Serra do Garrote (Grupo Vazante)	Membro Ribeirão da Porteira Formação Quilombo
Unidade B com posicionamento indefinido (Grupo Vazante)	Membro Ribeirão do Franco Formação Quilombo
Fm. Serra do Poço Verde e Membro Sumidouro da Fm. Serra do Garrote (Grupo Vazante)	Fm. Córrego do Barreiro (Grupo Paranoá)
Formação Serra da Lapa (Grupo Vazante)	Formação Serra do Landim (Grupo Canastra)
Fm. Serra da Santa Helena (Grupo Bambuí) e Unidade A com posicionamento indefinido (Grupo Vazante)	Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí)

Projeto Unaí-MG – Subárea X

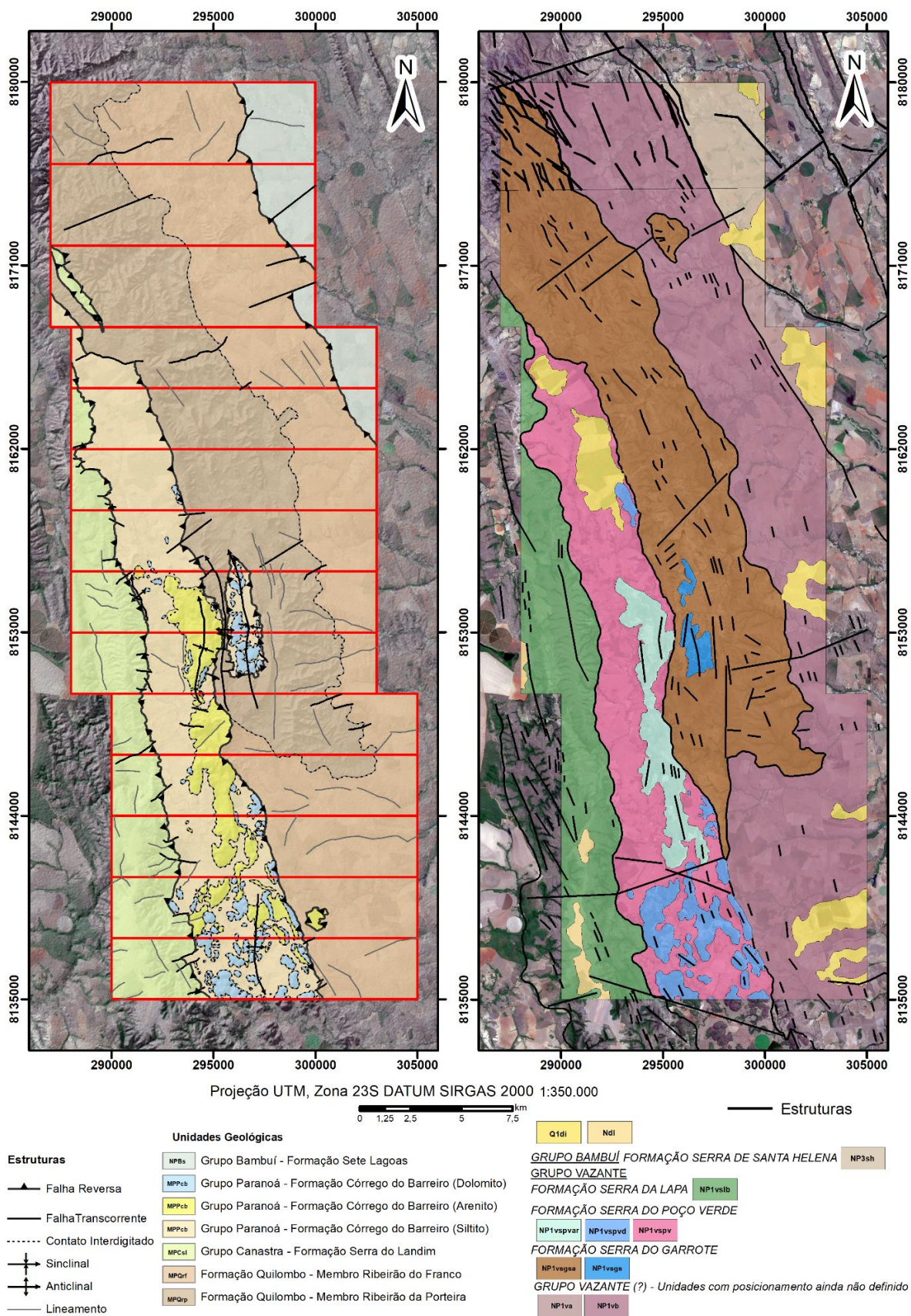


Figura 9. 1- Comparação entre o mapa gerado pelo Projeto Unaí-MG (esquerda) com o mapa confeccionado pela CPRM (2015) (direita)

Em termos de aspectos estruturais, apesar dos mapas estarem alinhados, o mapa do Projeto Unaí-MG apresenta maiores detalhes e está mais condizente com o contexto tectônico geral ao qual a região foi submetida. Isso é perceptível a partir das representações de dobras regionais, falhas de rasgamento, de empurrão e reversas, elementos os quais não estão bem individualizados no que se refere a simbologia no mapa da CPRM (Figura 9. 1).

A partir da geofísica e sensoriamento remoto foi possível fazer uma definição prévia do que seria encontrado durante o mapeamento por meio de mapas fotointerpretados, imagens de satélite, produtos mag e gamaespectrométricos. Entretanto, os produtos geofísicos não auxiliaram de maneira efetiva para definição de unidades, uma vez que se trata de uma região predominantemente sedimentar e com muita pedogênese, desse modo, apresentam baixo contraste nos produtos gerados.

A partir da descrição petrográfica de detalhe, as rochas da Formação Quilombo foram divididas em seis fácies as quais foram agrupadas em quatro associações de fácies caracterizando um sistema turbidítico sedimentado em um ambiente marinho profundo. Já a Formação Córrego do Barreiro foi separada em oito fácies e três associações de fácies as quais definem um ambiente de plataforma mista com sedimentos tanto terrígenos quanto carbonáticos e um aporte de sedimentos característicos de ambiente fluvial.

No que tange a evolução geológica da região pode-se dizer que se deu início com o rifteamento durante a tafrogênese Estateriana a qual deformou as rochas do embasamento cristalino Paleoproterozoico e abriu a acomodação para a deposição das rochas do Grupo Araí. Em seguida, em uma fase SAG desse rifte durante o período Calimiano, deu-se início a deposição do Grupo Traíras a partir da subsidência térmica das rochas subjacentes. Também em um contexto de bacia do tipo SAG foram depositadas as rochas da Formação Quilombo e Grupo Paranoá. Todo o pacote de rochas depositadas foi submetido à orogênese brasiliana durante o Neoproterozoico. Esse evento característico de uma tectônica compressiva do tipo *thin-skinned* desenvolveu uma bacia do tipo *foreland* na qual o Grupo Bambuí foi depositado. Ainda sobre essa tectônica, pode-se dizer que foi responsável pela geração de falhas de empurrão e falhas reversas de baixo ângulo. Associado a esse contexto deformacional, pode-se dizer que as rochas do Grupo Paranoá, Formação Quilombo e Grupo Bambuí foram metamorfizadas sob condições de anquimetamorfismo uma vez que ainda preservam as características sedimentares da litologia. Por outro lado, o Grupo Canastra atingiu condições de metamorfismo em fácies xisto verde, zona da clorita.

9.1. Recomendações

Primeiramente, sugere-se que seja realizado um maior detalhamento no que tange a evolução da fase intracratônica por meio de poços e sísmica 2D de maior detalhe, uma vez que a linha sísmica utilizada é de escala regional, não permitindo a apreciação detalhada das unidades. Dessa forma, seria possível identificar se trata-se de sucessões de bacias intracratônicas ou de margens passivas.

A Formação Quilombo foi definida como sedimentos depositados em ambiente marinho profundo durante a subsidência termal na fase SAG do rifte Araí. Em contrapartida, sabe-se que a fase SAG forma, no geral, depósitos marinhos mais rasos e para a sedimentação da Formação Quilombo seria necessária uma taxa de subsidência elevada a ponto de formar ambientes mais profundos. Para conclusões mais precisas em relação ao contexto de deposição é recomendado que sejam realizados estudos mais detalhados em relação à estratigrafia desta unidade. Além disso, seria interessante fazer datações absolutas por meio de U-Pb em zircões detríticos de afloramentos diferentes dos escolhidos por Moura (2018) a fim de determinar com mais destreza a idade desta unidade estratigráfica. A esse respeito também se faz necessário maior volume de datações e análises químicas das rochas vulcânicas.

A partir do exposto, é possível perceber que ainda existem divergências acerca da definição das bacias nas quais as rochas do projeto foram depositadas. O Grupo Paranoá, considerado anteriormente como de margem passiva, não apresenta evidências suficientes para tal definição. Em função disso, foi considerado uma deposição sob condições em bacia do tipo rifte-sag sem evolução para uma margem passiva. Todavia, para uma melhor definição do ambiente deposicional, sugere-se um mapeamento de maior detalhe abrangendo outras áreas em que essa unidade aflora.

Sugere-se ainda que sejam realizados estudos gravimétricos a fim de definir a distribuição lateral e comportamento do embasamento que ocorre em grandes profundidades sob a pilha de sedimentos e ainda assim aflora a norte da área de estudo através de janelas estruturais. Por meio do método, é possível localizar altos do embasamento e definir se as janelas encontradas por Moura (2018) ocorrem de fato em blocos elevados desse embasamento.

Assim, é necessário um maior detalhamento utilizando mapeamento, descrições estratigráficas e geologia estrutural em regiões adjacentes. Associado a isso, a execução de datações a fim de pormenorizar os eventos tectônicos e os ambientes de deposição associados a eles. Ademais, todas essas informações relacionadas a geofísica de profundidade (gravimetria e sísmica) permitirão uma melhor caracterização da evolução tectono-sedimentar, além da

contribuição para o avanço de estudos do ponto de vista das potencialidades geoeconômicas associadas a região.

Apesar de todas as conclusões, muitas delas foram feitas com base na associação dos dados obtidos em campo com conhecimentos prévios acerca de bacias, sedimentologia e estudos da geologia regional. Faz-se necessário mais estudos detalhados e obtenção de mais dados a fim de quantificar e tornar a interpretação do contexto de deposição e eventos tectônicos mais minuciosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, B. S. Geoquímica dos filitos carbonosos do depósito Morro do Ouro, Paracatu, Minas Gerais. 2009.

Alkmim, F.F., Martins-Neto, M.A., 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. *Mar. Petrol. Geol.* 33, 127–139.

Alvarenga, C. J. S. et al. 2011 Stratigraphy of the western edge of the São Francisco Basin. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 20, n. 1–2.

Araújo Filho, J. O. 2000. The Pirineus Syntaxis: an Example of the Intersection of Two Brasiliano Fold-Thrust Belts in Central Brazil and Its Implications for the Tectonic Evolution of Western Gondwana. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 144–148.

Barbosa, O. et al. 1978. Considerações sobre a geologia pré-cambriana da Região Sudeste e parte da Região Centro Oeste do Brasil. In: *Reunião Preparatória para o Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas marginais* Salvador Sociedade Brasileira de Geologia.

Barroso, R. H. G.; Araújo Filho, J. O. & Guimarães, E. M. 2017 Estudo Petrográfico e Microtectônico dos Grupos Paranoá e Canastra, Norte do DF e entorno. XVI Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos . Salvador, Bahia, Brasil: [s. n.], p. 22–25.

Botelho, N.F.; Fuck, R.A.; Dantas, E.L.; Laux, J.H.; Junges, S.L. (2006). The Paleoproterozoic peraluminous Aurumina granite suite, Goiás and Tocantins, Brazil: geological, whole rock geochemistry and U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. In: Alkmin, F.F. & Noce, C.M. *The Paleoproterozoic record of the São Francisco Craton, Ouro Preto, Brasil, Field Guide and Abstracts*, pp. 92.

Boujo, A., Trompette, R., Flicoteaux, R., Melfi, A. J., Affaton, P., Bloy, A., Monteiro, M. D., Oliveira, J. J., Magat, P. (1994). Fosfatos sedimentares marinhos de proterozoico médio e superior e do cambriano da África e do Brasil: geologia, mineralogia, geoquímica e importância econômica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(3), 293-318. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_35-36/41850.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

Camaduro, A.L.M. & Campos, J.E.G. 2005. Recarga Artificial de Aquíferos Fraturados no Distrito Federal: uma Ferramenta para a Gestão dos Recursos Hídricos. *Revista Brasileira de Geociências*. 35(1):89-98

Campos, J. E. G. 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, n. 103226, 2021.

Campos, J. E. G. 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. E. G. et al. 2021. Discovery of Precambrian deep-water turbidites and submarine volcanism in the Brasília Belt, Central Brazil: The Quilombo Formation. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 108, n. 103226.

Campos, J.E.G.; Monteiro, C.F.; Rodrigues, L.N. 2006. Geologia e zoneamento hidrogeológico da bacia do Rio Preto, DF/GO/MG. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E).

Campos, J.E.G. & Freitas-Silva, F.H. 1999. Arcabouço hidrogeológico do Distrito Federal. In: XII Simp. Geol. Centro-Oeste. Boletim de Resumos. Brasília. 113p.

Costa, M. . & Branco, J. J. 1961 Roteiro da excursão Belo HorizonteBrasília-Belo Horizonte. Inst. Pesq. Radioativas/UFMG. Publicação 5Contribuição ao XIV Congr. Bras. Geol.

Dardenne, M.A . et al. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Vazante no contexto da Faixa de Dobramentos Brasília. Belo Horizonte: In: SBG, XXXX Congresso Brasileiro de Geologia, 1998

Dardenne, M. A., Freitas-Silva, F. H., Nogueira, G. M. S., Souza, J. F. C. (1997). Depósitos de fosfato de Rocinha e Lagamar, Minas Gerais. In: C. Schobbenhaus, E. T. Queiroz, C. E. S. Coelho (Coords.) Principais Depósitos Minerais do Brasil (v. 4C, p. 113-122). DNPM-CPRM.

Dardenne, M. A. 2000.The Brasília Fold Belt In: Cordani U.G.; Milani E.J.; Thomaz Filho A.; Campos D.A. (Edit.). *Tectonic Evolution of South America*, v. 263, p. 231- 263 XXXI International Geological Congres.

Freitas-Silva F. H. & Dardenne, M. A. 1994. Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO OESTE., 4. Brasília, Anais, SBG-DF/CO, p.164-165.

Freitas-Silva F. H. & Campos, J. E. G. 1998 Geologia do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal SEMARH.

Fonseca M.A., Dardenne M.A. & Uhlein A. 1995. Faixa Brasília, Setor Setentrional: estilos

estruturais e arcabouço tectônico. *Revista Brasileira de Geociências* 25(4):267-278.

Freitas-Silva F. H. & Dardenne, M. A. 1991 Lithostructural control of the Morro do Ouro gold deposit, Paracatu, Minas Gerais. Ladeira E.A. (ed.). *Proceedings of Brazil Gold'9*

Fuck, R. A. 1994. A Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins. IV Simpósio de Geologia do Centro-Oeste.

Fuck, R.A. Pimentel, M.M. Soares J.E., Dantas, E. L. 2005. Compartimentação da Faixa Brasília. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Goiânia. Anais. p.26-27.

Fuck, R.A. Pimentel, M.M. Soares J.E., Dantas, E. L. 2005. Compartimentação da Faixa Brasília. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Goiânia. Anais. p.26-27

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). [s.l.] Universidade de Brasília.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2021. Banco de dados Meteorológicos. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 16 de agosto de 2021.

Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. 1992. Normas Climatológicas (1961/1990). Brasília – DF.

Jost, H., Dussin, I. A., Chemale Jr, F., Tassinari, C.C.G., Junges, S.L. 2008. U-Pb and Sm-Nd constraints for the Paleoproterozoic age of the metasedimentary sequences of the Goiás Archean greenstone belts. In: VI South American Symposium on Isotope Geology, San Carlos de Bariloche. *Proceedings of the VI South American Symposium on Isotope Geology*, p. 1-4.

Krause O. 2014. Refractory Ceramics. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Electronic Release, Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 35, p. 1-59. doi: 10.1002/14356007.a23_001.pub2

Laranjeira, N. P. F. 1992. Geologia do Grupo Paranoá na região de Unaí: uma plataforma sliociclástica-carbonática no Proterozóico de Minas Gerais. [s.l.] Universidade de Brasília.

Lima, O. N. B. 2005 Grupo Bambuí: Estratigrafia regional no Alto Rio São Francisco e geologia dos depósitos fosfáticos da Serra da Saudade. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais.

Lima, S. A. 1997 Fácies, ambiente deposicional e aspectos diagenéticos das rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas na região norte de Minas Gerais, Bacia do São Francisco.

[s.l.] Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto

Lima O.N.B. 2005. Grupo Bambuí: Estratigrafia regional no Alto Rio São Francisco e geologia dos depósitos fosfáticos da Serra da Saudade - MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 142 p.

Lima S.A.A. 1997. Fácies, ambiente deposicional e aspectos diagenéticos das rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas na região norte de Minas Gerais, Bacia do São Francisco. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 121 p.

Machado, J.L.F. 2005. Compartimentação Espacial e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul. 2005. 237 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS

Madalosso, A.& Valle, C. R. 1978 . Considerações sobre a estratigrafia e sedimentologia do Grupo Bambuí na região de Paracatu-Morro Agudo (MG). Recife: SBG, 30 Cong. Bras. Geol.

Martins-Ferreira, M.A.; Chemale, F.; Dias, A.N.C.; Campos, J.E.G. (2017). Proterozoic intracontinental basin succession in the São Francisco Craton western margin constrained by detrital zircon geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*.

Martins-Ferreira, M. A. C. 2018 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.

Martins Ferreira, M. A. C.; Campos, J. E. G. & Alvarenga, C. J. S. 2013 A Formação Jequitáí na região de Vila Boa, GO: exemplo de sedimentação por geleiras terminais no Neoproterozóico. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43, n. 2, p. 373–384.

Martins, F. B.; Gonzaga, G.; Santos, D. F. & Reboita, M. S. 2018 Classificação Climática de Koppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário Atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol. 22, p. 149–164.

Monteiro, C. F. & Campos, J. E. G. 2006. Zoneamento hidrogeológico da bacia do Rio Preto – DF/MG/GO. Relatório final de PIBIC/UnB/CNPq.

Monteiro, C.F. 2009. Fosforitos do Grupo Bambuí na região de Campos Belos (GO)/Arraias (TO), na borda oeste do Cráton São Francisco. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado.

Moura, F.G & Campos, J.E.G. 2017. Petrografia, geoquímica e geocronologia das rochas do embasamento cristalino da região de Unaí-MG. Anais do Simpósio de Geologia do Sudeste (Geosudeste). Diamantina-MG. Brasil.

Moura, F.G. & Campos, J.E.G. Characterization and geological significance of the crystalline basement occurrence in the central zone of the Brasília Fold Belt. (Submetido à JBG - Brazilian Journal of Geology).

Moura, F.G., Martins-Ferreira M.A.C., Campos, J.E.G. 2016. Petrografia e caracterização geoquímica preliminar de rochas vulcânicas do topo do Grupo Vazante. 48º Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre - RS, Brasil, Volume:1.

Moura, F. D. G. 2018. Geologia Do Grupo Quilombo E Seu Embasamento Cristalino Na Região De Unaí-MG. [s.l.] Universidade de Brasília.

Miall, A. D., 1999. In defense of facies classifications and models. *Journal Sedimentary Research*, v.69, p. 2-5

Miall, A.D. (1977) A review of the braided-rivers depositional environment. *Earth Science Review*, 13(1):1-62

Mutti, E. 1992. In *Turbidite sandstones* (pp. 275). Milan, Italy: Agip Special publication.

Mutti, E. *Turbidite sandstones: Milan. Italy, Agip special publication, 1992.* MUTTI, Emiliano et al. Deltaic, mixed and turbidite sedimentation of ancient foreland basins. *Marine and Petroleum Geology*, v. 20, n. 6-8, p. 733-755, 2003.

Naime, U. J.; Motta, P. E. F. da; Silva, D. C. da; Simão, M. L. R.; Santos, A. J. R. 2014. Avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões Paracatu e Unaí - Minas Gerais Solos e avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões Paracatu e Unaí - Minas Gerais. Belo Horizonte.

Nogueira, G. M. 1993. Enquadramento litoestratigráfico, sedimentologia e evolução geoquímica do Depósito Fosfático de Lagamar, MG - Formação Vazante – Proterozóico Médio. [s.l.] Universidade de Brasília.

Pereira, L. F. 1992. Relações tectono-estratigráficas entre as unidades Canastra e Ibiá na região de Coromandel, MG. [s.l.] Universidade de Brasília.

Pimentel, M. M. et al. The basement of the Brasília fold belt and the Goiás magmatic arc. *Tectonic Evolution of South America*, v. 31, p. 195–229, 2000.

Pimentel, M. M. 2016. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: A geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal of Geology*, v. 46, n. June, p. 67–82.

Ramsay J.G. 1967. *Folding and fracturing of rocks*. New York, McGraw-Hill. 567p.

Reis, H. L. S.; Alkimim F. F. 2015. Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: The Três Marias salient, São Francisco basin, Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, v. 66, p. 711–731.

Rodrigues, J. B. 2008. Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí – Um estudo de zircões detríticos e Idades Modelo Sm-Nd. [s.l.] Universidade de Brasília.

Seraine, M., Campos, J.E.G., Martins-Ferreira, M.A.C., de Alvarenga, C.J.S., Chemale Jr, F., Angelo, T.V. and Spencer, C., 2021. Multi-dimensional scaling of detrital zircon geochronology constrains basin evolution of the late Mesoproterozoic Paranoá Group, central Brazil. *Precambrian Research*, 365, p.106381.

Seraine, M. et al. 2020. Tectonic significance of abrupt immature sedimentation in a shallow cratonic margin basin: The Arkose Level, Mesoproterozoic Paranoá Group. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 97, n. October 2019, p. 102397.

Siagas - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

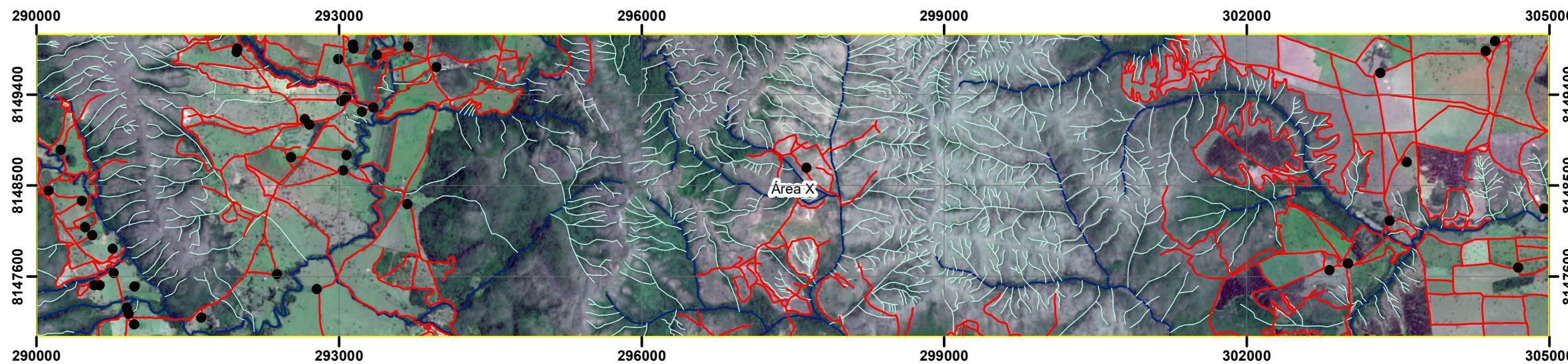
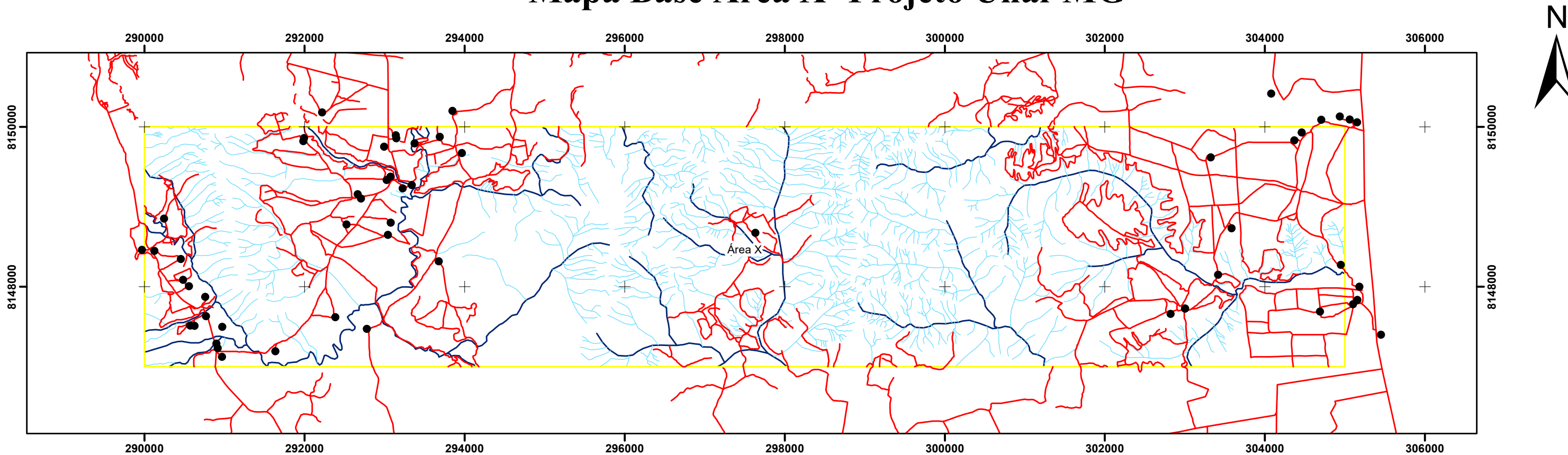
Uhlein, A., Marques, C. S. S., Uhlein, G. J. (2018). Fertilizantes provenientes de depósitos sedimentares de fosfato e de potássio pré-cambrianos. In: A. C. PedrosaSoares, E. Voll, E. C. Cunha (Coords.). *Recursos Minerais de Minas Gerais On Line: Síntese do conhecimento sobre as riquezas minerais, história geológica, e meio ambiente e mineração de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE). Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/substancias-minerais/fertilizantesprovenientes-de-depositos-sedimentares-de-fosfato-epotassio-pre-cambrianos>.

UHL, A. et al. 2012. Tectônica Da Faixa De Dobramentos Brasília – Setores Setentrional E Meridional. *Geonomos*, v. 20, n. 2, p. 1–14.

Valeriano, C. M. et al. 2008. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. *Geological Society Special Publication*, v. 294, p. 197–210.

Tanizaki, M.L.N.; Campos, J.E.G.; Dardenne, M.A. (2015). Stratigraphy of the Araí Group: record of Paleoproterozoic rifting in Central Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 45(1), 95-108.

Mapa Base Área X- Projeto Unaí-MG



Legenda

- Localidades
- Vias de Acesso_TF20
- Subárea X

Sistema de Drenagem

Classe

- Primárias
- Secundárias

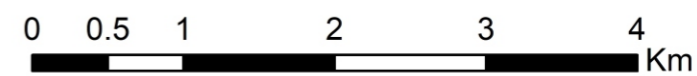
Projeção Universal Transversa de Mercator, Zona 23 S
Datum SIRGAS 2000



Elementos Fotogeológicos - Subárea X

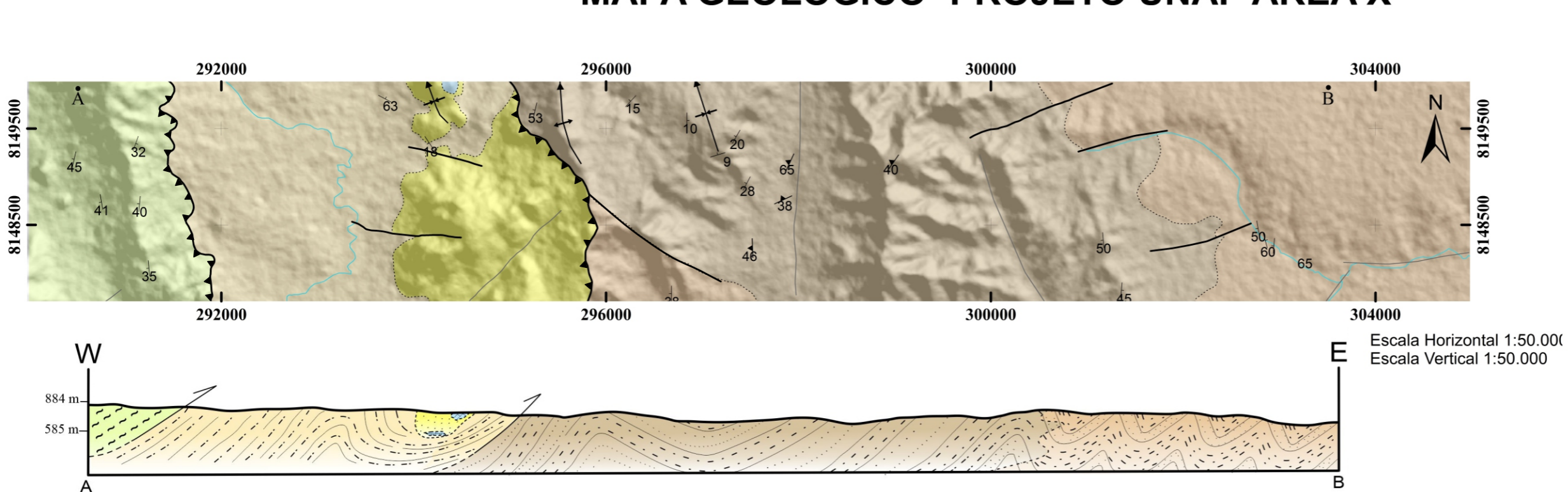


UTM - Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - ZONA 23S

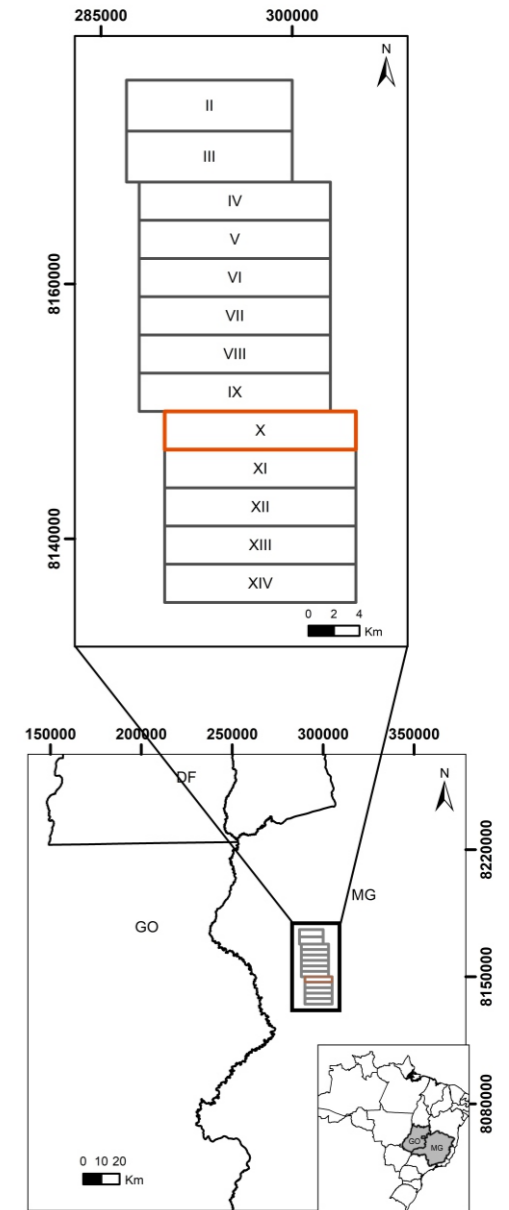


- | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| — Lineações em série | □ Zona Homóloga 1 | □ Zona Homóloga 5 |
| — Lineações em feixe | □ Zona Homóloga 2 | □ Zona Homóloga 6 |
| — Alinhamentos | □ Zona Homóloga 3 | □ Zona Homóloga 7 |
| - - - - - Quebras positivas | □ Zona Homóloga 4 | □ Zona Homóloga 8 |
| — Quebras negativas | | |

MAPA GEOLÓGICO- PROJETO UNAÍ- ÁREA X



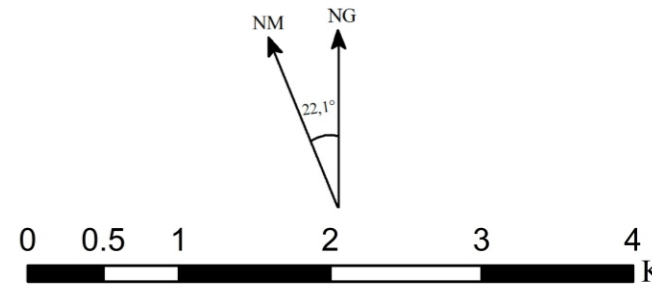
Escala Horizontal 1:50.000
Escala Vertical 1:50.000



Mapa Geológico 1:50.000
Trabalho Final de Graduação - 2020
Projeto Unaí
ÁREA X

Projeção Transversa de Mercator, Zona 23S
Datum Horizontal: SIRGAS 2000

Coordenador: José Eloi Guimarães Campos
Autoras: Ana Flávia Romanholli de Pádua
Linda Beatriz da Silva Sales



UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

MESOPROTEROZOICO

Esteniano

Grupo Paranoá- Formação Córrego do Barreiro

- MPPcb** Arenito fino a grossos localmente conglomerático ou feldspático, de cor escura quando fresco e cinza claro a esbranquiçado quando alterado.
- Dolomito micrítico, dololuto estromatolítico, dolorudito intraclástico e oncolítico e dolarenito intraclástico e oolítico; litotipos de cores cinza claro a escuro.
- Siltito laminado, siltito argiloso, marga laminada de cor escura quando não alterada e amarelada 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.

Ectasiano

Formação Quilombo

- MPQrf** **Membro Ribeirão do Franco-** Ritmito pelito-arenoso com intercalações de camadas centimétricas de litoarenito, gravaca lítica, siltito laminado, siltito maciço, argilito, folhelho. Dacito e riolito subordinados, afaníticos ou com esferulitos

- MPQrp** **Membro Ribeirão da Porteira-** Ritmito psamo-pelítico, representados por intercalações de litoarenito fino, litoarenito grosso, gravaca lítica fina, gravaca 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 bruscos entre os litotipos.

Convenções Geológicas

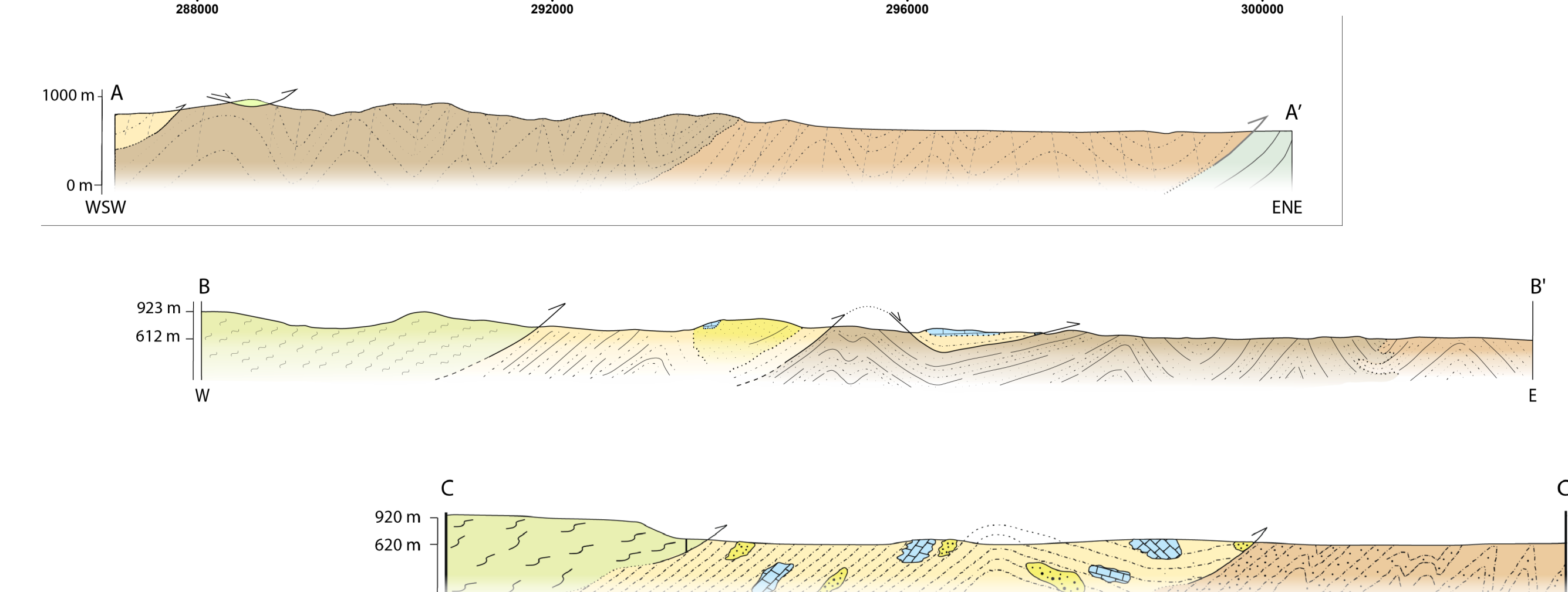
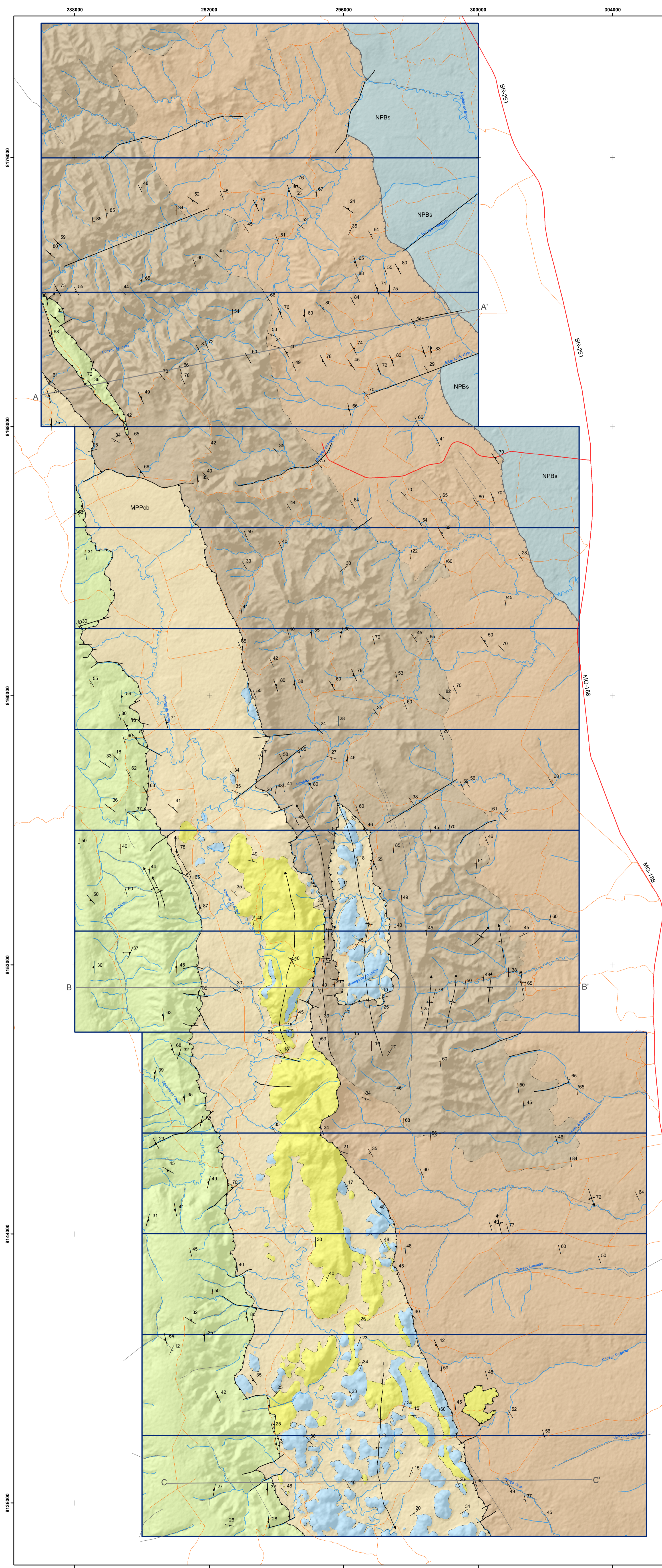
- |— Acamamento - S0
- ▲ Foliação principal - Sp
- ↗↘ Linha de charneira de dobra regional sinclinal com caimento
- - - Contato Inerdigitado
- ↙↘ Falha contracional/Contato tectônico reverso
- ↗↘ Falha transcorrente ou de rasgamento
- Alinhamentos estruturais
- Contato interdigitado
- Contato tectônico reverso

Convenções Cartográficas

- Áreas do Projeto Unaí - Tf2020
- Área X
- Hidrografia

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

Ectasianio

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

MPQrf

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

MPQrp

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

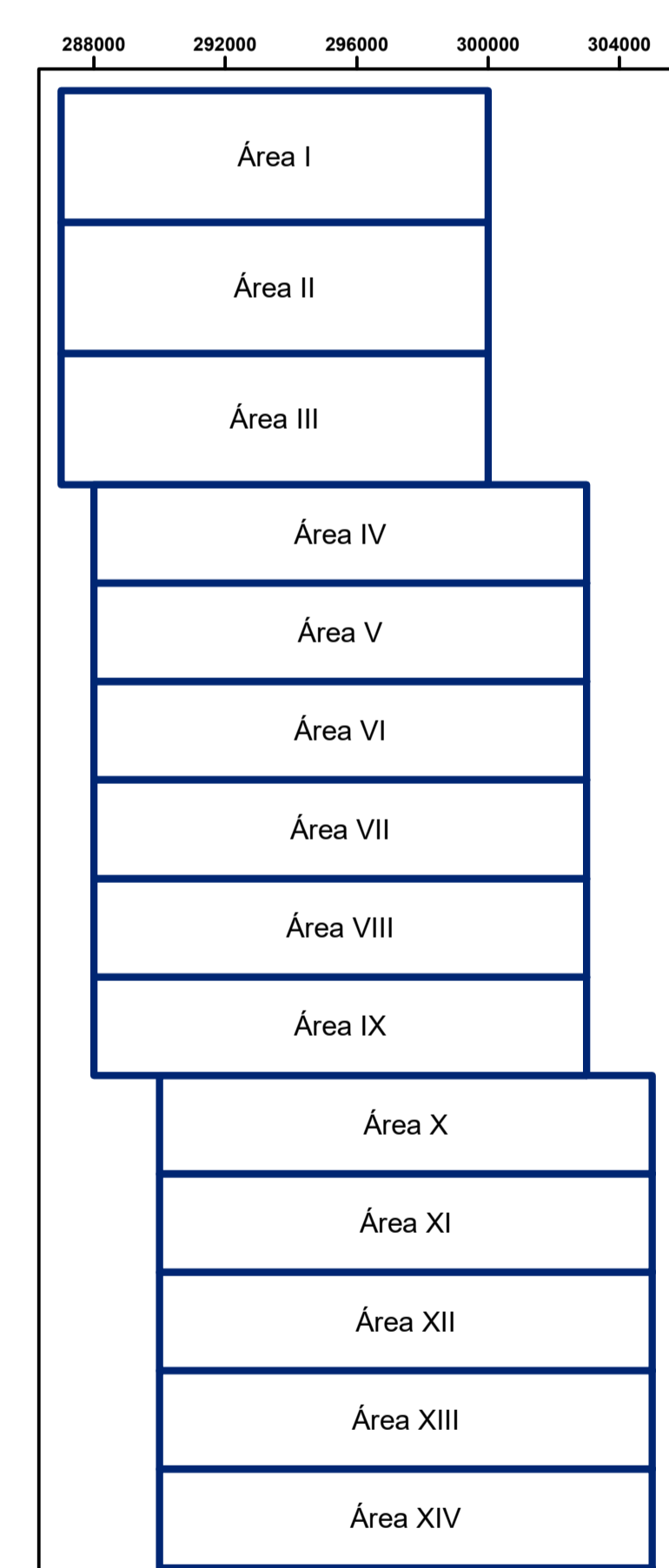
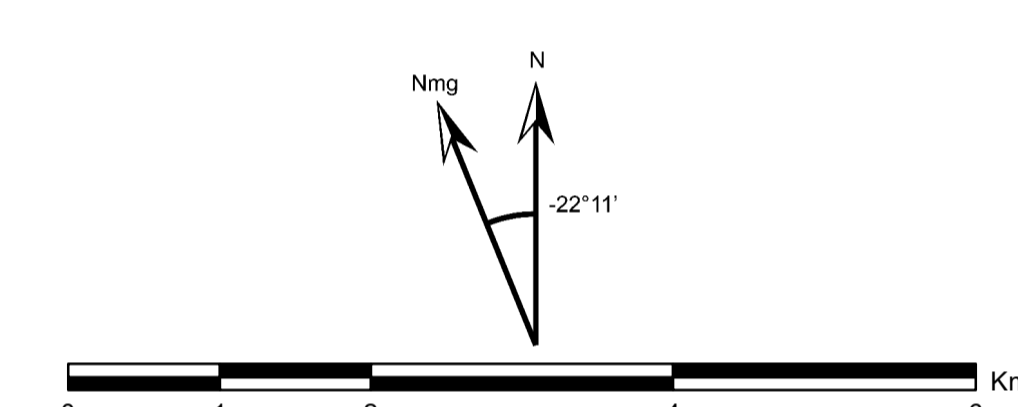
Convenções Geológicas

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



Convenções Cartográficas

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



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

Projeto Unai TF2020 - Mapa Geológico Integrado

Coordenador

Prof. Dr. José Elói Guimarães Campos

Professores Orientadores

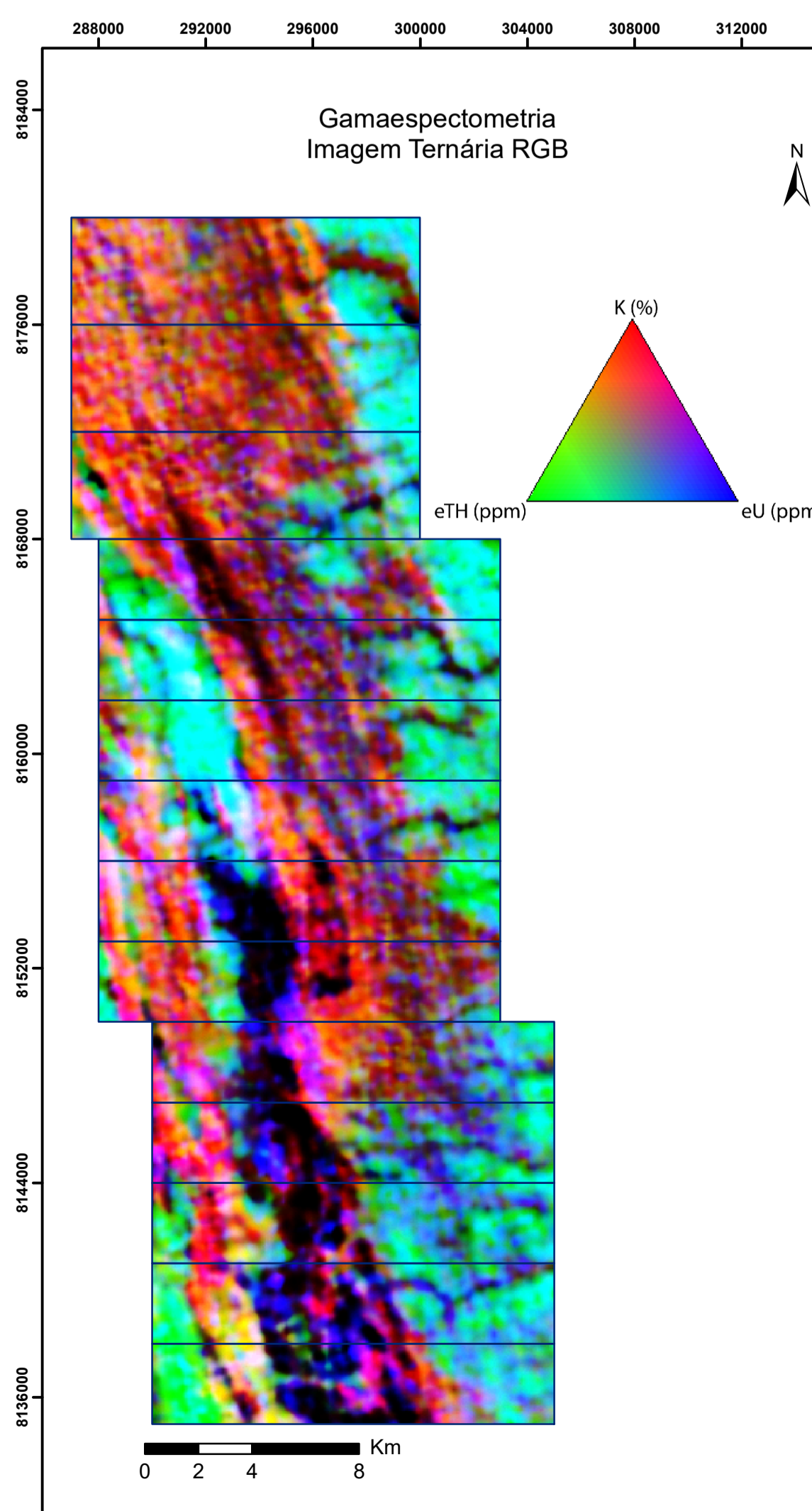
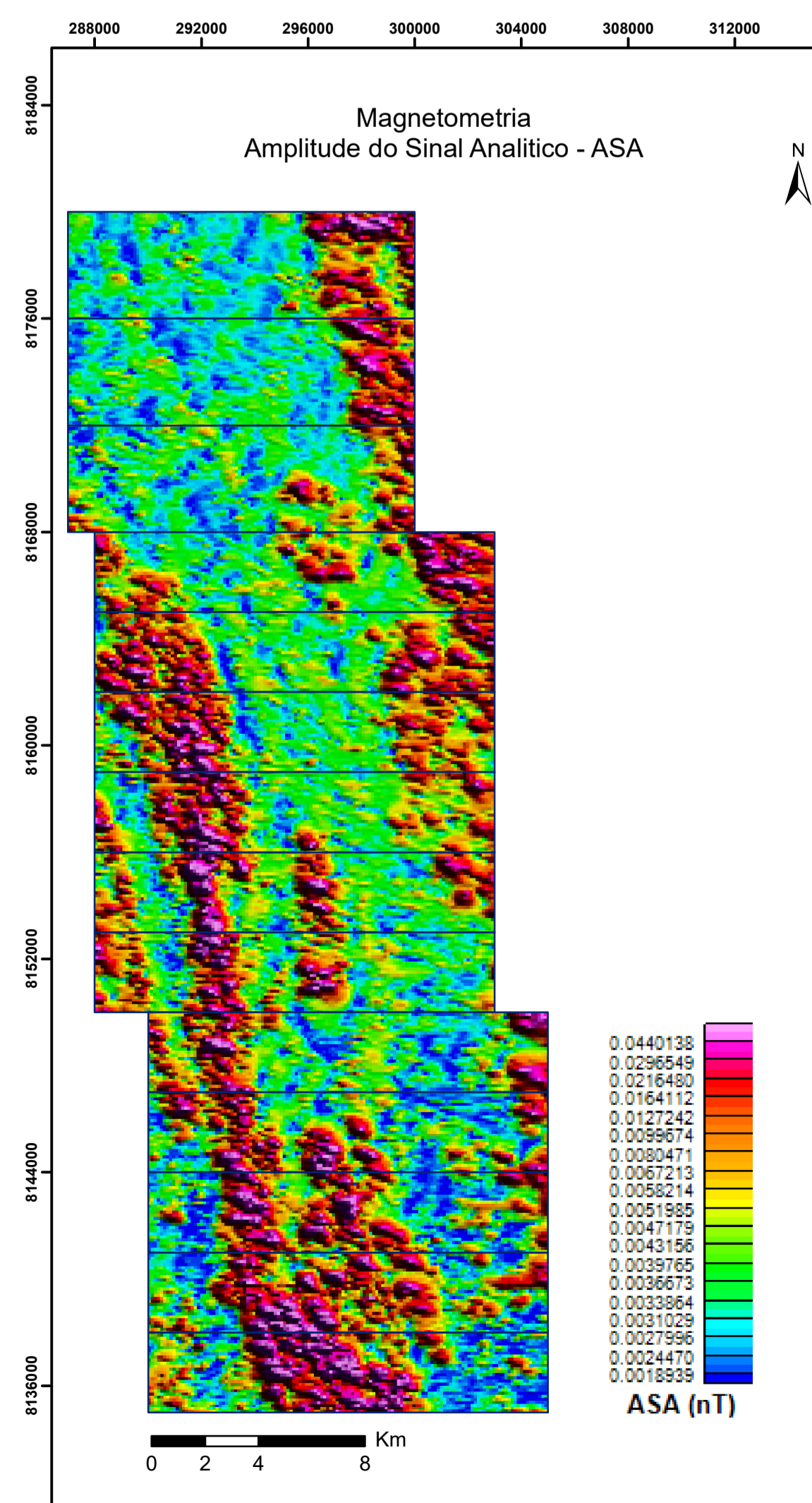
Prof. Dr. Martino Giorgioni
Profa. Dra. Eliza Inez Nunes Peixoto

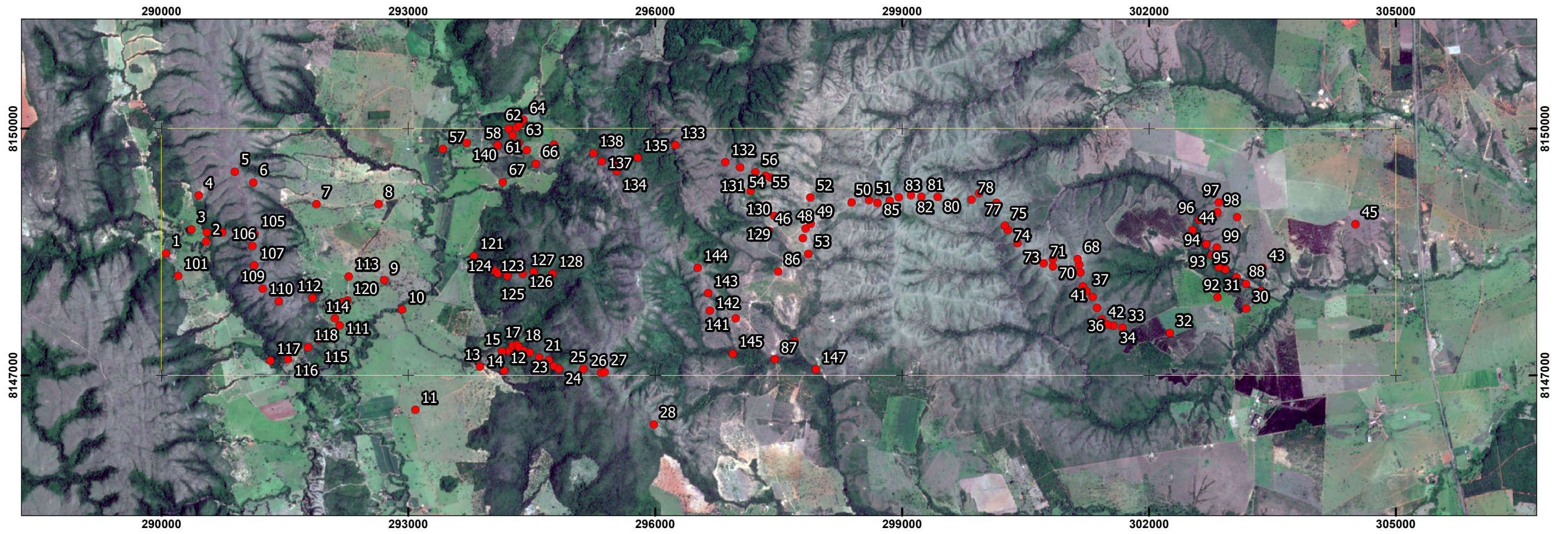
Orientador Colaborador

Lucas Santos Batista Teles

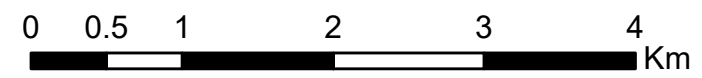
Estudantes

- Área I:** Eduardo Dias dos Santos, Matheus Ferreira da Silva
- Área II:** Ingrid Eva Oliveira Ribeiro, Hanna Costa Nogueira
- Área III:** Arthur Siqueira Reis, Gustavo Mesquita de Abreu
- Área IV:** 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
- Área XIV:** Lívia Reily de Oliveira Gonçalves, Ricardo Avelino Costa





UTM - Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000 - ZONA 23S



Legenda

- Pontos
- Subárea X

Anexo 6

Ponto	UTM E	UTM N	Altitude	Siglas	Tipo	P ou L	Azimute	Mergulho/C aimento
TF20-X-02	290545	8148624	715	Sp	Foliação principal	P	275	40
TF20-X-02	290545	8148624	715	Sp	Foliação principal	P	285	35
TF20-X-02	290545	8148624	715	Ss	Foliação de soterramento	P	281	31
TF20-X-02	290545	8148624	715	Ss	Foliação de soterramento	P	282	34
TF20-X-03	290368	8148773	723	Sp	Foliação principal	P	280	39
TF20-X-03	290368	8148773	723	F	Fratura	P	160	70
TF20-X-04	290457	8149185	729	Sp	Foliação principal	P	265	35
TF20-X-04	290457	8149185	729	Sp	Foliação principal	P	283	45
TF20-X-04	290457	8149185	729	Sp	Foliação principal	P	274	44
TF20-X-05	290894	8149474	821	Sp	Foliação principal	P	255	70
TF20-X-05	290894	8149474	821	Sp	Foliação principal	P	252	68
TF20-X-05	290894	8149474	821	F	Fratura	P	293	60
TF20-X-05	290894	8149474	821	F	Fratura	P	305	82
TF20-X-05	290894	8149474	821	F	Fratura	P	302	82
TF20-X-05	290894	8149474	821	F	Fratura	P	170	73
TF20-X-06	291120	8149342	794	Ed	Eixo da Dobra	L	165	48
TF20-X-26	295342	8147028	725	S ₀	Acamamento	P	239	35
TF20-X-27	295387	8147036	714	F	Fratura	P	4	54
TF20-X-27	295387	8147036	714	F	Fratura	P	168	67
TF20-X-28	295984	8146399	710	Sp	Foliação principal	P	275	33
TF20-X-39	301172	8148250	685	Sp	Foliação principal	P	260	32
TF20-X-39	301172	8148250	685	Ln	Lineação (slickenline)	L	265	25
TF20-X-39	301172	8148250	685	Ln	Lineação (slickenline)	L	273	20
TF20-X-40	301156	8148341	690	Sp	Foliação principal	P	265	50
TF20-X-40	301156	8148341	690	F	Fratura	P	65	73
TF20-X-41	301317	8147953	678	Sp	Foliação principal	P	251	35
TF20-X-41	301317	8147953	678	F	Fratura	P	80	51
TF20-X-46	297381	8148754	676	Sp	Foliação principal	P	320	50
TF20-X-46	297381	8148754	676	Sp	Foliação principal	P	333	34
TF20-X-46	297381	8148754	676	Sp	Foliação principal	P	285	45
TF20-X-46	297381	8148754	676	Sp	Foliação principal	P	265	42
TF20-X-46	297381	8148754	676	F	Fratura	P	279	73
TF20-X-46	297381	8148754	676	F	Fratura	P	175	70
TF20-X-46	297381	8148754	676	F	Fratura	P	162	79
TF20-X-46	297381	8148754	676	F	Fratura	P	290	90
TF20-X-46	297381	8148754	676	F	Fratura	P	265	90
TF20-X-47	297794	8148666	661	S ₀	Acamamento	P	276	50
TF20-X-48	297830	8148783	660	S ₀	Acamamento	P	335	38
TF20-X-49	297894	8148842	658	S ₀	Acamamento	P	270	90
TF20-X-49	297894	8148842	658	F	Fratura	P	192	90
TF20-X-49	297894	8148842	658	F	Fratura	P	285	90
TF20-X-49	297894	8148842	658	F	Fratura	P	100	45
TF20-X-52	297887	8149158	662	S ₀	Acamamento	P	295	65
TF20-X-52	297887	8149158	662	S ₀	Acamamento	P	300	50
TF20-X-52	297887	8149158	662	S ₀	Acamamento	P	270	55
TF20-X-52	297887	8149158	662	F	Fratura	P	35	60
TF20-X-54	297408	8149398	743	Ed	Eixo de Dobra	L	293	54
TF20-X-55	297343	8149422	773	Ed	Eixo de Dobra	L	273	60
TF20-X-56	297219	8149466	819	S ₀	Acamamento	P	300	20
TF20-X-56	294150	8149345	819	F	Fratura	P	30	66

TF20-X-67	294150	8149345	707	S ₀	Acamamento	P	236	18
TF20-X-67	294150	8149345	707	F	Fratura	P	247	72
TF20-X-67	294150	8149345	707	F	Fratura	P	152	68
TF20-X-83	298963	8149159	846	S ₀	Acamamento	P	305	40
TF20-X-83	298963	8149159			Foliação		305	40
TF20-X-84	298851	8149118	831	S ₀	Acamamento	P	275	60
TF20-X-86	297497	8148259	665	S ₀	Acamamento	P	268	46
TF20-X-90	302929	8148284	590	S ₀	Acamamento	P	275	65
TF20-X-91	302865	8148341	591	S ₀	Acamamento	P	75	50
TF20-X-93	302765	8148462	594	S ₀	Acamamento	P	260	50
TF20-X-94	302699	8148592	593	S ₀	Acamamento	P	285	54
TF20-X-94	302699	8148592	593	S ₀	Acamamento	P	58	90
TF20-X-95	302699	8148592	594	S ₀	Acamamento	P	75	65
TF20-X-95	302699	8148592	598	f1	Flanco 1	P	65	51
TF20-X-95	302699	8148592	598	f2	Flanco 2	P	295	44
TF20-X-95	302699	8148592	598	Pa	Plano Axial	P	285	34
TF20-X-103	290741	8148735	736	Sp	Foliação principal	P	260	41
TF20-X-105	291136	8148720	785	Sp	Foliação principal	P	275	40
TF20-X-109	291234	8148050	774	Sp	Foliação principal	P	265	35
TF20-X-109	291234	8148050	774	Sp	Foliação principal	P	240	32
TF20-X-118	291783	8147338	704	Sp	Foliação principal	P	103	55
TF20-X-118	291783	8147338	704	Sp	Foliação principal	P	115	59
TF20-X-129	297450	8148935	831	Ed	Eixo de Dobra	L	345	0
TF20-X-129	297450	8148935	831	f1	Flanco 1	P	259	9
TF20-X-129	297450	8148935	831	f2	Flanco 2	P	98	36
TF20-X-129	297450	8148935	831	Ln	Lineação (slickenline)	L	315	25
TF20-X-129	297450	8148935	831	Ln	Lineação (slickenline)	L	302	25
TF20-X-129	297450	8148935	831	S ₀	Acamamento	P	298	28
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	120	25
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	345	10
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	340	20
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	120	25
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	343	9
TF20-X-130	297158	8149240	817	S ₀	Acamamento	P	330	5
TF20-X-132	296854	8149584	747	S ₀	Acamamento	P	80	20
TF20-X-133	296247	8149794	786	S ₀	Acamamento	P	313	15
TF20-X-133	296247	8149794	786	F	Fratura	P	162	69
TF20-X-133	296247	8149794	786	F	Fratura	P	394	13
TF20-X-133	296247	8149794	786	F	Fratura	P	274	34
TF20-X-133	296247	8149794	786	F	Fratura	P	308	20
TF20-X-138	295250	8149694	695	S ₀	Acamamento	P	283	53
TF20-X-138	295250	8149694	695	S ₀	Acamamento	P	290	45
TF20-X-140	293711	8149819	708	S ₀	Acamamento	P	28	63
TF20-X-142	296667	8147786	792	S ₀	Acamamento	P	270	38
TF20-X-142	296667	8147786	792	F	Fratura	P	331	78
TF20-X-143	296644	8147996	813	S ₀	Acamamento	P	200	34
TF20-X-143	296644	8147996	813	F	Fratura	P	330	56
TF20-X-143	296644	8147996	813	f1	Flanco	P	160	22
TF20-X-143	296644	8147996	813	f2	Flanco	P	240	29
TF20-X-143	296644	8147996	813	Ed	Eixo da dobra	L	195	42

Anexo 7

Ponto	Coordenadas		Elevação	Grupo/Formação	Formação/Membro	Rocha	Descrição
TF20-X-1	290060	8148481	710	-	-	-	Ponto de controle
TF20-X-2	290545	8148624	715	Canastra	Serra do Landim	Silexito	2a- Blocos de silixitos de coloração escura, tanto no caminho até a drenagem como em blocos rolados na drenagem. 2b- Siltito na drenagem, coloração rosada quando alterado, evidenciando laminação sutil, localizado exatamente na drenagem do pé do morro.
TF20-X-3	290368	8148773	723	Canastra	Serra do Landim	Mámore dolomítico	Morrote de dolomito, vegetação mais densa no meio de uma baixada. Rocha de cor cinza, maciça, com clastos brancos de quartzo imersos em uma matriz dolomítica. Só ferve quando faz o pó. Não foram observadas estruturas. Mas apresentava-se moderadamente fraturado.
TF20-X-4	290457	8149185	729	Canastra	Serra do Landim	Filito	Rocha de granulação muito fina, coloração rosada, laminada. Início da subida do morro. Foliação paralela ao acamamento. Conforme vamos subindo no morro a granulometria aumenta sutilmente até um silte/areia fina
TF20-X-5	290894	8149474	821	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito avermelhado de granulometria silte, mais avermelhado. Com veios de quartzo. Durante a subida do morro tem um aumento no mergulho das camadas.
TF20-X-6	291120	8149342	794	Canastra	Serra do Landim	Filito	Siltito com intercalações avermelhada e esbranquiçada milimétricas, laminado. Granulometria silte. Apresenta uma dobra centimétrica. Intensamente cortada por veios de quartzo leitoso.
TF20-X-7	291885	8149077	774	Canastra	Serra do Landim	Solo	Ponto de Controle. Solo de coloração amarelada. Pasto.
TF20-X-8	292642	8149077	713	Canastra	Serra do Landim	Solo	Ponto de Controle. Solo de coloração amarelada. Pasto.
TF20-X-9	292707	8148153	702	Canastra	Serra do Landim	Solo	Ponto de Controle. Solo de coloração amarelada. Pasto.
TF20-X-10	292928	8147796	693	Canastra	Serra do Landim	Solo	Ponto de Controle. Solo de coloração amarelada. Drenagem com solo espesso.
TF20-X-11	293088	8146577	675	Canastra	Serra do Landim	Solo	Ponto Controle Inicial. Fazenda. Cupinzeiro vermelho indica que é um latossolo vermelho amarelo.
TF20-X-12	293721	81456907	671	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Grãos rolados no pé do morro de Arenito.
TF20-X-13	293873	8147105	686	Paranoá	Córrego do Barreiro	Siltito	Siltito de coloração variando de branca a avermelhada. Com nível coluvionar com blocos de solomitos, Arenitos e silixitos de tamanhos centimétricos a decimétricos. O Siltito encontra-se intensamente alterado com domínios rosados e outros amarelo ocre. Apresenta uns níveis centimétricos de coloração cinza com branco concordantes ao Siltito.
TF20-X-14	294230	8147289	711	Paranoá	Córrego do Barreiro	Nível coluvionar	Blocos decimétricos de Arenitos imersos em uma matriz pelítica concordantes ao acamamento
TF20-X-15	294141	8147288	705	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Bloco rolado no pé da serra.
TF20-X-16	294271	8147360	697	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Quartzito grosso bem selecionado indicando uma contribuição continental.
TF20-X-17	294323	8147372	698	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito Conglomerático	Conglomerado mal selecionado com grãos mili a centimétricos. Semelhante ao nível arcoseano.
TF20-X-18	294346	8147342	719	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Arenito de granulometria mais fina, coloração branca a rosada.
TF20-X-19	294406	8147298	751	Paranoá	Córrego do Barreiro	Siltito	No topo do morro aparecem blocos mais finos, de Siltitos evidenciando uma granocrescência descendente. Rocha de cor branca e granulometria silte bem selecionada.
TF20-X-20	294478	8147278	754	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Arenito mais grosso com cheiro característico, bem selecionado, maduro.
TF20-X-21	294590	8147215	760	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Ponto de controle. Ainda Arenito grosso
TF20-X-22	294708	8147186	781	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito fino	Afloramento na drenagem, Arenito fino de coloração amarelada e feições arredondadas esbranquiçadas.
TF20-X-23	294773	8147112	760	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito fino	Volta o Siltito evidenciando uma variação de um nível conglomerático até um Arenito fino.
TF20-X-24	294833	8147076	751	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito fino	Arenito fino com variações até níveis mais conglomeráticos.
TF20-X-25	295131	8147076	730	Paranoá	Córrego do Barreiro	Quartzito fino	Arenito fino com variações até níveis mais conglomeráticos.
TF20-X-26	295342	8147028	725	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito fino	Arenito fino de coloração amarelada e feições arredondadas esbranquiçadas.
TF20-X-27	295387	8147036	715	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito grosso	Arenito grosso intensamente alterado com siltito muito fraturado com veios de quartzo leitoso.
TF20-X-28	295984	8146399	712	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito (ver descrição com os meninos)
TF20-X-29	303361	8148020	586	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterita	Ponto de controle
TF20-X-30	303185	8147808	587	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterita	-
TF20-X-31	302836	8147946	608	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterita	-
TF20-X-32	302257	8147513	627	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterita	-
TF20-X-33	301678	8147574	652	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterita	-

TF20-X-34	301572	8147600	659	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração alaranjada, alterada com veios de quartzo. Granulometria silte.
TF20-X-35	301432	8147679	668	Quilombo	Ribeirão do Franco	Arenito	Arenito de colocação branca quando fresco e avermelhada quando alterada. Granulometria areia média, com grãos arredondados e subarredondados de quartzo, cristais avermelhados possivelmente são de feldspatos. Micas detríticas que não estão no plano da foliação.
TF20-X-36	301370	8147819	674	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de colocação branca quando fresco e avermelhada quando alterada. Granulometria areia média, com grãos arredondados e subarredondados de quartzo, cristais avermelhados possivelmente são de feldspatos.
TF20-X-37	301242	8148016	679	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Ponto de Controle
TF20-X-38	301198	8148079	682	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de colocação branca quando fresco e avermelhada quando alterada. Granulometria areia média, com grãos arredondados e subarredondados de quartzo, cristais avermelhados possivelmente são de feldspatos. Apresenta veios de quartzo leitoso (80 graus)
TF20-X-39	301172	8148250	684	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Amostra com steps de falhas.
TF20-X-40	301156	8148341	685	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito com steps.
TF20-X-41	301317	8147953	679	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Siltito de coloração avermelhada, granulometria silte, intensamente alterado. Com laminação.
TF20-X-42	301498	8147617	665	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Siltito de coloração avermelhada, granulometria silte, intensamente alterado. Com laminação.
TF20-X-43	303383	8148303	613	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Laterita	Ponto de controle
TF20-X-44	302531	8148763	614	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Solo	Solo alaranjado
TF20-X-45	304511	8148832	608	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Solo	Ponto de Controle
TF20-X-46	297381	8148754	676	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Rocha de coloração cinza quando fresca e avermelhada quando alterada. Granulometria silte.
TF20-X-47	297794	8148666	661	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Siltito mais alterado com coloração mais rosada. Foliação bem marcada. Intercalado com Arenitos mais maduros texturalmente e moderadamente maduros em relação a composição. Granulometria areia média contendo quartzo, feldspato e micas detríticas.
TF20-X-48	297830	8148783	660	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Siltito mais alterado com coloração mais rosada. Foliação bem marcada. Intercalado com Arenitos mais maduros texturalmente e moderadamente maduros em relação a composição. Granulometria areia média contendo quartzo, feldspato e micas detríticas.
TF20-X-49	297894	8148842	658	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Argilito	Argilito de coloração cinza intensamente fraturado.
TF20-X-50	298389	8149100	698	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Rocha intensamente alterada, granulometria areia fina, moderadamente selecionada contendo fragmentos líticos
TF20-X-51	298602	8149122	757	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Ponto de Controle
TF20-X-52	297887	8149158	662	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Rocha de cor cinza, granulometria silte a areia fina.
TF20-X-53	297861	8148475	654	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Rocha de coloração alaranjada quando alterada, granulometria silte a areia fina intensamente alterado.
TF20-X-54	297408	8149398	743	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de areia fina contendo dobras centimétricas isoclinais.
TF20-X-55	297343	8149422	774	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de areia fina contendo dobras centimétricas isoclinais.
TF20-X-56	297219	8149466	820	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Litoarenito	Litoarenito de coloração amarelo ocre em função da intensa alteração. Granulometria areia grossa contendo fragmentos líticos em uma matriz fina. Contem fragmentos líticos. Nesse ponto a foliação já é bem mais espaçada, centimétrica. Enquanto que nos Siltitos a foliação era pervasiva e milimétrica e vai ficando mais espaçada conforme sobe o morro e a granulometria vai aumentando.
TF20-X-57	293422	8149746	683	Paranoá	Córrego do Barreiro	Solo	Solo espesso (5m), vegetação densa, próximo a drenagem marrom claro. Cambissolo.
TF20-X-58	294084	8149793	744	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Rocha de coloração branca, terrígena, granulometria areia grossa, grãos arredondados, clastossuportado com menos de 5% de matriz, matura tanto texturalmente quanto composicionalmente. Composta predominantemente por quartzo e feldspato.
TF20-X-59	294343	8149822	770	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Rocha de coloração branca, terrígena, granulometria areia grossa, grãos arredondados, clastossuportado com menos de 5% de matriz, matura tanto texturalmente quanto composicionalmente. Composta predominantemente por quartzo e feldspato.
TF20-X-60	294269	8149916	776	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Arenitos rolados subarredondados centimétricos a métricos.
TF20-X-61	294222	8149994	778	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Arenitos blocados centi a decimétricos, rocha de coloração branca quando fresca e acinzentada quando alterada. Granulometria areia grossa. Grãos arredondados clastossuportados e matura composicionalmente e texturalmente.


TF20-X-62	294322	8150011	758	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Arenitos blocados centi a decimétricos, rocha de coloração branca quando fresca e acinzentada quanto alterada. Granulometria areia grossa. Grãos arredondados clastossuportados e matura composicionalmente e texturalmente.
TF20-X-63	294354	8150053	737	Paranoá	Córrego do Barreiro	Dolomito	Dolomito com esteiras microbianas, níveis maciços com intercalações mili a centimétricas de Siltitos que marcam o acamamento. Ao redor ocorrem muitas fraturas de dissolução e as estruturas microbianas acontecem paralelas aos níveis pelíticos.
TF20-X-64	294401	8150099	717	Paranoá	Córrego do Barreiro	Solo	-
TF20-X-65	294770	8149800	736	Paranoá	Córrego do Barreiro	Laterita	-
TF20-X-66	294551	8149566	732	Paranoá	Córrego do Barreiro	Dolomito	Dolomito com esteiras microbianas, níveis maciços com intercalações mili a centimétricas de Siltitos que marcam o acamamento. Ao redor ocorrem muitas fraturas de dissolução e as estruturas microbianas acontecem paralelas aos níveis pelíticos.
TF20-X-67	294150	8149345	707	Paranoá	Córrego do Barreiro	Saprolito	Perfil de solo com saprolito. Esbranquiçada quanto alterada e com baixa densidade.
TF20-X-68	301135	8148411	684	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Litoarenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-69	300833	8148411	693	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Litoarenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada altamente intemperizado com veios de quartzo
TF20-X-70	300833	8148322	691	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Grauvaca Lítica	Grauvaca lítica de cor avermelhada por alteração. Granulometria areia média com fragmentos líticos de granulometria areia grossa até grânulos.
TF20-X-71	300724	8148356	692	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Grauvaca Lítica	Grauvaca lítica de cor avermelhada por alteração. Granulometria areia média com fragmentos líticos de granulometria areia grossa até grânulos.
TF20-X-72	300572	8148448	693	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada
TF20-X-73	300405	8148603	692	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada
TF20-X-74	300287	8148764	707	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-75	300248	8148818	713	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada
TF20-X-76	300148	8149096	727	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média a grossa, de coloração avermelhada quando intemperizada, matura texturalmente, moderadamente matura composicionalmente
TF20-X-77	299938	8149212	714	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada
TF20-X-78	299846	8149131	694	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada
TF20-X-79	299653	8149105	721	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-80	299433	8149165	743	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-81	299237	8149165	789	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-82	299110	8149184	839	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Grauvaca Lítica	Grauvaca lítica de cor avermelhada por alteração. Granulometria areia média com fragmentos líticos de granulometria areia grossa até grânulos.
TF20-X-83	298963	8149159	846	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-84	298851	8149118	831	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-85	298702	8149091	777	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito/Siltito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado, intercalado com níveis pelíticos.
TF20-X-86	297497	8148259	665	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Nível pelítico de coloração avermelhada intensamente alterada, com foliação penetrativa
TF20-X-87	297454	8147190	660	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Perfil de solo	
TF20-X-88	303182	8148109	670	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Rocha de coloração cinza esverdeada quando fresca e avermelhada quando alterada. Intercalação entre níveis pelíticos em que a foliação é pervasiva e níveis mais siltíticos em que a foliação é mais espaçada. (Nesse ponto fizemos a seção)
TF20-X-89	303067	8148187	677	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, com estratificação cruzada acanalada
TF20-X-90	302929	8148284	590	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração avermelhada, bem alterado
TF20-X-91	302865	8148341	591	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito com intercalações de argilito
TF20-X-92	302849	8198315	594	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, com estratificação cruzada acanalada
TF20-X-93	302765	8148462	593	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, com estratificação cruzada acanalada
TF20-X-94	302699	8148592	594	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração avermelhada, bem alterado

TF20-X-95	302699	8148592	594	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração avermelhada, bem alterado
TF20-X-96	302608	814889	599	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, com estratificação cruzada acanalada
TF20-X-97	302850	8149097	623	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, com estratificação cruzada acanalada
TF20-X-98	302832	8148979	618	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterito	-
TF20-X-99	302828	8148546	603	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterito	-
TF20-X-100	303072	8148917	619	Quilombo	Ribeirão do Franco	Laterito	-
TF20-X-101	290204	8148205	729	Canastra	Serra do Landim	Silexito	Blocos de silexitos de coloração escura, tanto no caminho até a drenagem como em blocos rolados na drenagem.
TF20-X-102	290554	81488735	717	Canastra	Serra do Landim	Silexito	Afloramento na drenagem, vegetação densa, solo espesso (3m) rochas bloqueadas ao longo da drenagem, blocos de silexito e blocos de filitos alterados também rolados- centi a decimétricos.
TF20-X-103	290741	8148735	738	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada, bem alterado
TF20-X-104	290958	8148702	772	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada a avermelhada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-105	291136	8148720	785	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada a avermelhada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-106	291106	8148568	786	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada a avermelhada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-107	291128	8148334	796	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada a avermelhada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-108	290220	8148187	792	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração rosada a avermelhada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-109	291234	8148050	775	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração esbranquiçada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-110	291427	8147897	768	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito de coloração esbranquiçada, granulação fina, intensamente foliado, bem alterado
TF20-X-111	292169	8147604	747	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito intensamente alterado e fraturado de coloração mais esbranquiçada
TF20-X-112	291836	8147935	721	Canastra	Serra do Landim	Filito	Ponto de Controle
TF20-X-113	292280	8148197	684	Canastra	Serra do Landim	Filito	Ponto de Controle
TF20-X-114	292110	8147686	696	Canastra	Serra do Landim	Filito	Ponto de Controle
TF20-X-115	291903	8147433	699	Canastra	Serra do Landim	Solo	Solo de coloração bege
TF20-X-116	291540	8147195	706	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito intensamente alterado e fraturado de coloração mais esbranquiçada
TF20-X-117	291327	8147174	695	Canastra	Serra do Landim	Mármore dolomítico	Rocha de cor cinza, maciça, com clastos brancos de quartzo imersos em uma matriz dolomítica. Só ferve quando faz o pó. Não foram observadas estruturas. Mas apresentava-se moderadamente fraturado.
TF20-X-118	291783	8147338	703	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito carbonoso rochas de coloração acinzentada de granulação muito fina, foliada, de aspecto sedoso.
TF20-X-119	292200	8147886	693	Canastra	Serra do Landim	Filito	Filito carbonoso rochas de coloração acinzentada de granulação muito fina, foliada, de aspecto sedoso.
TF20-X-120	292200	8147886	693	Canastra	Serra do Landim	Mármore dolomítico	Morrote de dolomito, vegetação mais densa no meio de uma baixada. Rocha de cor cinza, maciça, com clastos brancos de quartzo imersos em uma matriz dolomítica. Só ferve quando faz o pó. Não foram observadas estruturas. Mas apresentava-se moderadamente fraturado.
TF20-X-121	292262	8147904	697	Canastra	Serra do Landim	Mármore dolomítico	Rocha de cor cinza, maciça, com clastos brancos de quartzo imersos em uma matriz dolomítica. Só ferve quando faz o pó. Não foram observadas estruturas. Mas apresentava-se moderadamente fraturado.
TF20-X-122	293798	8148446	700	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Drenagem, solo espesso, blocos rolados de Arenito de granulometria areia média a grossa, vegetação fechada
TF20-X-123	293947	8148270	718	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados- pé do morro, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo
TF20-X-124	294045	8148270	755	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados- pé do morro, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo
TF20-X-125	294090	8148238	793	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados- pé do morro, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo. Evidencia estrutura sigmoidal indicativa de fluxo
TF20-X-126	294206	8148204	814	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo
TF20-X-127	294393	8148228	820	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo
TF20-X-128	294523	8148254	825	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo

TF20-X-129	294757	8148231	797	Paranoá	Córrego do Barreiro	Arenito	Blocos rolados, Arenito de granulometria areia fina com grânulos de quartzo
TF20-X-130	297450	8148935	829	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Ritmito com intercalação de níveis de litoarenito e siltito. Dobra assimétrica eixo de dobramentos, interdigitação e dobramentos caixa de ovo, transpressivo dextral com topo para SE
TF20-X-131	297158	8149240	818	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Congloerado/Litoarenito	Contato brusco entre rocha conglomerática e litoarenito
TF20-X-132	297031	8149522	765	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-133	296854	8149584	752	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Congloerado/Litoarenito	Conglomerado- contato brusco com o arenito
TF20-X-134	296247	8149794	783	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Parte mais pelítica do ribeirão da Porteira- afloramento na drenagem seca, rocha de coloração cinza quando fresca
TF20-X-135	295533	8149579	843	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Ponto de Controle
TF20-X-136	295789	8149642	812	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Arenito	Arenito de granulometria areia média de coloração avermelhada quando intemperizado
TF20-X-137	295536	8149578	796	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Afloramento na drenagem seca, rocha de coloração cinza quando fresca. Siltito representando a porção mais pelítica do Ribeirão da Porteira
TF20-X-138	295354	8149596	735	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Afloramento na encosta do morro, rocha de coloração cinza quando fresca. Siltito representando a porção mais pelítica do Ribeirão da Porteira
TF20-X-139	295250	8149694	695	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Afloramento na encosta do morro, rocha de coloração cinza quando fresca. Siltito representando a porção mais pelítica do Ribeirão da Porteira
TF20-X-140	294441	8149736	686	Quilombo	Ribeirão da Porteira	Siltito	Afloramento na drenagem seca, rocha de coloração cinza quando fresca. Granulometria silte, laminado.
TF20-X-141	293711	8149819	708	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, intensamente fraturado.
TF20-X-142	296979	8147686	742	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, intensamente fraturado.
TF20-X-143	296667	8147786	792	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, intensamente fraturado.
TF20-X-144	296644	8147996	813	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, intensamente fraturado.
TF20-X-145	296519	8148302	820	Quilombo	Ribeirão do Franco	Siltito	Siltito de coloração cinza esverdeada quando fresca, avermelhadas quando alteradas, intensamente fraturado.

Ficha de Descrições Petrográficas – Projeto Unaí 2020

Área X

	Universidade de Brasília –UnB	Amostra: 20-XII-54
	Instituto de Geociências - IG	Unidade: Fm. Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá
		Localização: 292997E 8142507N Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha terrígena de cor cinza quando fresca e avermelhada quando alterada, maciça, granulometria areia muito grossa, bem selecionada. Os grãos variam desde subangulosos a arredondados e, no geral, apresentam esfericidade moderada com grãos ovalados a esféricos. Composicionalmente observam-se grãos de quartzo (94%), plagioclásio (5%) e pirita (1%). É uma rocha madura texturalmente e madura composicionalmente. Os grãos não estão orientados e o contato entre eles é planar com alguns domínios côncavo-convexo. Não há porosidade nem permeabilidade uma vez que a rocha já se encontra silicificada.

Descrição Microscópica

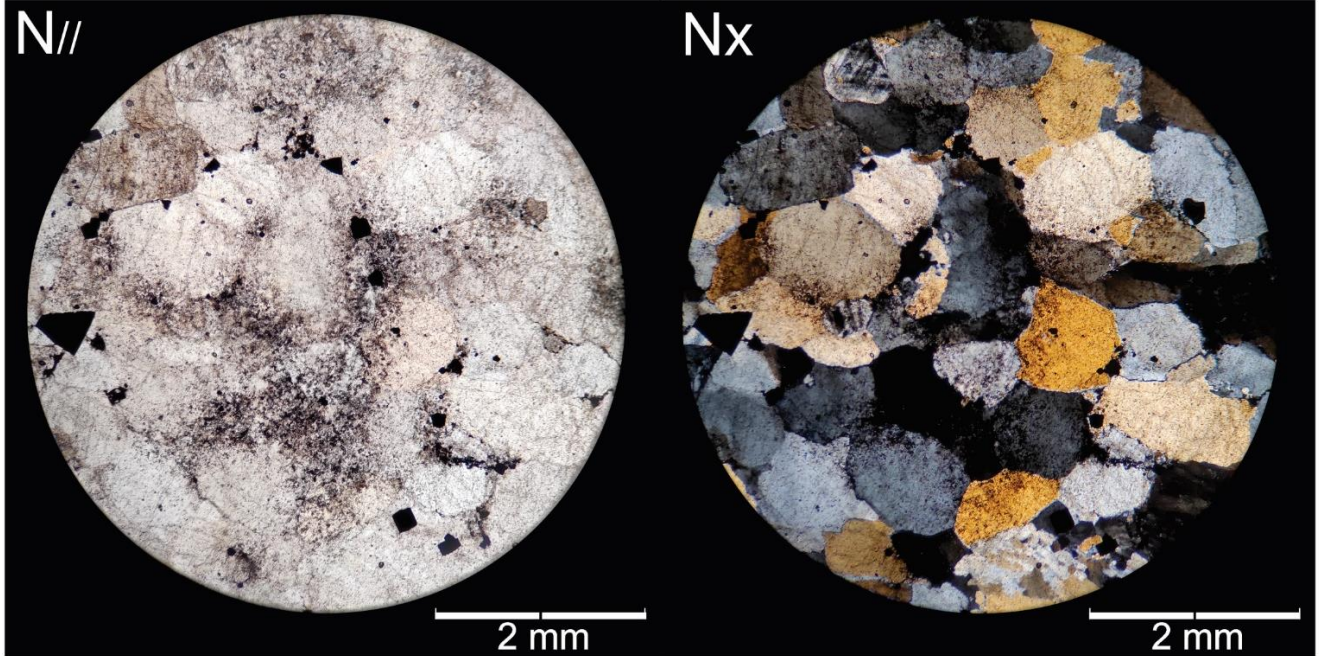
Estrutura/Textura/Fábrica: A amostra contém grãos variando de 1,3 mm até 1,8 mm caracterizando uma granulometria areia muito grossa. É bem selecionada e os grãos se apresentam deformados. No geral a esfericidade é moderada. O contato entre os grãos varia de côncavo-convexo a suturado em alguns domínios. A rocha é composta majoritariamente por quartzo (93%), ocorrendo também plagioclásio e microclínio ($\cong 5\%$), piritas euédricas e epidotos inclusos nos grãos de quartzo ($\cong 2\%$). Os grãos de plagioclásio encontram-se com as maclas deformadas. Além disso, apresenta grãos de quartzo com extinção ondulante bem como grãos de quartzo recristalizados. Foi observado um fragmento lítico de arenito com grãos de quartzo tamanho areia fina. Ocorre também cimentação silicosa local na borda da maioria dos grãos de quartzo. Portanto, a rocha é madura tanto texturalmente quanto composicionalmente.

Composição Primária	Quartzo (93%)	Grãos variando de 0,3 a 1,8 mm. Ocorrem tanto com extinção ondulante como recristalizados. Ocorrem também de maneira irregular, mas, no geral, ocorrem com moderada a alta esfericidade e arredondados.
	Feldspato (5%)	Ocorre tanto na forma de microclínio, apresentando a macla em xadrez como plagioclásio, evidenciando macla polissintética. Variam de 0,5 a 3 mm e encontram-se localmente alterados.
	Pirita+epidoto (3%)	As piritas são euédricas e variam de 0,03 a 0,3 mm. O epidoto ocorre incluso em grãos de quartzo evidenciando alta cor de interferência.

Maturidade: madura texturalmente e composicionalmente

Interpretação: Essa rocha revela retrabalhamento moderado dos grãos, então o local de deposição encontrava-se afastado da fonte. A presença do cimento silicoso indica uma diagênese tardia e as características dos grãos de quartzo indicam que são de origem metamórfica e o feldspato na forma de microclínio e plagioclásio indicam fontes graníticas e fontes básicas. Portanto, é possível que se tenha diferentes fontes para esse sedimento, portanto, diferentes distâncias da fonte até o local de deposição, ou ainda, uma área fonte com diferentes litologias, por isso alguns grãos encontram-se mais arredondados e esféricos do que outros.

Classificação: Quartzarenito





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XI-110

Unidade: Membro Ribeirão da Porteira Fm.
Quilombo

Localização: 301281E 8126546N Zona 23S

Descrição Macroscópica



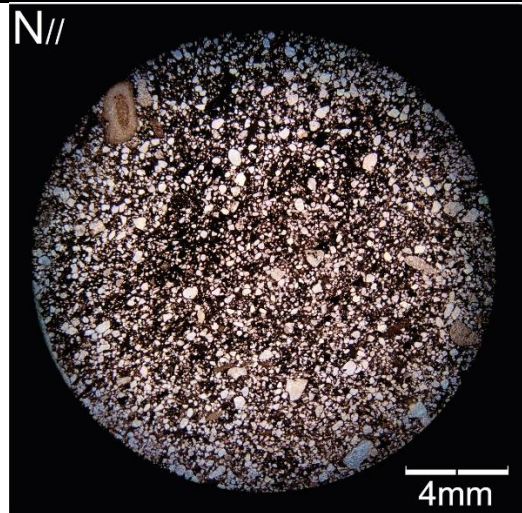
Rocha terrígena de coloração cinza escuro, granulometria areia média com alguns grãos tamanho grânulo de fragmentos líticos e de quartzo, além de uma matriz de granulometria silte. É maciça, mal selecionada e no geral, os grãos apresentam esfericidade alta e variam de subarredondados a arredondados. Apesar dos grãos estarem imersos em uma matriz, o arcabouço é clasto suportado. A rocha é imatura texturalmente e madura composicionalmente. Os clastos não estão orientados e a rocha é cortada por um veio de quartzo.

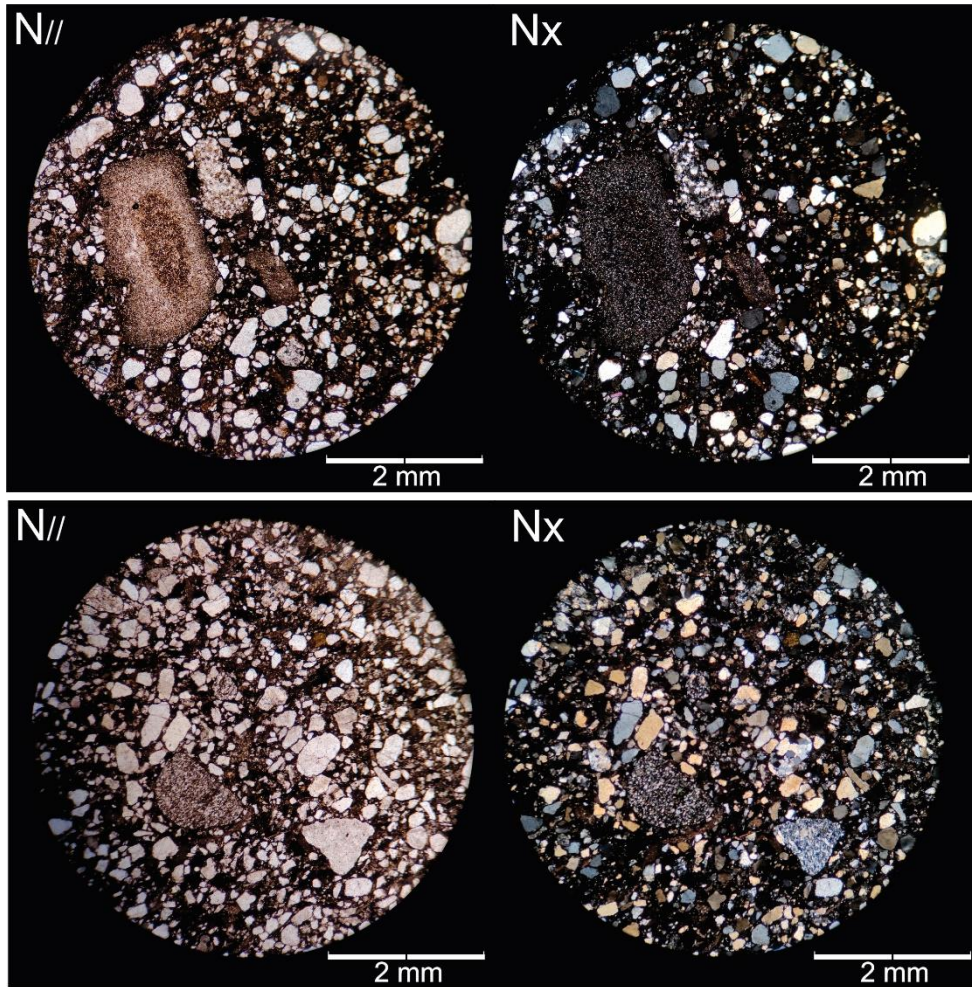
Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Grãos variando desde 0,08 mm até 2,6 mm com tamanhos diversos (0,52; 0,92; 0,28 mm), caracterizando uma granulometria areia média a cascalho fino. É uma rocha mal selecionada apresentando domínios com grãos arredondados e esféricos e outros domínios com grãos muito angulosos com esfericidade moderada a alta. É uma rocha heterogênea, contendo aproximadamente 20% de matriz mas, com o arcabouço predominantemente clasto-suportado e alguns domínios locais matriz-suportados. Os grãos não ocorrem orientados e o contato entre eles varia de planar a côncavo-convexo. Apresenta predominantemente grãos de quartzo mas também ocorre matriz, feldspato e líticos de granulometria muito fina (silte). Alguns grãos de quartzo são recristalizados, a matriz é pelítica, extremamente fina (fração argila). Os grãos de feldspato ocorrem intensamente alterados. A rocha é portanto, imatura texturalmente e submatura composicionalmente.

Composição Primária	Quartzo (70%)	Tamanhos variando desde 0,08 mm até 2 mm, alguns apresentam uma extinção ondulante sutil, outros encontram-se na forma policristalina.
	Matriz (15%)	Matriz pelítica, fração argila.
	Feldspato (5%)	Grãos de até 2,5mm intensamente alterados para argilominerais.

	Líticos (10%)	Grãos variando desde 1 mm até 2 mm de rochas de granulometria fina (silte) e de rochas de granulometria areia fina a média.
Maturidade: Imatura texturalmente e submatura composicionalmente		
Interpretação: Rocha apresenta porosidade mínima, seus contatos côncavo-convexos e os clastos deformados indicam uma compactação intensa de um soterramento profundo. Os diferentes tipos de quartzo sugerem diferentes fontes: ígnea (extinção ondulante) e metamórfica (policristalino). A presença de líticos e dos diferentes tipos de quartzo os quais sugerem fontes diferentes juntamente com o arredondamento resultam na conclusão de que os sedimentos passaram por processos de retrabalhamento diferentes até depositarem.		
Classificação: Grauvaca sublítica com feldspato		







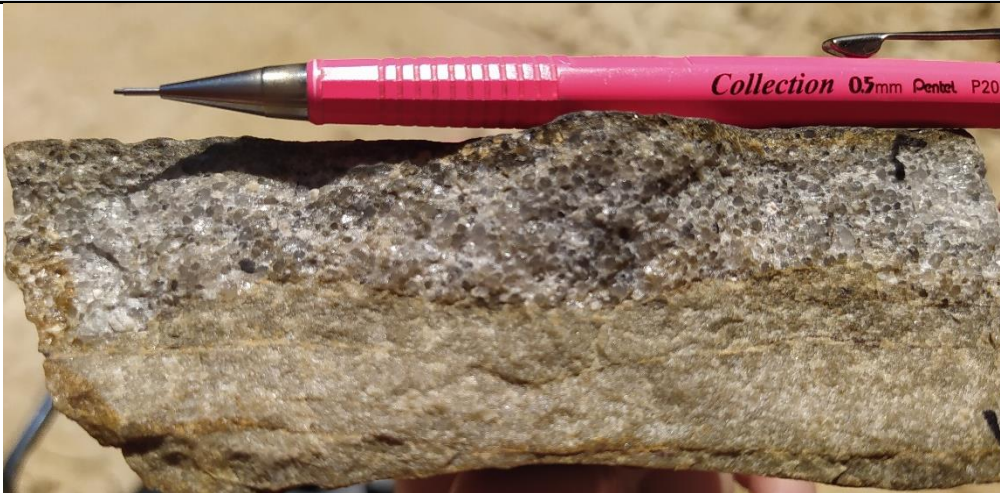
Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XIV-32A

Unidade: Fm. Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Localização: 294254E 8136340N Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha terrígena de coloração branca amarelada com dois domínios granulométricos distintos. Uma porção com granulometria areia fina, bem selecionada, grãos arredondados e de alta esfericidade em contato abrupto com um domínio de granulometria areia grossa, muito bem selecionada, composta principalmente por quartzo e feldspato, cujos grãos são, no geral, arredondados e com alta esfericidade e os interstícios entre os grãos maiores são preenchidos por grãos de granulometria areia fina. A rocha é madura texturalmente e composicionalmente.

Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Consiste em uma rocha, com dois domínios granulométricos. A) grãos variando de 0,004 até 0,4 mm, caracterizando uma granulometria silte a areia fina, bem selecionada. O contato entre os grãos é planar a côncavo-convexo e é composta predominantemente por quartzo. B) grãos variando de 0,08 mm até 2,88 mm caracterizando uma granulometria areia fina até grânulos e grãos de granulometria areia fina. Esse domínio é moderadamente selecionado com grãos arredondados e de alta esfericidade. Os grãos apresentam-se bordejados por cimento silicoso e localmente, ocorre uma estrutura contínua e linear de coloração avermelhada em uma porção da lâmina, consistem em um cimento de óxidos. Apresenta predominantemente quartzo e feldspato. No geral a rocha é texturalmente madura no domínio A e submadura no domínio B, enquanto composicionalmente é madura (>90% de Qtz). Alguns dos grãos maiores ocorrem parcialmente fraturados. É uma rocha clasto-suportada.

Composição Primária	Quartzo (94%)	Ocorre desde uma granulometria areia fina até grânulos de quartzo. Ocorre em ambos os domínios tanto na forma monocristalina quanto policristalina evidenciando extinção ondulante.
	Feldspato (6%)	Microclínio desde areia grossa até grânulos evidenciando a macla em xadrez.

Maturidade: Madura texturalmente e composicionalmente

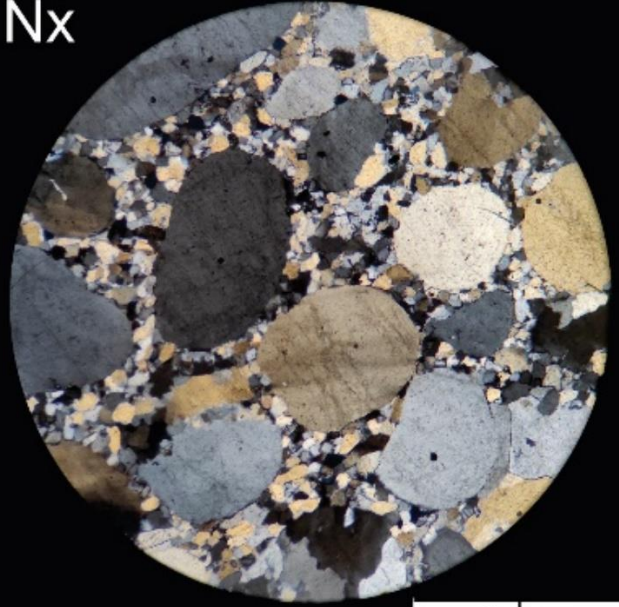
Interpretação: O arredondamento e esfericidade identificados nos grãos maiores indicam que os sedimentos foram bem retrabalhados e que a fonte estava longe do local de deposição. A cimentação silicosa indica uma diagênese precoce e os contatos entre os grãos, planares a côncavo-convexos sugerem uma compactação moderada dessa rocha.

N//



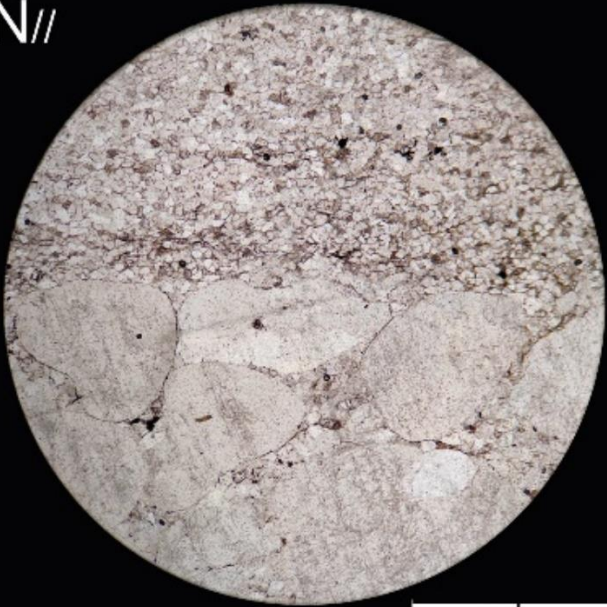
2 mm

Nx



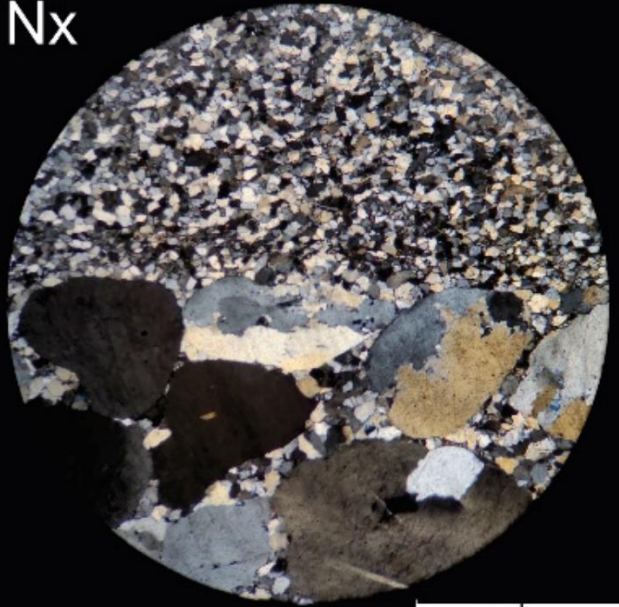
2 mm

N//



2 mm

Nx



2 mm



Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XIV-29

Unidade: Fm. Serra do Landim - Grupo Canastra

Localização: 294381E 8134788S Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha terrígena de cor branca amarelada, granulometria areia muito fina com faixas milimétricas de cor marrom determinando uma clivagem e granulometria silte. Os grãos que se consegue observar são arredondados com esfericidade alta. É uma rocha madura texturalmente e composicionalmente.

Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Grãos de aproximadamente 0,1 mm, granulometria areia fina, em uma matriz pelítica. É uma rocha moderadamente selecionada. Apresenta faixas mais arenosas em que há uma predominância clasto-suportada e outras faixas com predominância matriz-suportada evidenciando cimento de óxidos com coloração avermelhada e concentração de opacos nessa mesma poção. Os grãos de quartzo estão bordejados com cimento silicoso, quando observados na lente com aumento de 10x e a borda dos grãos evidenciam um contraste de cor anômala. É uma rocha imatura composicionalmente e imatura texturalmente. Apresenta uma foliação incipiente marcando o início de um metamorfismo, os grãos ocorrem levemente orientados segundo essa foliação.

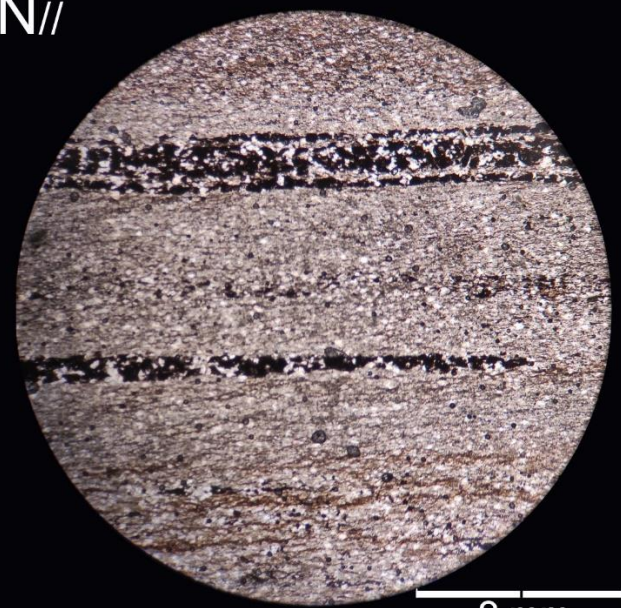
Composição Primária	Matriz (60%)	Granulometria pelítica, sem distinção mineralógica
	Quartzo (38%)	Grãos esféricos e arredondados de aproximadamente 0,1 mm. Observa-se extinção ondulante em alguns clastos. No geral são monocristalinos.

Maturidade: Imatura texturalmente e imatura composicionalmente

Interpretação: Apresenta uma laminação não primária. O cimento silicoso indica uma diagênese precoce. A rocha revela um retrabalhamento eficiente. A foliação incipiente indica o início de um metamorfismo imposto nessa rocha (anquimetamorfismo).

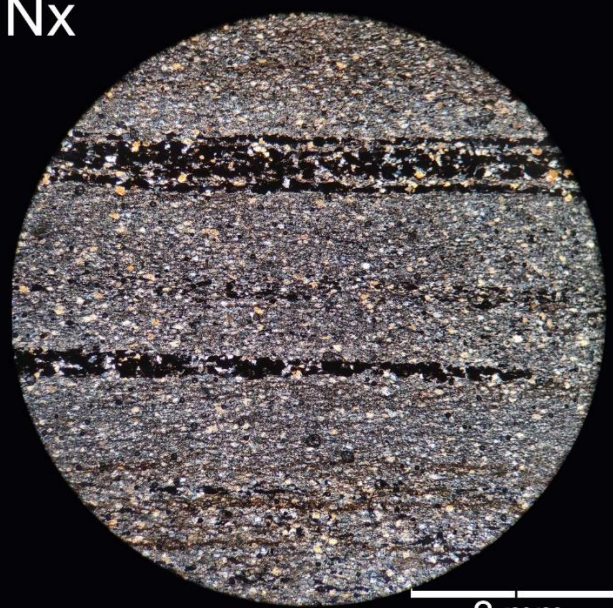
Classificação: Grauvaca Quartzosa

N//



2 mm

Nx



2 mm



Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-IV-94B

Unidade: Membro Ribeirão da Porteira –Fm. Quilombo

Localização: 291681E 8166465S Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha terrígena de cor cinza escuro, granulometria areia fina, bem selecionada, grãos esféricos e arredondados imersos em uma matriz pelítica. A rocha é matriz-suportada. É imatura texturalmente e matura composicionalmente. É uma rocha maciça, sem estruturas evidentes ou direcionamento de grãos.

Descrição Microscópica

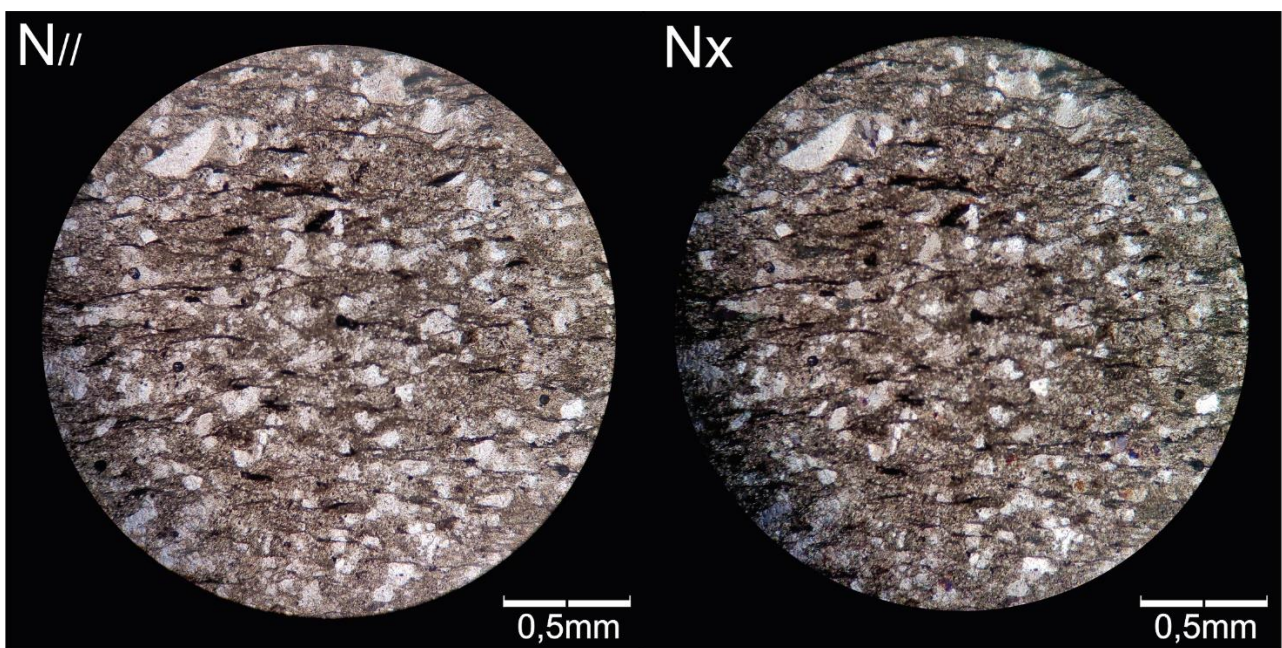
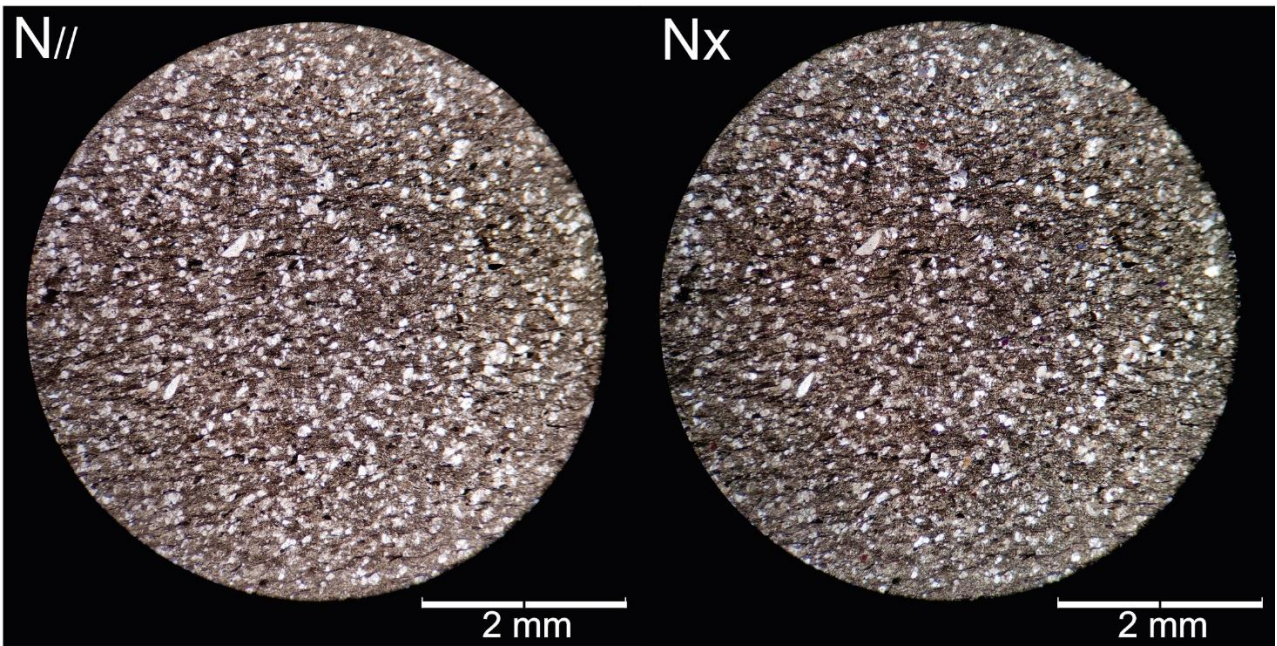
Estrutura/Textura/Fábrica: Grãos variando de 0,01 mm até 0,15 mm caracterizando uma granulometria areia muito fina em uma matriz pelítica cuja mineralogia não se consegue definir. É uma rocha matriz-suportada em que os grãos são predominantemente de quartzo. É uma rocha mal selecionada em que os grãos são angulosos e com esfericidade moderada. Portanto, é uma rocha matura composicionalmente mas imatura texturalmente. Ao longo da matriz ocorrem minerais opacos alongados. Os grãos ocorrem levemente orientados de forma anastomosada. Alguns clastos de quartzo ocorrem com extinção ondulante.

Composição Primária	Matriz (50%)	Granulometria pelítica, sem diferenciação mineralógica.
	Quartzo (48%)	Grãos variando de 0,01 até 0,15, angulosos e com esfericidade moderada.

Maturidade: Matura composicionalmente mas imatura texturalmente

Interpretação: Sedimentos pouco retrabalhados, ao longo da matriz são observados minerais opacos alongados, podendo indicar compactação.

Classificação: Grauvaca





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XIII-33

Unidade: Fm. Serra do Ladim - Grupo Canastra

Localização: 291812E 8138942N Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha de coloração cinza, granulação muito fina em que não se é possível identificar os constituintes em escala macroscópica. Foliação penetrativa de espaçamento milimétrico com crenulação incipiente. Há ocorrência de óxidos de cor avermelhada espalhados ao longo da foliação.

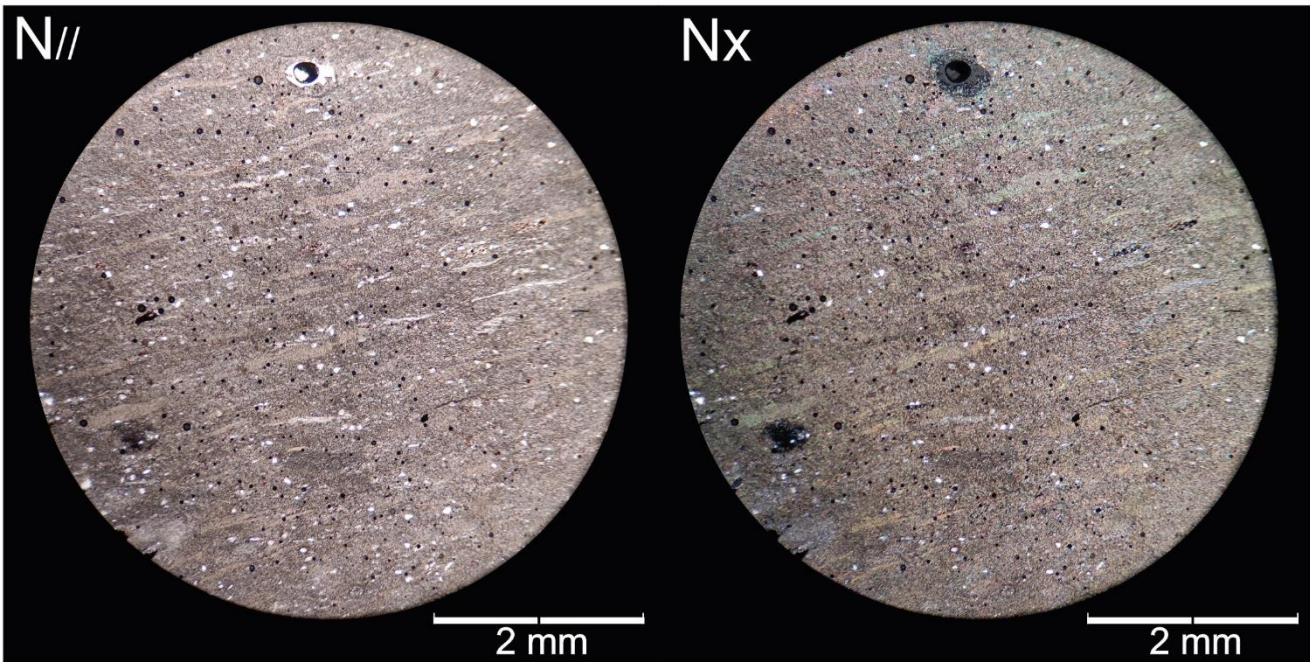
Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: A rocha apresenta clastos variando de 0,01 até 1 mm caracterizando uma granulação fina. Mineralogicamente observa-se clastos de quartzo anédricos de cor amarelada a n// e baixa cor de interferência a nX. Esses clastos estão imersos em uma matriz filossilicática composta por fengita e clorita orientados segundo uma foliação principal. A fengita é caracterizada como cristais incolores a n// e alta cor de interferência e a clorita ocorre com verde clara a n// e cor de interferência anômala cinza azulada. A foliação é pervasiva, com espaçamento milimétrico e levemente crenulada. Ocorrem alguns fragmentos líticos ora parcialmente ora totalmente alterados com película de óxido avermelhada.

Composição:	Quartzo	Clastos anédricos, com extinção ondulante.
	Filossilicatos (fengita e clorita)	Fengita e clorita formam uma matriz de cor amarela esverdeada a n//, intensamente alteradas. Localmente crenuladas.
	Fragmentos líticos	Fragmentos de cor escura compostos de fração silte, arredondados, com algumas fengitas inclusas. Parcialmente ou totalmente alterados por óxidos avermelhados.

Interpretação: Foliação e granulação característica de um filito. A presença de clorita e fengita sugerem um metamorfismo de baixo grau em fácies Xisto Verde baixo, na zona da clorita.

Classificação: Clorita-fengita-filito





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-IX-99

Unidade: Membro Ribeirão da Porteira - Formação Quilombo

Localização: 296175E 8150770N Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha terrígena de cor cinza escura, granulometria lama, grânulos e seixos (2- 11mm), muito mal selecionada, com grãos de baixa esfericidade, desde arredondados a subangulosos. Rocha heterogênea composta por fragmentos líticos e grãos de quartzo. Apresenta uma matriz de granulometria pelítica e um arcabouço clasto-suportado. O contato entre os grãos é planar e consiste em uma rocha imatura tanto texturalmente quanto composicionalmente.

Descrição Microscópica

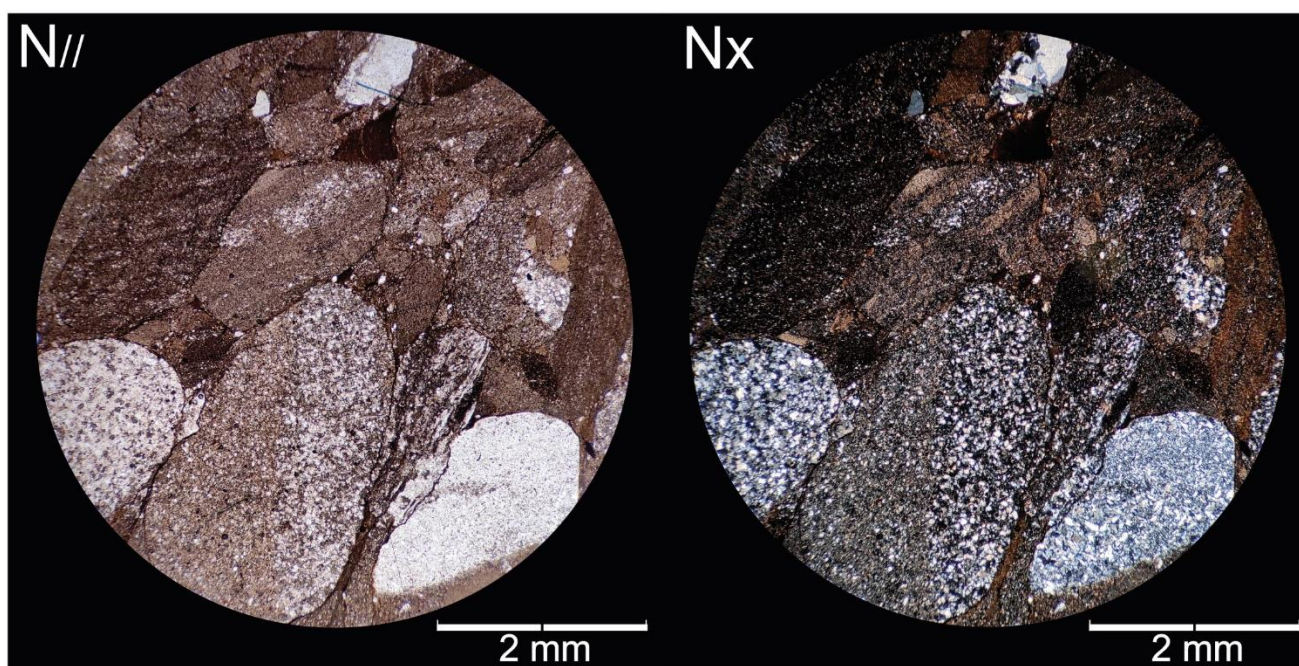
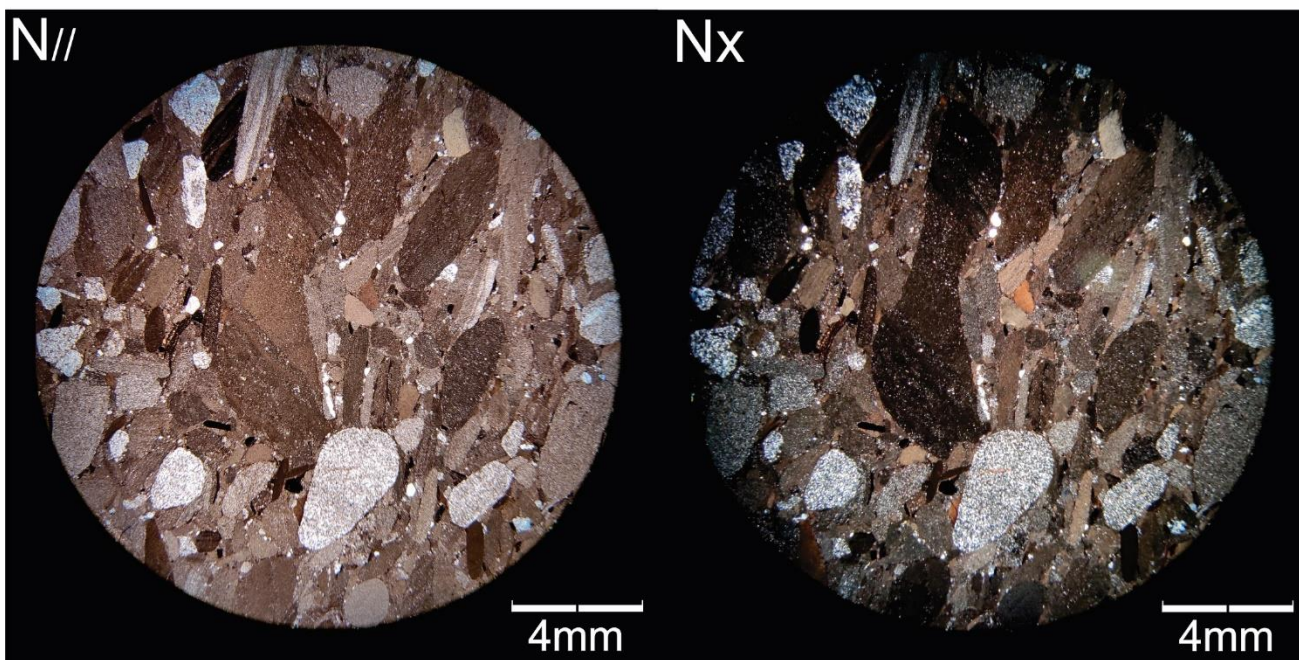
Estrutura/Textura/Fábrica: Grãos variando desde 0,1mm até 1cm, com tamanhos variados caracterizando uma granulometria seixo a grânulo. É uma rocha heterogênea muito mal selecionada com fragmentos líticos variados de arenitos de diversas granulomentrias, silititos, alguns ocorrem laminados, outros contem mica detrítica. Além disso, há ocorrência também fragmentos minerais de quartzo com granulometria areia fina a grossa (0,08-0,5 mm) com extinção ondulante e envoltos com cimento silicoso. No geral os grãos são angulosos e de baixa esfericidade. O arcabouço da rocha é clasto-suportado e o contato entre os grãos é planar a côncavo convexo. A matriz é pelítica (~1%). Alguns grãos ocorrem deformados pela compactação. Os grãos mais alongados encontram-se orientados segundo uma direção principal. A rocha é imatura tanto texturalmente quanto composicionalmente.

Composição Primária	Fragmentos líticos (80%)	Fragmentos líticos (2 mm até 1 cm) de diversas rochas como: arenito fino, arenito médio, silititos e folhelho.
	Quartzo (19%)	Grãos de quartzo (0,08-5mm) com extinção ondulante envoltos com cimento silicoso.
	Matriz (1%)	Pelítica

Maturidade: Submatura texturalmente e imatura composicionalmente composicionalmente

Interpretação: Sedimentos pouco retrabalhados, com evidências de compactação ao observar o fraturamento de alguns grãos. Os diferentes fragmentos líticos indicam diferentes fontes e os grãos de quartzo são de origem ígnea e metamórfica. O cimento de sobrecrecimento indica uma diagênese tardia.

Classificação: Ortoconglomerado polimítico com matriz





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-VIII-32B

Unidade: Fm. Córrego do Barreiro - Grupo Paranoá

Localização: 299036E 8138608N Zona 23S

Descrição Macroscópica



Rocha carbonática de cor cinza, granulometria areia média contendo grãos que podem atingir até tamanho de areia grossa. A rocha é moderadamente selecionada e os grãos são intraclastos arredondados com esfericidade moderada a alta. A rocha encontra-se dolomitizada e apresenta cavidades preenchidas por cimento calcítico.

Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Rocha intraclástica de granulometria areia fina a grossa com alguns intraclastos com borda micritizada e outros com envelope micrítico. O espaço entre os grãos é preenchido por cimento espático. É composta por intraclastos micríticos, esparíticos e alguns policompostos.. Os oncólitos ocorrem tanto na forma de clastos menores dentro dos intraclastos como em grãos de tamanho areia média constituindo o arcabouço da rocha. Os oncólitos encontram-se envoltos por esteiras microbianas.

Composição Primária	Intraclastos calcilitíticos (micrita e esparita)
	Intraclastos calcareníticos (oncólitos que ocorrem tanto na forma de clastos menores quanto dentro de intraclastos)
	Cimento espático

Interpretação: Ambiente com alternância de energia marcado pela micritização secundária (baixa energia) e clastos retrabalhados e fragmentos de calcilititos e calcarenitos (alta energia). Com a alta energia houve um intenso retrabalhamento, arredondando os intraclastos e, durante a baixa energia ocorreu a deposição da lama micrítica que, com o avanço da diagênese, precipitou o cimento espático.

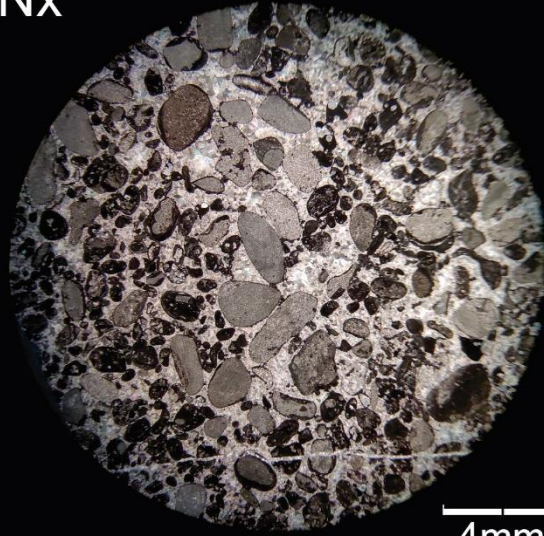
Classificação: Intradoloesparito oncolítico / Grainstone intraclástico com oncólitos

N//



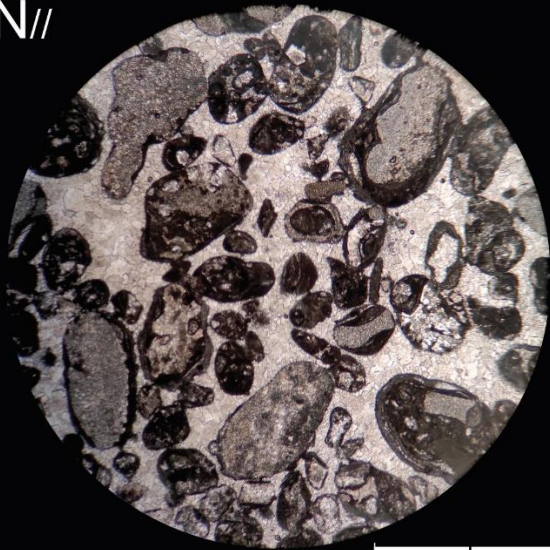
4mm

Nx



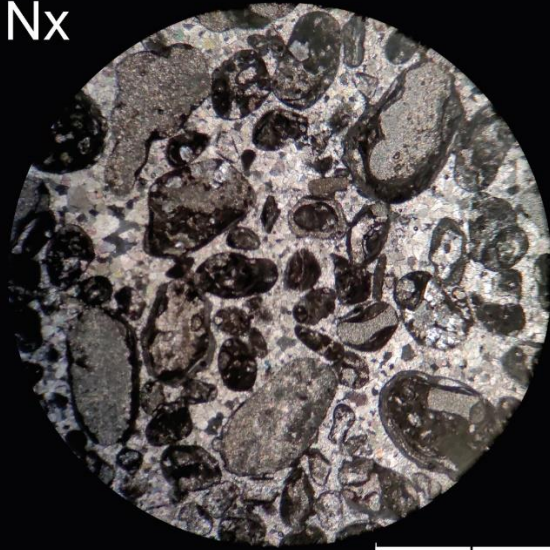
4mm

N//



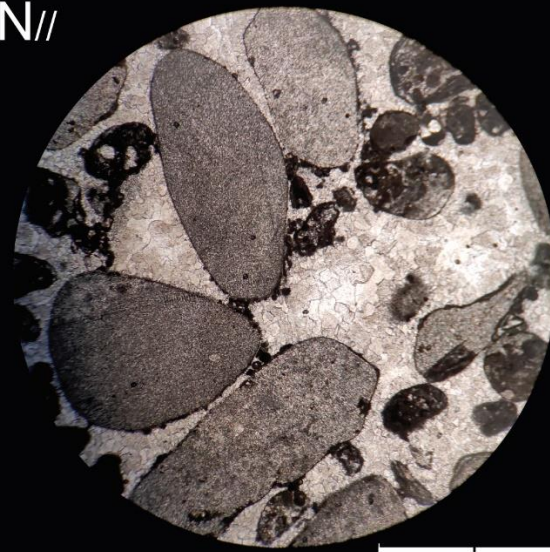
2 mm

Nx



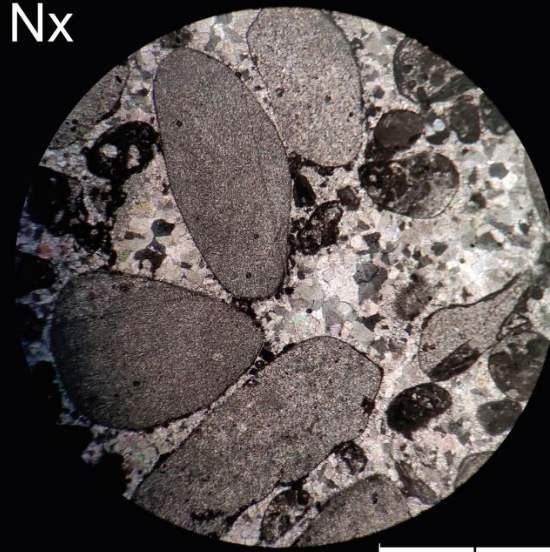
2 mm

N//



2 mm

Nx



2 mm



Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-VI-110

Unidade: Ribeirão da Porteira (Quilombo)

Localização: 294313 / 8161865

Descrição Macroscópica



Amostra fresca de coloração cinza, granulometria areia média a grossa, sendo que os fragmentos líticos encontrados são de areia muito grossa. A rocha terrígena em questão é composta essencialmente por quartzo, fragmentos líticos, alguns óxidos e uma pequena quantidade de matriz, classificada como clasto-suportada, estruturalmente maciça. Observa-se também um veio que corta a amostra paralelamente.

Descrição Microscópica

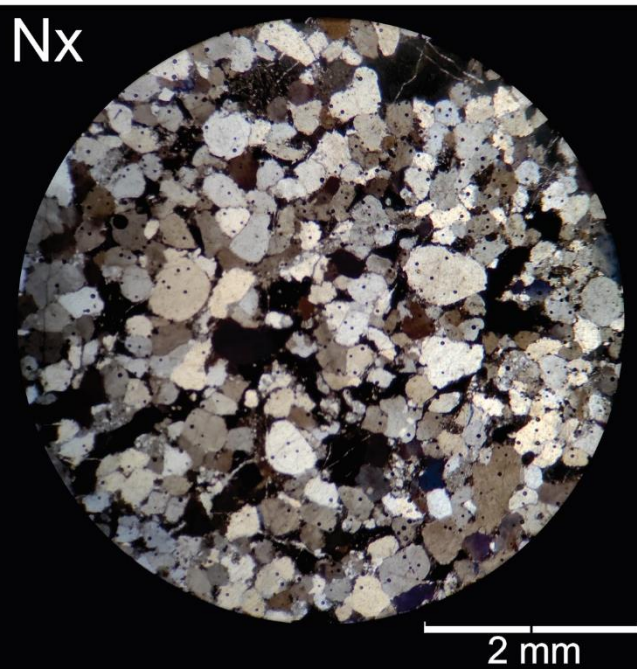
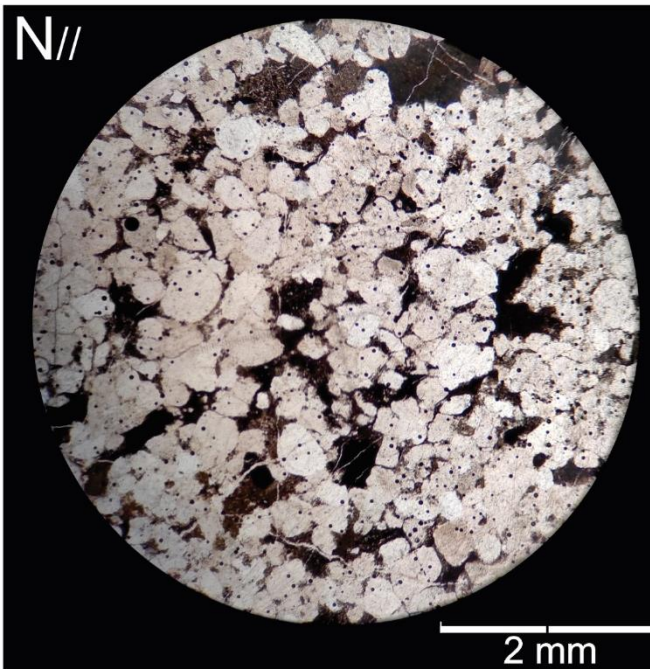
Estrutura/Textura/Fábrica: Rocha clástica de granulometria areia média, em algumas porções foi observado grãos finos a grossos, variando de 0,1 a 1,4 mm, sendo assim moderadamente selecionada. É composta essencialmente por quartzo, feldspato e fragmentos líticos de composição pelítica.

Composição Primária	Quartzo (70%)	O quartzo encontra-se em sua maioria com fraca extinção ondulante, em algumas porções onde é encontrado (5%) apresentam-se policristalino. Seu tamanho varia de 0,08 a 0,9 mm.
	Feldspato (3%)	Se apresentam moderadamente alterados, bastante deformados com contatos côncavo-convexos. É possível identificar o plagioclásio pela lei da albita.
	Fragmentos Líticos (22%)	A composição dos fragmentos é pelítica, apresenta clastos de quartzo de granulometria silte. Não maioria dos fragmentos não é possível identificar a mineralogia. Seu tamanho varia entre 0,08 e 0,9 mm, sua forma é subelíptica com contornos deformados.
	Matriz (5%)	Matriz argilosa entre os interstícios dos grãos

Maturidade: Baixa maturidade composicional e moderada maturidade textural.

Interpretação: Os grãos de quartzo com extinção ondulante e recristalizados sugerem uma fonte metamórfica e os de baixa extinção ondulante sugerem uma origem ígnea ou sedimentar. A ocorrência de cimento silicoso bordejando os grãos, além dos contatos côncavo convexos, indicam uma compactação mecânica avançada.

Classificação: Litoarenito com matriz e feldspato





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XIII-32a

Unidade: Grupo Paranoá (Córrego do Barreiro)

Localização: 299113 / 8138547

Descrição Macroscópica



Rocha carbonática, de coloração cinza quando fresca. É possível observar a presença de cimento espático com intraclastos micríticos. Na amostra também se observa a presença de vugs de 0,1 a 0,2 mm.

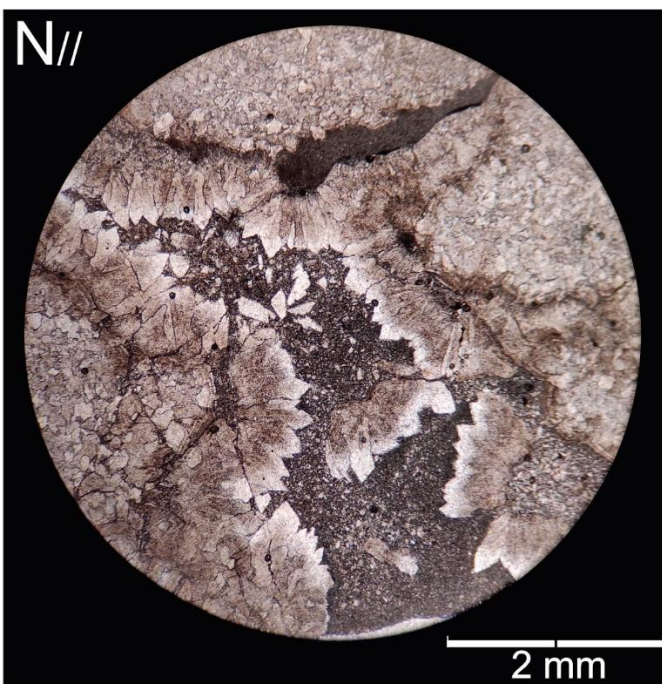
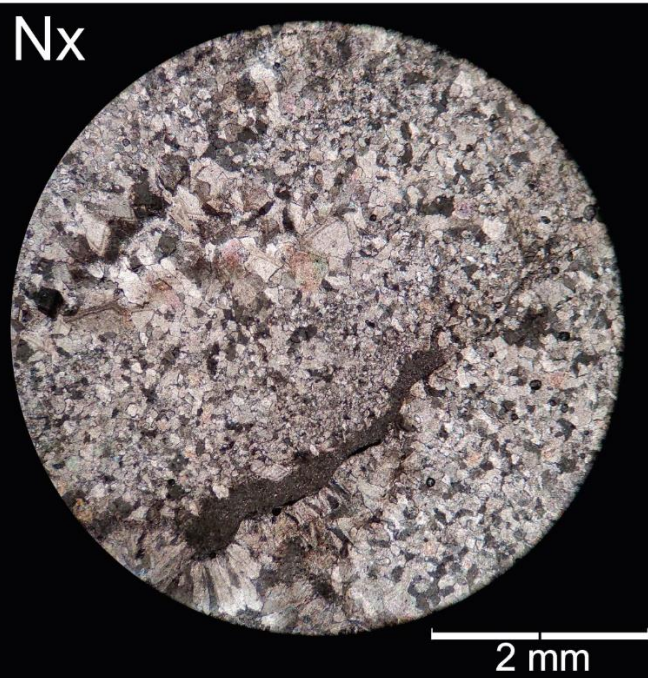
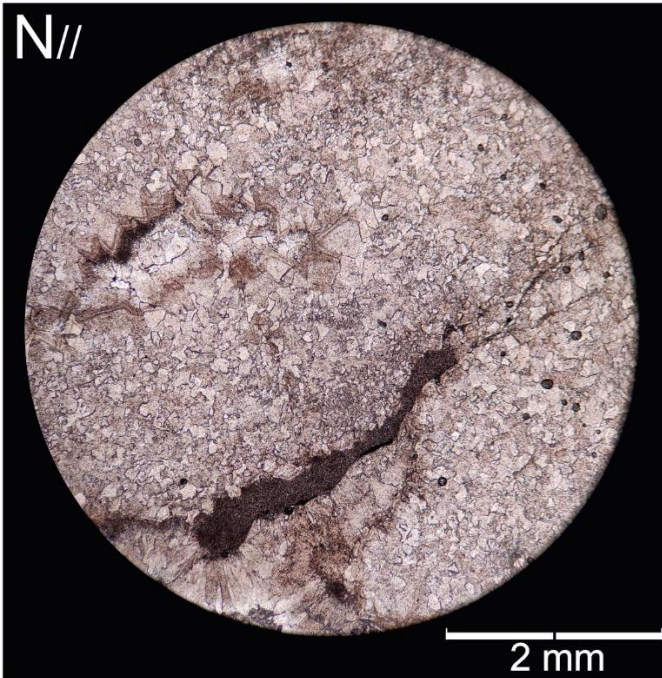
Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Rocha constituída por intraclastos de tamanho centimétrico, nos quais a micrita se encontra completamente recristalizada para dolomita, de granulometria variando de areia fina a média; observa-se cimento espático fibrorradial ao redor dos intraclastos, e cimento espático placoso entre vazios do cimento fibrorradial. Em pequenas porções da lâmina observou-se micritas de infiltração, nessas porções há ocorrência de micrita. Presença de vugs de 0,1 a 0,2 mm. (Brecha Intraclástica)

Composição Primária	Intraclastos (40%)	Intraclastos centimétricos, predominantemente recristalizados para dolomita, quando se encontram não completamente recristalizados é possível observar presença de micrita.
	Esparita (47%)	
	Micrita (3%)	

Interpretação: O primeiro evento foi a brechiação da rocha micrítica, posteriormente ocorre a precipitação de cimento dolomítico fibrorradial ao redor dos intraclastos. Após ocorre a precipitação do cimento placoso nos vazios do cimento fibrorradial. A presença de micrita de infiltração indica uma recristalização bastante precoce corroborada ainda pelos cristais ainda bem grossos. Isso ocorre possivelmente devido a interação com fluídos intersticiais no início da compactação.

Classificação: Intradoloesparito ou grainstone intraclástico





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-XI-116

Unidade: Ribeirão da Porteira (Quilombo)

Localização: 297748 / 8147300

Descrição Macroscópica



Rocha de coloração cinza muito escuro quando fresca e marrom quando alterada. Apresenta laminações irregulares, com intercalação entre as lâminas cinza muito escuro cuja espessura varia entre 2 e 8 mm, e lâminas de coloração cinza médio com espessura entre 1 a 6 mm. A rocha é composta predominantemente por quartzo (70%) de granulometria areia fina, com matriz escura (30%).

Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: É observado quartzo monocristalino (50%) e policristalino (10%), o primeiro com granulometria areia fina (0,2 mm) a silte (0,01 mm), grãos subangulosos com esfericidade predominantemente alta, com extinção reta a ondulante. O quartzo policristalino apresenta granulometria areia média (0,3 mm) a silte (0,1 mm), subarredondados a subangulosos com esfericidade variada. Há a ocorrência de feldspato de granulometria areia média (0,3 mm) a silte (0,1 mm) com tamanho médio de 0,15 mm, são subangulosos com esfericidade baixa, se encontram sericitizados, com laminações polissintéticas. Uma pequena porção da seção apresenta grãos opacos, com tamanho médio de 0,16 mm, além de matriz argilosa com micas finas dispersas. Os contatos entre os grãos são pontuais em determinadas porções e em outras estão planos e flutuantes. Há domínios em que o quartzo policristalino se encontra segregado, com domínio de contatos planares. Em locais onde há mais matriz os grãos estão em contatos pontuais ou flutuantes. A fábrica é de maneira geral isotrópica. É imatura texturalmente e composicionalmente.

Composição Primária

Quartzo (60%)

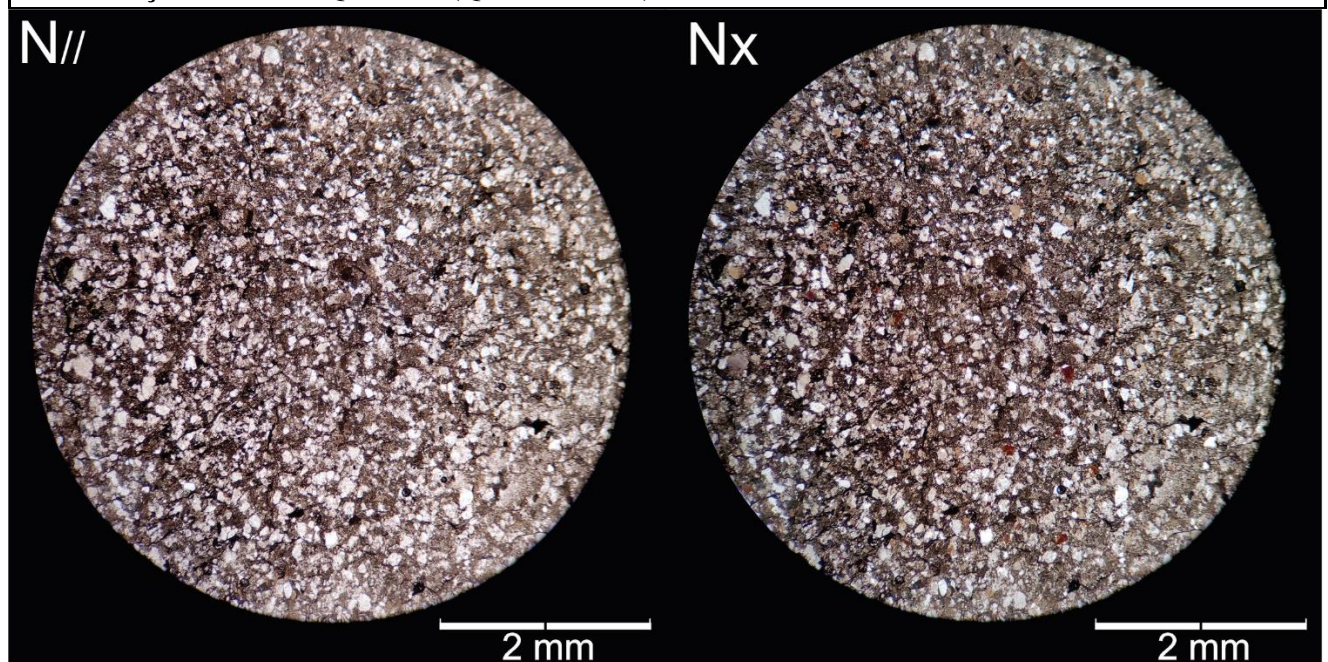
observado quartzo monocristalino (50%) e policristalino (10%), o primeiro com granulometria areia fina (0,2 mm)

		a silte (0,01 mm). A maioria se encontra com baixa extinção ondulante.
	Feldspato (3%)	Alguns grãos com geminação polissintética.
	Matriz Argilosa (25%)	A matriz argilosa encontra-se entre os clastos.
	Opacos (2%)	Encontra-se em plano paralelos ao acamamento e também perpendiculares a ele.

Maturidade: Imatura texturalmente e composicionalmente

Interpretação: Os grãos de quartzo com forte extinção ondulante sugerem uma fonte metamórfica, e os grãos com baixa extinção ondulante sugerem uma fonte ígnea ou sedimentar. Os clastos subangulosos indicam pouco retrabalhamento de grãos. A presença de outros minerais como feldspato e clorita remetem uma proximidade da área de deposição e área fonte. Em porções com menor porcentagem de matriz os contatos entre os grãos são planares, o que sugestiona a ação da compactação mecânica. Pode representar um congelamento de fluxo de sedimentos em suspensão, de um sistema turbídítico.

Classificação: Grauvaca Quartzosa (Quartzo Wacke)





Universidade de Brasília –UnB
Instituto de Geociências - IG

Amostra: 20-X-04

Unidade: Serra do Landim (Canastra)

Localização: 290457 / 8149185

Descrição Macroscópica



Rocha de coloração cinza escuro quando fresca e ocre quando alterada. Rocha maciça com granulação fina a grossa. Foi possível observar na amostra clastos centimétricos em determinadas porções, que ocorrem alternados com laminações centimétricas mais escuras, essas porções são dolomíticas.

Descrição Microscópica

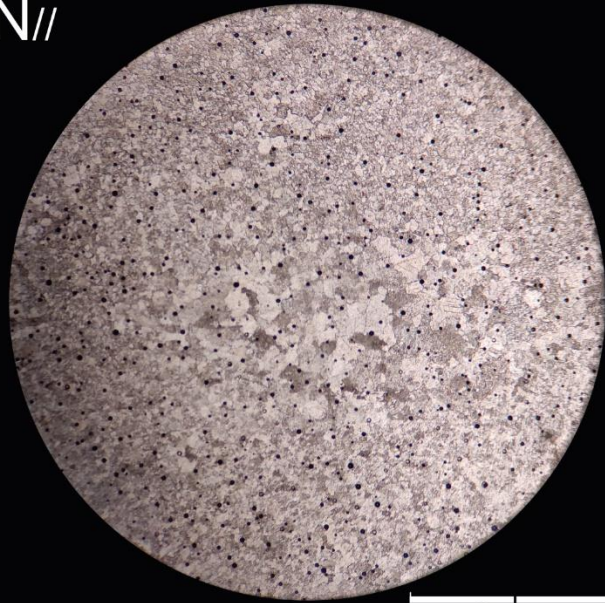
Estrutura/Textura/Fábrica: A seção é composta majoritariamente por minerais carbonáticos de granulação fina, em torno de 0,3 mm que se encontram dispostos em uma trama granoblástica. A matriz é constituída por minerais carbonáticos com granulação fina em torno de (0,07mm) em uma textura granoblástica. O protólito é uma rocha carbonática quase pura (dolomito).

Composição	Carbonato (100%)
-------------------	-------------------------

Interpretação: A rocha tem como protólito uma rocha carbonática quase pura (dolomito), sugerida pela composição primária encontrada na rocha, que foi metamorfozada na fácies xisto verde baixo, e em níveis anquimetamórficos.

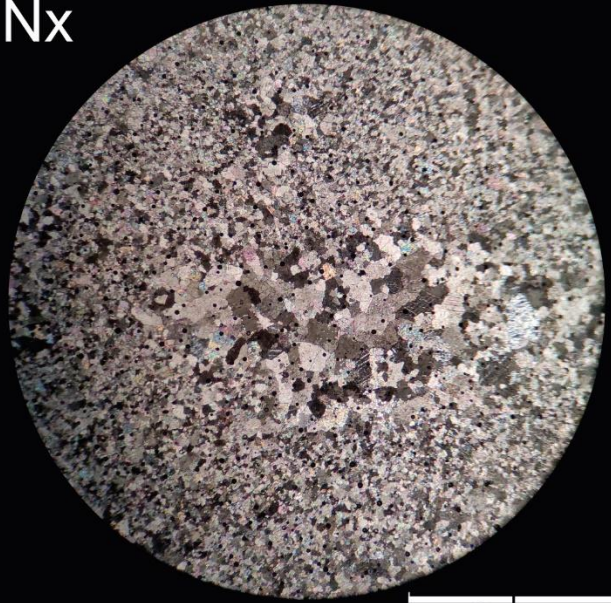
Classificação: Mármore Dolomítico.

N//



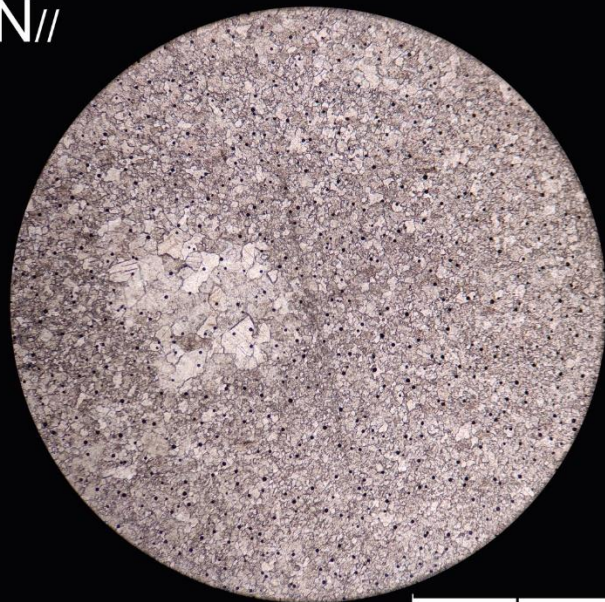
2 mm

Nx



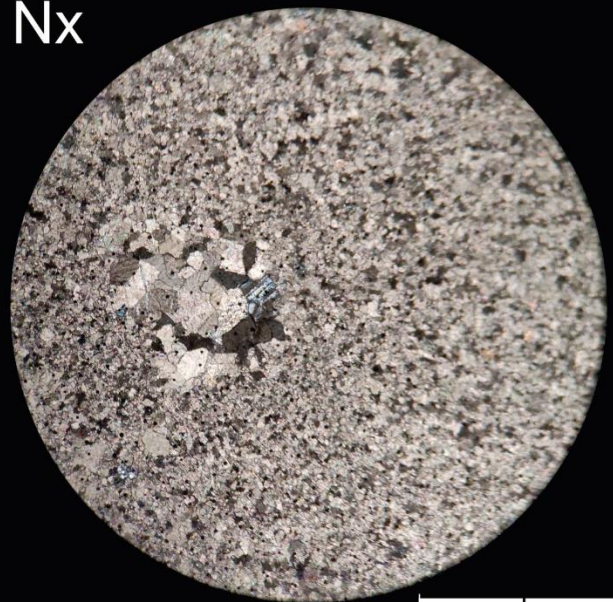
2 mm

N//




2 mm

Nx



2 mm

 Universidade de Brasília –UnB Instituto de Geociências - IG	Amostra: 20-X-117
	Unidade: Serra do Landim (Grupo Canastra)
	Localização: 291327 / 8147174

Descrição Macroscópica



Rocha de coloração cinza escuro, com domínios cinza claro pela recristalização do carbonato. Apresenta estrutura brechada com veios de cimento silicoso.

Descrição Microscópica

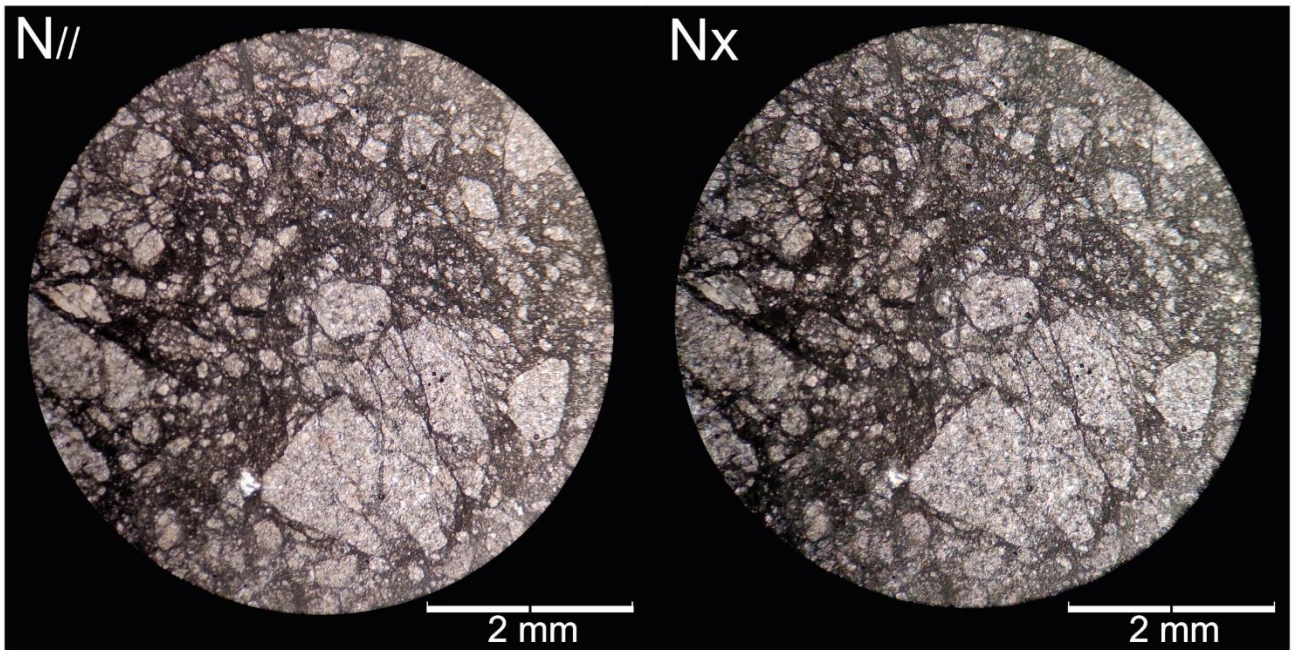
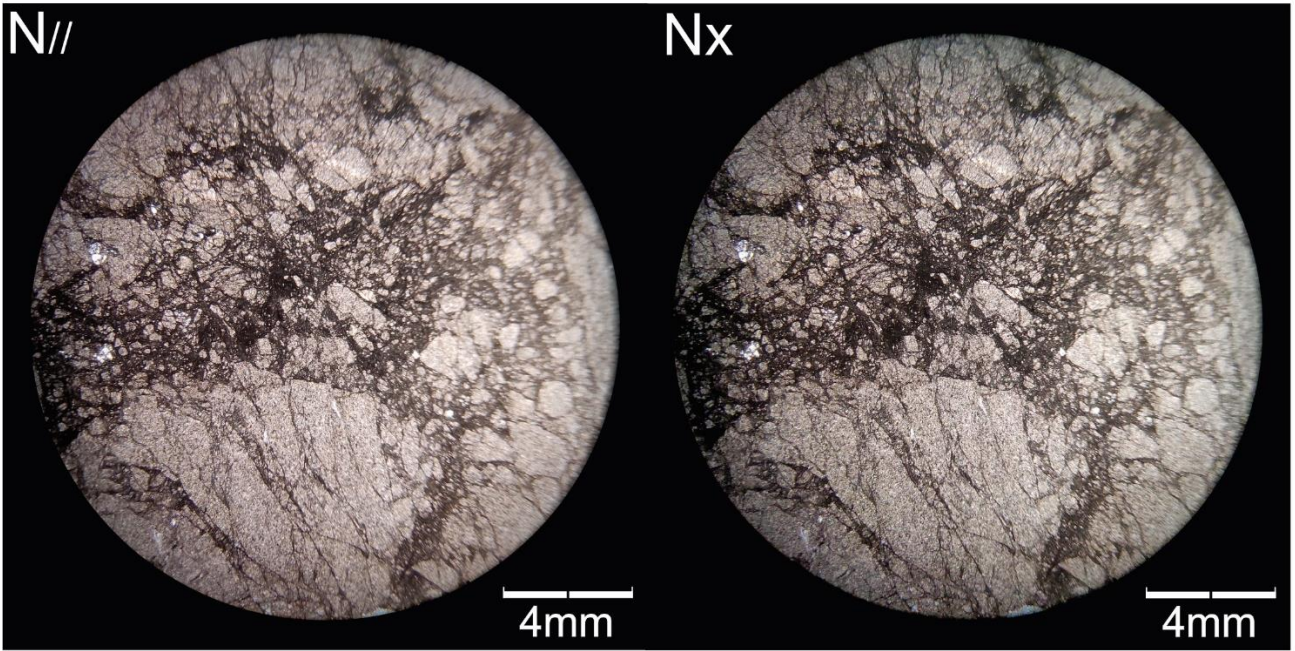
Estrutura/Textura/Fábrica: A lâmina é composta de clastos carbonáticos (dolomita) de granulação 0,5 a 1,5 mm, dispostos em uma trama granoblástica. A matriz é constituída de minerais carbonáticos de granulação fina (0,025 mm). Observa-se zonas brechadas, onde a dolomita apresenta granulação fina com cerca de 0,1 mm. Nota-se a presença eventual de grãos de quartzo de granulação em torno de 0,05 mm.


Composição Primária	Carbonato (Dolomita) (99%)	Predominante em toda a seção, tamanho de 0,5 a 1,5 mm.
	Quartzo (1%)	É observado em pequenas porções da lâmina, cerca de 1%, com tamanho médio de 0,05 mm.

Interpretação: A paragênese da rocha é formada predominantemente por carbonato e subordinadamente por quartzo, indicando uma associação de minerais provenientes do metamorfismo de uma rocha carbonática (protólito) na fácies anterior a xisto verde, na condição de anquimetamorfismo.

Classificação: Mármore dolomítico brechado.

e



 Universidade de Brasília –UnB Instituto de Geociências - IG	Amostra: 20-IX-42
	Unidade: Ribeirão da Porteira (Quilombo)
	Localização: 297467 / 8153089

Descrição Macroscópica



Descrição Microscópica

Estrutura/Textura/Fábrica: Rocha formada por clastos de granulometria areia fina/média a silte, variando de 0,2 a 0,02 mm (matriz suportada). Foi observado clastos de quartzo de granulometria silte, variando de 0,02 a 0,08 mm e clastos variando de areia fina a silte, variando de 0,2 a 0,02 mm. Os clastos são compostos de quartzo e fragmentos líticos. No arcabouço os componentes comumente não se tocam e estão imersos na matriz, na qual se observa minerais opacos com orientação preferencial, formando uma foliação. É imatura texturalmente e composicionalmente.

Composição Primária	Quartzo (47%)	Quartzo de granulometria areia fina a muito fina, angulosos a subangulosos de esfericidade moderada a alta.
	Fragmentos Líticos (6%)	Fragmentos de rochas pelíticas alteradas, com baixa esfericidade e moderadamente arredondados.
	Micas (2%)	Mica branca detrítica de granulometria areia fina a silte.

	Matriz (40%)	Matriz lamosa (silte+argila)
Interpretação: Rocha formada em sistema turbidítico, representa a porção superior da sequência de bouma caracterizada pelo congelamento do sedimento em suspensão, característico desse sistema. A maturidade textural e composicional (submatura) indica um retrabalhamento moderado. A foliação é indicada pela orientação preferencial dos minerais observados na lâmina.		
Classificação: Grauvaca com grãos líticos		

