



Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Geociências - IG
Curso de Graduação em Geologia

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

ÁREA X - PROJETO ARENÓPOLIS

Beatriz Sena Farias da Silva 180013955
Blenda Rodrigues Carvalho 180014064

Brasília, dezembro de 2023.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

Beatriz Sena Farias da Silva 180013955

Blenda Rodrigues Carvalho 180014064

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

ÁREA X - PROJETO ARENÓPOLIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Geociências
como requisito à obtenção do diploma do
Curso de Graduação em Geologia.

Orientadores:

Prof^a. Dra. Natalia Hauser (Coordenadora)

Prof. Dr. Elton Luiz Dantas

Prof. Dr. Luis Gustavo Ferreira Viegas

Prof. Dr. Caio Arthur Santos

Dr. Italo Lopes de Oliveira

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Natalia Hauser (Orientadora - IG/UnB)

Msc. Karina Hatting (SGB)

Dr. Matheus Denezine (UnB)

Brasília, dezembro de 2023

AGRADECIMENTOS

Desde o início do curso de geologia todos pensam e sonham com o TF. É como se fosse algo muito além de um Trabalho de Conclusão de Curso, e de fato, ele realmente é. É um desafio coletivo, pessoal, intenso e com uma gama gigantesca de aprendizado, onde toda a caminhada dentro dele só se torna mais leve por ter a presença, participação e cooperação de pessoas queridas, que estão ao nosso lado para nos auxiliar e motivar, de alguma forma, para que tudo dê certo.

Quero agradecer inicialmente à minha mãe, pai e irmã, que sempre estiveram ao meu lado, garantindo com que cada jornada na minha vida fosse sempre repleta de amor, carinho e apoio. Eu amo muito vocês.

Ao meu amor, João Vitor, que caminha todos os dias ao meu lado e acredita sempre que eu sou capaz de tudo. Obrigada por todo amor, suporte e companheirismo que você me proporciona, fielmente, todos os dias.

Aos meus amigos Paula, Samuel e Bruna, que fizeram parte da minha vida e da minha graduação assiduamente, em momentos felizes e tristes, me oferecendo todo o suporte necessário e mostrando que sempre estariam presentes.

Aos membros do TF Arenópolis, principalmente aos professores(as) Natalia Hauser, Caio Santos, Elton Dantas, Gustavo Viegas, Ítalo Lopes, Julia Curto e Henrique Roig, por todo conhecimento e apoio oferecido durante todo o projeto. Aos motoristas Mendes, Jean, Marcos e William, obrigada pelo cuidado e bate papo em toda ida e volta exaustiva de campo. Aos professores Claudinei Gouveia, Roberta Vidotti e Adriano Reis, obrigada por toda contribuição oferecida. Ao Manfred Gottwald (German Aerospace Center, Remote Sensing Technology Institute) que nos forneceu o modelo digital de elevação TanDEM-X, muito obrigada.

À minha dupla Blenda Rodrigues, que foi minha fiel companheira em todos os momentos do TF, obrigada por todo conhecimento compartilhado, por todos os “vai dar tudo certo” que você me disse durante todo esse ano. Sua parceria foi crucial para que tudo desse certo.

Por fim, gostaria de dedicar todo esse trabalho de conclusão de curso à minha tia Analucia (*in memorian*), que sempre se fez presente em meu coração e em todos os meus pensamentos.

Beatriz Sena

AGRADECIMENTOS

Com profunda gratidão, desejo expressar meu sincero agradecimento a todos que desempenharam papéis essenciais para a conclusão deste projeto. Esta jornada foi marcada por descobertas significativas e desafios, e não teria sido possível sem a colaboração e o apoio de muitos.

Em primeiro lugar, quero expressar minha profunda gratidão a Deus, por me guiar e me dar forças em cada passo desta jornada acadêmica. Agradeço à minha família, que me deu suporte em todos os momentos que precisei e esteve sempre acompanhando de perto esta fase da minha vida.

Agradeço a toda equipe do Projeto Arenópolis, professores Natalia Hauser, Elton Luiz Dantas, Luis Gustavo Viegas, Caio Arthur Santos, Italo Lopes de Oliveira, pelos ensinamentos e experiências compartilhadas. Aos professores Adriano Reis, Roberta Vidotti, Julia Curto, Henrique Roig e Claudinei Oliveira que contribuíram com este trabalho. Aos motoristas e demais profissionais do Instituto de Geociências.

Aos meus amigos da infância e faculdade, cuja amizade e companhia tornaram essa jornada mais leve e significativa, agradeço por cada momento compartilhado e por serem uma fonte constante de inspiração. Aos amigos do trabalho que sempre me apoiaram e contribuíram para o meu desenvolvimento profissional.

Por fim, gostaria de fazer um agradecimento especial a minha dupla de trabalho Beatriz Sena, por todo companheirismo, ensinamentos e por tornar esta etapa da graduação mais leve.

Cada um de vocês desempenhou um papel significativo neste projeto e estou verdadeiramente grata por fazerem parte deste momento!

Blenda Rodrigues Carvalho

RESUMO

O Projeto Arenópolis representa o Trabalho Final de Graduação em Geologia do ano de 2023, executado no Instituto de Geociência da Universidade de Brasília. O trabalho teve como objetivo principal a confecção de um mapa geológico, em escala 1:25.000, em parte dos municípios de Piranhas e Arenópolis, localizados na porção oeste do estado de Goiás.

A área mapeada totaliza 800 km², sendo dividida em 10 subáreas, sendo o presente relatório correspondente aos resultados da Área X. O Projeto Arenópolis abrange o Arco Magmático de Goiás - Arenópolis, de idade neoproterozóica. As unidades descritas na Área X incluem: Gnaiss Ribeirão, Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas, Gnaiss Arenópolis, Gabro Morro do Baú, Granito Serra do Tatu, Granito Ribeirão Água Limpa, e coberturas Paleozóicas-Ordovicianas da Bacia do Paraná.

Os dados adquiridos em campo, permitiram detalhar os contatos entre as unidades, identificar novos corpos plutônicos e ocorrências vulcânicas antes não mapeadas, definir novas fácies para o Gnaiss Arenópolis, Granito Ribeirão Água Limpa, Granito Rio Caiapó, Granito Serra do Iran e Complexo Alcalino Arenópolis.

Em conjunto com as análises estruturais posteriores, resultaram na identificação de três domínios estruturais, que incluem os Domínios Arenópolis, Caiapônia e Piranhas. Com base nos estudos de campo e análises bibliográficas, foi definido seis estágios deformacionais, que incluem o Estágio de Arco Intra-Oceânico com formação da Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas, Gnaiss Arenópolis e Gabro Morro do Baú. O segundo estágio corresponde ao Estágio Arco Continental-Colisional que inclui o Granito Serra do Tatu e o Granito Ribeirão Água Limpa. O terceiro estágio compreende o Estágio Colisional-Pós Colisional, com intrusão dos Granitos Rio Caiapó e Granito Serra do Iran. O quinto estágio refere-se ao magmatismo alcalino do Complexo Arenópolis. Por fim, tem-se as Fases Deformacionais responsáveis pela formação de dobras diversas, zonas de cisalhamento, falhas e fraturas dentre outras estruturas que serão detalhadas. Em relação ao potencial metalogenético, ocorre principalmente, potencial para mármore, areias e seixos, rochas ornamentais e sulfetos.

Palavras Chaves: Arco Magmático Arenópolis, Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas, Gabro Morro do Baú, Bacia do Paraná.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de Localização da área do Projeto Arenópolis.....	19
Figura 1.2: Mapa do trajeto rodoviário de Brasília (DF) ao município de Piranhas (GO). Fonte: Google Earth Pro.....	20
Figura 1.3: Mapa de pontos da área X.....	22
Figura 1.4. Dados climatológicos do município de Piranhas (GO). Fonte: Climatempo (2023).....	24
Figura 1.5. Mapa de domínios geomorfológicos e hipsométricos. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).....	25
Figura 1.6. Nesta foto observa-se três diferentes aspectos do relevo da área, com superfície regional de aplainamento com pequenos morrotes e ao fundo a escarpa da Bacia do Paraná.....	26
Figura 1.7. Mapa de solos do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).....	27
Figura 1.8. Vista panorâmica para a Bacia do Paraná. Nesta foto pode-se observar diferentes aspectos do solo, com solo avermelhado da unidade ultramáfica e solos amarelados das unidades com xistos e mármore.....	28
Figura 1.9. Mapa de vegetação do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).....	29
Figura 1.10. Nestas fotografias pode-se observar diferentes aspectos da vegetação, com Pastagem nas superfícies aplainadas e floresta residual em relevos do tipo Morros e Colinas.....	29
Figura 1.11. Mapa hidrográfico do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).....	30
Figura 1.12. Nestas fotografias pode-se observar homogeneidade nos canais de drenagem de baixo fluxo.....	31
Figura 2.1. Esboço tectônico da Faixa Brasília com enfoque na região de estudo. Fonte: Carneiro et al., 2019..	33
Figura 2.2. Mapa Geológico do Projeto Arenópolis com as unidades que abarcam as áreas (Adaptado de MENEGHINI, 2020, Folha Piranhas e Caiapônia da CPRM 1:100.000).....	35
Figura 3.1. Espectro de reflectância de diferentes materiais (Florenzano et al 2002).....	43
Figura 3.2. Etapas do processamento dos dados de sensoriamento remoto.....	47
Figura 3.3. Composições Coloridas da imagem CBERS 04A.....	48
Figura 3.4. Composições Coloridas da imagem Landsat 8.....	49
Figura 3.5. Mapa de lineamentos principais obtidos a partir do relevo sombreado na inclinação 45° e 135°.....	50
Figura 3.6. Mapa de relevo obtido a partir do ALOS PALSAR.....	51
Figura 3.7. Mapa de declividade obtido a partir do ALOS PALSAR.....	51
Figura 3.8. Mapa de localização do levantamento geofísico. Fonte: Lasa Engenharia e Prospecções, projeto 3009.....	52
Figura 3.9. Mapa Base da subárea X do Projeto Arenópolis.....	53
Figura 3.11. Produtos Geofísicos da Magnetometria.....	57
Figura 3.12. Produtos Geofísicos da Gamaespectrometria.....	59
Figura 3.13. Mapa de domínios da Amplitude do sinal analítico (ASA).....	60
Figura 3.14. Mapa de lineamentos da 1ª Derivada Vertical (1DV).....	61
Figura 3.15. Mapa da Composição Ternária (RGB).....	62
Figura 3.16. Mapa Geológico-Geofísico preliminar.....	64
Figura 4.1. Feições de deformação no gnaiss Ribeiro, observadas no afloramento-tipo, inserido na área VIII (Coordenadas: 22S 434053 E 8173182 N). Em A, foliação anastomosada, truncada por fraturas; em B, leucossomas rompidos; em C, leucossomas em migmatito exibindo pinch-and-swell incipiente na porção inferior da imagem; já em D, foliação S-C, onde as linhas amarelas representam o plano S, ao passo que as linhas em vermelho representam o plano C; em E, megaporfiroblasto de quartzo rotacionado, evidenciando cinemática sinistral; por fim, em F, migmatito com leucossomas concordantes à foliação, recortados por dique leucocrático de quartzo e feldspato.....	66
Figura 4.2. (A) Rocha alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura lepidoblástica, foliação do tipo xistosidade. Composta por quartzo, muscovita, granada e pseudomorfos de	

estaurolita de hábito prismático que deforma a xistosidade: TF23-X-106 430682E 8166457S. (B) Afloramento in situ evidenciando foliação: TF23-X-181 428702E 81680537S.....	68
Figura 4.3. Afloramento tipo de anfibolito do Córrego da Onça exibindo foliação subvertical de direção N-S. Área VI, ponto 187 (X: 434722,9973; Y: 8181581,737).....	69
Figura 4.4. Área VI, ponto 120 (X:431498,7736; Y: 8182539,859). Afloramento em lajedo mostrando gnaisses calcissilicáticos afetados pela Zona de Cisalhamento Ribeirão.....	70
Figura 4.5. (A) TF23-X-12 432984E 8166649S: Aspecto de afloramento da unidade Gabro Morro do Baú no corpo arredondado. (B) TF23-X-12 432984E 8166649S: Detalhe do gabro deformado com bandamento centimétrico e veios leucocráticos discordantes. (C) TF23-X-13 433304E 8166548S: Gabro Morro do Baú com textura cumulática.....	71
Figura 4.6. Área III - TF23-AIII-P106 (Coordenadas X: 434953,57; Y: 8193673,35). A - Afloramento em lajedo no leito do Córrego da Areia composto por gnaiss tonalítico milonitizado. B - Detalhe da foliação milonítica apresentada pela unidade.....	72
Figura 4.7. (A) Porfiroclasto sigmoidal de feldspato alcalino, exibindo rotação sinistral (destacada por setas amarelas) em meio a textura milonítica do biotita granito milonítico. Área VI, ponto 102 (X: 434548,8895; Y: 8184140,845). (B) Afloramento em lajedo de biotita granito milonítico do Granito Serra do Tatu. Área VI, ponto 102 (X: 434548,8895; Y: 8184140,845). (C) Área VII - TF23-VII-79 (X: 437028; Y: 8179502). Afloramento em blocos rolados e em lajedo de biotita granito.....	74
Figura 4.8. Afloramentos do Granito Ribeirão Água Limpa. (A) Matacão de rocha com bandamento gnáissico e composição granítica com evidências de fusão parcial - migmatitos. (B) Afloramento em lajedos, muito comum nos afloramentos da Área III. (C) Fácies granítica isotrópica, com granulação grossa, classificado como pegmatítica. (D) Fácies de composição granodiorítica foliada e ocasionalmente bandada.....	75
Figura 4.9. (A) Afloramento em bloco do Granito Serra do Iran, os blocos podem alcançar 2 metros de altura como na figura, muito comum nas proximidades da Serra da Margarida. (B) Amostra de mão representativa da fácies do Granito Serra do Iran de granulação grossa e textura equigranular. (C - D) Feições de mixing-mingling em afloramento em blocos métricos da Unidade Granito Serra do Iran no ponto (TF23-AV-P141, coordenadas: 431309E 8187001S).....	77
Figura 4.10. TF23-AIII-P15 (Coordenadas X: 439660,33; Y: 8195281,30) - (A) Lajedo de dimensão métrica do Granito Rio Caiapó. (B) Detalhe para a fácies inequigranular seriada com megacristais de feldspato potássico, classificada como granito porfirítico, e fraturas de direção NW-SE.....	78
Figura 4.11. Diques sin-plutônicos ao tonalito, hospedados pela fácies granito porfirítico grosso, observados no ponto TF23-II-27 (Coordenadas X: 432888; Y: 8199463).....	78
Figura 4.12. Derrames riolíticos característicos da unidade, com afloramento-tipo (A e B) localizado na área VII (Coordenadas: 22S 434487 E 8177659 N). (A) Derrame riolítico avermelhado, sob anfibolito fino com enclaves do mesmo. Além disso, é possível observar no detalhe, amostra de riolito de coloração bege de textura glomeroporfirítica de quartzo e feldspato. (B) Clasto rotacionado ao ser incorporado no fluxo riolítico, com esferulitos visíveis na porção superior da imagem. (C) (Coordenadas: 22S 435676 E 8177906 N), diques decimétricos de riolito cortando tonalito milonitizado do Granito Serra do Tatu. Em D (Coordenadas: 22S 437572 E 8176637 N), afloramento de riolito alterado para caulinita, com texturas primárias de fluxo fracamente preservadas.....	79
Figura 4.13. (A) Vista panorâmica da Bacia do Paraná e da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego Santo Antônio na área X. (B) Arenito conglomerático com estratificação cruzada (Ponto TF23-X-67 437339E 8166225N). (C) Arenito fino com estratificação cruzada (Ponto TF23-X-79 431804E 8164059N).....	80
Figura 4.14. Em A, blocos submétricos a métricos alinhados de basanita em pasto, indicando a presença de dique alcalino na Área VII (Coordenadas X: 431410; Y:8177514). Em B, dique alcalino cortando anfibolitos máficos da Unidade Córrego da Onça (Coordenadas: 22S 434922 E 8177863 N).....	81
Figura 4.15. (A) Foto panorâmica destacando o relevo encontrado no Complexo Arenópolis. Os melhores afloramentos encontram-se nos morros, enquanto que a porção arrasada é dominada por pasto e plantações com perfis de solo avermelhado. (B) Afloramento com esfoliação esferoidal em nefelinito (TF23-AIII-P8 Coordenadas X: 440273,5; Y: 8194759,3). (C) Veio carbonatítico alojado em Melteijito. (D) Feições de brechas com clastos de clinopiroxenitos em meio a cimentação de matriz fina de composição félsica rica em feldspatóides.....	82
Figura 4.16. Mapa Geológico Integrado do Projeto Arenópolis, escala 1:25.000.....	83
Figura 5.1. Mapa Geológico Integrado do Projeto Arenópolis, escala 1:25.000.....	84
Figura 5.2 Mapa Geológico Local Área X.....	85

Figura 5.3	Área de ocorrência da unidade Gnaiss Ribeirão na subárea X.....	86
Figura 5.4	(A) Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-145 435989E 8167859S: Afloramento de blocos rolados e amontoados, apresentam forte lineação. (B) TF23-X-145 435989E 8167859S: Detalhe da rocha, apresenta cor cinza-rosada, é formado por bandas quartzo-feldspáticas e bandas de biotita e granada. (C) TF23-X-147 435376E 8168501S: Rochas de textura granoblástica e cor cinza rosada.....	87
Figura 5.5	Área de ocorrência da unidade Córrego da Onça na subárea X.....	88
Figura 5.6	Vista panorâmica da unidade Córrego da Onça de solo esbranquiçado com areia da Bacia do Paraná: TF23-X-69 437217E 8166713S.....	89
Figura 5.7	Fotografia da Anfibolito da Unidade Córrego da Onça TF23-X-146 435848E 8167956S. Blocos amontoados de anfibolito epidotizado.....	90
Figura 5.8	Fotografia da Clorita-tremolita xisto da Unidade Córrego da Onça TF23-X-69 437217E 8166713S. Amostra de mão do Clorita-tremolita xisto, de coloração verde textura lepidoblástica, foliação submilimétrica do tipo xistosidade.....	91
Figura 5.9	Fotografia de Gondito intercalado com chert. Rochas de coloração cinza azulado, laminada, com porções silicificadas e outras ricas em manganês: TF23-X-72 437010 E 8167533S.....	91
Figura 5.11	Aspecto de afloramento da Unidade Córrego Santo Antônio. (A) Afloramento na pedreira Montividiu: TF23-X-223 428703E 8166554S (B) Afloramento de blocos de anfibolito: TF23-X-173 429332E 8167838S. (C) Afloramento de xisto verticalizado: TF23-X-32 427004E 8167305S.....	93
Figura 5.12	(A) Rocha alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura lepidoblástica, foliação do tipo xistosidade. Composta por quartzo, muscovita, granada e pseudomorfos de estauroлита de hábito prismático que deforma a xistosidade: TF23-X-106 430682E 8166457S. (B) Afloramento in situ evidenciando foliação: TF23-X-181 428702E 81680537S. (C) Afloramento evidenciando foliação: TF23-X-49 422618E 8167582S (D) Detalhe de afloramento evidenciando pseudomorfos de estauroлита: TF23-X-106 430682E 8166457S.....	94
Figura 5.13	Diagrama AFM com destaque para paragênese Est-Grd-Bt-Msc-Qz (Adaptado de Yardley, 2004)..	95
Figura 5.14	Fotografia da Est-Grd-Msc Xisto TF23-X-106 430682E 8166457S. (A) Rocha bastante alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura porfiroblástica marcada pela estauroлита. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada rotacionada. (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada rotacionada com sombra de pressão e pseudomorfo de estauroлита envoltos pela muscovita.....	96
Figura 5.15	Fotografia da Est-Grd-Msc Xisto TF23-X-28 427139E 8166963S. (A) Rocha de cor cinza, textura granoblástica, composta por quartzo, biotita, granada e estauroлита. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada e estauroлита com textura em peneira e (C) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de muscovita.....	97
Figura 5.16	(A) Dobra recumbente em mármore na Pedreira Montividiu (B) Dique máfico em mármore na Pedreira Montividiu TF23-X-223 428703E 8166554S. (C) Afloramento de mármore com destaque para alteração hidrotermal cinza-esverdeado TF23-X-223 428703E 8166554S. (D) Afloramento de blocos in situ de mármore de calcita preta em contato com lente de gabro TF23-X-131 426669E 8169373S.....	98
Figura 5.17	Afloramento de blocos in situ de mármore de calcita preta em contato com lente de gabro TF23-X-131 426669E 8169373S.....	99
Figura 5.18	Fotografia do Mármore TF23-X-223 428703E 8166554S. (A) Rocha bandada com intercalação cinza com cinza escuro, possui granulação média e textura granoblástica. Sua mineralogia é composta por quartzo, carbonato e sulfetos de cor amarelo claro e iridescente. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando dobramento das maclas de calcita. (C) Amostra APA-27 428590E 8166727: Fotomicrografia (2,5x) evidenciando leve bandamento de quartzo e calcita com maclas coloridas.....	100
Figura 5.19	(A) TF23-X-168 429801E 8167928S: Rocha de cor cinza esbranquiçada, maciça, granulação fina, com veios de quartzo cortando a estrutura. (B) TF23-X-194 428022E 8166832S: Rocha de cor vermelha bandada, granulação fina a média, bastante recristalizada. (C) (D) TF23-X-194 428022E 8166832S: Afloramento de blocos rolados em contato com unidade de mármore, nota-se a variação na tonalidade do solo, para um marrom-avermelhado na unidade com chert.....	101
Figura 5.20	(A) TF23-X-10 433223E 8167061S: Anfibolito com leucossomas. (B) TF23-X-10 433223E 8167061S: Anfibolito fortemente orientado e fraturado, com orientação 330/80. (C) TF23-X-189 432706E 8168201S: Afloramento de blocos rolados amontoados, com forte lineação e bandamento composicional. (D) TF23-X-189 432706E 8168201S: Detalhe do bbandamento composicional na amostra de mão.....	102
Figura 5.21	TF23-X-7 432202E 8167003S (A) Vista panorâmica da Bacia do Paraná e da Sequência	

Vulcanossedimentar Córrego do Santo Antônio (SVASS). (B) Bloco de Anfibolito bandado com fácies leucocráticas levemente dobradas. (C) Anfibolito fino levemente bandado. (D) Aspecto de bandamento com fácies bandada (fb) e fácies dioríticas (fd).....	103
Figura 5.22 Anfibolito TF23-X-P10 433223E 8167061S. (A) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando textura nematoblástica, com hornblenda orientada e plagioclásio intersticial. (B) Fotomicrografia (10x) evidenciando alteração para epidoto no plagioclásio.....	104
Figura 5.23 Fotografia de amostra macroscópica de Talco-Tremolita Xisto TF-X-126 425800E 8169029S. (A) Bloco rolado com evidência de estrutura em tectônico-L. (B) Rocha alterada de cor amarelo-esverdeado, textura lepidoblástica e estrutura em tectônito L. Sua mineralogia é composta por talco, clorita e tremolita.....	105
Figura 5.24 Fotografia do Tremolito TF23-X-32 427004 E 8167305 S. (A) Rocha de cor verde, granulação fina a média, textura granoblástica. A olho nu é possível observar minerais esverdeados bastante alterados e cristais pretos de forte magnetismo. Sua mineralogia é composta por tremolita, piroxênio e magnetita. (B) Fotomicrografia evidenciando a textura granoblástica, sua mineralogia é formada por tremolita com inclusões de magnetita, ortopiroxênio reliquiar e magnetita como acessório (C) Detalhe de ortopiroxênio reliquiar.....	106
Figura 5.25 Fotografia do Ultramáfica TF23-X-220 425403E 8167350S. (A) Rocha de cor cinza escuro, granulação fina e textura nematoblástica. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando a textura nematoblástica de hornblenda.(C) Fotomicrografia (10x) evidenciando a textura nematoblástica de clinopiroxênio. (D) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de titanita.(E) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de epidoto.	108
Figura 5.26 Fotografia de amostra macroscópica de Hornblendito TF-X-207 427753E 8166308S. (A) Afloramento de blocos rolados em topo de morrote. (B) Hornblendito alterado de cor cinza esbranquiçada. (C) Amostra de Hornblendito destacando a estrutura em tectônito L.....	109
Figura 5.27 Área de ocorrência da unidade Gnaiss Arenópolis na subárea X.....	110
Figura 5.28 (A) TF23-X-18 434543E 8167117S: Bandamento gnaissico com porções félsicas e máficas. (B) TF23-X-18 434543E 8167117S: Detalhe de gnaiss com bandamento incipiente.....	110
Figura 5.29 A. Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-16 434241E 8166996S. (A). Afloramento de blocos in situ. (B) Gnaiss Arenópolis melanocrático de textura granoblástica grossa.....	111
Figura 5.30. A. Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-154 433300E 8168124S. (A) Detalhe da foliação bem marcada e quartzo fraturado. (B) Aspecto do afloramento da Unidade Gnaiss Arenópolis. (C) Amostra de gnaiss muito alterado, com fraco bandamento, marcado pela foliação.....	112
Figura 5.31 Área de ocorrência da unidade Gabro Morro do Baú na subárea X.....	113
Figura 5.32 Tipos de afloramento da Unidade Gabro Morro do Baú no corpo alongado. (A) TF23-X-101 436275E 8167338S: Hornblenda gabro com fácies grossa e porção fina com foliação bem marcada (B) TF23-X-144 436168E 8167981S: Hornblenda gabro com enclave de textura fina. (C) TF23-X-144 432984E 8166649S: TF23-X-144 436168E 8167981S: Hornblenda gabro com foliação bem marcada.....	113
Figura 5.33 TF23-X-12 432984E 8166649S: Aspecto de afloramento da Unidade Gabro Morro do Baú no corpo arredondado. (A) Gabro deformado com dobra aberta e intensamente fraturado. (B) Aspecto de afloramento com bandas centimétricas com variação leucocrática e melanocrática, com veio discordante. (C) Hornblenda Gabro melanocrático, com granulação média.....	115
Figura 5.34 Fotografia Hornblenda Gabro TF23-X-101436275 E 8167338 S. (A) Rochas de coloração cinza esverdeada e granulação média a grossa. (B) e (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristais de plagioclásio alterado, hornblenda e epidoto secundário. (D) e (E) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de hornblenda alterado.....	117
Figura 5.35 Fotografia Gabro TF23-X-14 433545 E 8166502 S. (A) Gabro com textura foliada e granulação média. (B) Fotomicrografia (4.5x) evidenciando cristais de plagioclásio alterado e augita - clinopiroxênio (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando bandamento máfico e félsico.....	118
Figura 5.36 Análise realizada em QEMSCAN do Gabro TF23-X-14.....	119
Figura 5.37 Área de ocorrência da unidade Granito Serra do Tatu na subárea X.....	120
Figura 5.38 Tipos de afloramento da Unidade Granito Serra do Tatu TF23-X-77 433223E E 8167061S. (A) Afloramento em blocos amontoados. (B) Solo esbranquiçado na área da unidade Serra do Tatu.....	120
Figura 5.39 Amostra TF23-X-77 433223E E 8167061S. (A) Amostra de granodiorito foliado. (B) Fotomicrografia 2,5x com destaque textura lepidoblástica marcada pela biotita e muscovita envoltos por cristal de quartzo e plagioclásio. (C) Fotomicrografia 2,5x evidenciando cristal de plagioclásio zonado.....	122
Figura 5.40 Área de ocorrência da unidade Ribeirão Água Limpa na subárea X.....	123
Figura 5.41 TF23-X-114 424643E 8164798S: Aspecto de afloramento da Unidade Granito Ribeirão Água	

Limpa. (A) Afloramento in situ bastante fraturado. (B) Granito porfirítico com feldspato róseo (C) Detalhe de cristal de feldspato em matriz esverdeada máfica.....	124
Figura 5.42 Fotografia de Biotita Gnaiss Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S. (A) Bt gnaiss com composição tonalítica.....	124
Figura 5.43 Fotografia de Granito Água Limpa Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S. (B) e (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada e lamelas de biotita marcando a foliação. (D) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os cristais de plagioclásio e muscovita e biotita. e muscovita (E) Fotomicrografia (10x) evidenciando os cristais de plagioclásio geminado.....	126
Figura 5.44 TF23-X-203 4427759E 8166256S: (A) (B) Aspecto do afloramento do dacito. (C) Detalhe de blocos de dacito ao longo do canal de drenagem.....	127
Figura 5.45 Fotografia do Dacito TF23-X-203 4427759E 8166256S. (A) Rocha de cor cinza esbranquiçada, granulação fina, com matriz quartzo-feldspática. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de quartzo aglomerado (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de quartzo engolfado (D) Fotomicrografia (4.5x) evidenciando cristal de plagioclásio zonado a nicóis paralelos (E) Fotomicrografia (4.5x) em nicóis cruzados.....	128
Figura 5.46 Fotografia da Bacia do Paraná.....	129
Figura 5.47 Área de ocorrência da Bacia do Paraná na subárea X.....	130
Figura 5.48. Caminhamento realizado na Formação Ponta Grossa e Furnas.....	130
Figura 5.49 (A) TF23-X-67 437339E 8166225S: Fotografia de afloramento in situ de arenito conglomerático. (B) TF23-X-88 431413E 8165683S: Contato em planta entre siltito micáceo e arenito conglomerático. (C) TF23-X-96 431283E 8166208S: Arenito Conglomerático da Formação Furnas. (D) TF23-X-88 431413E 8165683S: Contato abrupto de arenito conglomerático com siltito micáceo de 1m de espessura.....	131
Figura 5.50 TF23-X-79 431804E 8164059S: (A) Aspecto do afloramento da fácies AFe. (B) Detalhe do Arenito com estratificação cruzada.....	132
Figura 5.51. (A) TF23-X-68 437373E 8166536S: Arenito micáceo laminado Rocha. (B) TF23-X-68 437373E 8166536S Porção superior de arenito micáceo com estrutura ondulada.....	133
Figura 5.52. TF23-X-88 431413E 8165683S: (A) Detalhe em planta do contato siltito micáceo e arenito conglomerático (B) Contato entre siltito de 1m e arenito conglomerático.....	133
Figura 5.53 TF23-X-61 439295E 8165528S: Aspecto de afloramento da Formação Furnas. (A) Arenito conglomerático branco de grãos angulosos (B) Arenito conglomerático com estratificação marcada pela variação da granulometria.....	134
Figura 5.54. (A) TF23-X-67 437339E 8166225S: Arenito Conglomerático com estratificação cruzada. (B) TF23-X-89 431423E 8165404S: Arenito Conglomerático com estratificação cruzada e acanalada.....	134
Figura 5.55. Estereograma de direção de fluxo do arenito conglomerático com trend dominante para WNW-ESE. 135	
Figura 5.56. (A) TF23-X-94 431364E 8165930S: Arenito médio com fragmentos líticos.. (B) Arenito médio com feições de alteração química.....	135
Figura 5.57 (A) TF23-X-92 431367E 8165820S: Arenito médio branco. (B) TF23-X-93 431367E 8165859S: Contato entre arenito grosso e arenito conglomerático. (C) TF23-X-91 431386E 8165733S: Detalhe de Arenito Grosso intercalado com níveis de granulometria muito grossa.....	136
Figura 5.58 TF23-X-97 431036E 8166216S: (A) Ritmito de areia fina e cor roxa alternada com branco. (B) Ritmito de areia fina de cor roxa na base e branca no topo. TF23-X-99 43155E 8166554S: (C) Aspecto do afloramento fácies AF1p (D) Detalhe da amostra de mão do arenito fino com laminação plano-paralela.....	137
Figura 5.59 (A) TF23-X-85 432008E 8164749S: Aspecto do afloramento de arenito em encosta de morro na porção basal da Formação Ponta Grossa. (B) TF23-X-84 432011E 8164716S: Afloramento de arenito argiloso encosta de morro em cota alta. (C) TF23-X-87 431898E 8164516S: Afloramento in situ de arenito ferruginoso na base do Morro da Mesa.....	138
Figura 5.60 TF23-X-81 432058E 8164865S: (A) Subliarenito ferruginoso. (B) Afloramento decimétrico de Subliarenito ferruginoso.....	139
Figura 5.61 TF23-X-87 431898E 8164516S: (A) Ritmito de areia fina e cor roxa alternada com branco. (B) Ritmito de areia fina de cor roxa na base e branca no topo.....	139
Figura 5.62 TF23-X-82 431996E 8164806S: (A) Arenito de cor branco amarelado. (B) Afloramento em corte de estrada de camada decimétrica de arenito.....	140
Figura 5.63 TF23-X-84 432011E 8164716S: (A) Afloramento de arenito grosso com nível argiloso. (B) Detalhe da alternância de granulometria.....	140

Figura 5.64 TF23-X-84 432011E 8164716S: (A) Afloramento de arenito em parede de morro. (B) Alternância de níveis de arenito grosso com níveis argilosos. (C) Relação de contato entre argilito na base e arenito no topo..	141
Figura 5.65 TF23-X-86 431996E 8164641S: (A) Arenito siltoso amarelado laminado. (B) Afloramento com laminação paralela.....	141
Figura 5.66 Coluna estratigráfica da Formação Furnas na subárea X.....	142
Figura 5.67 Coluna estratigráfica da Formação Ponta Grossa na subárea X.....	143
Figura 5.68 Modelo deposicional flúvio-deltaico. (Nichols, 2009).....	145
Figura 5.69 Modelo deposicional marinho raso (Retirado de Richter et al., 2023).....	145
Figura 5.70 TF23-X-104 431130E 8167504S:A. Alcalina porfírica com olivina e leucita. TF23-X-74 437849E 8167361S:B. Alcalina porfírica com leucita.....	146
Figura 6.1. Mapa geológico regional com destaque para a área do Projeto Arenópolis. (Adaptado de Lacerda Filho et. al, 2021).....	147
Figura 6.2 Mapa Estrutural Regional do Projeto Arenópolis.....	149
Figura 6.3 Mapa Estrutural Local subárea X.....	149
Figura 6.4 TF23-X-141 436386E 8168507S: (A) Afloramento intensamente intemperizado de tremolita clorita (Córrego da Onça) xisto em drenagem sazonal intermitente, com planos de foliação (Sn) orientados para NNE-SSW. (B) Afloramento contendo o plano de foliação (Sn) de tremolita clorita xisto em planta em estrada de terra orientado para NNW-SSE. (C) Projeção estereográfica contendo pólos da direção principal com trend N-S do plano de foliação (Sn) da unidade de tremolita clorita xisto da Seq. Córrego da Onça.....	152
Figura 6.5 (A) TF23-X-32 427004E8167305S: Afloramento verticalizado de muscovita xisto em contato com tremolitos, com planos de foliação (Sn) orientados para NW-SE. (B) TF23-X-181 428702E 8168053S: Afloramento contendo o plano de foliação (Sn) de muscovita xisto em planta em estrada de terra orientado para NNE-SSW. (C) TF23-X-151 434475E8168507S: Muscovita xisto com sigmóide de quartzito entre os planos de foliação com cinemática dextral. (D) TF23-X-132 426803E8169409S: Afloramento de muscovita xisto orientado para NW-SE, com quartzitos boudinados.....	153
Figura 6.6 TF23-X-106 430682E 8166457S: (A) Micrografia de estauroлита granada muscovita xisto com foliação circundando os porfiroblastos (2,5x). (B) Porfiroblasto de granada rotacionado com cinemática sinistral circundado por foliação com cinemática sinistral e cristais de quartzo equigranulares recristalizados a partir de rotação de subgrão (2,5x).....	154
Figura 6.7 A. Projeção estereográfica de pólos de granada muscovita xisto com trend para NW-SE com mergulho alto para SW. B. Estereograma de pólos de granada muscovita xisto com dobra suave. C. Projeção estereográfica de pólos de granada muscovita xisto com lineação de estiramento mineral no strike da foliação e cinemática sinistral. D. Projeção estereográfica de pólos de muscovita xisto com dobra fechada. E. Projeção estereográfica de pólos de muscovita xisto com lineação de estiramento mineral levemente oblíqua ao strike da foliação e cinemática sinistral.....	156
Figura 6.8 Tremolita Xisto TF-X-126 425800E 8169029S: A. Bloco rolado de tremolito caracterizado como tectonito L. B. Afloramento de tremolito contendo o plano de foliação (Sn) e lineação de estiramento mineral (Ln) em cristais de tremolita e talco. C. Plano de foliação em tectonitos L associados a tremolitos da Seq Córrego Santo Antônio. Tremolita Xisto TF-X-127 426174E 8168983S: D.Afloramento em planta de anfíbolito da Seq. Córrego Santo Antônio com foliação orientada para NE-SW. E. Afloramento em planta de anfíbolito da Seq. Córrego Santo Antônio com foliação orientada para NNE-SSW.....	157
Figura 6.9 TF23-X-10 433223E 8167061S: A. Afloramento de anfíbolito verticalizado com trend NW-SE encaixado em córrego de drenagem cortando o Gabro Morro do Baú. B. Microscopia de anfíbolito fino localizado no canal de drenagem do Córrego da Matinha com cristais de hornblenda e plagioclásio orientados de acordo com a foliação (Sn) (2,5x). C e D. Estereogramas de pólos de anfíbolitos da Seq. Córrego Santo Antônio com trend da foliação predominantemente NW-SE e localmente E-W.....	158
Figura 6.10 TF23-X-154 433300E 8168124S: A. Afloramento verticalizado do Gnaiss Arenópolis próximo ao contato com a Seq. Córrego Santo Antônio. B. Foto proximal de bandas quartzosas do gnaiss, intercalado com bandas mais intemperizadas e alteradas. C. Estereograma de pólos de foliação do Gnaiss Arenópolis com trend N-S e subverticalizada.....	159
Figura 6.11 Fotografia de Gnaiss Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S: A. Micrografia do Granito Ribeirão Água Limpa com plano de foliação (Sn) envolvendo cristais de quartzo, plagioclásio e porfiroblastos de granada. B. Micrografia com cristal de quartzo com contato lobado a partir da migração da borda dos grãos (grain boundary migration) (2,5 x).....	160
Figura 6.12 TF23-X-223 428703E 8166554S: A.Afloramento de mármore da Seq. Córrego Santo Antônio com	

plano de foliação (Sn) orientado para NW-SE. B. Dobra recumbente em mármore. C. Dobra fechada normal moderadamente inclinada marcada por diques máficos, com plano axial orientado para NW-SE.....	161
Figura 6.13 APA-27 428590E 8166727S: A.B Micrografia evidenciando kink-bands em cristais de calcita de mármore da Seq. Córrego Santo Antônio em domínios granoblásticos indicando contexto compressional C. Estereograma de pólos do plano de foliação (Sn) evidenciando dobra com eixo orientado para SSW, com mergulho moderado.....	162
Figura 6.14 Diagrama de rosetas regional do Projeto Arenópolis.....	163
Figura 6.15 Mapa de lineamentos da 1ª Derivada Vertical (1DV).....	163
Figura 6.16 A. Diagrama de rosetas Projeto Arenópolis. B. Diagrama de rosetas subárea X.....	164
Figura 6.17 TF23-X-181 428702E 8168053S: A. Afloramento de muscovita xisto contendo as famílias de fratura E-W e NW-SE. TF23-X-130 426577E 8169054S: B. Afloramento de estauroлита granada muscovita xisto com as famílias NE-SW, NW-SE, E-W e N-S. TF23-X-106 430682E 8166457S: C. Afloramento de rocha ultramáfica contendo as famílias de fratura NE-SW, NW-SE, e, localmente, E-W. TF23-X-32 427004E8167305S: D. Afloramento de tremolitito contendo as famílias de fratura NE-SW e NW-SE.....	165
Figura 6.18 TF23-X-10 433223E 8167061S: A. Afloramento de anfíbolito contendo as famílias de fratura NE-SW e NW-SE. B. Afloramento de de hornblenda gabro contendo as famílias de fratura NE-SW, NW-SE e E-W.....	166
Figura 6.19A. Canal de drenagem encaixado em fratura direcionada para E-W. B. Família de fraturas N-S perpendiculares ao plano de acamamento So da Formação Furnas. C. Família de fraturas NE-SW perpendicular ao plano de acamamento da unidade de arenito conglomerático da Formação Furnas.....	167
Figura 7.1. Mapa de Recursos Minerais do Projeto Oeste de Goiás, com destaque para a área de estudo do Projeto Arenópolis. Modificado de Lacerda et al. (2021).....	169
Figura 7.2. Mapa de processos minerários por substância na área do Projeto Arenópolis (Fonte: SIGMINE/ANM, Novembro/2023).....	175
Figura 8.1: Fechamento do Oceano Goiás-Farusiano com desenvolvimento das primeiras assembleias de arcos intra-oceânicos (cerca de 900 a 770 milhões de anos). Adaptado de Marques (2017).....	180
Figura 8.2: Diagrama ternário de Pearce (1996) para classificação dos anfíbolitos das unidades Córrego da Onça e Córrego Santo Antônio. Fonte: SGB-CPRM (2021).....	182
Figura 8.3: Modelo evolutivo do estágio de arco intra-oceânico na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho et al. (2021).....	183
Figura 8.4: Diagrama de classificação do índice de Shand (alumina-saturação) à esquerda e diagrama TAS para todas as unidades plutônicas e metaplutônicas do Projeto Arenópolis à direita. Fonte: SGB-CPRM (2021).....	184
Figura 8.5: Modelo evolutivo do estágio de arco continental na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho et al., (2021).....	185
Figura 8.6: Modelo evolutivo do estágio pós-colisional na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho et al., (2021).....	188
Figura 8.7: Modelo proposto por Ferreira et al., (2022) para a evolução da litosfera facilitando a colocação dos magmas toleíticos e alcalinos de aproximadamente 130 milhões e 80 milhões de anos. Adaptado de Ferreira et al., (2022).....	190
Figura 8.8: (A) Afloramento de anfíbolito dobrado pertencente a Unidade Córrego do Santo Antônio (416244E/8190590S), evidenciando (B) o padrão de interferência de dobra F2 com dobra F1 e as relações de sobreposição das gerações de foliações. A Foliação plano-axial S2 compõe a foliação predominante na área do projeto, enquanto a foliação S1 se mostra transposta e incluída nos planos de F2. (C) Estereograma mostrando os pólos dos flancos da dobra F2, bem como o seu perfil e superfície axial, além do eixo.....	191
Figura 8.9: Modelo proposto para a região do Projeto Arenópolis. Destaca-se o cisalhamento regional sinistral com falhas antitéticas e sintéticas e as respectivas direções de encurtamento e estiramento.....	193

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação estratigráfica com as idades geocronológicas das unidades que compõem o Arco Arenópolis....	33
Tabela 2: Principais características do satélite CBERS04A. (Fonte: INPE).....	42
Tabela 3: Principais características do satélite Landsat 8. (Fonte: NASA).....	43
Tabela 4: Principais características do sensor ALOS PALSAR. (Fonte: University of Alaska Fairbanks - UAF)	44
Tabela 5: Principais características do Levantamento Aerogeofísico. (Fonte: Lasa Engenharia e Prospecções)..	53
Tabela 6: Principais características dos domínios magnéticos obtidos pelo produto ASA.....	59
Tabela 7: Principais características dos domínios gamaespectrométricos obtidos pelo produto ternário RGB.....	61
Tabela 8. Conjunto de fácies da Formação Furnas.....	131
Tabela 9. Conjunto de fácies da Formação Ponta Grossa.....	137
Tabela 10. Associação de Fácies Formação Furnas.....	141
Tabela 11. Associação de Fácies Formação Ponta Grossa.....	142
Tabela 12: Estágios de evolução tectônica do Arco Magmático de Arenópolis referente às unidades do Projeto Arenópolis.....	178

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo	16
1.2 Localização e vias de acesso	17
1.3 Materiais e métodos	17
1.3.1 Etapa pré-campo	20
1.3.2 Etapa campo	20
1.3.3 Etapa pós-campo	21
1.4 Aspectos Fisiográficos	22
1.4.1 Clima	22
1.4.2 Geomorfologia	23
1.4.3 Pedologia	25
1.4.4 Vegetação/Usos e Ocupação do Solo	27
1.4.5 Hidrografia	29
2. GEOLOGIA REGIONAL	30
2.1 Contexto Geotectônico	30
2.2 Faixa Brasília	30
2.2.1 Arco Magmático de Goiás	31
2.3 Unidades Geológicas	33
2.3.2 Sequência Metavulcanossedimentar de Arenópolis-Piranhas (SMAP) (NP1apo/NP1apa)	35
2.3.3 Gnaiss Arenópolis (NP1 γ na)	36
2.3.4 Gabro Morro do Baú (NP1 γ mb)	36
2.3.5 Granitos Criogeniano	36
2.2.6 Granitos Ediacarano	37
2.2.7 Córrego do Horácio (NPach)	37
2.2.8 Granitos Cambrianos	37
2.2.9 Bacia do Paraná	37
2.2.10 Suíte Alcalina Iporá	39
3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOFÍSICA	40
3.1 Sensoriamento Remoto	40
3.1.1 Composições Coloridas	41
3.1.2 Modelo Digital de Elevação	44
3.1.3 Etapas do Processamento	44
3.1.4 Produtos e Interpretações	46
3.2 Geofísica	51
3.2.1 Magnetometria	54
3.2.2 Gamaespectrometria	56
3.2.3 Produtos e Interpretações	58
	13

4. GEOLOGIA DO PROJETO ARENÓPOLIS	64
4.1 Embasamento	64
4.2. Arco Magmático de Goiás	66
4.2.1 Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas	66
4.2.2 Gabro Morro do Baú	69
4.2.3. Gnaissé Arenópolis	71
4.2.4. Intrusões sin-tectônicas	71
4.2.5. Intrusões tardi-tectônicas	74
4.3. Bacia do Paraná	78
4.4. Província Alcalina de Goiás	79
5. GEOLOGIA LOCAL	83
5.1 Gnaissé Ribeirão (PP3 γ r)	85
5.2 Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas	86
5.2.1 Unidade Córrego da Onça (NP1apo)	87
5.2.2 Unidade Córrego Santo Antônio (NP1apa)	90
5.3 Gnaissé Arenópolis (NP1 γ na)	108
5.4 Gabro Morro do Baú (NP1 γ mb)	111
5.5 Granito Serra do Tatu (NP2 γ st)	118
5.6 Granito Ribeirão Água Limpa (NP2 γ al)	121
5.7 Ocorrência Vulcânica	125
5.8 Bacia do Paraná	128
5.8.1 Grupo Paraná	130
5.9 Suíte Alcalina	145
6. GEOLOGIA ESTRUTURAL	145
6.1 Introdução	145
6.2 Estágios Deformacionais	146
6.3 Domínios Estruturais	147
6.3.1 Domínio Caiapônia	149
6.3.2 Domínio Piranhas	149
6.3.3 Domínio Arenópolis	150
6.4 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DÚCTIL	150
6.4.1 Foliação	150
6.5 ARCABOUÇO RÚPTIL	161
7. GEOLOGIA ECONÔMICA	167
7.1 Sistemas mineralizantes.	169
7.1.1. Sistema Magmático-Hidrotermal	169
7.1.2 Sistema Hidrotermal	170
7.1.3 Sistema associado ao magmatismo alcalino	170
7.2 Minerais e rochas industriais	171
7.3. Potencial Econômico da Área X	175
8. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E TECTÔNICA	177

8.1. Estágio de Arco Intra-Oceânico	179
8.2. Estágio Arco Continental-Colisão Continente-Continente	182
8.3. Estágio Orogênico: magmatismo bimodal em ambiente transicional	185
8.4. Estágio Extensional	187
8.5 Magmatismo alcalino	188
8.6 Fases de deformação e metamorfismo	189
9. CONCLUSÃO	193
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório integra o Trabalho Final de Conclusão de Curso de graduação em Geologia da Universidade de Brasília, referente ao trabalho desenvolvido pela Área X do Projeto Arenópolis, o qual consiste em um mapeamento geológico em escala 1:25.000 na região oeste do estado de Goiás, próximo ao município de Piranhas. A área de estudo do Projeto Arenópolis possui aproximadamente 800 km², onde foram divididas 10 subáreas de 80 km².

O mapeamento geológico abrange as unidades que compõem o Segmento Arenópolis, localizado na porção sul do Arco Magmático de Goiás. O Projeto contribui para compreensão da evolução do Orógeno Brasília, principalmente em sua porção sul, no Arco de Arenópolis, o qual compreende intrusões, sequências vulcanossedimentares, unidades supracrustais e ortognaisses do arco justapostas ao longo de falhas transcorrentes regionais, associadas ao Lineamento Transbrasiliano de escala continental (Pimentel et al., 2000).

A área de estudo do Projeto Arenópolis justifica-se pela ausência de estudos de detalhes, sendo o último deles produzido por Jônatas Carneiro, em 2019 e Lacerda Filho et al., 2021, em um estudo sobre a Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas. Além disso, destaca-se a importância do estudo geotectônico da região para melhor compreensão do possível potencial metalogenético, tendo em vista que o arco sul compartilha similaridades geoquímicas, geocronológicas e possivelmente evolutivas com o arco norte, marcado pelo Segmento Mara Rosa (Laux et al., 2005, 2004; Pimentel et al., 2004; Matteini et al., 2010; Oliveira et al., 2000, 2016), onde já foram identificados depósitos vulcanogênicos e pórfiro como os depósitos de Au-Ag-Ba de Zacarias (Poll, 1994), Cu-Au de Chapada (Richardson, 1986; Kuyumjian, 1989; Oliveira et al., 2016), Au de Posse (Palermo et al., 2000) e Au-Cu-Bi Mundinho (Oliveira et al., 2000).

1.1 Objetivo

A área de estudo está inserida no contexto da Província Tocantins, bordejado a leste pela Faixa Brasília e a oeste pela Faixa Paraguai, as quais estão dispostas na faixa NNW a NNE, de acordo com Pimentel et al., 2000, constituindo a sequência metavulcano-sedimentar e Arco Magmático de Goiás.

O objetivo principal do Projeto Arenópolis é a elaboração de um mapa geológico em escala 1:25.000 da área de estudo e de um relatório técnico acerca dos dados obtidos em

etapas pré-campo, campo e pós-campo. Nesse sentido, os estudos abrangem o contexto regional da região, obtidos por meio de estudos bibliográficos e fotointerpretação da área, associados a sensoriamento remoto e interpretação de dados geofísicos, os quais também permitem a identificação de vias de acesso e localidades. Ademais, as próximas etapas do estudo são caracterizadas por estudos petrográficos e estruturais, levantamento de dados para confecção de mapas, modelos de evolução tectônica e possível potencial metalogenético.

Os dados e as interpretações geradas têm como base as bibliografias, modelos tectônicos previamente propostos e dados coletados em campo, a fim de promover maior segurança nos produtos finais.

1.2 Localização e vias de acesso

A área do projeto está inserida no Centro-Oeste do Brasil, mais precisamente nos municípios de Piranhas e Arenópolis, no Estado de Goiás, localizado a 525 km de Brasília. O acesso principal é através da BR-060, e posteriormente, pelas vias BR-153 e GO-060 (Figura 1.1). As áreas de estudo que compõem a porção sul do Arco Magmático de Goiás encontram-se cerca de 2 km a 22 km do município de Piranhas, variando de acordo com a disposição das subáreas. A cidade foi utilizada como base para a hospedagem dos alunos e professores durante a etapa de campo, onde o acesso às subáreas foi realizado por meio das rodovias GO-188, GO-475, GO-060, GO-472 e BR-158 (Figura 1.2).

1.3 Materiais e métodos

A metodologia do Projeto Arenópolis foi dividida em três etapas, que foram desenvolvidas em 9 meses, sendo elas: pré-campo, campo e pós-campo, as quais consistiram na elaboração do presente relatório, compilação de dados bibliográficos, análise de dados de sensoriamento remoto e geofísica. Os dados serviram de apoio para etapa de levantamento em campo para posterior caracterização petrográfica, assim como a confecção de mapas e tabelas.

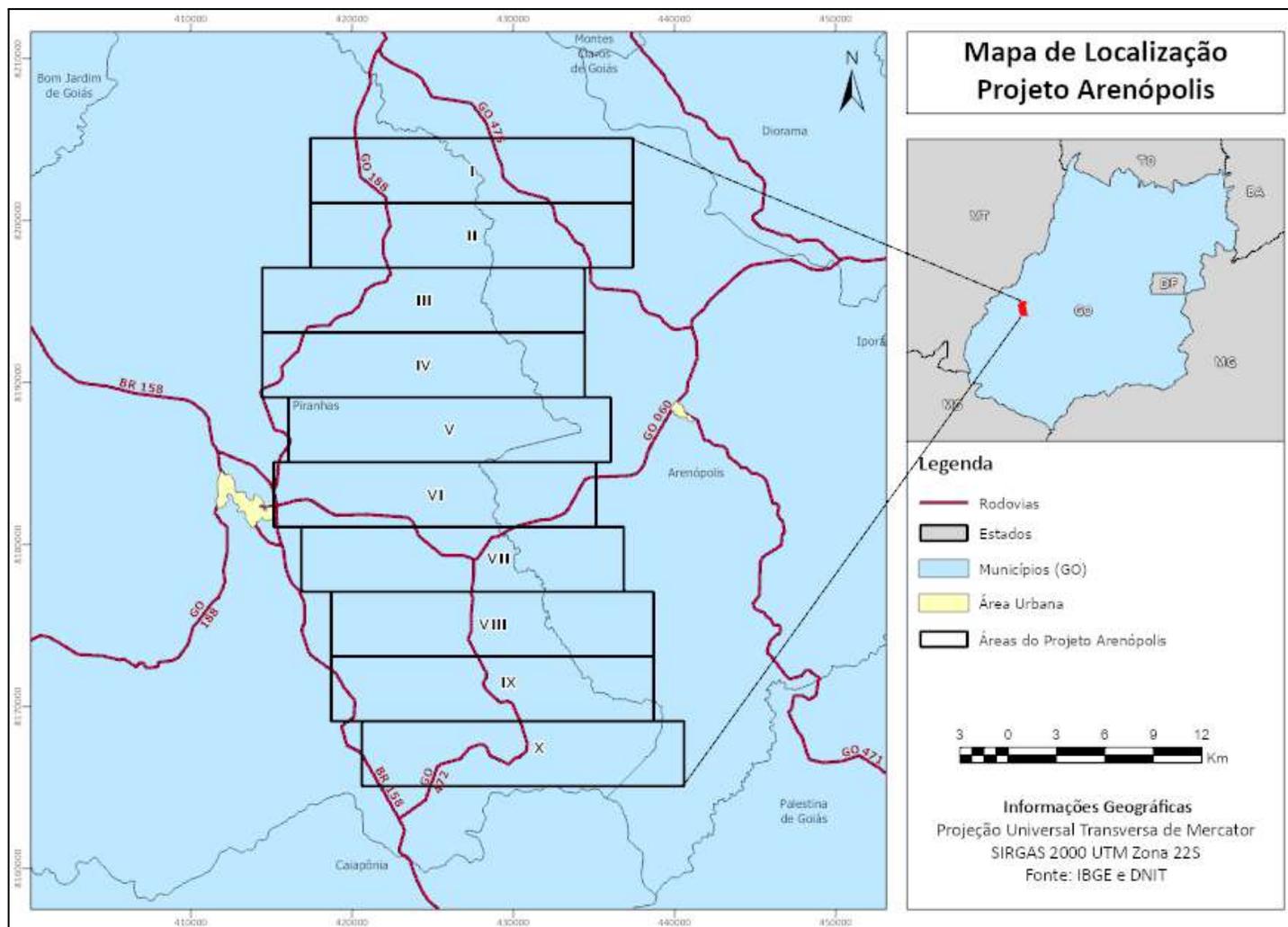


Figura 1.1: Mapa de Localização da área do Projeto Arenópolis.

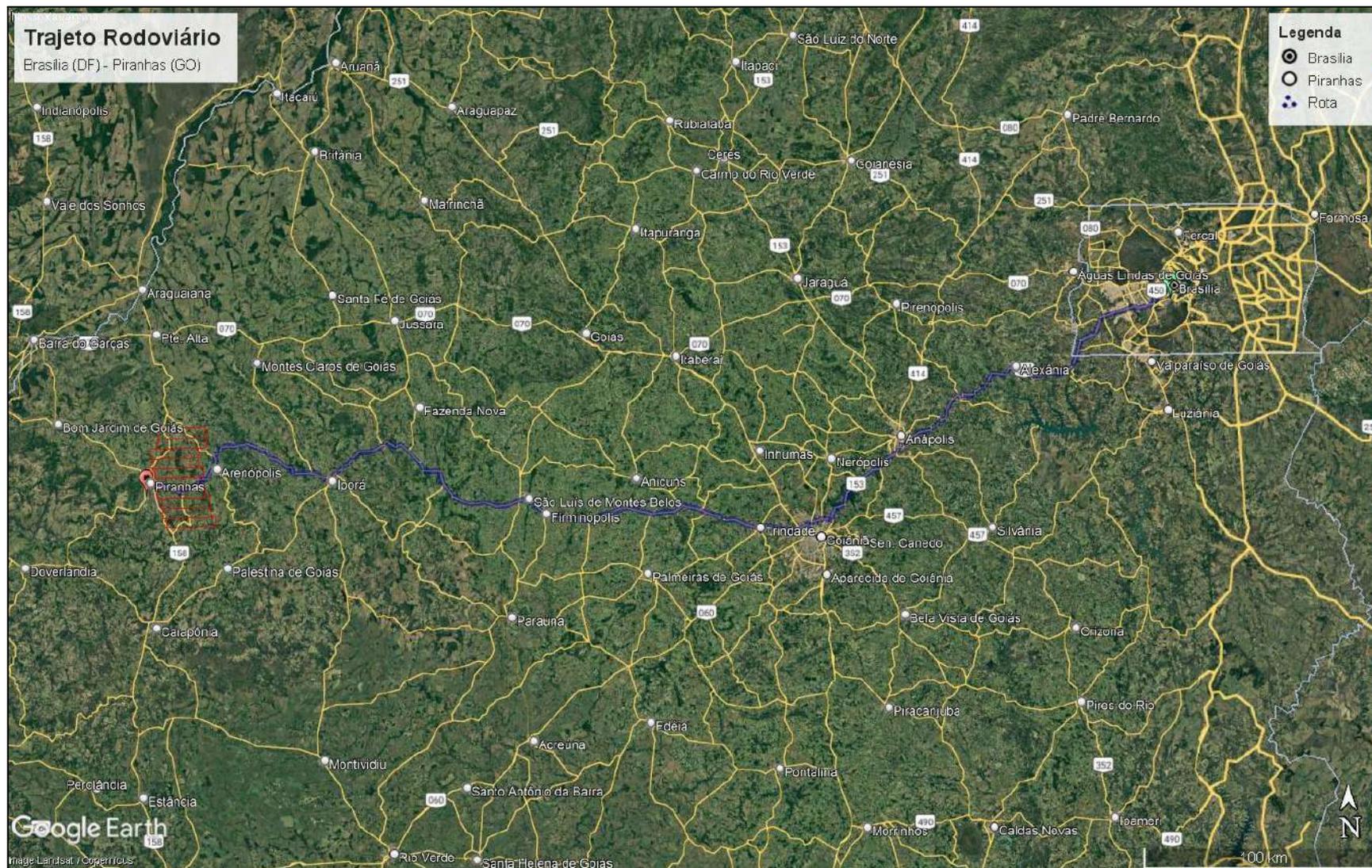


Figura 1.2: Mapa do trajeto rodoviário de Brasília (DF) ao município de Piranhas (GO). Fonte: Google Earth Pro.

1.3.1 Etapa pré-campo

A etapa pré-campo ocorreu entre os meses de março a julho de 2023 e foi destinada aos estudos iniciais e prévios sobre a geologia da área de estudo, tendo como enfoque principal o estudo de bibliografias, ciclo de palestras para melhor compreensão da Geologia Regional, além de atividades de análise dos aspectos fisiográficos, sensoriamento remoto e dados geofísicos, tanto em escala regional quanto local da área a ser mapeada, para confecção do mapa base e do mapa geológico preliminar.

Por sua vez, a etapa de Geologia Regional (Capítulo 2), tem como principal objetivo o estudo da evolução e compartimento do Orógeno Brasília, do Arco Magmático de Goiás e do Segmento Arenópolis.

Já na etapa de sensoriamento remoto e geofísica, foram realizadas análises em escala regional em toda área do projeto e em escala local na área X, a fim de observar elementos e dados geológicos complementares para as etapas de campo e pós-campo.

Por fim, foi confeccionado o mapa base e um mapa geológico preliminar da área, integrado com as demais áreas.

1.3.2 Etapa campo

O trabalho de campo teve duração de 17 dias¹ e consistiu na coleta de dados de maneira sistemática, incluindo descrição litológica, estrutural, coordenadas, desenhos, registros fotográficos e coleta de amostras, visando a confecção do mapa geológico final em escala 1:25.000.

Para coleta dos dados, foram utilizados os mapas elaborados na etapa pré-campo e equipamentos técnicos como: caderneta, martelo geológico, marreta, imã, lupa, solução de ácido clorídrico (10%), rádio, receptor GNSS, bússola geológica *Brunton*, aplicativos de celular *Climo* para medidas das feições estruturais e *Avenza* para registro dos pontos de coleta e caminhamentos.

Os dados obtidos em campo consistem em: atitudes das camadas (planares e lineares) e atitudes estruturais, as quais foram identificadas e medidas de acordo com a convenção geológica de medição *dip-direction* com a devida correção da declinação magnética de 21° W, coleta e descrições de amostras, coleta de pontos de afloramento e pontos controle, confecção de perfis esquemáticos e coluna estratigráfica. Durante o campo, as litologias e

¹ O campo ocorreu no período de 16/07/2023 a 01/08/2023

contatos encontrados foram marcados no mapa de acordo com a técnica “cor forte/cor fraca” para delimitar contatos litológicos.

Ao final de cada dia de trabalho, foram feitas compilações dos dados coletados por cada equipe e estes dados foram comparados e discutidos para melhor compreensão dos aspectos geológicos da área total de estudo a fim de construir um esboço preliminar do mapa geológico e perfil integrado. Ao final do trabalho de campo, foram coletados 227 pontos conforme mapa de pontos (Figura 1.3).

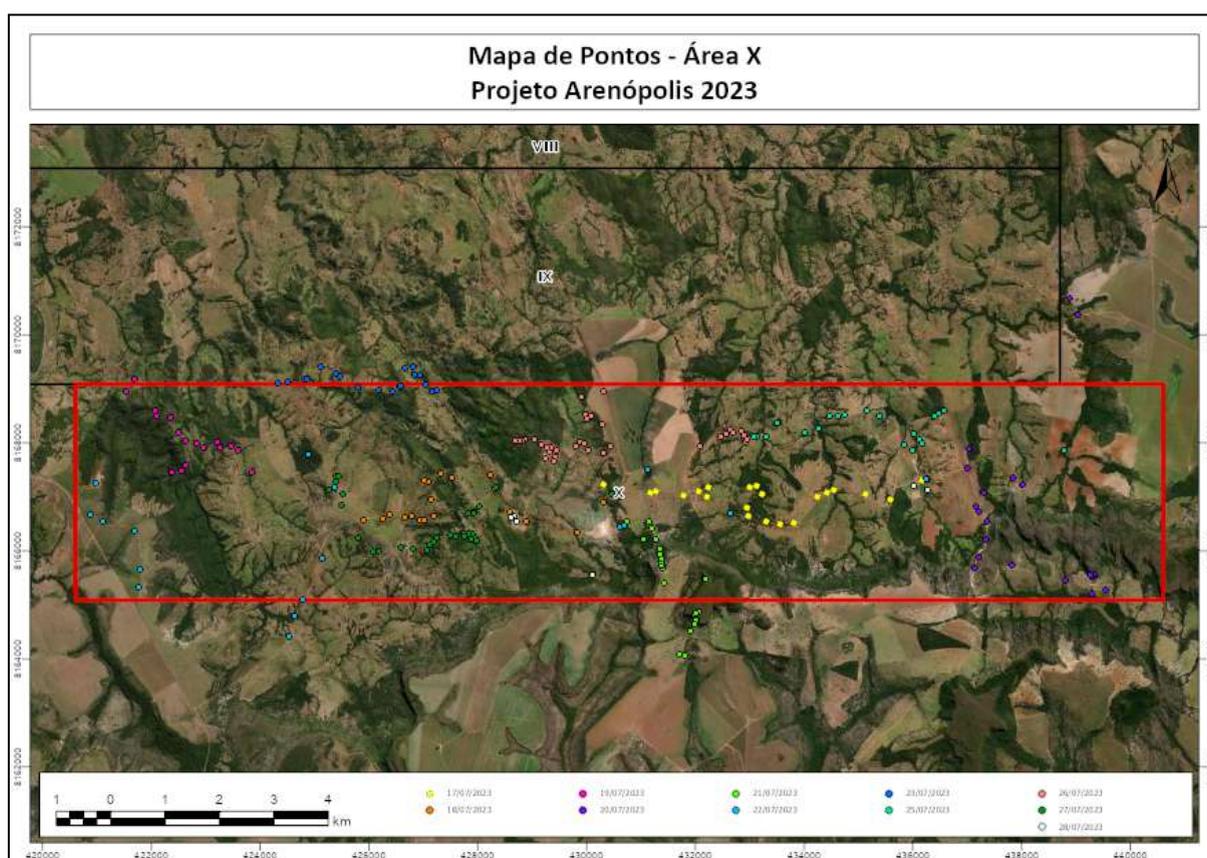


Figura 1.3: Mapa de pontos da área X.

1.3.3 Etapa pós-campo

A etapa de pós-campo ocorreu após o retorno da etapa de campo e se estendeu até a data de entrega do relatório final (07/12/2023). Essa etapa consistiu na compilação de todos os dados obtidos nas fases de pré-campo e campo, bem como na compreensão e interpretação dos dados, tendo, por fim, a conclusão do trabalho por intermédio da confecção do mapa geológico da área, mapa geológico integrado, entrega do relatório técnico e defesa do trabalho final.

Nesta etapa foram realizadas as descrições petrográficas e a análise das medidas estruturais apresentadas no Capítulo 5 e 6. Assim, para confecção da lâmina em seções delgadas, foram separadas 15 amostras representativas da área X, e, após laminação, as amostras foram analisadas em microscópios de luz transmitida do laboratório de microscopia do Instituto de Geociências - IG, Universidade de Brasília. As medidas estruturais foram plotadas no software *Open Stereo* para confecção dos estereogramas e diagramas de rosetas, visando melhor visualização e disposição do contexto estrutural da área.

A seguir será detalhada as informações coletadas em cada etapa do projeto, com elaboração de mapas e interpretação dos dados apresentados.

1.4 Aspectos Fisiográficos

Logo abaixo serão abordados as características principais dos aspectos fisiográficos da área, a fim de complementar o estudo geológico, uma vez que possuem relações diretas e indiretas com a geologia da área de estudo, estes aspectos compreendem o clima, geomorfologia, pedologia, vegetação, hidrografia e uso e ocupação do solo.

1.4.1 Clima

A área de estudo está localizada entre os municípios de Piranhas e Arenópolis, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger (Cardoso, 2014), a região possui clima definido como Tropical com estação seca no inverno (Aw), característica dominante em todo estado de Goiás.

Em relação a precipitação para Piranhas (Figura 1.4), município com maior abrangência na área de estudo, a média anual é da ordem de 500 mm, com precipitações máximas no primeiro e quarto trimestre do ano e precipitações mínimas entre os meses de junho e agosto.

A temperatura média anual é de 25° C, com temperatura máxima mantendo-se quase constante até julho e atingindo valores mais altos a partir de agosto com máximas entre 30° a 33° C. Já as temperaturas mínimas se concentram no inverno, nos meses de junho a agosto, atingindo valores entre 16 a 18 °C.

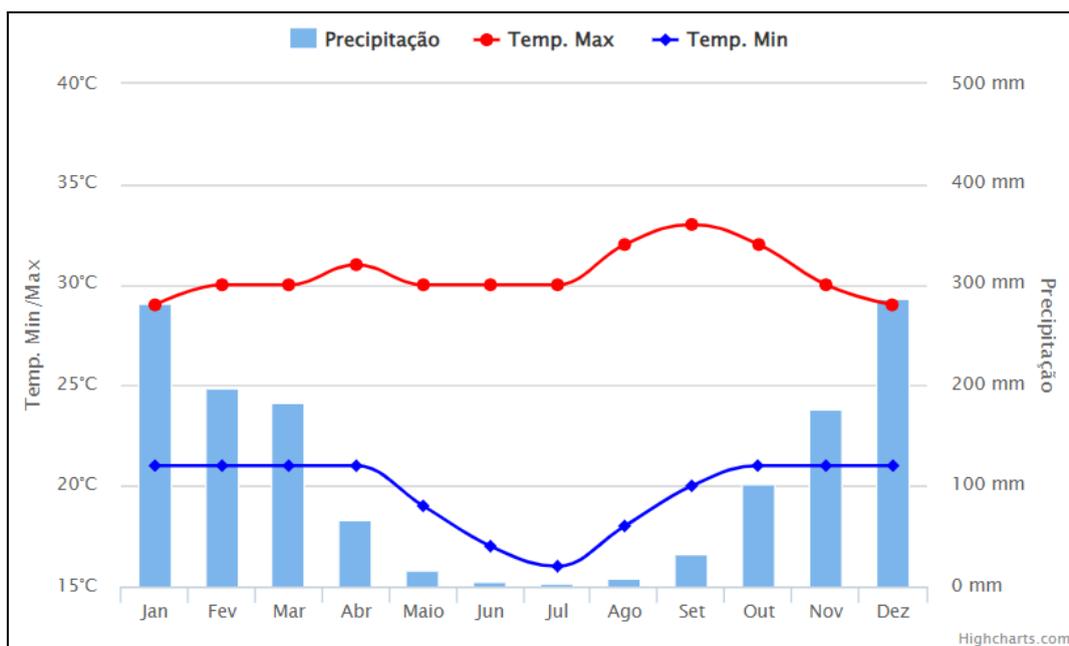


Figura 1.4. Dados climatológicos do município de Piranhas (GO). Fonte: Climatempo (2023).

1.4.2 Geomorfologia

A região está inserida no Planalto Central subdividida em cinco domínios geomorfológicos de sistema denudacional (Figura 1.5). A Superfície Regional de Aplainamento com dissecação fraca (SRAIV) representa o domínio principal da região de estudo, ocupando quase a totalidade das subáreas I a VII com altitude variando de 350m a 450m. A porção noroeste da região é caracterizada por Relevo de Morros e Colinas com dissecação fraca (MCfr) e altitude em torno de 350m a 400m. Na porção central e ao norte da área, localmente encontra-se Relevo de Morros e Colinas (MC) com altitude máxima de 640m. Já na porção sul predomina o tipo Relevo de Morros e Colinas com dissecação muito forte (MCmfo) com extensão nas áreas VII a X e altitudes de 400m a 525m. Por fim, a Superfície Regional de Aplainamento (SRAIII), associado a Bacia do Paraná, predomina na subárea X, este relevo possui dissecação média e representa as maiores altitudes da área de estudo variando de 580m a 825m.

Podemos perceber uma forte correlação do relevo com a geologia da área de estudo. Os relevos do tipo Morro e Colinas (MC) estão associados a unidade plutônica representada pelo Granito Serra do Iran, localizado na porção central da área do projeto, isto ocorre devido ao maior grau de resistência da rocha aos processos intempéricos, fazendo com que o relevo tenha maior realce em relação às áreas adjacentes. O relevo do tipo Superfície Regional de Aplainamento correlaciona-se com as sequências vulcanossedimentares, formada por rochas

de menor resistência ao intemperismo, sendo possível encontrar perfis de solos mais evoluídos.

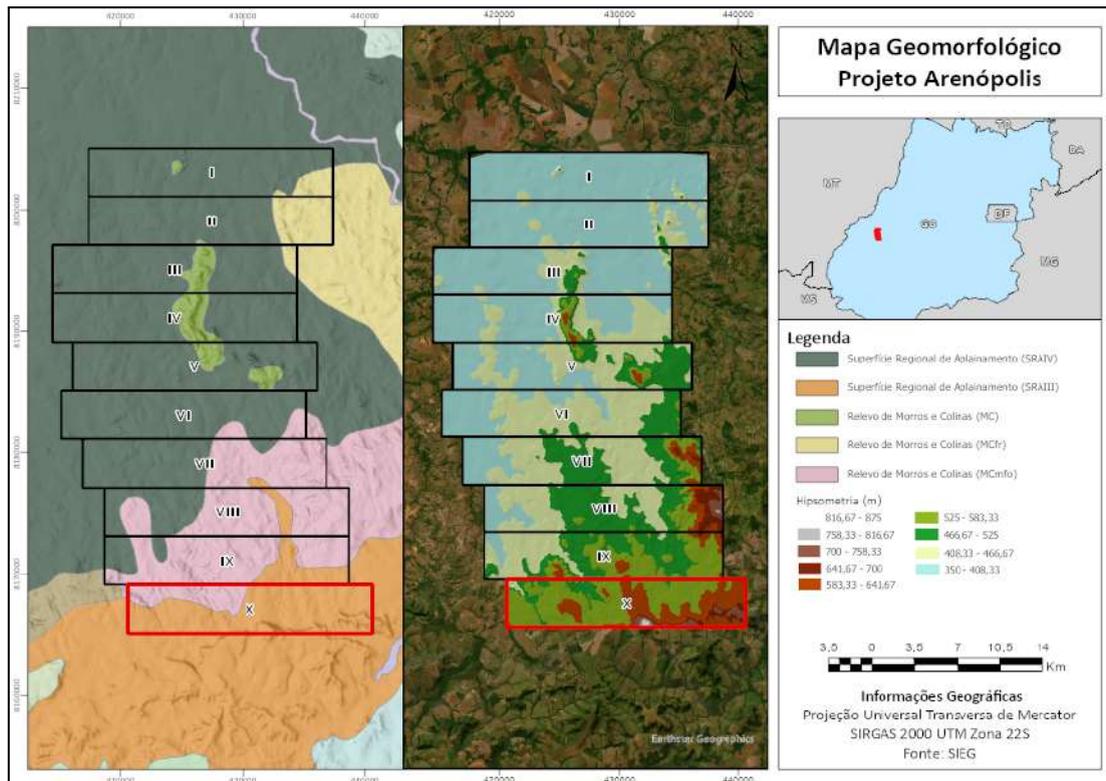


Figura 1.5. Mapa de domínios geomorfológicos e hipsométricos. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).

Em relação à Área X, é possível notar o predomínio da Superfície Regional de Aplainamento, juntamente com um relevo do tipo Morros e Colinas. Na porção sul da área, encontramos superfícies aplainadas (SRAIII) que estão associadas às Sequências vulcanossedimentares de Arenópolis-Piranhas (Figura 1.6) em contraste com o relevo de alta declividade presente na Bacia do Paraná. Além disso, na porção norte, é possível observar variações no relevo, com áreas que alternam entre regiões aplainadas e morros (MCmfo), o que está diretamente relacionado à diversidade litológica da sequência.



Figura 1.6. Nesta foto observa-se três diferentes aspectos do relevo da área, com superfície regional de aplainamento com pequenos morrotes e ao fundo a escarpa da Bacia do Paraná.

1.4.3 Pedologia

A pedologia da região é caracterizada por quatro diferentes tipos de solos (Figura 1.7) que incluem o Argissolo Vermelho-Amarelo (PVAd), Cambissolo Háplico distrófico (CXbd), Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), a seguir os solos serão apresentados por ordem de abundância.

Na área do Projeto Arenópolis, a maior parte da pedologia é composta por Latossolo-Vermelho distrófico (LVd), típico de relevo aplainado, contudo esse tipo não aflora na subárea X.

O Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) domina na região sul do projeto e está associado a relevos aplainados e morros e colinas, esse tipo de solo representa 70% da subárea X.

Em seguida, o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) é restrito à porção sul da área, com predomínio na subárea X, representando aproximadamente 25% da totalidade da área, esse solo está associado à superfície da Bacia do Paraná.

O Cambissolo Háplico distrófico (CXbd) aparece localmente nas subáreas I, VII, VIII e X, este tipo de solo está associado a processos recentes de pedogênese, ainda sendo possível

observar a rocha fonte. Na subárea X, este solo aparece apenas na porção leste e representa 5% da pedologia da área.

Nesse cenário, há forte associação entre a pedologia, geologia e geomorfologia da região. Nas áreas com solos argilosos do tipo Argissolo vermelho-amarelo distrófico, o relevo é caracterizado por morros e colinas e áreas aplainadas de maior altitude (450m a 640m) e constitui rochas de maior resistência, como granitos da unidade Granito Serra do Iran e do Gnaiss Arenópolis. Os solos do tipo Latossolo abrangem a maior parte da área de estudo e correspondem às rochas vulcanossedimentares e coberturas detrítico-lateríticas encontradas nas áreas norte e na subárea X na Bacia do Paraná.

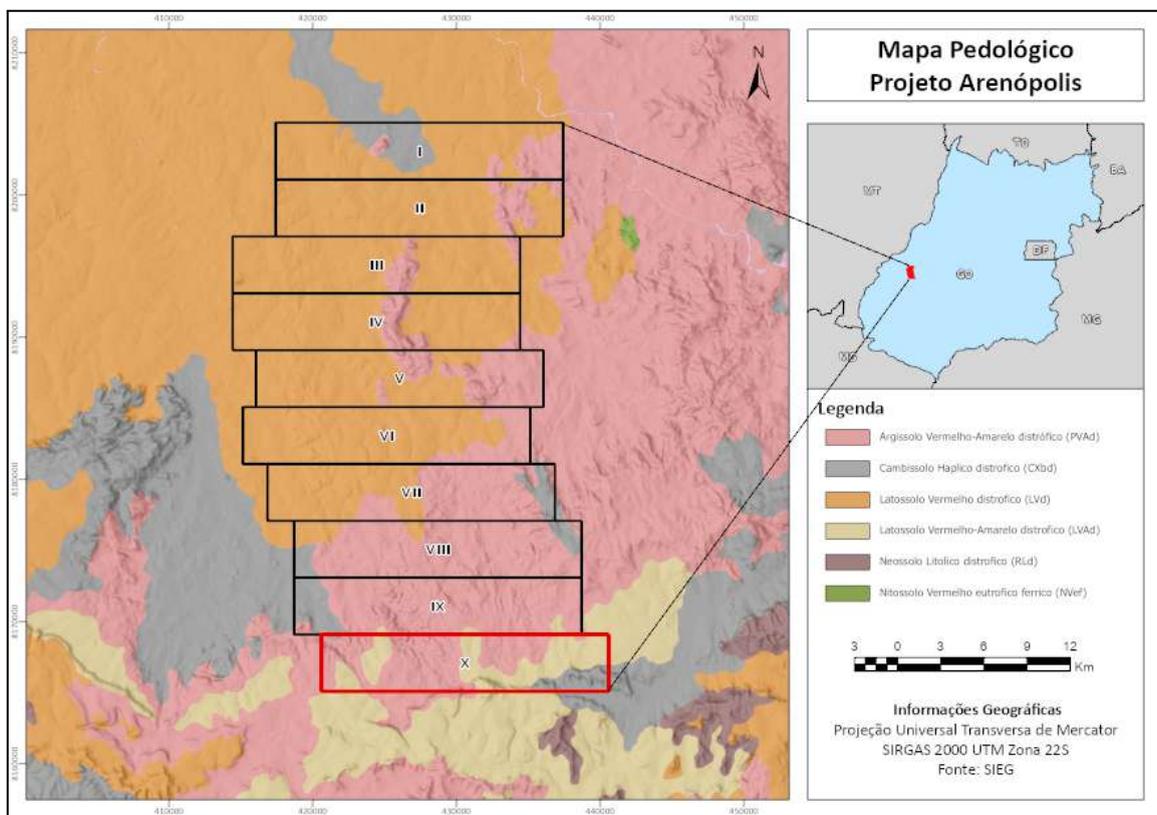


Figura 1.7. Mapa de solos do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).

Em relação a Área X, observamos o predomínio do Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo nas regiões ao norte da área (Figura 1.8), enquanto que na porção sul, há predominantemente solo arenoso, produto da erosão da Bacia do Paraná.



Figura 1.8. Vista panorâmica para a Bacia do Paraná. Nesta foto pode-se observar diferentes aspectos do solo, com solo avermelhado da unidade ultramáfica e solos amarelados das unidades com xistos e mármore.

1.4.4 Vegetação/Uso e Ocupação do Solo

Localizada no bioma Cerrado, a região do Projeto Arenópolis compreende quatro domínios de vegetação (Figura 1.9) que serão descritos a seguir na ordem de abundância. A área possui predomínio da pastagem, atividade realizada por ação antrópica que altera as características naturais do terreno e dificulta a caracterização geológica da área. Em seguida, tem-se a vegetação do tipo Savana Arborizada, com ou sem Mata de galeria que abrange os terrenos mais elevados da região, conforme mapa geomorfológico (Figura 1.5). As Florestas Estacionárias aparecem de forma disseminada em pequenas proporções na área do projeto e formam mata de galeria nos canais de drenagem, na área do projeto, esta vegetação é representada como um sistema de transição entre a Savana e a Floresta Estacional.

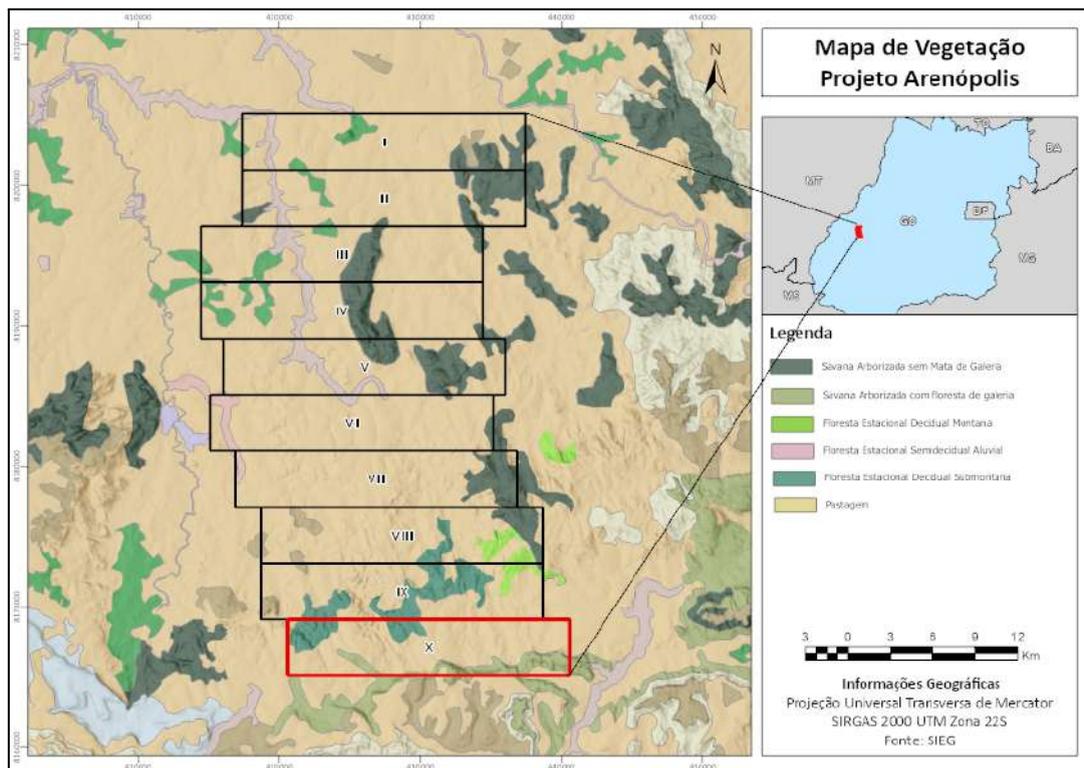


Figura 1.9. Mapa de vegetação do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).

Dentro do cenário da Área X, destaca-se a predominância das áreas de Pastagem e Floresta Estacional Residual, conforme ilustrado na Figura 1.10. Na porção sul, observa-se um predomínio de pastagens, enquanto que a floresta residual encontra-se na transição da escarpa da Bacia do Paraná. Já nas porções norte e oeste da área, a predominância é das florestas residuais, especialmente ao longo do Córrego Sucuri e nas áreas dos canais de drenagem secundários encaixados entre os morrotes.

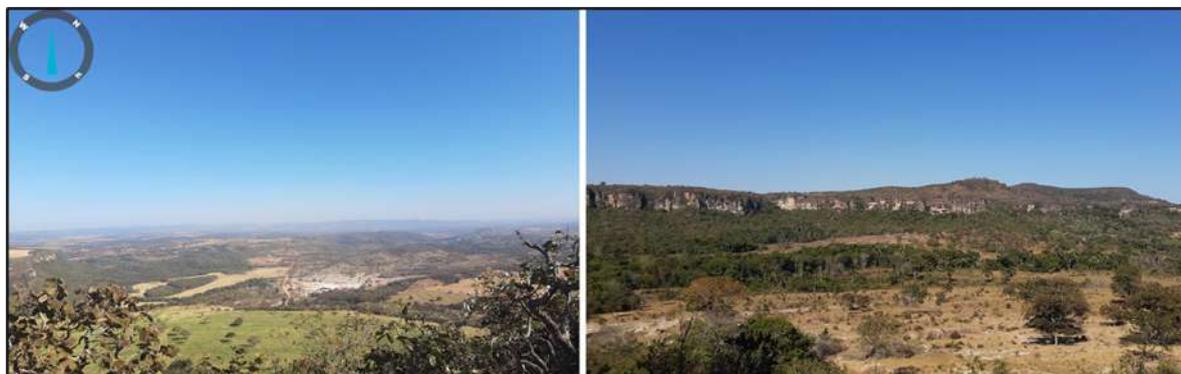


Figura 1.10. Nestas fotografias pode-se observar diferentes aspectos da vegetação, com Pastagem nas superfícies aplainadas e floresta residual em relevos do tipo Morros e Colinas.

1.4.5 Hidrografia

No contexto hidrográfico, a área de estudo do Projeto Arenópolis é formada por duas bacias hidrográficas do Rio Piranhas e Rio Bonito e a região hidrográfica do Rio Caiapó (Figura 1.11), formando dezenas de córregos e ribeirões.

Na área do projeto, há predomínio da Bacia do Rio Piranhas, que apresenta alta densidade de drenagens secundárias, padrão dendrítico e direção preferencial N-S. Na porção norte do projeto, nas subáreas I e II aparece a região hidrográfica do Rio Caiapó, com foz do Rio Piranhas e Rib. Sto. Antônio, com direção NW/SE. De modo restrito, apenas na subárea X, aparece a Bacia Hidrográfica Rio Bonito, contida na porção oeste da área, com média a alta densidade de drenagens.

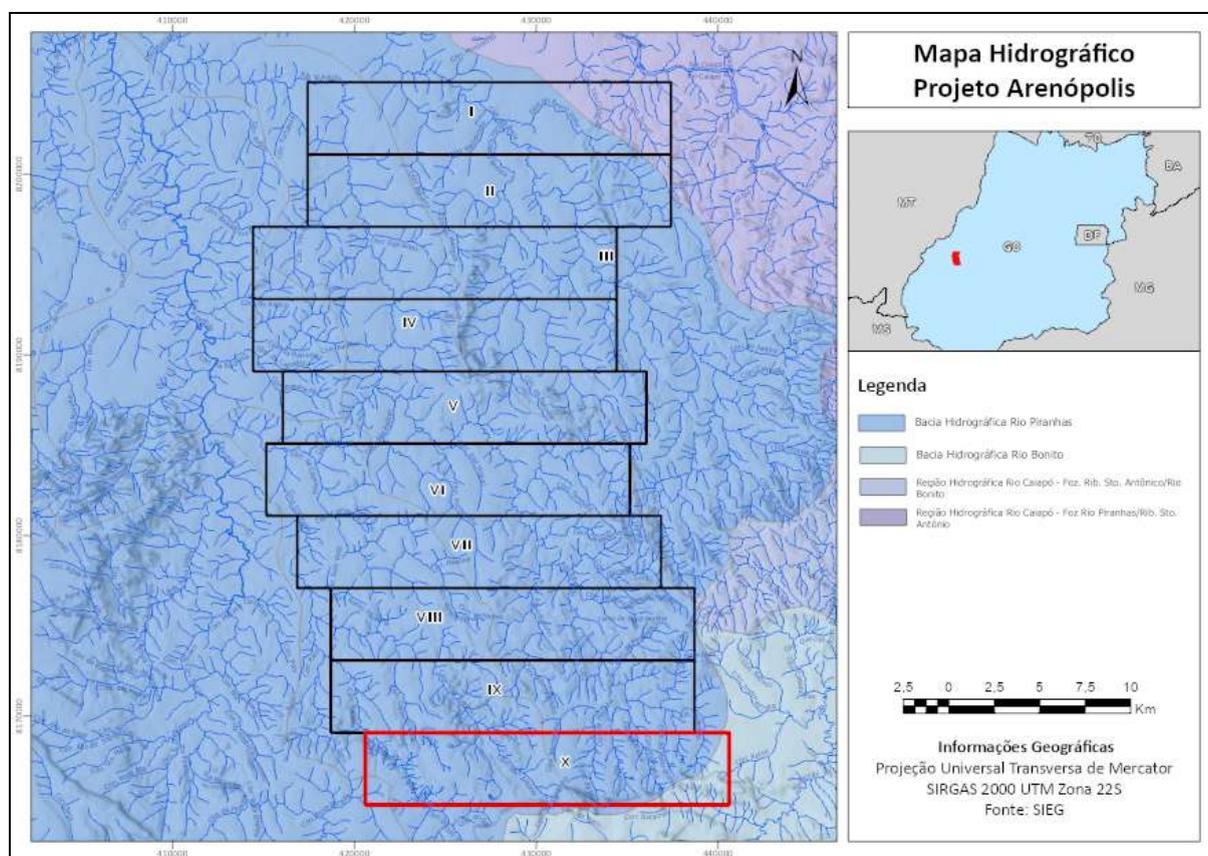


Figura 1.11. Mapa hidrográfico do Projeto Arenópolis. Fonte: portal SIEG (Sistema de Informações Geográficas do Estado de Goiás).

No contexto da Área X, é notável a presença de uma elevada densidade de canais de drenagem intermitentes, cujas características variam ao longo do ano, como demonstrado na Figura 1.12. Na porção norte da área, identificaram-se canais de drenagem com baixo fluxo de água, enquanto na porção sul, adjacente à Bacia do Paraná, esses canais apresentam-se secos e recobertos por areia.



Figura 1.12. Nestas fotografias pode-se observar homogeneidade nos canais de drenagem de baixo fluxo.

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1 Contexto Geotectônico

Localizado no Brasil central, a Província Estrutural do Tocantins formou-se a partir de eventos tectônicos Neoproterozóicos, representado pelo Ciclo Orogênico Brasileiro, que compreende a colisão dos blocos Amazônico, São Francisco-Congo e Paranapanema (Almeida et al., 1997).

A Província Tocantins é limitada a leste pelo Cráton São Francisco e oeste pelo Cráton Amazônico. Sua compartimentação envolve três setores, que compreendem os cinturões orogênicos Brasília, Araguaia e Paraguai. O Cinturão Brasília incorpora a Faixa Brasília, núcleos antigos, arcos magmáticos e unidades meso e neoproterozóicas.

2.2 Faixa Brasília

A Faixa de Dobramentos Brasília, com orientação aproximada N-S, é demarcada por um cinturão neoproterozóico de dobramentos e empurrões, os quais localizam-se na borda oeste do Cráton São Francisco, cobrindo partes dos estados de Minas Gerais, Goiás e

Tocantins (Dardenne, 2000; Uhlein et al., 2012), sendo compreendida como um agrupamento de terrenos de empurrão convergente (Marini et al., 1981; Fuck, 1994; Dardenne, 2000).

O Orógeno Brasília pode ser compartimentado em três porções distintas (Fuck et al. 2014), sendo uma porção ao norte, com direção predominante NNE-SSW, uma ao centro, com direção preferencial WNW-ESE, e uma ao sul, com direção preferencial E-W (Valeriano et.al, 2008; Campos Neto et. al, 2008), onde a separação entre as porções ao norte e sul é dada pela Sintaxe dos Pirineus (Araújo Filho, 2000 e Pimentel et al., 2000), que reflete a colisão com os terrenos localizados na margem oeste do Cráton São Francisco.

De acordo com Fuck et al. 1994, a região pode ser dividida em cinco compartimentos geotectônicos em escala regional, sendo eles Zona Interna da Faixa Brasília, Zona Externa da Faixa Brasília, Zona Cratônica, Arco Magmático e Maciço de Goiás. A seguir será descrito o compartimento Arco Magmático de Goiás, no qual o Projeto Arenópolis está inserido.

2.2.1 Arco Magmático de Goiás

O Arco Magmático de Goiás é caracterizado por um ambiente de arcos vulcânicos, sendo composto por sequências de rochas metavulcanossedimentares, ortognáissicas e por intrusões de corpos graníticos ediacaranos pós tectônicos (Rodrigues et, al. 1999), formando um extenso terreno juvenil neoproterozóico, alongado na direção NNE, ao longo da Faixa Brasília (Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel et al., 2000, 2003). O arco pode ser dividido em Arco Magmático de Mara Rosa na porção norte e Arco de Arenópolis na porção sul (Figura 2.1).

De acordo com Pimentel & Fuck 1992, a evolução dos arcos teve início em 900 Ma através de arco de ilha intraoceânico, com finalização durante o fechamento do Oceano Goiás-Farusiano seguido de evento magmático generalizado entre 630 a 600 Ma (Cordani et al. 2013).

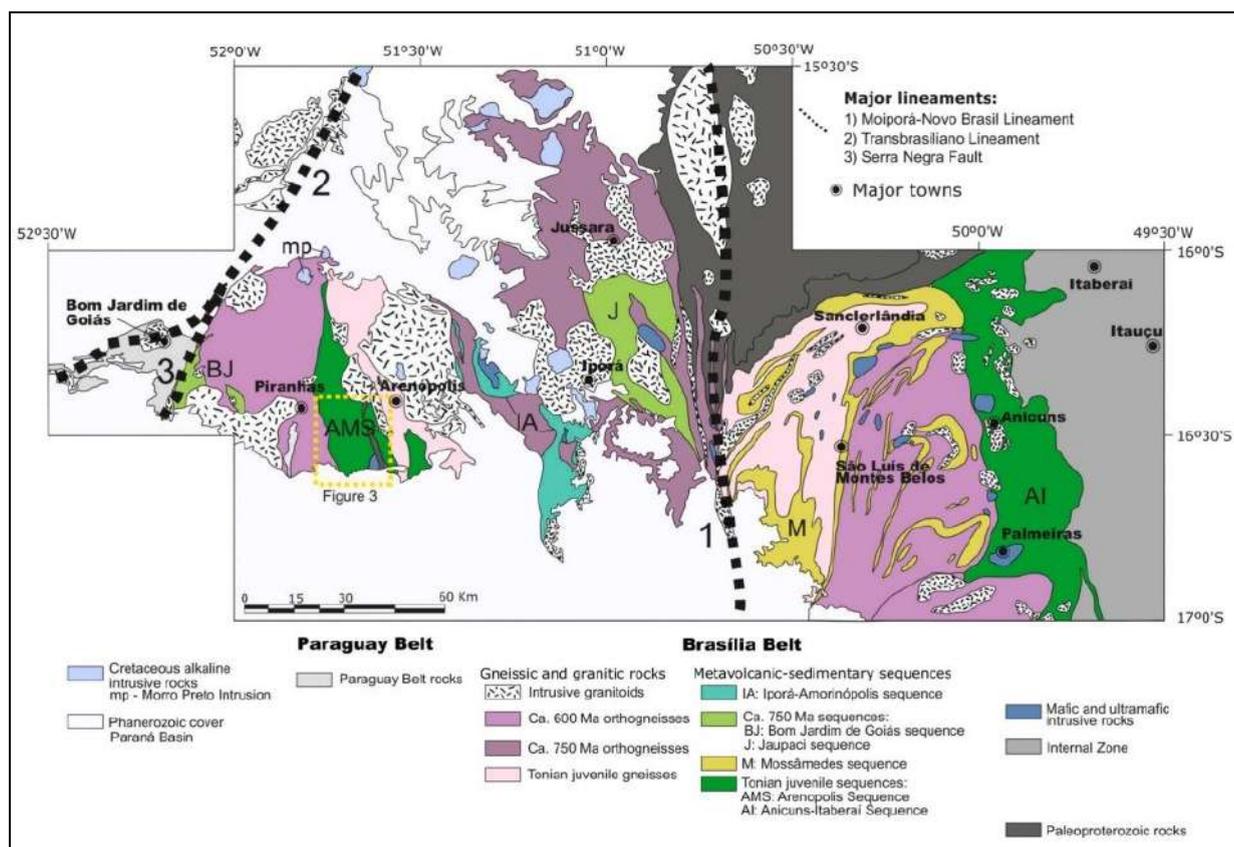


Figura 2.1. Esboço tectônico da Faixa Brasília com enfoque na região de estudo. Fonte: Carneiro et al., 2019.

O Arco Mara Rosa possui cobertura sedimentar da Bacia do Parnaíba e é composto por rochas plutônicas intermediárias a ácidas com idades variáveis de 920 a 800 Ma e 650 a 600 Ma separadas por pequenos intervalos de rochas supracrustais e vulcânicas máficas a félsicas de diferentes idades, além de ser limitado por falhas regionais e zonas de cisalhamento (Viana et al., 1995; Dantas et al., 2001; Junges et al., 2002, 2003; Fuck et al., 2006).

O Arco de Arenópolis (Figura 2.1) é composto por Sequências Metavolcanossedimentares com idade de 900 Ma a 600 Ma, com variação no gradiente cronológico (Pimentel e Fuck, 1986, 1992; Barbosa, 1987; Pimentel et al., 1991; Rodrigues et al. 1999; Laux et al., 2004, 2005; Guimarães et al., 2012; Marques, 2017; Marques et al., 2019). As sequências possuem dois domínios estruturais divididos pelo lineamento Moiporá-Novo Brasil, relacionados a bacias distintas que compõem o arco.

Para Laux et al., 2004, 2005 na porção leste o arco é composto por gnaisses tonalíticos calcialcalinos de Sanclerlândia (800 Ma) e intrusões máficas e graníticas de Choupana e Turvânia (600 Ma) que encontram-se associadas a metavulcânicas-sedimentares neoproterozóicas, além de deformação estrutural orientada predominantemente para

NNW-SSE. Já na porção oeste há faixas de rochas supracrustais entre ortognaisses (900-600 Ma) em uma janela erosiva da Bacia do Paraná, com deformação marcado pelo NE-SW do Lineamento Transbrasiliiano (Seer, 1985; Curto et al., 2014).

2.3 Unidades Geológicas

No contexto da área do Projeto Arenópolis, as unidades foram classificadas por dois grupos de rochas principais, sendo o primeiro as rochas que compõem o Arco Magmático de Goiás, com Granitos Cambrianos, Criogenianos, Tonianos, Complexo Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas, e por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, conforme apresentado nas Folhas Piranhas e Caiapônia da CPRM de MENEHINI et al., 2020 (Figura 2.2).

A descrição das unidades será feita da base para o topo, iniciando com as rochas mais antigas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Relação estratigráfica com as idades geocronológicas das unidades que compõem o Arco Arenópolis.

Idade Geocronológica Arco Arenópolis					
Período	Idade	Método	Unidade	Grupo	Formação
Cretáceo	~94 Ma	K-Ar	Provincia Alcalina de Goiás	Suíte Alcalina	Iporá
Devoniano	-	-	Bacia do Paraná	Paraná	Ponta Grossa
	-	-			Furnas
Siluriano	~435 Ma	Rb-Sr		Rio Ivaí	Vila Maria
	-	-			Iapó
Cambriano	~538 Ma	U-Pb	Arco Magmático de Goiás	Granitos Cambrianos	Granito Serra Negra
Ediacarano	~564 Ma	Rb-Sr		Granitos Ediacaranos	Granito Serra do Iran
	~587 Ma	U-Pb		Granitos Criogenianos	Granito Rio Caiapó
Criogeniano	~639 Ma	U-Pb			Granito Ribeirão Água Limpa
	~692 Ma	Rb-Sr		Granito Serra do Tatu	
Toniano	~890 Ma	U-Pb		Granitos Tonianos	Gabro Morro do Baú
	~899 Ma	U-Pb			Gnaiss Arenópolis
	~874 Ma	U-Pb		Sequência metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas	Córrego do Santo Antônio
	~900 Ma	U-Pb			Córrego da Onça
Orosiriano	~1816 Ma	Rb-Sr			Gnaiss Ribeirão

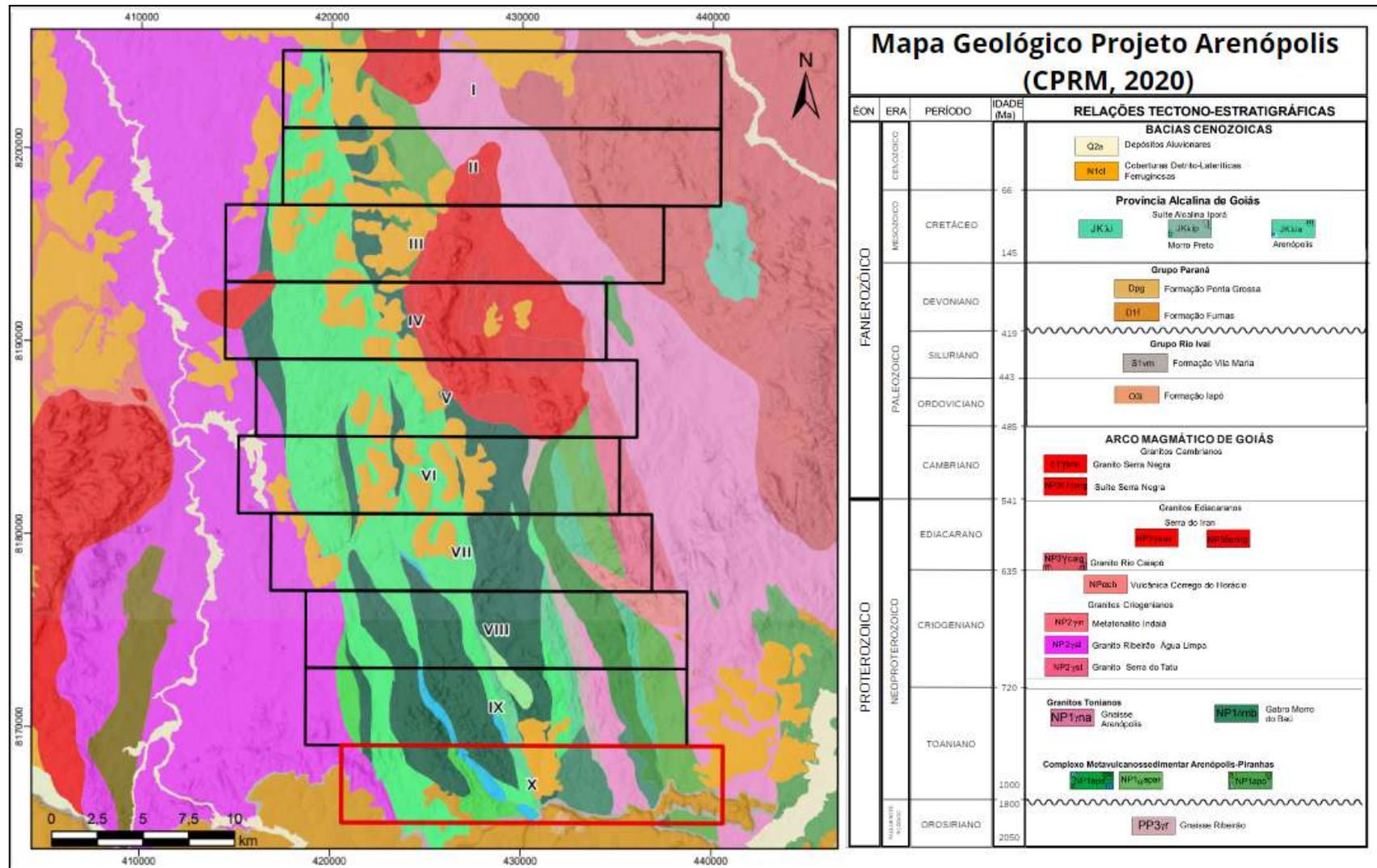


Figura 2.2. Mapa Geológico do Projeto Arenópolis com as unidades que abarcam as áreas (Adaptado de MENEGHINI, 2020, Folha Piranhas e Caiapônia da CPRM

1:100.000)

2.3.1. Gnaiss Ribeirão (PP3 γ r)

O Gnaiss Ribeirão (Rb-Sr 1816 ± 110 Ma) está exposto em uma faixa estreita, a qual é limitada por falhas. O mesmo encontra-se entre as rochas metavulcânicas e metassedimentares da SMAP - Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas. Trata-se de gnaisses rosados, finamente bandados e bem deformados (Pimentel et al., 1992). Na folha SE.22-V-B-V - CAIAPONIA da CPRM, a unidade é caracterizada como uma variedade de diorito milonitizado, tonalito gnaiss e granodioritos cortados por lentes de calcissilicática.

2.3.2 Sequência Metavulcanossedimentar de Arenópolis-Piranhas (SMAP) (NP1apo/NP1apa)

A Sequência Metavulcanossedimentar de Arenópolis-Piranhas é a sequência mais antiga de rochas supracrustais expostas na porção leste do Arco de Arenópolis. De acordo com Pimentel & Fuck (1986), as rochas são do Proterozóico Superior e apresentam evidências petrográficas, químicas e estruturais de formação em ambiente de arco vulcânico, com complementação isotópica e datações geocronológicas (Pimentel et al., 1991, 2003; Pimentel & Fuck, 1992).

A sequência é composta pelas unidades: Unidade Córrego da Onça, localizada a leste, e Unidade Córrego do Santo Antônio, localizada a oeste. As unidades possuem origem distinta, mas características metamórficas e estruturais similares (Carneiro, 2019).

As rochas que compõem a SMAP possuem contato tectônico com ortognaisses juvenis, que encontram-se expostos a leste, e com granitos miloníticos expostos a oeste, e também são intrudidas por granitos da Serra do Iran. A Bacia do Paraná cobre a Sequência Arenópolis-Piranhas através de arenitos esbranquiçados da Formação Furnas, onde as rochas estão em discordância angular com a sequência.

2.3.2.1 Unidade Córrego da Onça (NP1apo)

A Unidade Córrego da Onça (U-Pb 900 Ma) está localizada na porção leste da Sequência, composta por domínios em faixa de metavulcânicas e localmente rochas plutônicas. Além disso, há pequenas lentes de rochas metassedimentares, seguindo de leste para oeste, têm-se faixas de anfibolitos, metatufos intermediários a ácidos e micaxistos expostos mais a oeste.

2.3.2.1 Unidade Córrego Santo Antônio (NP1apa)

A Unidade Córrego Santo Antônio (U-Pb 874 ± 4 Ma) está localizada na porção oeste da Sequência, no limite entre dois domínios magnéticos e estruturais, apresenta faixas de direção N-NW. As rochas são caracterizadas por micaxistos e quartzitos dobrados, os quais são separados por corpos máfico-ultramáficos, associados a camadas de metachert e metacalcário.

2.3.3 Gnaiss Arenópolis (NP1yna)

O Gnaiss Arenópolis (NP1yna) abrange os Granitos Tonianos. O Gnaiss Arenópolis (U-Pb 899 ± 8 Ma) é formado por tonalito e granodiorito gnaisses, apresentando litoquímica de rochas formadas em ambiente de arco de ilha, com assinatura isotópica de magmatismo juvenil e idade de cristalização de 880 Ma (Pimentel & Fuck, 1992; Carneiro, 2019).

2.3.4 Gabro Morro do Baú (NP1ymb)

Na porção sul da sequência metavulcanossedimentar, tem-se a intrusão gabróica do Morro do Baú (U-Pb 890 ± 8 Ma), o qual representa um dos pequenos corpos que instruem a SMAP. O corpo compreende gabros e dioritos deformados e metamorfizados, que exibem localmente texturas ofíticas preservadas e enclaves (Pimentel et al., 2003). Essa unidade possui forte contaminação com crosta continental antiga (Arqueana), representada pelo Gnaiss Ribeirão (Pimentel et al., 2003).

2.3.5 Granitos Criogeniano

Os Granitos Criogeniano que afloram na área do projeto são marcados pela Unidade Granito Serra do Tatu (NP2yst) e Granito Ribeirão Água Limpa (NP2ayal).

O Granito Serra do Tatu (Rb-Sr 692 ± 110 Ma) é marcado por unidades de Biotita granitos, leucogranitos e granodioritos miloníticos (Lacerda Filho, et. al., 2021).

O Granito Ribeirão Água Limpa (U-Pb 639 Ma) é composto por tonalito, diorito e granodiorito milonítico com xenólitos de metandesito (Hattingh et al., 2019). As rochas presentes na sequência fazem contato com a unidade Gnaiss Arenópolis (NP1yna) a oeste e com o Granito Ribeirão Água Limpa a leste.

2.2.6 Granitos Ediacarano

Os Granitos Ediacarano são compostos por dois corpos da unidade Granito da Serra do Iran (NP3γsnir/NP3δsnirg).

O Granito da Serra do Iran (Rb-Sr 564 ± 5 Ma) é marcado por monzogranitos, granodioritos porfiríticos, sienogranitos porfiríticos a granito róseo, tonalitos, dioritos e metaquartzo dioritos, além de uma variação máfica da unidade (NP3δsnirg), a qual é marcada por piroxenitos, dunitos e gabros (Lacerda Filho et al., 2021).

2.2.7 Córrego do Horácio (NPαch)

A unidade Vulcânica Córrego do Horácio (NPαch) não possui idade geocronológica definida, sendo estimada que a mesma pertença ao intervalo entre os períodos ediacarano e cambriano. A unidade ocupa a porção leste do projeto, formada por leucogranito fino, meta tufos ácidos e meta tufos subordinados, de acordo com Lacerda Filho et al., 2021; Carneiro, 2019.

2.2.8 Granitos Cambrianos

O Granito Cambriano é composto pela unidade Granito Serra Negra (ε1γsn). De idade U-Pb 538 ± 17 Ma, possui granito, e localmente, granodiorito porfirítico (Lacerda Filho, et. al., 2021)

2.2.9 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná representa uma bacia sedimentar intracratônica com sedimentos do Ordoviciano ao Cretáceo Superior. As unidades são classificadas em Grupo Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Grupo Paraná (Devoniano), Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano), Grupo Guatá (Permiano), Grupo Passa (Perminano-Triássico) e Grupo Bauru (Cretáceo).

2.2.9.1 Grupo Rio Ivaí

2.2.9.1.1 Formação Iapó (Q3i)

Os sedimentos da Formação Vila Maria estão correlacionados com os da Formação Iapó, a qual é composta por conglomerado e diamictito maciços de composição granítica, riódacítica, quartzito e xisto, e por arenitos finos e siltitos com ocorrência fossilífera (Gonzaga et al., 1994; Adôrno, 2014). Estima-se que ambas representem depósitos de

sistemas glaciais e que em posterior retrabalho, teriam sido redepositados na Formação Furnas (Gonzaga et al., 1994; Adôrno, 2014).

2.2.9.1.2 Formação Vila Maria (S1vm)

A Formação Vila Maria (435 ± 7 Ma Misusaki et al., 2002) encontra-se na base do Grupo Rio Ivaí a nordeste da bacia e está recoberta pela Formação Furnas em contato gradacional concordante e discordantemente com as unidades mais antigas (Faria & Reis Neto, 1978; Assine et al., 1998; Adôrno, 2014). A base é composta por diamictitos polimíticos e microconglomerados que estão intercalados nos diamictitos, e, em direção ao topo, tem-se arenitos cinza que variam de feldspáticos, calcíferos e sericíticos, siltitos e folhelhos micáceos, que ocorrem entre os diamictitos e intercalado com os arenitos e siltitos. A Formação ocorre sobreposta à Formação Piranhas.

2.2.9.2 Grupo Paraná

2.2.9.2.1 Formação Furnas (D1f)

A formação é composta por arenitos feldspáticos, caulínicos e micáceos com estratificação cruzada acanalada, intercalados com níveis secundários de conglomerados, arenitos conglomeráticos e siltitos (Oliveira., 1912; Diniz, 1985; Zalan et al., 1987; Alvarenga et al., 1994; Milani et al., 1998; Richter et al., 2023). Os sedimentos sobrepõem a Formação Piranhas e possuem gradação no topo para a Formação Ponta Grossa, com idade devoniana comprovada por fósseis, estimando, então, que os mesmos sejam do Devoniano.

2.2.9.2.2 Formação Ponta Grossa (Dpg)

A formação está presente em grande parte do terreno e disposta na direção E-W (Pena et al., 1975). É constituída por arenitos finos, com níveis centimétricos de conglomerados, siltitos e folhelhos, e localmente pequenos níveis de argilitos (Oliveira., 1912; Diniz, 1985; Zalan et al., 1987; Alvarenga et al., 1994; Milani et al., 1998; Galoski, 2023). A limonitização supergênica é um fenômeno comum no topo dos afloramentos, a qual lhes propicia uma tonalidade marrom típica (Ianhez et al., 1983). De acordo com Pena et al. (1972), braquiópodes constituem 90% do total dos fósseis, ocorrendo subordinadamente moluscos e equinodermos, com idades de deposição que variam do Devoniano Inferior ao Neopaleozóico.

2.2.10 Suíte Alcalina Iporá

2.2.10.1 Corpo Alcalino Morro Preto

A intrusão alcalina de Morro Preto localiza-se na porção Norte de Piranhas - GO, sendo constituída por carbonatitos e lamprófiros laterizados e silicificados. De forma mais localizada há ocorrência de sienitos ferruginosos e basaltos alcalinos (Navarro et al., 2014). Na carta geológica de Piranhas, está marcado pela ocorrência de lamprófiros hidrotermalizados (femitização), e/ou laterizados, eventualmente brechados e cortados por vênulas preenchidas por Mn, silexitos, carbonatitos, silicificados e basaltos alcalinos eventualmente femitizados.

2.2.10.2 Corpo Alcalino Arenópolis (Jkλia)

O corpo Arenópolis é caracterizado por uma intrusão elíptica alongada orientada para N-S, sendo composto por uma unidade marcada por olivina piroxenito circundado por gabro, outra por melteigitos com faixas piroxenitos, e, por fim, um marcado por nefelina sienitos, com diques de microsienito e microfoiaito (Brod et al. 2005). A carta geológica de Piranhas está marcada pela ocorrência de: Olivina piroxenito, piroxenito, piroxenito com plagioclásio, olivina metagabro, gabro alcalino, jacupiranguito e sienitos, sienogabros, leucogabros subordinados e melteigitos.

3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOFÍSICA

Neste capítulo serão apresentados os produtos gerados do sensoriamento remoto e geofísica utilizados para aprimorar a análise espacial do Projeto Arenópolis. O objetivo principal foi obter informações adicionais para auxiliar no mapeamento geológico da região.

Estes métodos compõem a etapa de pré-campo e fazem parte de um conjunto de técnicas de aquisição, processamento e análises utilizadas na geotecnologia. Assim, com o avanço da tecnologia esses métodos se tornaram indispensáveis para a geociências, sendo possível extrair novas informações do terreno, que não seriam visíveis durante o trabalho de campo *in situ*.

Durante a etapa preliminar, o sensoriamento remoto foi utilizado para extração de informações cartográficas (vias de acesso, drenagens e propriedades rurais), utilizada para preparação de mapas para apoio com a logística e localização durante o trabalho de campo. Além disso, usando técnicas de processamento de imagem, os produtos gerados foram empregados para análise de informações geológicas (contatos, litologias e estruturas) que foram reinterpretadas na etapa pós-campo.

Com os dados geofísicos foi possível realizar uma análise prévia das características físicas da área do projeto, expressa em função do material natural ou antrópico presente no terreno. Essa informação é de suma importância para a identificação das unidades litológicas, e foram utilizadas para extração dos principais domínios, que também foram reinterpretadas após coleta de dados em campo.

3.1 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto desempenha um papel crucial na coleta de informações da superfície terrestre, sem a necessidade de contato direto. É uma técnica fundamental para o monitoramento regional, fornecendo uma visão atualizada e abrangente de uma determinada área.

Em termos gerais, o processo do sensoriamento remoto envolve a aquisição de dados por meio da análise de imagens utilizando diferentes sensores. Por sua vez, estes sensores capturam a energia refletida ou emitida de objetos na superfície, por meio das medições da radiação eletromagnética, como luz visível, infravermelho e micro-ondas (Meneses et al., 2012).

Para o Projeto Arenópolis, foram obtidos diferentes tipos de produtos, que incluem imagens multiespectrais obtidas a partir do satélite Landsat 8, China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), bem como modelo digital de elevação (MDE), declividade (*slope*) e relevo sombreado (*hillshade*) obtidos pelo sensor de radar ALOS PALSAR.

Esses produtos fornecem informações valiosas sobre a região, permitindo a análise e interpretação de características físicas, topográficas e geológicas do terreno. Eles são essenciais para o mapeamento geológico e auxiliam na compreensão da área de estudo.

3.1.1 Composições Coloridas

Por meio da imagem de satélite é possível obter uma representação visual da Terra, permitindo realizar diferentes análises da superfície e seus fenômenos naturais e antrópicos. Estas imagens podem ser classificadas em diferentes resoluções denominadas de resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal. A resolução espacial determina o tamanho do menor objeto que pode ser identificado em uma imagem (Meneses et al, 2012). A resolução espectral determina o número de bandas que o sensor possui, a largura do comprimento de onda da banda e as posições da banda no espectro eletromagnético. A resolução radiométrica determina os níveis de radiância que o detector pode discriminar para cada pixel. Já a resolução temporal determina o tempo de revisita do sensor. Estes conceitos serão empregados para discriminar a escolha das imagens multiespectrais do CBERS e Landsat 8 para análise da região do Projeto Arenópolis.

As composições coloridas ou falsa-cor são derivadas da resolução espectral dos satélites, e consiste na combinação de três bandas espectrais para formação de uma composição que realce os alvos desejados (Silva, 2007). Esta informação pode ser utilizada para detecção da variação dos materiais, como solo, vegetação, água e em conjunto com a geofísica para identificação e classificação das diferenças litológicas (Figura 3.1).

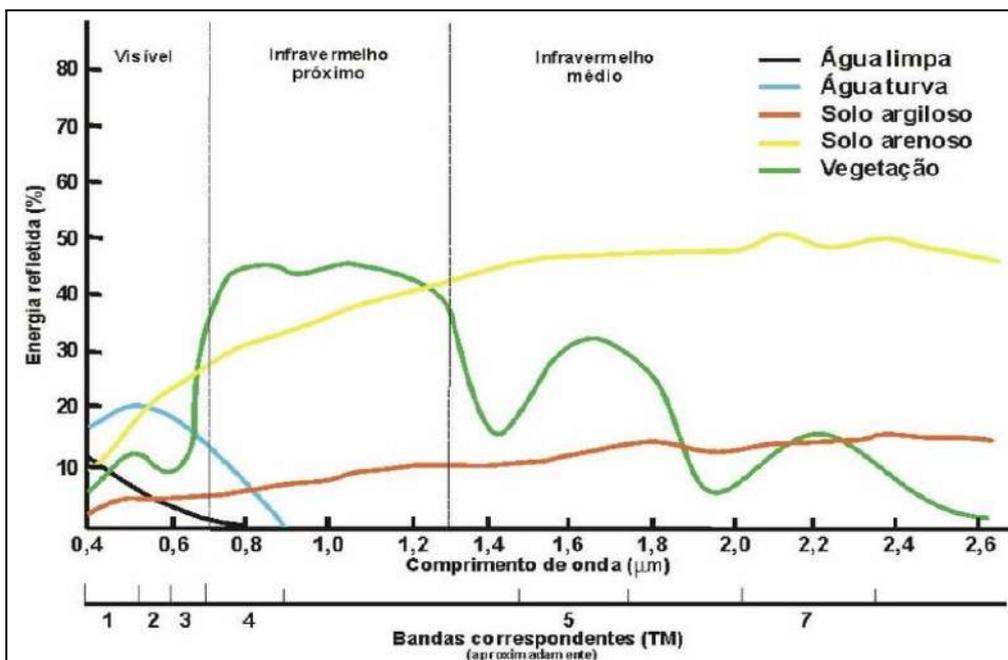


Figura 3.1. Espectro de reflectância de diferentes materiais (Florenzano et al 2002)

O CBERS é um satélite administrado pela China com cooperação técnico-científica do Brasil, por meio do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A missão mais recente ocorreu em 2019, com o lançamento do CBERS04A que permanece operando até os dias atuais. Este satélite contém câmeras multiespectrais e pancromática (WPM) de média resolução espacial, que permite visualizar em detalhe a superfície terrestre. A Tabela 2 apresenta as principais características do sensor.

Tabela 2: Principais características do satélite CBERS04A. (Fonte: INPE)

Características	Câmera WPM
Resolução Espectral	0,45-0,52 μ m (B) 0,52-0,59 μ m (G) 0,63-0,69 μ m (R) 0,77-0,89 μ m (NIR) 0,45-0,90 μ m (PAN)
Resolução Espacial	2 m (pancromática) 8 m (multiespectral)
Resolução Temporal	31 dias
Resolução Radiométrica	10 bits

Já o Landsat, é um satélite gerenciado pelo Estados Unidos, por meio da NASA (National Aeronautics and Space Administration) e USGS (United States Geological Survey). A missão mais recente ocorreu em 2021, com o lançamento do Landsat 9, mas o Landsat 8 ainda é o satélite mais utilizado da série, com operação até os dias de hoje. Esse satélite contém dois instrumentos principais, o OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor), que permitem a coleta de dados em diversas bandas. A tabela 3 apresenta as principais características das bandas OLI e TIRS do Landsat 8.

Tabela 3: Principais características do satélite Landsat 8. (Fonte: NASA)

Características	Bandas OLI e TIRS
Resolução Espectral	0,435-0,451 μm (Coastal/Aerosol) 0,452-0,512 μm (B) 0,533-0,590 μm (G) 0,636-0,673 μm (R) 0,851-0,879 μm (NIR) 1,566-1,651 μm (SWIR1) 2,107-2,294 μm (SWIR2) 0,503-0,676 μm (PAN) 1,363-1,384 μm (CIRRUS) 10,60-11,19 μm (TIR-1) 10,50-12,51 μm (TIR-2)
Resolução Espacial	15 m (pancromática) 30 m (multiespectral) 100 m (TIRS)
Resolução Temporal	16 dias
Resolução Radiométrica	12 bits

De acordo com as informações apresentadas, percebe-se a importância da utilização dos satélites CBERS04A e Landsat 8 para análise da área do projeto, pois é possível extrair diferentes informações a partir da observação das imagens dos diferentes satélites, em que com o CBERS é possível obter maior resolução espacial, que pode ser aumentada ainda mais na etapa de processamento, ao passo que com o Landsat 8 possui menor resolução espacial, mas uma maior resolução espectral, e permite realizar diversas composições coloridas para enxergar novas respostas dos alvos de acordo com o tipo de banda utilizado. Os resultados das diferentes respostas serão detalhados ao longo do relatório.

3.1.2 Modelo Digital de Elevação

O modelo digital de elevação (MDE) é a representação quantitativa digital da variação do relevo sobre o espaço (Moore et al., 1993). O modelo possui diversas aplicações para o trabalho de mapeamento geológico, sendo possível obter informações de elevação e declividade e de forma secundária correlacionar com os aspectos fisiográficos da área (geomorfologia, pedologia e geologia).

Para obtenção do MDE foi utilizado o satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite-1), lançado em 2006 com operação finalizada em 2011 e gerenciado pelo Japão, por meio da JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Este satélite é caracterizado como um radar de abertura sintética (SAR), que possui uma banda L da PALSAR, com observação de polarização variada em ângulo *off-nadir*. A tabela 4 apresenta as principais características do sensor ALOS PALSAR.

Tabela 4: Principais características do sensor ALOS PALSAR. (Fonte: University of Alaska Fairbanks - UAF)

Características	Banda-L
Frequência	1,27 GHz
Resolução Espacial	12,5 m
Resolução Radiométrica	5 bits
Ângulo off nadir	34,3°

3.1.3 Etapas do Processamento

Para obtenção de imagens multiespectrais, é necessário utilizar procedimentos de geoprocessamento (Figura 3.2). A primeira etapa deste processo consiste em adquirir os dados primários dos satélites CBERS04A e Landsat 8.

A aquisição das imagens do CBERS04A podem ser feitas pelo portal do INPE que disponibiliza as imagens de maneira gratuita. No portal é possível selecionar o satélite CBERS do tipo CBERS04A. Para recobrimento de todas as áreas do projeto foi necessário adquirir duas cenas do dia 03 de setembro de 2022, levando em consideração a cena mais atual em período de estiagem, que possui menor cobertura de nuvens e permite uma maior identificação das estruturas do relevo.

Para aquisição da imagem Landsat 8 foi utilizado o *ArcGIS Living Atlas of the World*, software licenciado pelo Instituto de Geociências (IG/UnB). O *ArcGIS Living Atlas* é uma ferramenta construída pela Esri que em parceria com a USGS, disponibiliza as atualizações dos dados do Landsat 8. Para recobrimento da área foi utilizado a cena do dia 20 de maio de 2023, levando em consideração a imagem mais atual.

Para o processamento das imagens foi utilizado ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). No Projeto Arenópolis, foi preferível trabalhar com o software de geoprocessamento ArcGIS PRO 3.1, licenciado pelo Instituto de Geociências (IG/UnB). Neste software foi possível unificar em dado raster as bandas 1 a 4 (R, G, B e NIR) do CBERS04A, em seguida, foi utilizada a ferramenta *pansharpening* para unir as bandas 1 a 4 com a banda 0 (pancromática), transformando as bandas multiespectrais de resolução espacial de 8 metros para reamostragem de 2 metros, e com isso gerar composições coloridas de alta resolução espacial. Para as imagens do Landsat 8 não foi necessário realizar este tipo de procedimento, pois a partir do *Living Atlas*, é possível trabalhar com as imagens multiespectrais no ambiente online.

Após aquisição, foi realizada a composição de diferentes bandas, para realçar as feições da superfície. Para o CBERS04A, foram geradas as composições 321, 432 e 341, para realce da vegetação e variações no solo. Já para o Landsat 8 foram utilizadas as composições 432, 543 e 762, para realce da vegetação, água e rocha.

Em relação ao Modelo Digital de Elevação (MDE), o produto primário foi adquirido pelo portal da ASF (*Alaska Satellite Facility*), que disponibiliza os dados de maneira gratuita. Para recobrimento da área foi utilizado uma cena de 06 de fevereiro de 2011. Oriundos deste sensor, foram gerados os produtos de relevo sombreado com a ferramenta *hillshade*, gerando sombreado em diferentes ângulos de incidência de luz, curvas de nível utilizando a ferramenta *contour*, com espaçamento de 25 m, modelo de declividade utilizando a ferramenta *Slope* para ajudar com o caminhamento na etapa de campo. e por fim, utilizando a extensão 3D Analyst Tools, foi possível gerar o Triangular irregular network (TIN), para visualização 3D das variações do relevo e correlação com a geomorfologia.

Além dos produtos gerados pelo MDE, a partir do *hillshade*, foi feita uma extração automática de lineamentos utilizando o software CATALYST, que permite obter dado do tipo vetor, para os lineamentos de diferentes ângulos de incidência de luz, posteriormente os azimutes dos lineamentos foram plotados no diagrama de rosetas do *Open stereo* para apoio na análise estrutural.

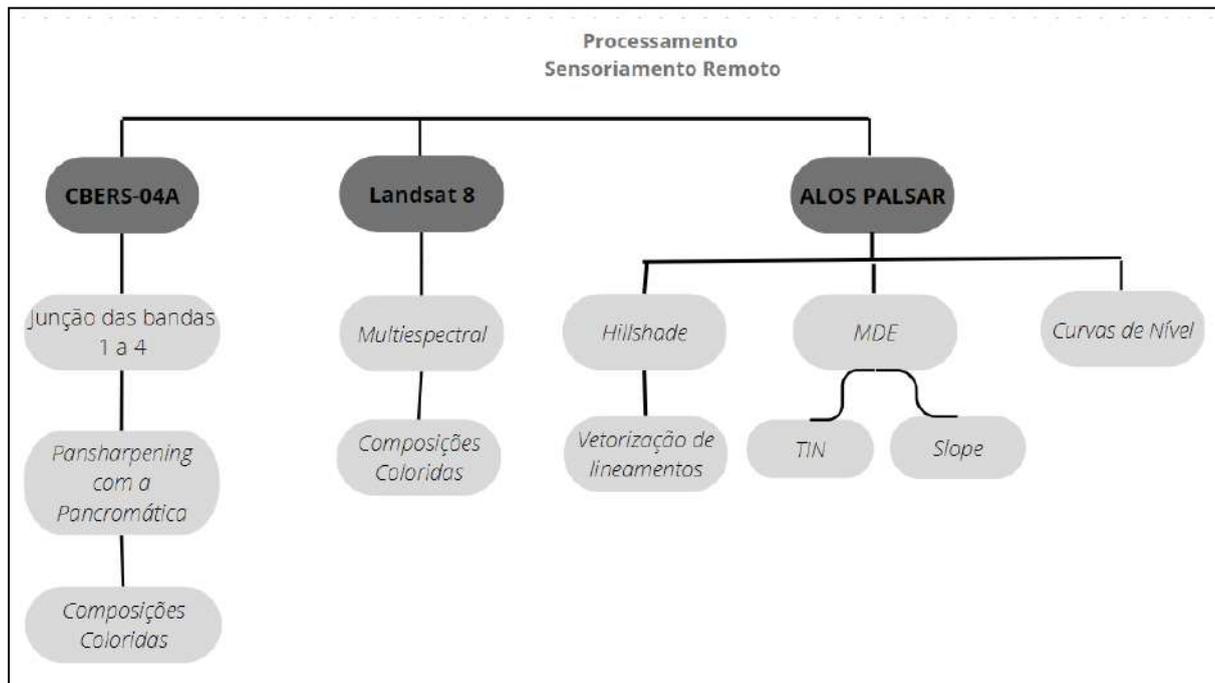


Figura 3.2. Etapas do processamento dos dados de sensoriamento remoto.

3.1.4 Produtos e Interpretações

Com base nos produtos gerados, mostrados nas figuras 3.3 a 3.7, foram extraídas novas informações que auxiliam a detalhar as características morfológicas da área, incluindo, relevo e tipo de cobertura. A seguir será apresentada a interpretação a respeito dos produtos de sensoriamento remoto.

Em relação às composições coloridas 321, 432 e 341, obtidas a partir das imagens multiespectrais do CBERS 04A (Figura 3.3), foi possível observar padrões para as feições solo, vegetação e rocha, que serão detalhados a seguir.

A composição colorida 321, representa a cor natural da imagem, sendo assim, foi utilizada como imagem principal para extração das feições do mapa base. Nesta imagem, podemos observar a cor marrom claro e laranja para o solo que estão localizados em áreas de plantio, já nas áreas sem influência antrópica, o solo terá cor marrom com tonalidades roxas e menor contraste com a vegetação. A vegetação possui cor verde escura e está localizada principalmente nas drenagens, representando mata ciliares e de galeria e em morros isolados na porção oeste e predominantemente na borda da Bacia do Paraná.

A composição 432, ambas de cor falsa, nota-se novas informações para as feições do relevo. Em relação a vegetação, na composição 432, será expressa pela cor vermelha para as porções fotossinteticamente ativas de caráter natural, enquanto nas porções antrópicas, a vegetação e o solo serão representada pela cor verde claro, que aparecem na região central e nordeste da área de estudo.

Já com a composição 341, podemos observar os mesmos padrões obtidos nas análises anteriores, mas com o solo como principal elemento de destaque. O solo apresenta cor marrom e verde nas áreas antrópicas e roxo nas porções naturais, com rocha exposta, este padrão também permite identificar com melhor precisão as estradas ao longo da área. Além disso, é possível observar alto contraste de cor branca e lilás nas bordas, que aparecem em dois locais na porção central da área e representam áreas de exploração de calcário.

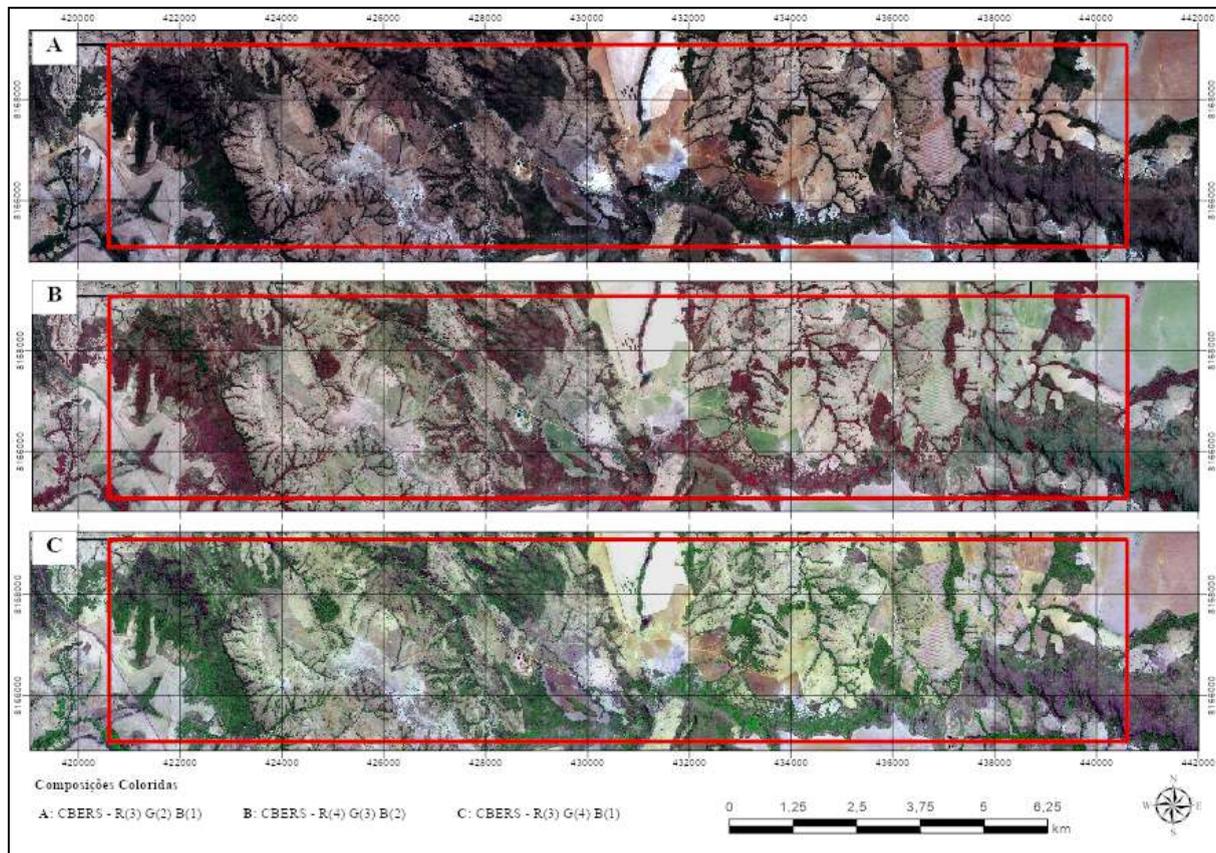


Figura 3.3. Composições Coloridas da imagem CBERS 04A.

Em relação às composições coloridas 432, 543 e 762, obtidas a partir da Imagem Landsat 8 (Figura 3.4), foi possível confirmar as interpretações obtidas no CBERS04A e explorar novas informações que antes não tinham sido identificadas. O benefício de utilizar o Landsat 8 é a variedade de bandas que permitem uma maior resolução espectral que a obtida

no CBERS04A, e a utilização das bandas 6 e 7 que possuem maior resposta às feições geológicas.

Por meio da composição 543, aliada a cor verdadeira 432, nota-se maior resposta às ações antrópicas, como solo exposto e estradas. Estas feições aparecem na porção nordeste e acima da bacia na porção sudeste da área, onde o solo é utilizado para atividade agropecuária. Utilizando a banda 5 (infravermelho próximo), no canal R, a vegetação aparece em diferentes tonalidades de vermelho, como resposta aos diferentes tipos de vegetação, por exemplo, nas áreas de relevo do tipo morro a resposta é a cor vermelho escuro, enquanto nas encostas de morros e regiões mais aplainadas, a vegetação possui cor rosa claro. Além disso, cursos de rios e lagoas também se destacam em meio a vegetação, apresentando cor preta.

Utilizando a composição 762, conseguimos observar diferentes tons de verde para a vegetação e solo. Na região sudeste na borda da bacia distingue-se ao menos quatro tonalidades, na porção oeste da área com relevo do tipo morro, há duas tonalidades de verde escuro e verde claro como resposta à geologia. Além disso, na porção central, na área de mineração de calcário, a resposta espectral aparece na cor roxa, esta resposta pode ser utilizada para encontrar novos pontos aflorantes de calcário.

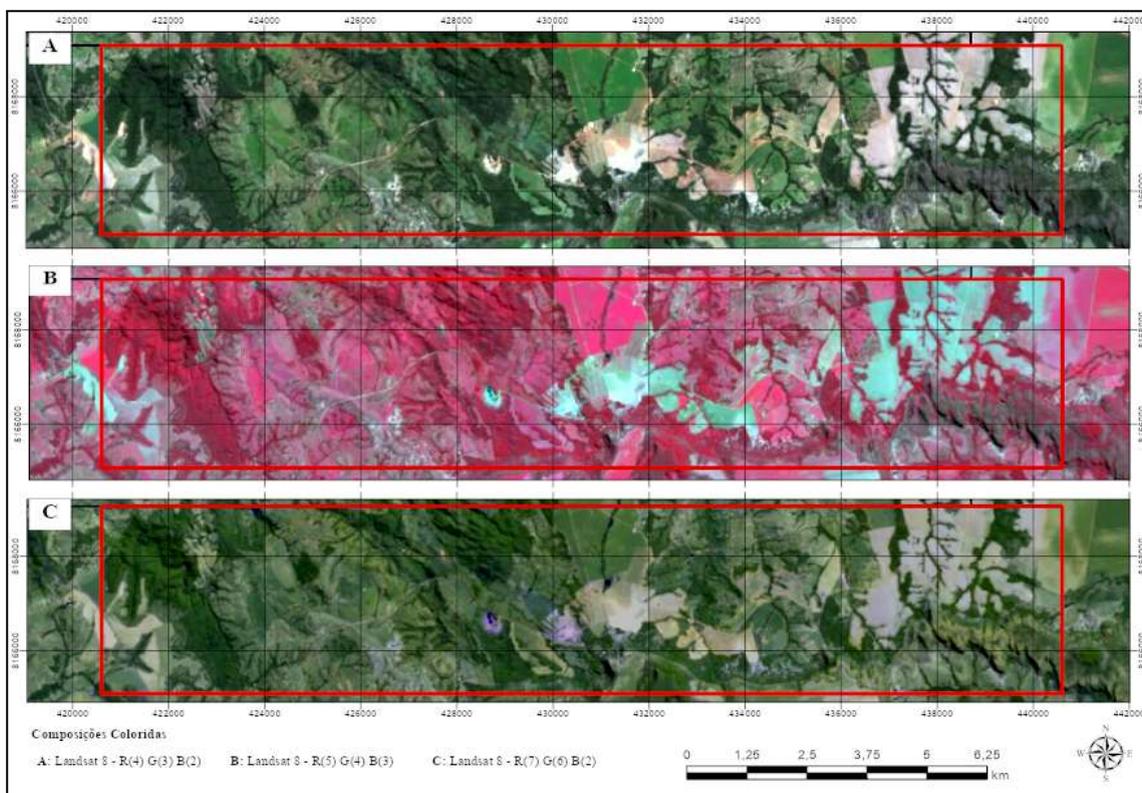


Figura 3.4. Composições Coloridas da imagem Landsat 8.

A análise do relevo sombreado (*hillshade*) apresentados na Figura 3.5, permite identificar dois domínios principais de lineamentos que foram extraídos a partir do sombreado a 135° e 45°. A partir da análise da figura 3.5, percebe-se realce das lineações de relevo na inclinação de 135°, que possuem direção preferencial NNE, em contrapartida a inclinação de 45° realça as lineações de drenagem, que possuem direção preferencial NW-E.

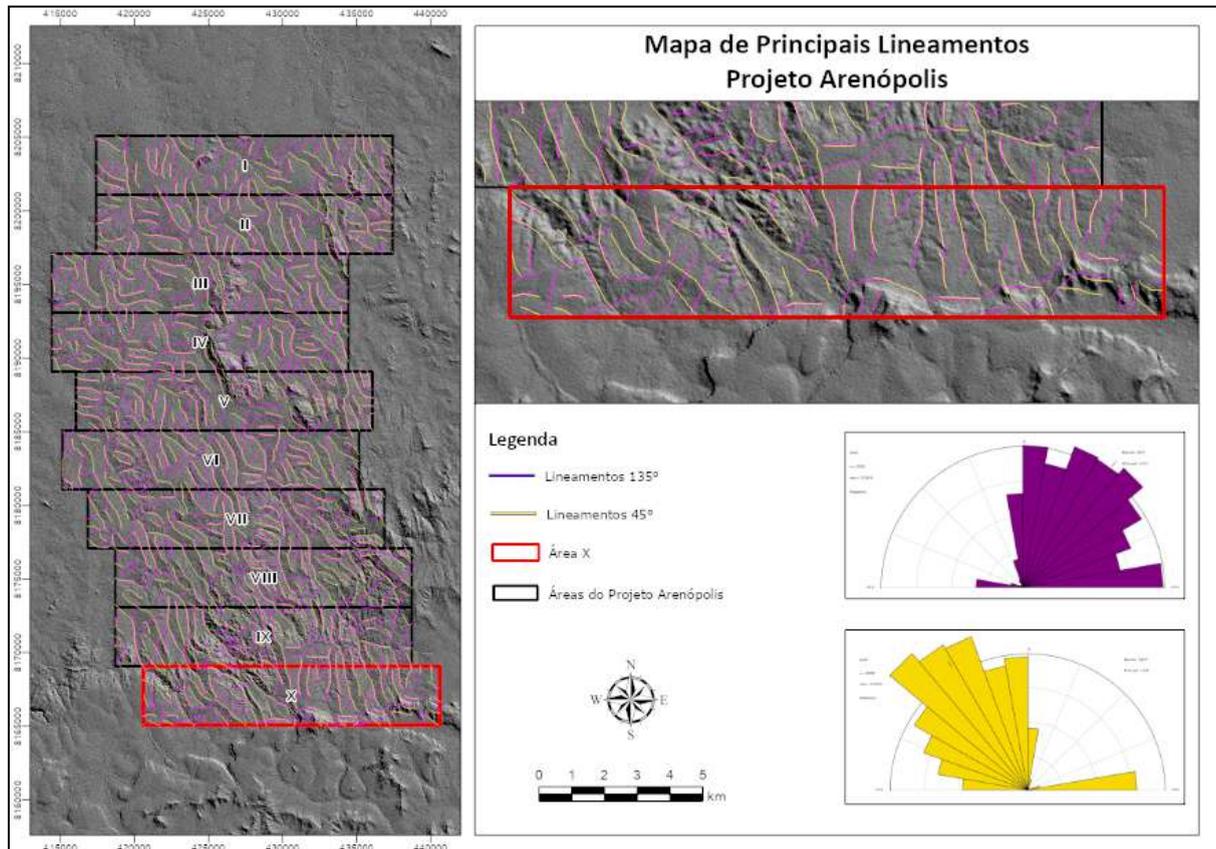


Figura 3.5. Mapa de lineamentos principais obtidos a partir do relevo sombreado na inclinação 45° e 135°.

A partir do modelo de elevação e declividade apresentado nas Figuras 3.6 e 3.7, identifica-se dois domínios principais de relevo: aplainados e morros e colinas restritos, com cotas variando de 298 m a 894 m. A porção norte da área do Projeto Arenópolis é caracterizada por superfícies planas, de baixas altitudes e declividades, ocorrendo de forma pontual, relevo de alta altitude, do tipo morro, que aparece na porção central do projeto. Já as áreas a sul, são caracterizadas por altas altitudes e declividades, representando regiões aplainadas com morros e colinas de forma disseminada.

Em relação a subárea X, nota-se a presença das maiores altitudes encontradas no projeto, que variam de 500 m a 894 m, com relevos aplainados entre morros e colinas. Na

porção sudeste da área, há elevadas altitudes e declividades de até 45° a 60°, características que sofrem forte influência da borda da Bacia do Paraná que aflora nesta região.

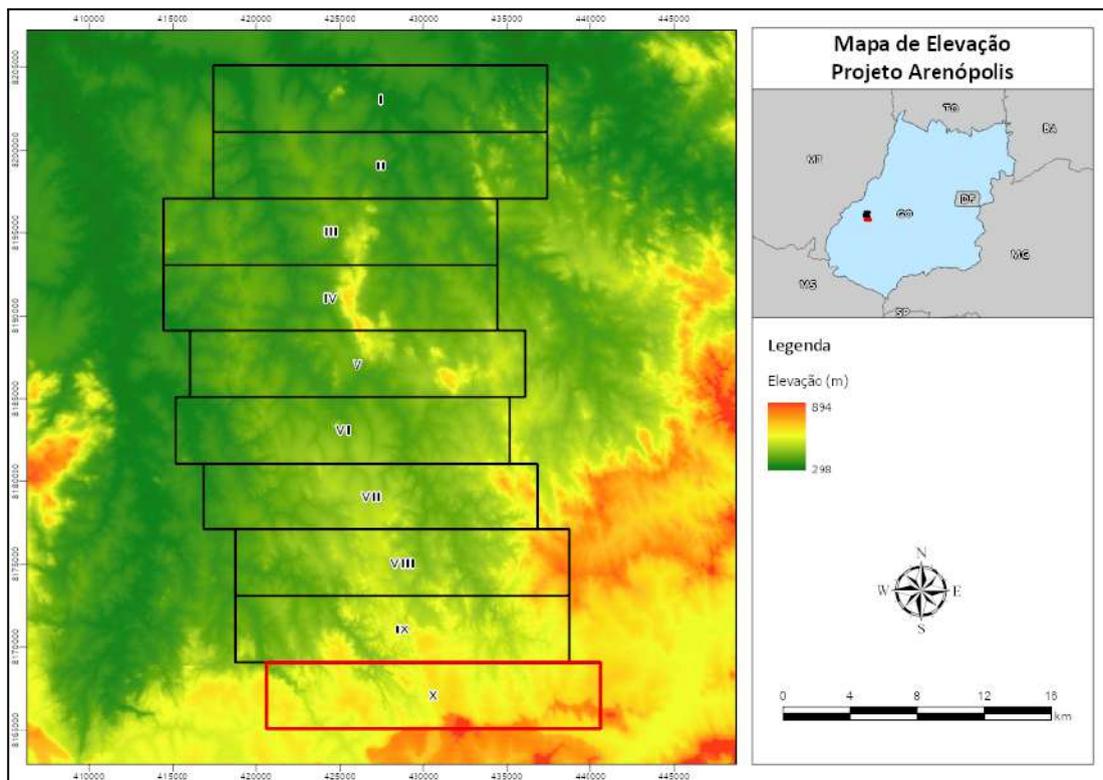


Figura 3.6. Mapa de relevo obtido a partir do ALOS PALSAR.

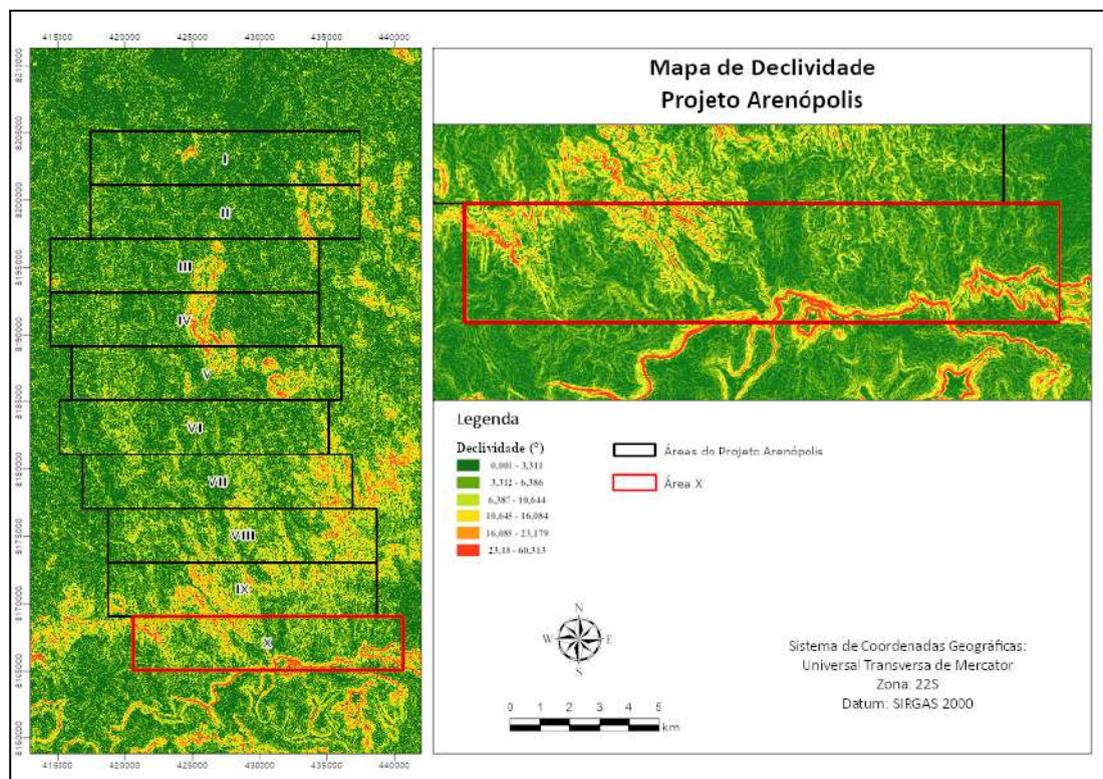


Figura 3.7. Mapa de declividade obtido a partir do ALOS PALSAR.

Assim, com base nas interpretações dos produtos detalhados acima, foi possível utilizá-los para extração dos elementos físicos, como estradas, drenagem e propriedades, auxiliando na elaboração do mapa base da Figura 3.9. Além disso, foi de fundamental importância para identificação das variações litológicas da área, sendo utilizados para planejamento de caminhamentos em campo e subsídio para o mapa geológico preliminar.

3.2 Geofísica

A geofísica é um método quantitativo, direto ou indireto, utilizado para analisar as propriedades físicas da Terra, como gravidade, magnetismo, resistividade elétrica e ondas sísmicas. Por meio deste método é possível observar variações litológicas na superfície e em profundidade, expressos pela alteração das características físicas dos materiais obtidos pelos produtos geofísicos.

A utilização dos dados geofísicos tem como objetivo auxiliar no mapeamento geológico contribuindo com novas informações a respeito da área, é utilizada principalmente como complemento ao sensoriamento remoto, para delimitação de alvos que serão investigados em campo e extração de lineamentos para a análise estrutural.

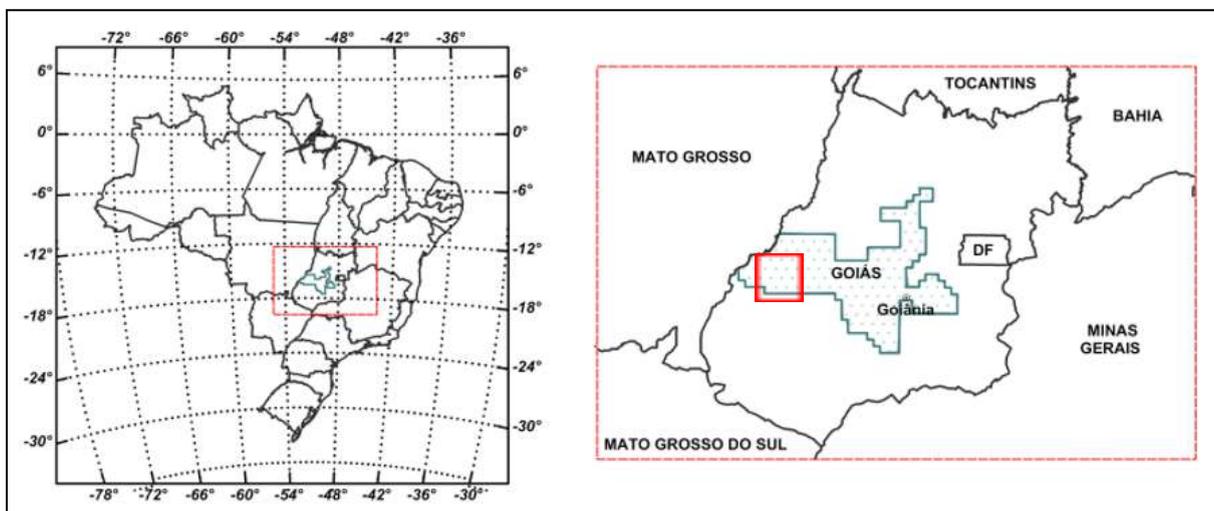


Figura 3.8. Mapa de localização do levantamento geofísico. Fonte: Lasa Engenharia e Prospecções, projeto 3009.

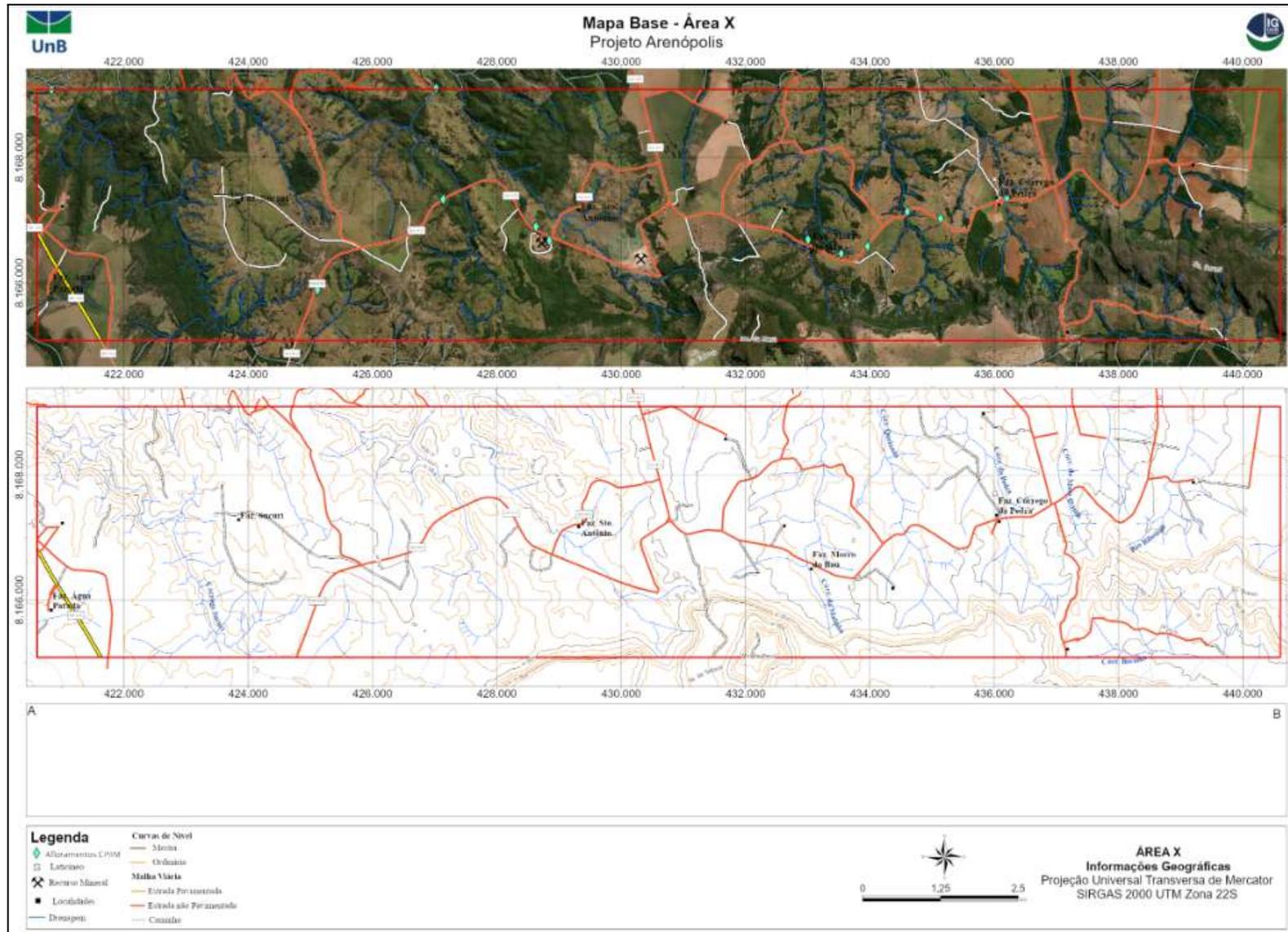


Figura 3.9. Mapa Base da subárea X do Projeto Arenópolis.

Para o Projeto Arenópolis, foram utilizados dados aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria, adquiridos no projeto de Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 1ª Etapa do Complexo Anápolis-Itaçu, Sequência vulcano-sedimentar de Juscelândia, realizado em 2004 pela organização Lasa Engenharia e Prospecções e distribuído pelo SGB (Serviço Geológico do Brasil) e MME (Ministério de Minas e Energia). O levantamento que recobre a área de estudo abrange a porção centro-oeste do estado do Goiás (Figura 3.8). As características do levantamento estão apresentadas na Tabela 5.

Após a realização do levantamento, foi feito o processamento dos dados no software *Oasis Montaj* e para integração dos mapas foi utilizado o software ArcGIS PRO 3.1, licenciados pelo Instituto de Geociências (IG/UnB). Foram aplicadas técnicas de processamento em geofísica para aprimorar o dado e gerar os produtos, conforme o fluxograma da Figura 3.10.

Tabela 5: Principais características do Levantamento Aerogeofísico. (Fonte: Lasa Engenharia e Prospecções)

Características	Dado
Projeto	3009
Data do Levantamento	19/06/2004 a 24/11/2004
Aeronave	PT-FZN - Cessna
Direção das linhas de vôo	N-S
Espaçamento das linhas de vôo	0,5 km
Direção das linhas de controle	E-W
Espaçamento da linha de controle	5,0 km
Intervalo entre as medições	0,1 s (magnetômetro) e 1,0 s (espectrômetro)
Altura média de vôo	100 m
Velocidade aproximada de vôo (PT-FZN)	294 km/h

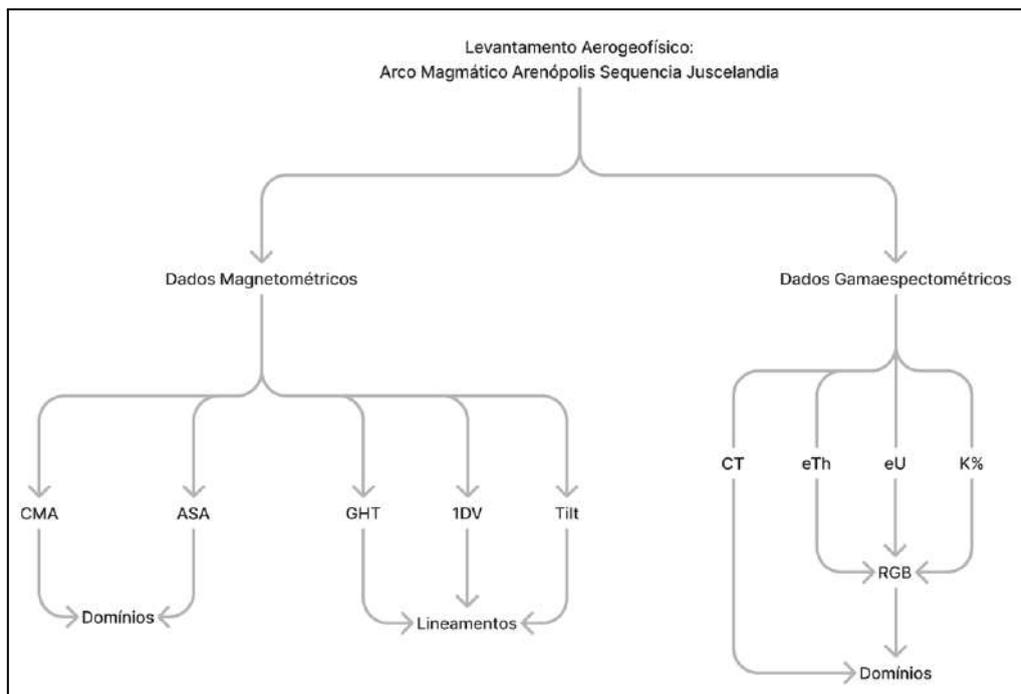


Figura 3.10. Fluxograma de processamento dos dados aerogeofísicos.

3.2.1 Magnetometria

A magnetometria é o método utilizado para medir as variações de intensidade no campo magnético da Terra, este campo é produzido por um momento dipolo no centro da Terra, essas variações produzem as anomalias magnéticas expressos por rochas e minerais magnéticos presentes na superfície da Terra (Alves et al., 2022).

Em relação a estas características, os minerais podem ser classificados como diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos, assim, irão refletir diferentes susceptibilidades magnéticas ao produto final, permitindo a diferenciação dos materiais presentes na área de estudo a partir da intensidade da magnetização (Alves et al., 2022). Os principais minerais magnéticos são magnetita, ilmenita e pirrotita e em termos de litologia, basaltos e peridotitos apresentam maiores suscetibilidades.

Este método possui vasta aplicação na exploração mineral, para detecção direta de mineralizações como óxido de ferro, cobre ouro, sulfetos maciços, e também para entendimento do ambiente tectônico (Nabighian et al., 2005). Para o Projeto Arenópolis, será utilizada para separação de domínios magnéticos e extração de lineamentos.

Os produtos geofísicos (Figura 3.11) foram obtidos a partir do processo de correção do IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) utilizando a interpolação bidirecional. A partir deste processamento foram gerados produtos como o Campo Magnético Anômalo

(CMA), Amplitude de Sinal Analítico (ASA), Derivada Vertical (1DV), Gradiente Horizontal Total (GHT) e Derivada TILT (TILT).

O Campo Magnético Anômalo (CMA) tem efeito dipolar, utilizado para identificação de anomalias negativas e positivas a partir da textura e cor do mapa, além disso, pode ser aplicado para separar domínios de acordo com a intensidade da frequência. Neste produto, pequenas frequências representam corpos profundos e apresentam textura suave e altas frequências representam corpos mais rasos e textura rugosa.

A Amplitude de Sinal Analítico (ASA) é uma função simétrica, com o máximo sobre o topo dos contatos geológicos e a sua largura representa a profundidade do corpo, sendo assim, pode ser utilizada para delimitar as bordas dos corpos e definir contatos.

A Derivada Vertical (1DV) realça corpos rasos, e representa o principal produto geofísico para delimitar estruturas geológicas verticais, como falhas, zonas de cisalhamento e diques.

O Gradiente Horizontal Total (GHT) representa a combinação das derivadas horizontais e realça a naturalidade das anomalias, neste produto as maiores intensidades magnéticas ocorrem nas bordas dos corpos, sendo assim também é interessante para extrair contatos.

A Derivada TILT (TILT) realça lineamentos em diferentes profundidades, pode ser utilizada como complemento a derivada vertical (1DV), com aplicação para extração de lineamentos na área da Bacia do Paraná, que aflora na subárea X.

A partir dos dados magnetométricos foi realizada a individualização qualitativa de domínios magnéticos e extração dos lineamentos estruturais que serão detalhados ao longo do capítulo.

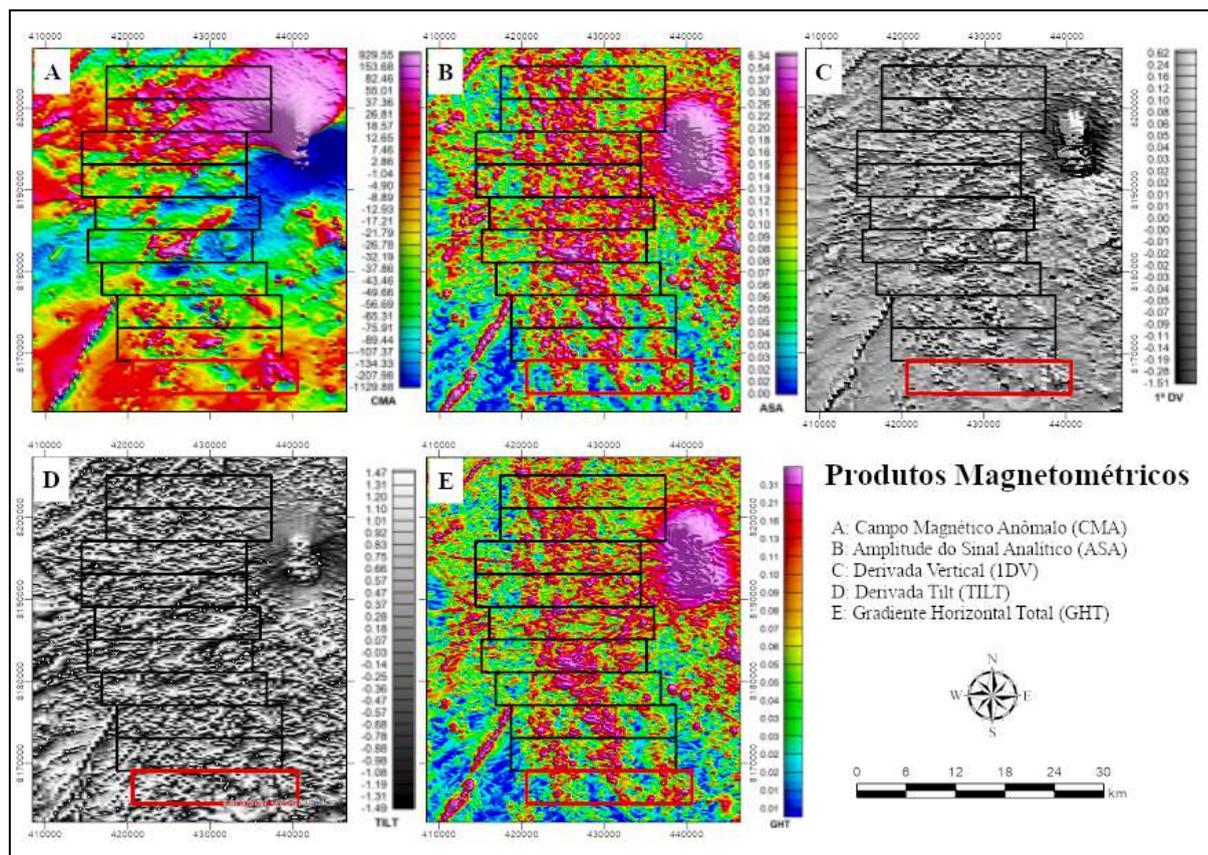


Figura 3.11. Produtos Geofísicos da Magnetometria.

3.2.2 Gamaespectrometria

A gamaespectrometria mede a emissão natural de raios gamas, proveniente de elementos radioativos contidos nas rochas (Alves et al., 2022). Essa radiação é medida por meio de cristais detectores formados por iodeto de potássio que absorvem a radiação e assim, é feita a contagem da cintilação da radiação do cristal.

Os principais elementos utilizados na detecção da emissão de raios gama são o potássio (^{40}K), tório (^{232}Th) e urânio (^{238}U) pois estão contidos nos principais tipos de rochas e possuem radiação suficiente para detecção no equipamento. As unidades de medida variam para cada elemento de acordo com a ordem de abundância, o potássio é obtido em porcentagem (%) enquanto que o tório e urânio em parte por milhão (ppm).

O potássio (K) é um metal alcalino leve, e representa um dos maiores constituintes minerais formadores de rocha, concentrando-se em minerais como feldspato e muscovita presentes em rochas ácidas. Devido ao caráter leve, é considerado um elemento móvel, que possui fácil lixiviação e auxilia na identificação de alterações hidrotermais e presença de cursos d'água.

O tório (Th) é um metal actínido, com concentração principal na parte superior da litosfera, controlado pelo estado de oxidação do ambiente, está presente no mineral monazita, torita e associações com elementos terras raras (ETR) e urânio, está contido na esfalerita, apatita e zircão (Alves et al., 2022). Em condições oxidantes e redutoras o tório é imóvel e concentra-se em sedimentos residuais como minerais pesados.

O urânio (U) é um metal do grupo dos actínidos, altamente radioativo, representado pelos isótopos (^{234}U , ^{235}U e ^{238}U). Este elemento concentra-se nos estágios finais de diferenciação magmática, nos minerais zircão, allanita, esfalerita, apatita, monazita e minerais associados ao tório, presentes principalmente em granitos e pegmatitos. Em condições oxidantes é móvel e condições redutoras é imóvel.

A análise deste método permite identificar variações litológicas superficiais de acordo com o teor de radioelementos nas rochas (Pires, 1995). Deste modo, o solo, vegetação densa, irregularidades topográficas e corpos de água presentes na área podem causar supressão do sinal, sendo imprescindível levar esses efeitos em consideração na interpretação do produto final (Saunders et al., 1994).

Os produtos geofísicos da gamaespectrometria (Figura 3.12) foram obtidos a partir da composição dos canais K, eTh e U, produzindo a composição ternária RGB, com K de cor vermelha, eTh de cor verde e U de cor azul. A partir deste processamento foram gerados produtos como o RGB e Contagem Total.

A partir dos dados gamaespectrométricos foi realizada a individualização qualitativa de domínios para auxílio na elaboração do mapa geológico-geofísico (Figura 3.16).

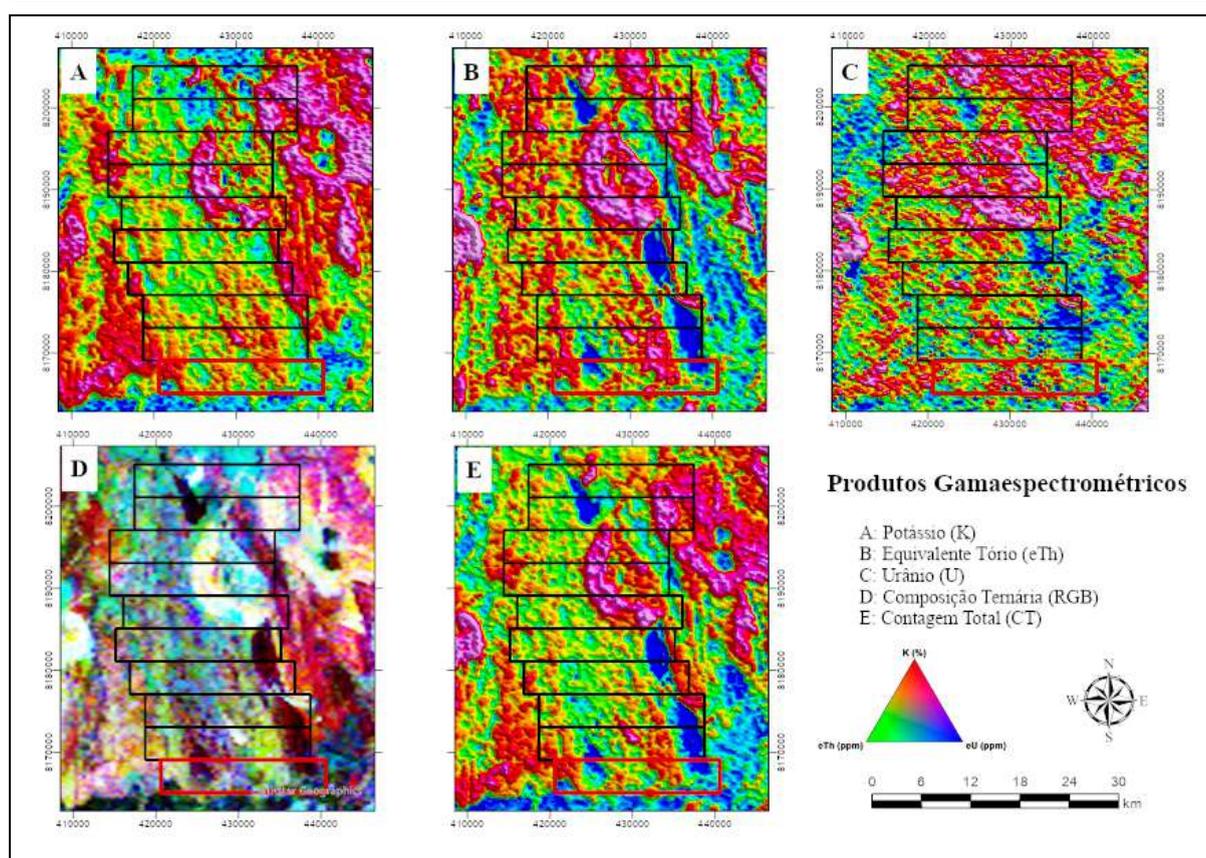


Figura 3.12. Produtos Geofísicos da Gamaespectrometria.

3.2.3 Produtos e Interpretações

Com base nos produtos gerados, mostrados nas figuras 3.11 e 3.12, foram extraídos os principais domínios geofísicos e lineamentos que serviram como subsídio para elaboração do mapa geológico-geofísico. A seguir será apresentada a interpretação a respeito dos produtos da geofísica.

Em relação a Amplitude do sinal analítico (ASA) e Derivada vertical (1DV), obtidas a partir da magnetometria (Figura 3.13), foi possível separar os principais domínios magnéticos e extrair os lineamentos estruturais da área de estudo.

A Amplitude do sinal analítico (ASA), foi utilizada como principal produto para divisão de domínios magnéticos por destacar as bordas dos corpos. Neste produto, podemos observar três domínios magnéticos principais e na subárea X apenas dois destes domínios são representativos. Estes domínios magnéticos foram divididos a partir da análise da intensidade, textura do relevo, orientação e abrangência na área. A descrição desses domínios se encontra na Tabela 6.

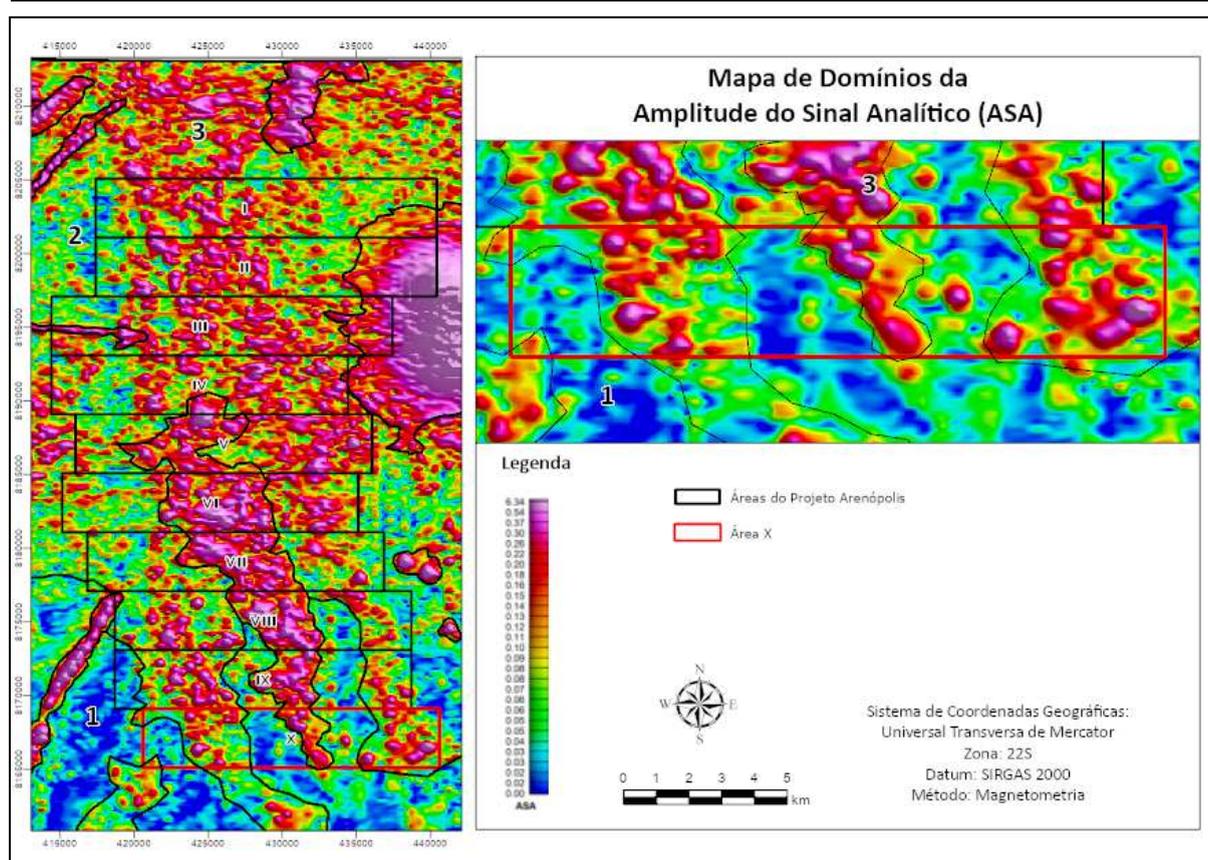


Figura 3.13. Mapa de domínios da Amplitude do sinal analítico (ASA).

Tabela 6: Principais características dos domínios magnéticos obtidos pelo produto ASA.

Domínio	Descrição
1	Baixa intensidade magnética, textura lisa com orientação NE e NW. Apresenta-se distribuído na porção sul da área de estudo intercalado com domínio 2 na subárea X.
2	Média intensidade magnética, textura rugosa com orientação NS e NW. Apresenta-se distribuído na porção central e norte da área de estudo.
3	Alta intensidade magnética, textura rugosa com orientação NS e NW. Apresenta-se distribuído na porção central da área de estudo e em corpos pontuais localizados na parte leste.

A partir da análise da 1ª Derivada vertical (1DV), foi possível extrair os lineamentos estruturais que aparecem nas porções mais rasas. Neste produto, podemos observar duas direções principais nos lineamentos, com sentido ENE-E e WNW-W. Há um lineamento principal que se estende por toda área do projeto e a medida que se aproxima da porção sul, apresenta curvatura, esta feição pode estar associada a zona de cisalhamento da sequência

vulcanossedimentar. Além disso, as feições de menor comprimento presentes na subárea X, podem representar falhas de diversas direções contidas na sequência.

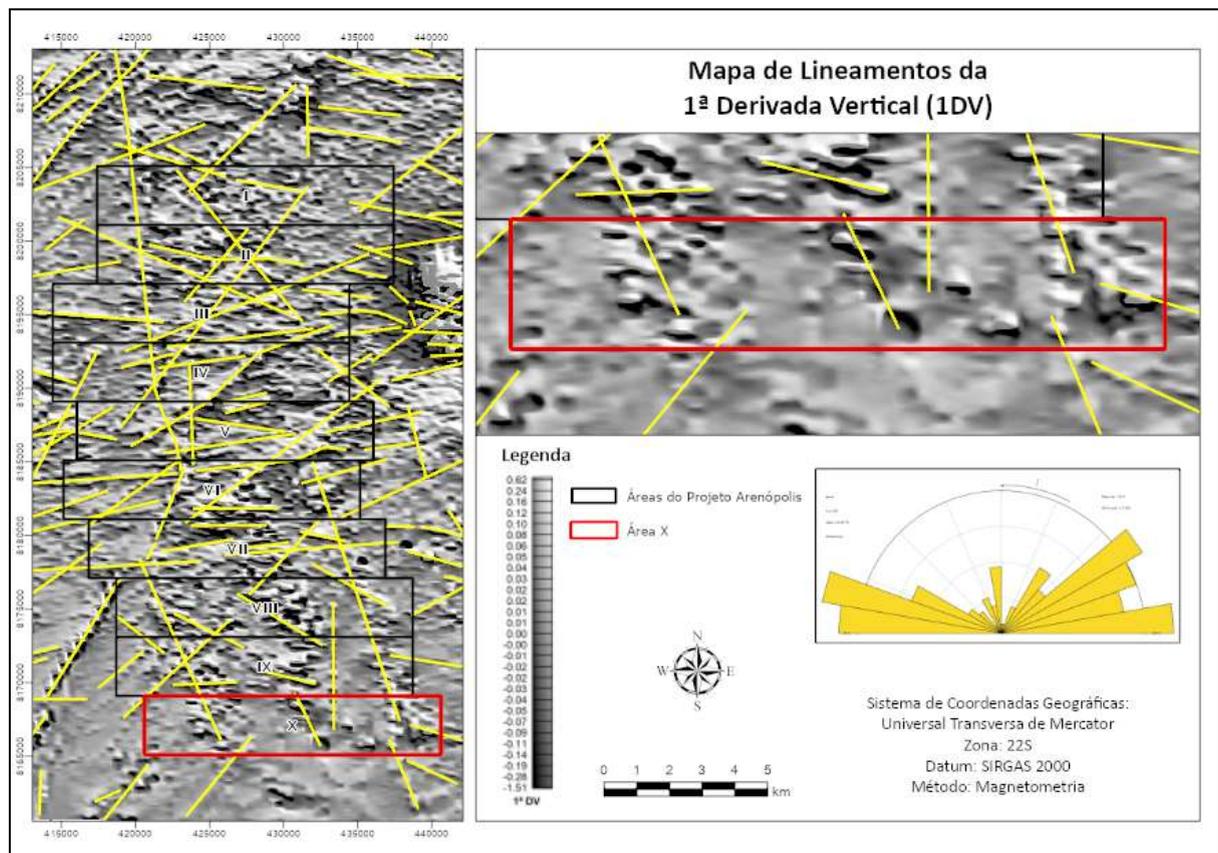


Figura 3.14. Mapa de lineamentos da 1ª Derivada Vertical (1DV).

Na gamaespectrometria o principal produto analisado foi a composição ternária RGB (Figura 3.15), este produto permite inferir a composição litológica descritas na geologia regional do Arco Magmático de Arenópolis, a partir das assinaturas radioativas do K, eTh e U. Foram definidos treze domínios para a área do Projeto Arenópolis, no qual apenas sete destes aparecem na subárea X. A descrição desses domínios se encontra na Tabela 7.

A análise deste produto permite identificar a presença de corpos de cor branca, que possuem alta concentração de K, Th e U, representados pelo Granito Serra do Iran, Monzonito Rio Caiapó e corpos lenticulares de menor comprimento. Em contrapartida, há diversos corpos de cor preta, que representam baixa concentração dos elementos radioativos, neste contexto representam corpos alongados de anfíbolitos do Córrego da Onça e sedimentos da Bacia do Paraná, este último que aflora apenas na subárea X. Além disso, outros domínios diversos aparecem como corpos irregulares na porção central da área, representando a

Sequência vulcanossedimentar Córrego da Onça e Córrego do Santo Antônio de litologia diversificada representado por xistos, anfíbolitos, gabros e mármore com topo contendo coberturas detrito-lateríticas.

Em relação à subárea X, encontram-se sete domínios principais. Os domínios 13, 8, 9 e 5 são caracterizados por faixas alongadas subparalelas, de cor amarela, verde e violeta em sua maioria, que representam grande parte da Sequência vulcanossedimentar Córrego da Onça e Córrego do Santo Antônio. Localmente há dois corpos arredondados, representados pelos domínios 12 e 7, de cor preta, associados a anfíbolitos e piroxenitos. Já a porção sul da subárea é dominada pelo domínio 7 de cor preta e variações em ciano, que representam as formações Furnas e Ponta Grossa da Bacia do Paraná.

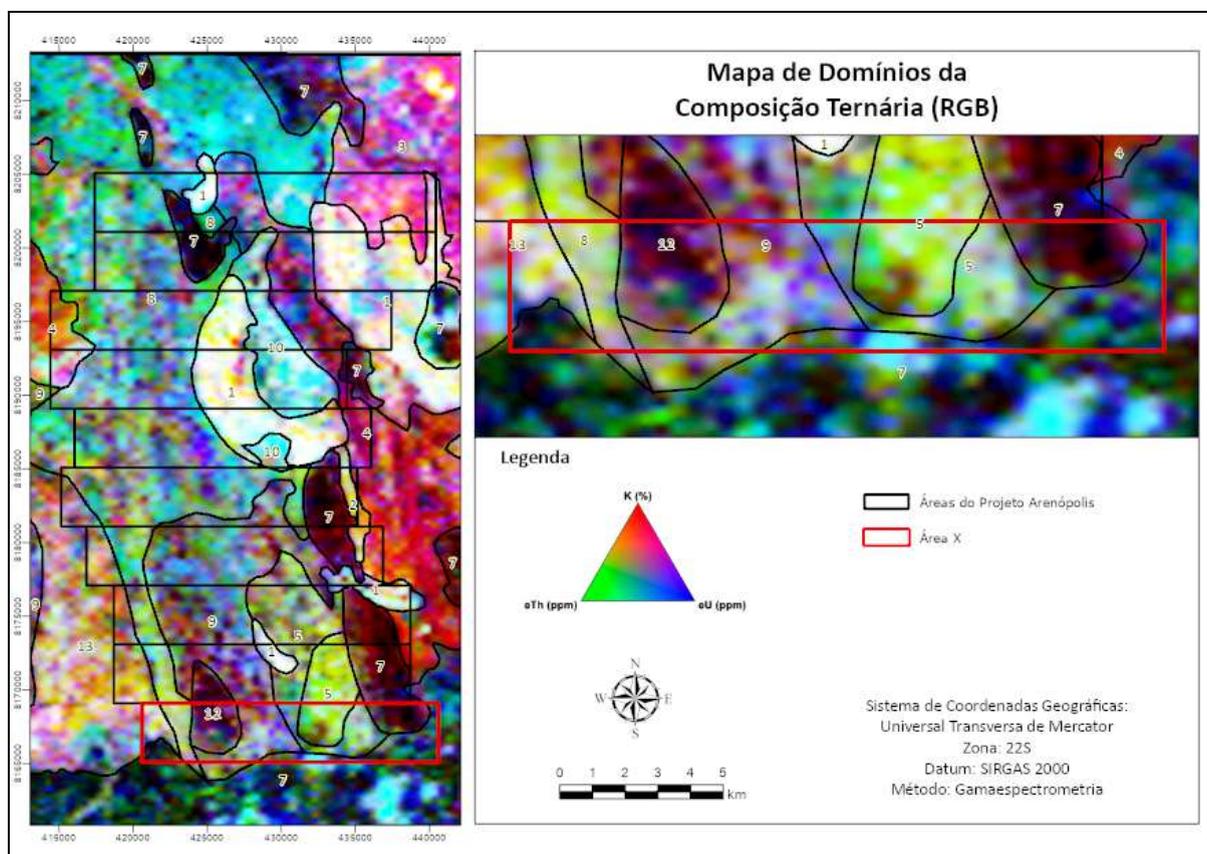


Figura 3.15. Mapa da Composição Ternária (RGB).

Tabela 7: Principais características dos domínios gamaespectrométricos obtidos pelo produto ternário RGB.

Domínio	K	Th	U	Descrição (cor e geometria)
1	Alto	Alto	Alto	Branco, alongado (NW-NS)
2	Alto	Alto	Baixo	Branco amarelado, alongado (NS)

3	Alto	Baixo	Alto	Magenta claro, irregular
4	Alto	Médio	Baixo	Vermelho , irregular
5	Baixo	Alto	Baixo	Verde claro e amarelo, arredondado (NW)
6	Baixo	Alto	Médio	Ciano, irregular
7	Baixo	Baixo	Baixo	Preto, irregular
8	Baixo	Médio	Alto	Ciano arroxeadado, irregular
9	Baixo	Médio	Baixo	Violeta, alongado NW
10	Baixo	Médio	Alto	Ciano esbranquiçado, arredondado NS
11	Médio	Alto	Médio	Verde claro, irregular
12	Baixo	Baixo	Médio	Preto avermelhado, arredondado
13	Médio	Médio	Médio	Vermelho claro, alongado

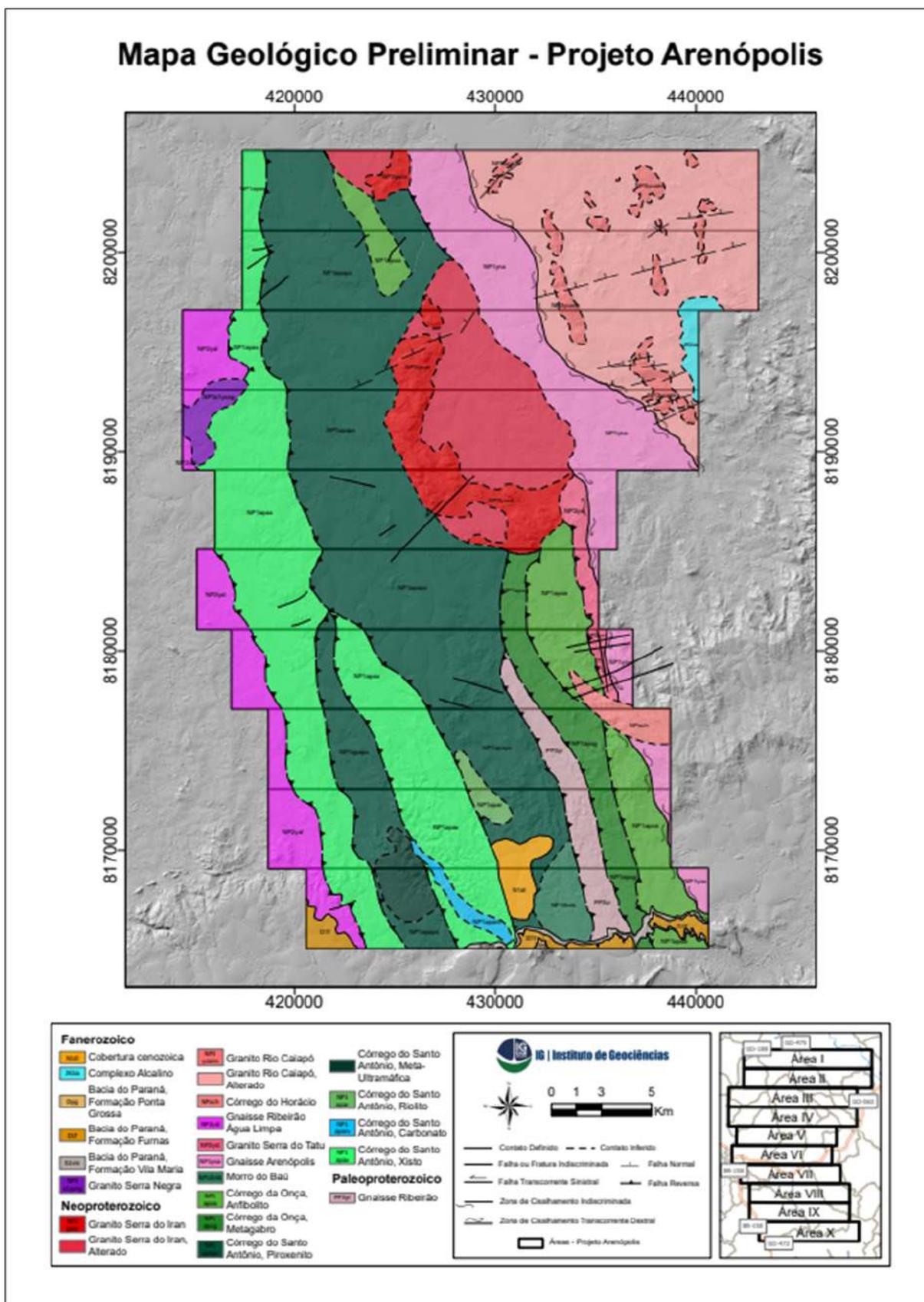


Figura 3.16. Mapa Geológico-Geofísico preliminar.

4. GEOLOGIA DO PROJETO ARENÓPOLIS

Neste capítulo serão apresentadas as características fundamentais das unidades geológicas mapeadas por toda equipe do Projeto Arenópolis, conforme evidenciado na Figura 4.16. O propósito é oferecer uma visão abrangente acerca da geologia do projeto. Posteriormente, nos Capítulos 5 e 6, será apresentado a visão detalhada das particularidades geológicas presentes na subárea X, com enfoque para descrição litológica, petrográfica e análise estrutural da área.

O Projeto Arenópolis (2023), através do mapeamento de uma área aproximada de 900 km² em escala 1:25.000, permitiu a identificação de unidades cuja formação, deformação e metamorfismo são atrelados à evolução da Orogênese Brasileira durante o Neoproterozóico (Pimentel, 2016). Foram identificadas principalmente rochas neoproterozóicas do Arco Magmático de Goiás, mas também rochas paleoproterozóicas, representadas pelo Gnaiss Ribeiro, além de rochas sedimentares paleozóicas, da Bacia do Paraná, e rochas plutônicas e subvulcânicas mesozóicas, pertencentes à Província Alcalina de Goiás (PAGO). A estruturação é caracterizada por foliações normalmente subverticais, com uma direção preferencial NNW-SSE a N-S. Foram também compartimentadas, de oeste para leste, 3 sistemas de zonas de cisalhamento transcorrentes, de cinemática sinistral - sendo elas denominadas, respectivamente: Zona de Cisalhamento Piranhas, Zona de Cisalhamento Ribeiro e Zona de Cisalhamento Córrego da Areia.

4.1 Embasamento

A unidade representativa do embasamento é denominada de Gnaiss Ribeiro (Pimentel, 1992). Idades isócronas Rb-Sr e Pb-Pb indicaram uma idade aproximada de 1,8 Ga (Pimentel, 1990). Não obstante, métodos mais precisos e acurados devem ser aplicados para determinar com precisão a verdadeira idade desta unidade. O Gnaiss Ribeiro apresenta-se em contato com as unidades Córrego da Onça, da Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas, à leste, e com o Gnaiss Arenópolis à oeste, ambos através de zonas de cisalhamento com cinemática sinistral relacionados com a Zona de Cisalhamento Ribeiro. O Gnaiss Ribeiro aflora em porções restritas nas áreas VI, e aparece de forma contínua nas áreas VIII, IX e X. As melhores exposições encontram-se na área VIII.

Litologicamente, é composto por biotita-tonalitos, intensamente deformados e foliados, com presença local de migmatitos o qual evidencia a existência de processos de

fusão parcial. Em termos mineralógicos, apresenta quartzo, plagioclásio (andesina, An_{37}) e como mineral máfico, biotita. A feição que mais destaca é o bandamento gnáissico de granulação grossa, e de granulação fina - marcados por concentrações modais variáveis de biotita. Ademais, foi possível identificar feições deformacionais, como foliação anastomosada, foliação S-C, leucossomas rompidos e porfiroblastos de quartzo em concordância com a cinemática sinistral regional, conforme pode ser observado na figura abaixo (Figura 4.1).

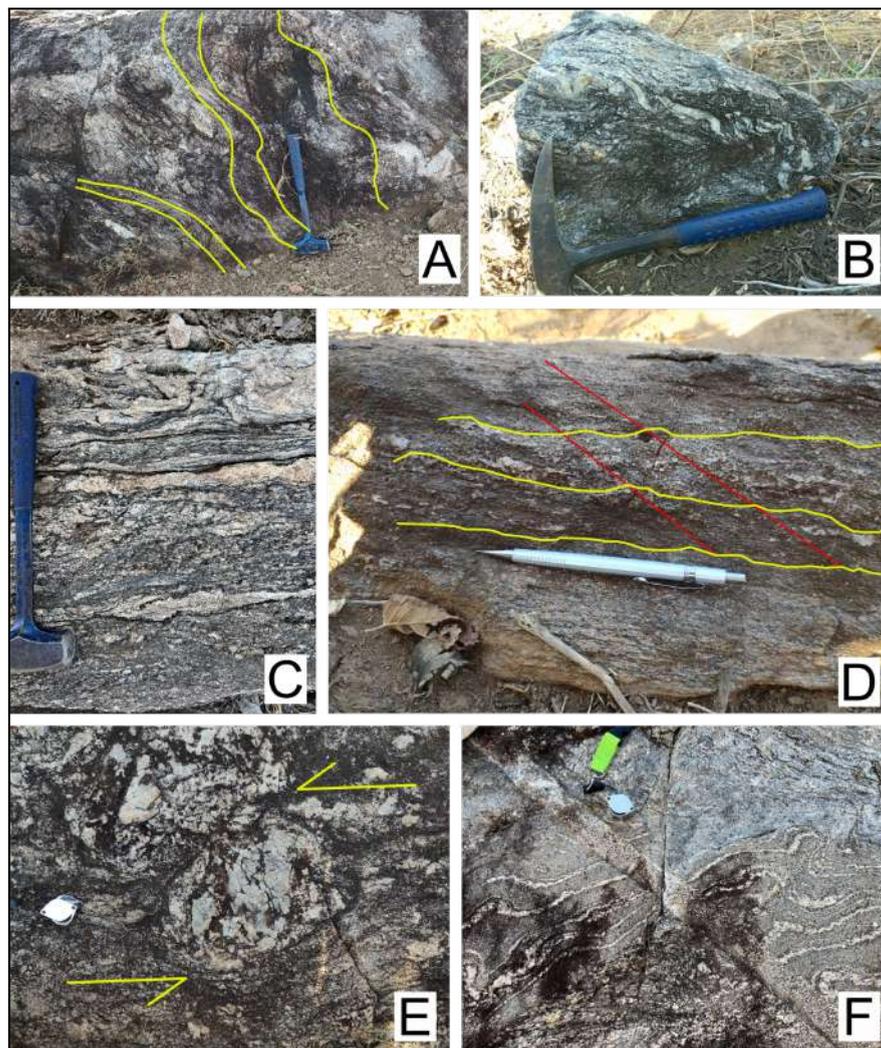


Figura 4.1. Feições de deformação no gnaiss Ribeiro, observadas no afloramento-tipo, inserido na área VIII (Coordenadas: 22S 434053 E 8173182 N). Em A, foliação anastomosada, truncada por fraturas; em B, leucossomas rompidos; em C, leucossomas em migmatito exibindo pinch-and-swell incipiente na porção inferior da imagem; já em D, foliação S-C, onde as linhas amarelas representam o plano S, ao passo que as linhas em vermelho representam o plano C; em E, megaporfiroblasto de quartzo rotacionado, evidenciando cinemática sinistral; por fim, em F, migmatito com leucossomas concordantes à foliação, recortados por dique leucocrático de quartzo e feldspato.

4.2. Arco Magmático de Goiás

O Arco Magmático Goiás - Segmento Arenópolis - corresponde a cerca de 97% de toda a área do Projeto Arenópolis mapeada. É representado pela associação de rochas graníticas a intermediárias, com composição que varia entre dioritos e tonalitos metamorfizadas em fácies xisto-verde a anfibolito. Estas são correspondentes ao estágio de arco de ilha. Rochas metavulcânicas e metassedimentares das bacias de trincheira e de *forearc*; bem como intrusões graníticas de caráter calci-alcálico dos estágios vulcânico e colisional. Estudos geocronológicos mostram um conjunto de idades entre cerca de 900 Ma (Sequência MVS Arenópolis-Piranhas) e 587 Ma (Granito Rio Caiapó). As unidades pertencentes ao Arco são estruturadas conforme uma orientação principal NW-SE em um sistema predominantemente transcorrente, sobre o qual foram gerados sistemas de zonas de cisalhamento, com cinemática sinistral.

4.2.1 Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas

Entre as sequências metavulcanossedimentares dos segmentos Arenópolis e Anicuns-Itaberaí, a Sequência Metavulcanossedimentar de Arenópolis-Piranhas representa as exposições de rochas supracrustais mais antigas (Carneiro, 2019). Na área do Projeto Arenópolis, esta sequência tem contato tectônico, através da Zona de Cisalhamento Piranhas, com a unidade do Granito Ribeirão Água Limpa a oeste e através da Zona de Cisalhamento Ribeirão com o Gnaiss Arenópolis (Áreas I e II) e Granito Serra do Tatu (Áreas V até X) a leste. Esta sequência é intrudida pelo Granito da Serra do Iran, de aproximadamente 588 Ma (Pimentel et al., 1996) e por rochas dioríticas a graníticas indiferenciadas (e.g. Área IX). Para o sul (Área X), se encontra encoberto em discordância angular pelos arenitos da Formação Furnas (Devoniano) da Bacia do Paraná. A seguir, serão descritas as duas unidades que compõem a sequência.

Unidade Córrego do Santo Antônio

A Unidade Córrego do Santo Antônio compreende uma intercalação de rochas metassedimentares (siliciclásticas e químicas), anfibolitos e rochas metaultramáficas. Seu limite oeste e leste se dão por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais, sendo elas, respectivamente, a Zona de Cisalhamento Piranhas e a Zona de Cisalhamento Ribeirão.

As rochas são estruturadas com direção preferencial NNW-SSE e mergulho subvertical. Mostrando o mesmo comportamento, são observadas zonas de cisalhamento transcorrentes e empurrões que cortam as rochas dentro de seu domínio.

A fácies metassedimentar são representadas principalmente por xistos metapelíticos, metamorfizados em fácies anfibolito e com retrometamorfismo em fácies xisto verde. São observados também ocasionalmente lentes de metachert, mármore, quartzito e gondito. Os xistos são representados por micaxistos e biotita-xistos, com ocasionais porfiroblastos de granada e estauroлита. Os porfiroblastos de estauroлита e granada estão rotacionados e evidenciam cinemática sinistral. Intercalados aos xistos, ocorrem anfibolitos e rochas metaultramáficas, as quais formam faixas e lentes de dimensões variáveis. No extremo leste da unidade, ocorre uma espessa faixa contínua de direção NNW-SSE composta por anfibolitos, os quais apresentam paragênese de hornblenda verde, plagioclásio (An_{35} - andesina), epidoto e ocasionalmente titanita, o que indica metamorfismo de fácies anfibolito. A fácies metaultramáfica é composta por talco-clorita-tremolita serpentinitos.

Além disso, é interessante comentar que as as rochas metaultramáficas afloram preferencialmente associadas à porção metapelítica, a oeste; ao passo que os anfibolitos afloram predominantemente na porção leste da unidade.

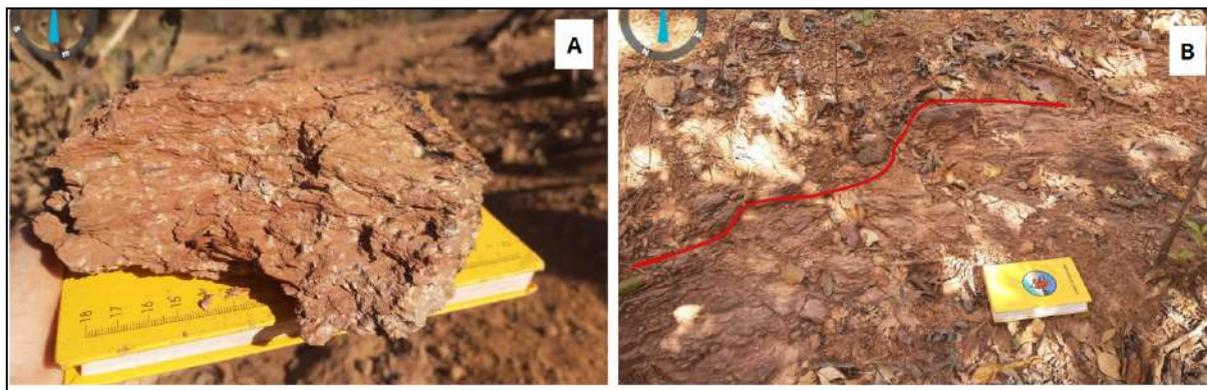


Figura 4.2. (A) Rocha alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura lepidoblástica, foliação do tipo xistosidade. Composta por quartzo, muscovita, granada e pseudomorfos de estauroлита de hábito prismático que deforma a xistosidade: TF23-X-106 430682E 8166457S. (B) Afloramento in situ evidenciando foliação: TF23-X-181 428702E 81680537S.

Unidade Córrego da Onça

A Unidade Córrego da Onça ocorre entre as áreas I a II e nas áreas V a X, sendo caracterizada por rochas metassedimentares, anfibolitos, rochas ultramáficas e gnaisses calcissilicáticos. A unidade é limitada a oeste pela Zona de Cisalhamento Ribeirão e a leste pela Zona de Cisalhamento Córrego da Areia. As rochas apresentam estruturação N-S a

NNW-SSE com mergulhos subverticais. Também foi possível identificar fitas de quartzo estirado, foliação S-C, milonitos e estruturas do tipo dominó com cinemática sinistral, concordantes com a cinemática regional.

As rochas metassedimentares são representadas por quartzitos micáceos e muscovita xistos, por vezes, contendo grafita. Os anfibolitos apresentam textura nematoblástica, sendo constituídos por plagioclásio (An_{34} - andesina), hornblenda e quartzo, sendo ocasionalmente observado clinopiroxênio em equilíbrio. De maneira subordinada, principalmente nas proximidades com zonas de cisalhamento, são observados anfibolitos hidrotermalizados, com presença de epidoto, biotita, clorita e actinolita.



Figura 4.3. Afloramento tipo de anfibolito do Córrego da Onça exibindo foliação subvertical de direção N-S. Área VI, ponto 187 (X: 434722,9973; Y: 8181581,737).

São observadas também rochas calcissilicáticas, com trama dúctil, localizadas a sul do Granito Serra do Iran, na Área VI. Estas foram classificadas como gnaisses calcissilicáticos, uma vez que exibem bandamento gnáissico e uma mineralogia indicativa de que a rocha passou por alteração hidrotermal calcissilicática. Esta assembleia é marcada por minerais ricos em Si, Ca e Mg, com anfibólio, quartzo, epidoto, clorita, biotita, calcita e titanita. Esse

domínio, o qual foi associado à unidade Córrego da Onça, faz contato a oeste com o Gnaiss Ribeiro e a leste com anfibolitos da unidade da sequência MVS. Os contatos se dão por zona de cisalhamento transcorrente (Zona de Cisalhamento Ribeiro), com alguns indicadores de cinemática sinistral, sendo observados mergulhos subverticais e dobras fechadas a isoclinais de eixos e planos axiais subverticais (Figura 4.4).



Figura 4.4. Área VI, ponto 120 (X:431498,7736; Y: 8182539,859). Afloramento em lajedo mostrando gnaisses calcissilicáticos afetados pela Zona de Cisalhamento Ribeiro.

4.2.2 Gabro Morro do Baú

A Unidade Morro do Baú corresponde a gabros intrusivos à Sequência Metavulcanosedimentar Arenópolis-Piranhas, principalmente na Área X e parte na Área IX. Se apresenta em dois domínios, um corpo oval e de maior tamanho para oeste e um corpo alongado na direção NNW-SSE para leste. Apresenta foliação predominante no sentido NNW-SSE e NNE-SSW, com mergulhos moderados a altos para oeste e leste, resultado de

deformação dúctil. O corpo oeste é cortado por uma zona de cisalhamento na direção NNW-SSE.

O afloramento-tipo encontra-se no corpo oval da Área X. Esta unidade é composta por gabros de textura granular média a grossa. A mineralogia principal inclui plagioclásio e hornblenda, e minerais opacos como acessórios. Evidências de alteração, como cloritização nos cristais de hornblenda, saussuritização nas bordas dos cristais de plagioclásio e sericitização na matriz, são observadas. Por vezes a unidade aparece com sua mineralogia e textura originais preservadas, com textura cumulática.



Figura 4.5. (A) TF23-X-12 432984E 8166649S: Aspecto de afloramento da unidade Gabro Morro do Baú no corpo arredondado. (B) TF23-X-12 432984E 8166649S: Detalhe do gabro deformado com bandamento centimétrico e veios leucocráticos discordantes. (C) TF23-X-13 433304E 8166548S: Gabro Morro do Baú com textura cumulática.

4.2.3. Gnaiss Arenópolis

Na região do Projeto Arenópolis, o Gnaiss Arenópolis é encontrado entre o Granito Serra do Iran a oeste e a Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas a leste, nas áreas I até IV. No sul, nas áreas VIII até a X, ele se encontra em contato com os anfibolitos da Unidade Córrego do Santo Antônio para oeste e com Gnaiss Riberião para leste.

Trata-se de gnaisses tonalíticos a graníticos com fácies anfibolíticas subordinadas que ocorrem como blocos e lajedos métricos. Bandamento gnáissico com direção NW-SE representa a foliação predominante. Mergulhos subverticais, e uma lineação de estiramento mineral paralela ao bandamento, com baixo caimento na direção NW. A foliação milonítica, caracterizada por porfiroclastos de plagioclásio envoltos por lamelas de biotita, é encontrada principalmente perto do contato entre o Gnaiss Arenópolis e o Granito Rio Caiapó (Áreas III e IV). Ao longo das áreas do projeto, percebe-se uma variação composicional em membros tonalíticos predominando nas áreas mais ao norte, e membros mais félsicos mais ao sul. Na área V, lentes ultramáficas associadas ao Gnaiss Arenópolis ocorrem em pequenos morrotes que sobressaem-se na topografia, compondo afloramentos de blocos métricos *in situ*. São encontrados serpentinitos, clorititos e xistos ultramáficos.



Figura 4.6. Área III - TF23-AIII-P106 (Coordenadas X: 434953,57; Y: 8193673,35). A - Afloramento em lajedo no leito do Córrego da Areia composto por gnaiss tonalítico milonitizado. B - Detalhe da foliação milonítica apresentada pela unidade.

4.2.4. Intrusões sin-tectônicas

Na área do Projeto Arenópolis, ocorrem duas unidades inseridas no contexto de intrusões sin-tectônicas: Granito Serra do Tatu e Granito Ribeirão Água Limpa. Essa classificação se deu através de observações de campo, em macroescala e em microescala através de identificação de microestruturas. Ambas as unidades apresentam-se deformadas,

com foliação bem pronunciada nas bordas e no centro dos corpos, além ocorrer uma série de zonas de cisalhamentos associadas a um sistema anastomosado de direção preferencialmente NE-SW e NW-SE no Granito Serra do Tatu e Granito Ribeirão Água Limpa, respectivamente. Em termos de microestruturas, foram identificados mecanismos de recristalização dinâmica de baixa a média temperatura, além de estruturas como *ribbons*, fraturas e rotação de porfiroclastos.

Granito Serra do Tatu

A unidade Granito Serra do Tatu ocorre na porção leste da área do projeto, estendido em direção NNW-SSE nas Áreas V até X e com largura de aproximadamente de 2 km. Sua ocorrência está relacionada à Serra do Tatu, que deu nome a unidade. É limitada a leste e oeste pelas unidades Gnaisse Arenópolis e Córrego da Onça respectivamente, sendo que o contato em ambos os casos ocorre por zonas de cisalhamento transcorrente sinistral. São observados afloramentos em lajedo (Figura 4.7B) e em blocos soltos.

As rochas desta unidade são leucocráticas e compostas por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e biotita, além de minerais opacos, titanita, epidoto e apatita como minerais acessórios. A textura observada é marcadamente milonítica, exibindo porfiroclastos de feldspato alcalino envolvidos por biotita. A foliação milonítica é em geral subvertical, enquanto os porfiroclastos mostram-se estirados de maneira sub-horizontal e direção NNW-SSE, com cinemática sinistral (Figura 4.7A).

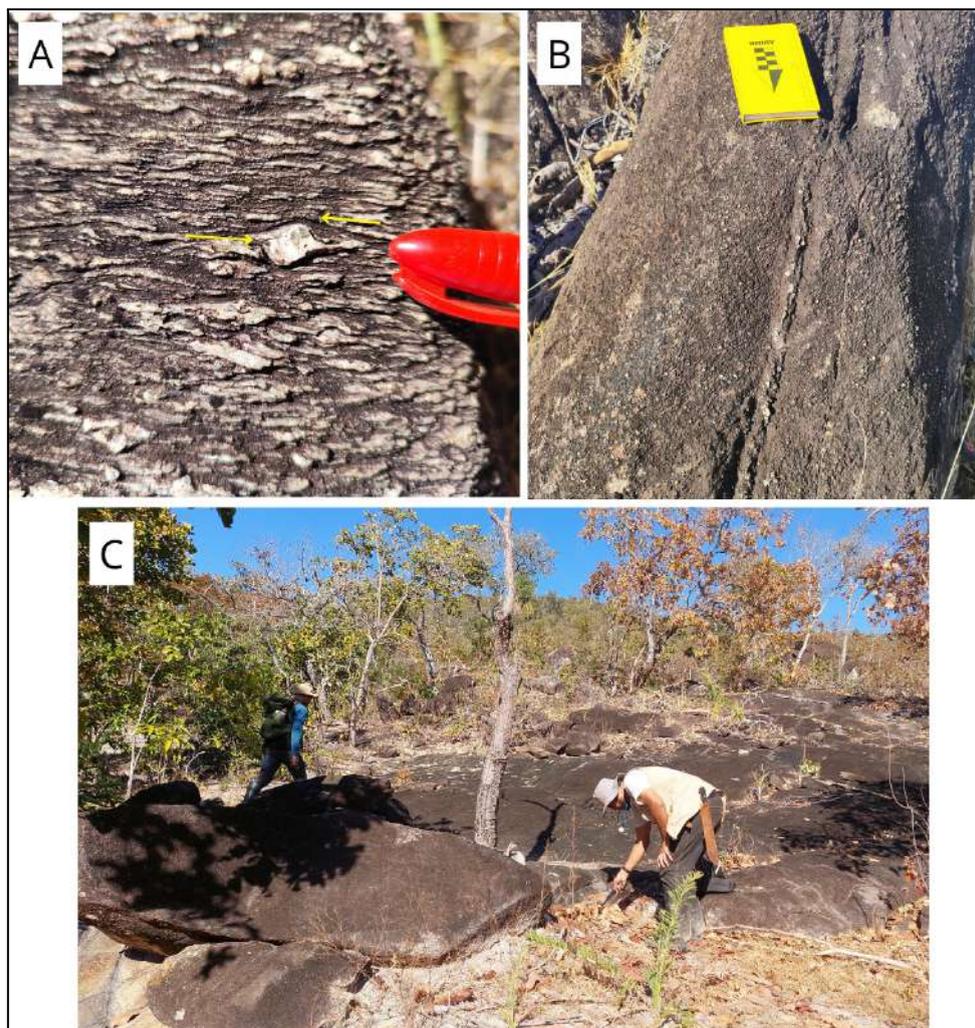


Figura 4.7. (A) Porfiroclasto sigmoidal de feldspato alcalino, exibindo rotação sinistral (destacada por setas amarelas) em meio a textura milonítica do biotita granito milonítico. Área VI, ponto 102 (X: 434548,8895; Y: 8184140,845). (B) Afloramento em lajedo de biotita granito milonítico do Granito Serra do Tatu. Área VI, ponto 102 (X: 434548,8895; Y: 8184140,845). (C) Área VII - TF23-VII-79 (X: 437028; Y: 8179502). Afloramento em blocos rolados e em lajedo de biotita granito.

Granito Ribeirão Água Limpa

O Granito Ribeirão Água Limpa aflora no extremo oeste das áreas II a X do Projeto Arenópolis. Foram descritas rochas leucocráticas, de coloração róseo-esverdeadas, e composições granodiorítica a graníticas, granulação variável de fina a grossa e texturas primárias porfíricas e equigranulares, as quais se mostram frequentemente milonitizadas. Em geral, é observado biotita subordinada e, em menor abundância, há presença de muscovita. Mais raramente, ainda foram descritas rochas com hornblenda e rochas com granada sin-tectônica. A deformação milonítica é mais intensa conforme a proximidade à Zona de Cisalhamento Piranhas, que marca o contato leste da unidade com a Sequência

Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas. Por vezes é observado bandamento gnáissico. Além disso, ocasionalmente, na Área III, foram observadas estruturas indicativas de fusão parcial, classificadas como migmatitos (Figura 4.8A). Essa grande heterogeneidade composicional e textural das rochas abarcadas pela unidade indica a possível existência de variadas fontes magmáticas durante o período colisional.

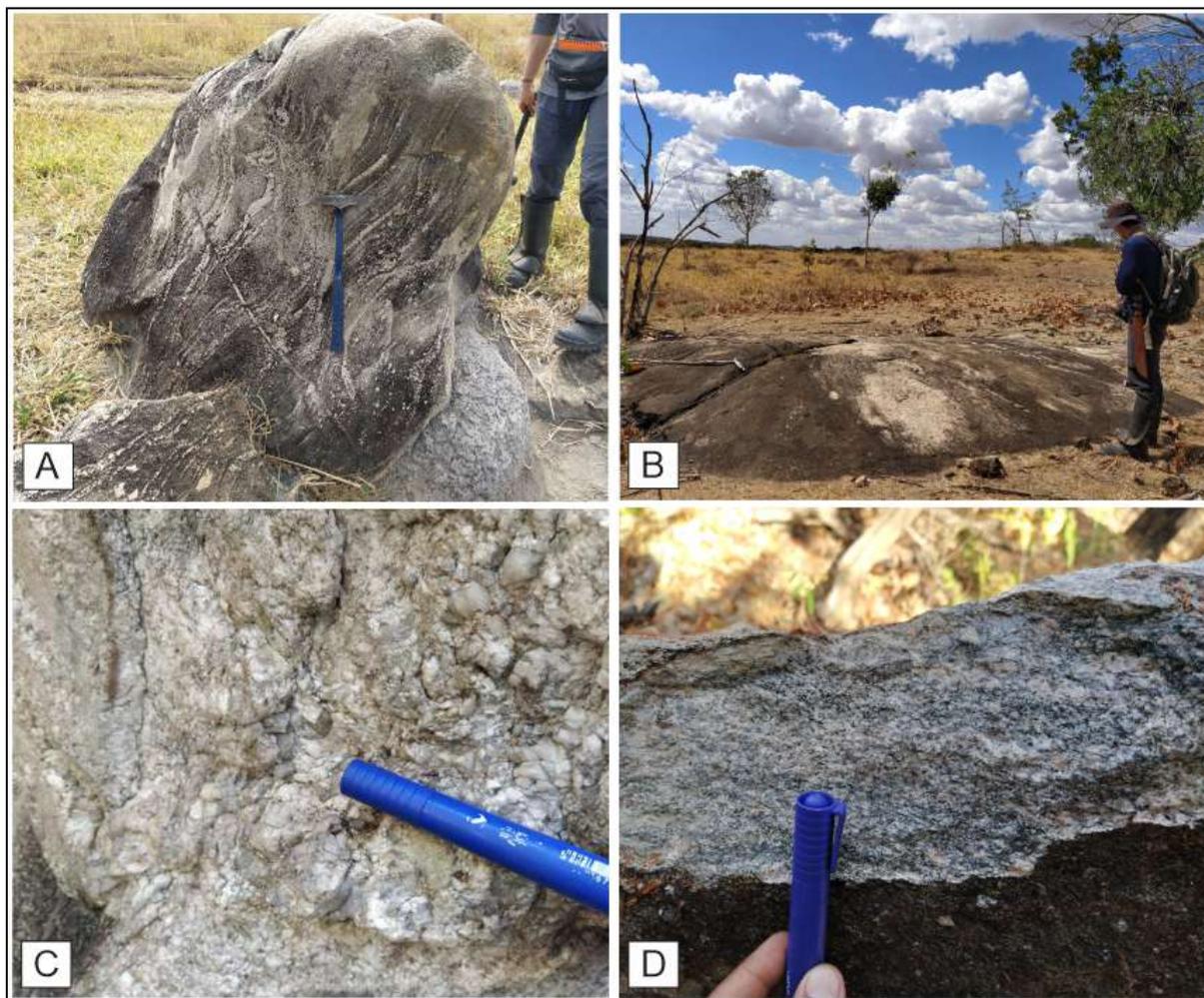


Figura 4.8. Afloramentos do Granito Ribeirão Água Limpa. (A) Matação de rocha com bandamento gnáissico e composição granítica com evidências de fusão parcial - migmatitos. (B) Afloramento em lajedos, muito comum nos afloramentos da Área III. (C) Fácies granítica isotrópica, com granulação grossa, classificado como pegmatítica. (D) Fácies de composição granodiorítica foliada e ocasionalmente bandada.

4.2.5. Intrusões *tardi*-tectônicas

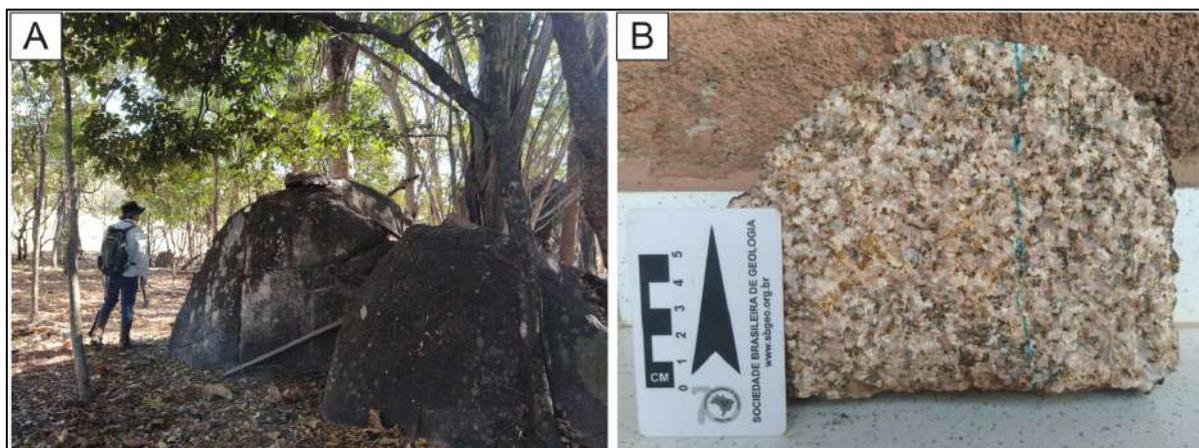
As unidades que representam intrusões *tardi*-tectônicas incluem os Granitos Serra do Iran e Rio Caiapó de aproximadamente 588 Ma (Pimentel *et al.*, 1996). São corpos limitados por zonas de cisalhamentos, com foliação milonítica subordinada nas bordas e núcleos com feições ígneas bem preservadas no centro. As características estruturais identificadas em

campo corroboram com as idades sugeridas para as unidades, que indicam um contexto pós-orogênico para o alojamento dos plútons.

Granito Serra do Iran

O Granito Serra do Iran ocorre como um corpo intrusivo *tardi*-tectônico situado na porção central da área abarcada do projeto, de aproximadamente 15 km de extensão e 7.5 km de largura, com exposições nas áreas I até VI. Intrude as rochas da Unidade Córrego do Santo Antônio (a oeste) e Unidade Córrego da Onça, Granito Serra do Tatu e Gnaiss Arenópolis (para leste). Este granito sobressai na topografia, resultando em relevos variando de fortemente a levemente ondulados, formando as Serras da Margarida e da Cruz, notáveis por sua cobertura densa de vegetação arbórea. Os afloramentos do Granito Serra do Iran assumem formas como lajedos (Figura 4.9A), blocos *in situ*, em leitos de drenagem e matacões. Enquanto as bordas do corpo exibem leve deformação e fraturamento, o centro permanece preservado e isotrópico.

Diferentes fácies foram definidas dentro da Unidade Granito Serra do Iran, entre elas: 1) fácies félsicas: sienogranitos de granulação grossa (Figura 4.9B) e fina, monzogranitos; 2) fácies intermediárias: tonalitos, quartzo-dioritos e granodioritos; 3) fácies máficas: gabros e dioritos; 4) fácies subvulcânicas: dacitos e riodacitos. A partir desta variação composicional, foram observadas também evidências de mistura magmática, *mixing-mingling*. Em escala de campo, foi observado *mingling* com a presença de dois extremos composicionais (Figura 4.9C e 4.9D), e a partir da petrografia foi evidenciado o *mixing*, com a presença de híbridos composicionais.



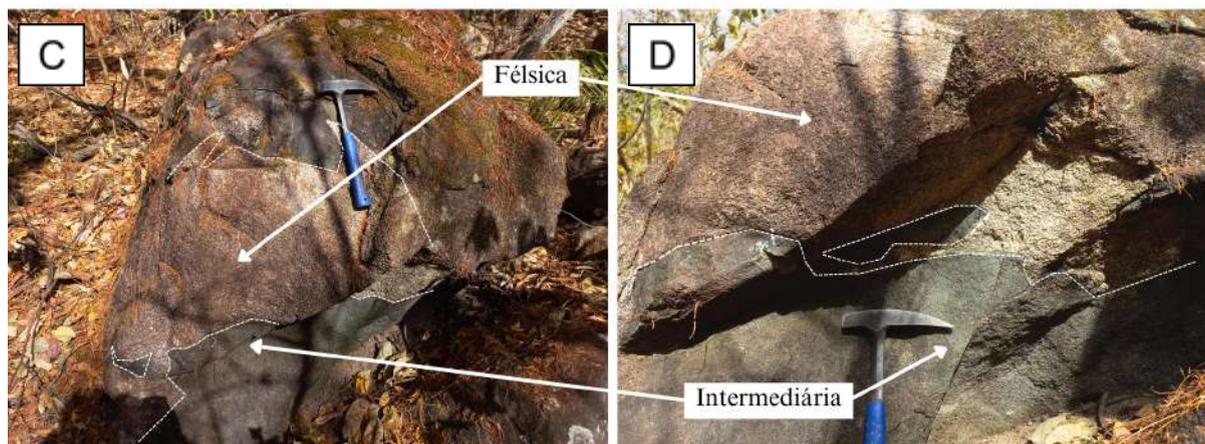


Figura 4.9. (A) Afloramento em bloco do Granito Serra do Iran, os blocos podem alcançar 2 metros de altura como na figura, muito comum nas proximidades da Serra da Margarida. (B) Amostra de mão representativa da fácies do Granito Serra do Iran de granulação grossa e textura equigranular. (C - D) Feições de mixing-mingling em afloramento em blocos métricos da Unidade Granito Serra do Iran no ponto (TF23-AV-P141, coordenadas: 431309E 8187001S).

Granito Rio Caiapó

O Granito Rio Caiapó ocorre na porção nordeste do Projeto Arenópolis, e limita-se a oeste com o Gnaisse Arenópolis e a leste com o Corpo Arenópolis da Província Alcalina de Goiás. É dividido em dois domínios geomorfológicos com base, principalmente, na granulação das rochas, além de incluir uma fácies granodiorítica. Os afloramentos são caracterizados predominantemente por grandes blocos isolados e lajedos associados à Serra do Retiro Velho. O outro domínio, compreendido pela fácies granítica fina apresenta um relevo aplainado e afloramentos mais restritos.

A unidade compreende uma variedade composicional de rochas graníticas, incluindo sienogranitos, em maior parte, e granodioritos com algumas variações texturais e granulométricas. A principal textura identificada na unidade é a porfirítica, marcada por megacristais de feldspato potássico que, ocasionalmente, apresentam texturas perlíticas e *rapakivi*. Essa fácies porfirítica ocorre, de maneira restrita, associada à diques *sin-plutônicos* de composição tonalítica. Por vezes, as rochas da unidade apresentam foliação bem definida pela orientação dos grãos lamelares de biotita e estiramento de feldspatos, indicando uma deformação influenciada por zonas de cisalhamentos.



Figura 4.10. TF23-AIII-P15 (Coordenadas X: 439660,33; Y: 8195281,30) - (A) Lajedo de dimensão métrica do Granito Rio Caiapó. (B) Detalhe para a fácies inequigranular seriada com megacrists de feldspato potássico, classificada como granito porfirítico, e fraturas de direção NW-SE.

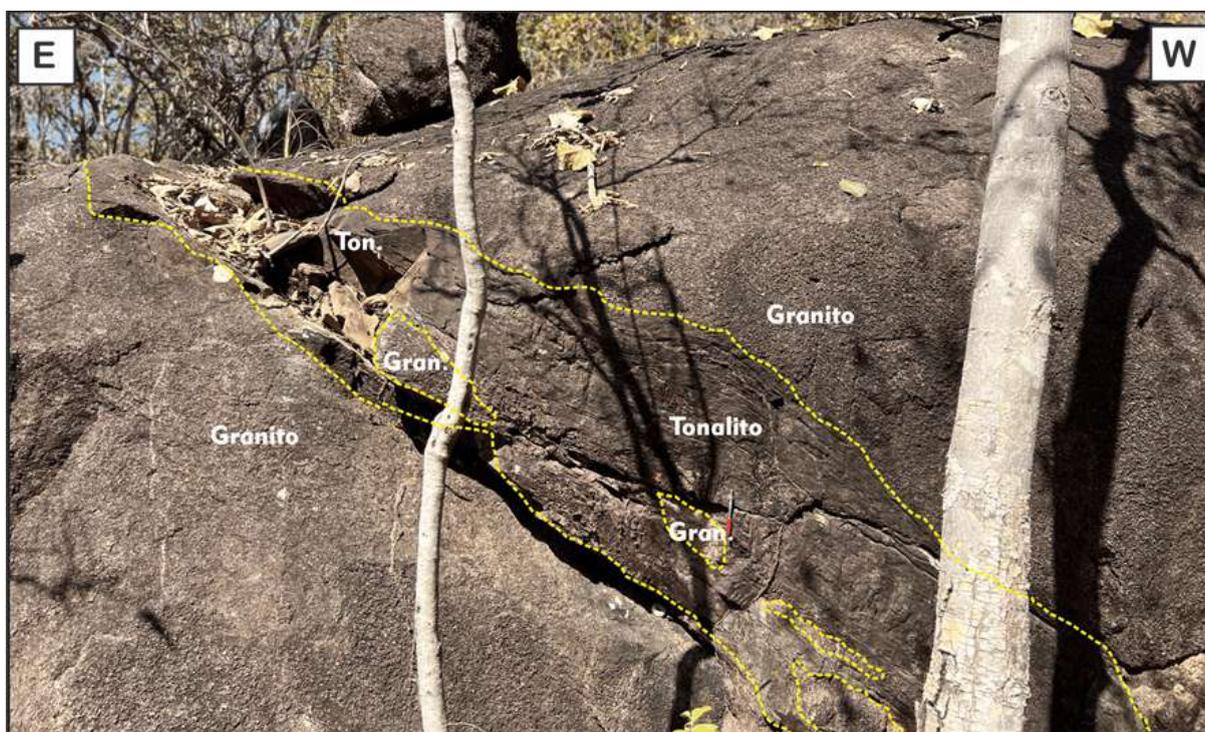


Figura 4.11. Diques sin-plutônicos ao tonalito, hospedados pela fácies granito porfirítico grosso, observados no ponto TF23-II-27 (Coordenadas X: 432888; Y: 8199463).

Vulcânicas Córrego do Horácio

Ao longo dos extremos sudeste da área VII e nordeste da área VIII, ocorrem uma série de diques riolíticos alongados segundo *trend* NW-SE. Esses diques intrudem os anfíbolitos da unidade Córrego da Onça e o Granito Serra do Tatu. Apresentam foliação subvertical, dobras e fraturas de cisalhamento. Sua distribuição, de modo geral, está associada à zona de

cisalhamento ao longo do Granito Serra do Tatu, possivelmente havendo correlação entre o alojamento do plúton com as intrusões ácidas.

São rochas de composição riolítica, de coloração avermelhada a bege claro apresentam bandamento de fluxo e evidências de devitrificação de alta temperatura, como esferulitos. Apresentam textura afanítica a porfirítica/glomeroporfirítica, composta por quartzo e feldspato potássico.

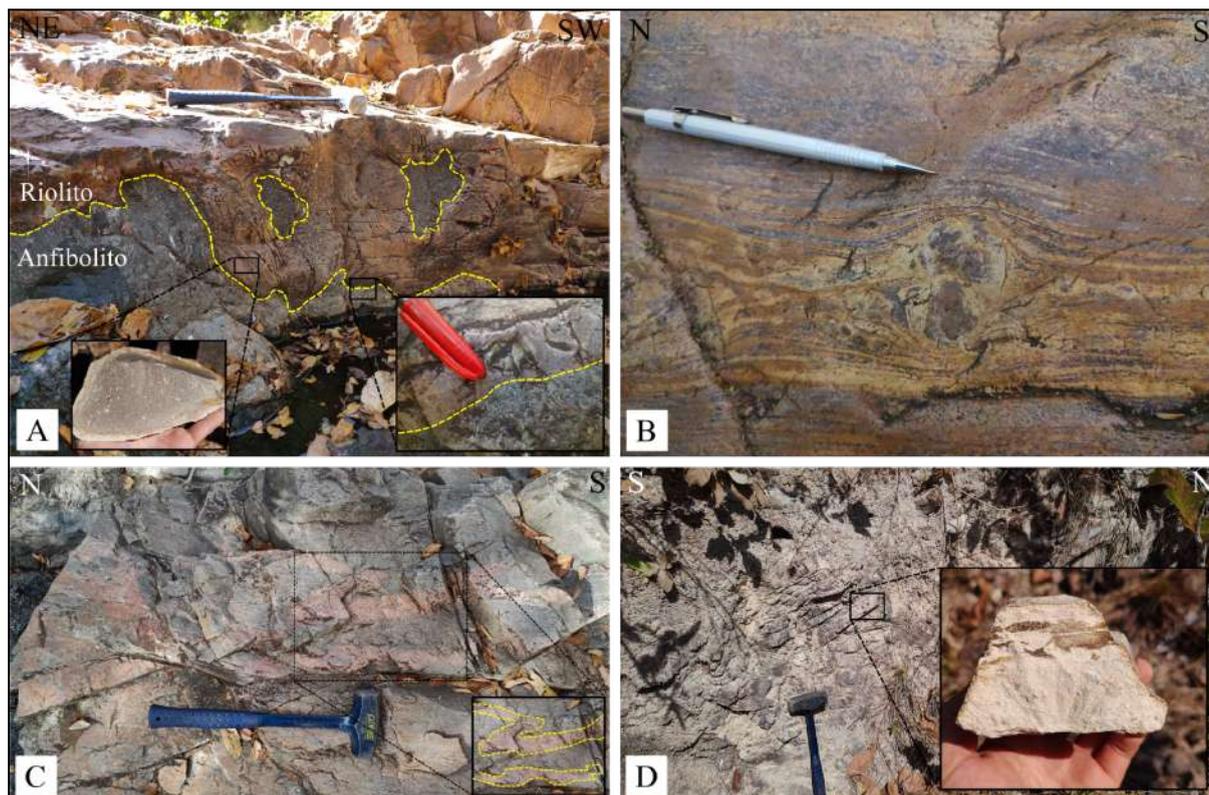


Figura 4.12. Derrames riolíticos característicos da unidade, com afloramento-tipo (A e B) localizado na área VII (Coordenadas: 22S 434487 E 8177659 N). (A) Derrame riolítico avermelhado, sob anfíbolito fino com enclaves do mesmo. Além disso, é possível observar no detalhe, amostra de riolito de coloração bege de textura glomeroporfirítica de quartzo e feldspato. (B) Clasto rotacionado ao ser incorporado no fluxo riolítico, com esferulitos visíveis na porção superior da imagem. (C) (Coordenadas: 22S 435676 E 8177906 N), diques decimétricos de riolito cortando tonalito milonitizado do Granito Serra do Tatu. Em D (Coordenadas: 22S 437572 E 8176637 N), afloramento de riolito alterado para caulinita, com texturas primárias de fluxo fracamente preservadas.

4.3. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná abrange a totalidade da porção sul da Área X (Figura 4.13) e se manifesta de forma pontual na Área VIII. O grupo geológico predominante nessa região é o Grupo Paraná, que é representado pelas formações Furnas e Ponta Grossa. Além disso, no

limite externo da área do projeto há uma ocorrência da Formação Vila Maria e Iapó, do Grupo Rio Ivaí.

A Formação Furnas prevalece na área do Projeto Arenópolis e cobre integralmente a extremidade sul da Área X, abrangendo parte das unidades mencionadas anteriormente. Essa formação exibe um relevo de escarpa e altitude variando entre 620 metros e 740 metros. Ela é composta principalmente por arenitos de tonalidade esbranquiçada, intercalados com arenitos conglomeráticos e siltito micáceo. Caracteriza-se por apresentar estruturas de estratificação cruzada tabular, acanalada e plano-paralela.

Quanto à Formação Ponta Grossa, ela está restrita à porção centro-sul da área, especificamente no Morro da Mesa. Essa formação é composta por arenitos de coloração esbranquiçada e ferruginosa, alternando-se com camadas argilosas.



Figura 4.13. (A) Vista panorâmica da Bacia do Paraná e da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego Santo Antônio na área X. (B) Arenito conglomerático com estratificação cruzada (Ponto TF23-X-67 437339E 8166225N). (C) Arenito fino com estratificação cruzada (Ponto TF23-X-79 431804E 8164059N).

4.4. Província Alcalina de Goiás

As rochas da Província Alcalina de Goiás (PAGO), identificadas na área do Projeto Arenópolis, correspondem a 1) conjunto de diques de basanita e basanita fonolítico sem uma

direção preferencial intrudidos nas diferentes unidades; e 2) um corpo plutônico denominado de Complexo Alcalino Plutônico de Arenópolis, intrudido no Granito Rio Caiapó.

Rochas subvulcânicas

De modo geral, são encontrados na forma de blocos escuros alinhados ou ao longo do leito de drenagens. São rochas de elevada resposta magnética, em função da presença abundante de magnetita na matriz. Podem apresentar textura afanítica ou porfírica, sendo possível identificar fenocristais de olivina, ortopiroxênio, clinopiroxênio e, ocasionalmente, flogopita, nefelina ou leucita.

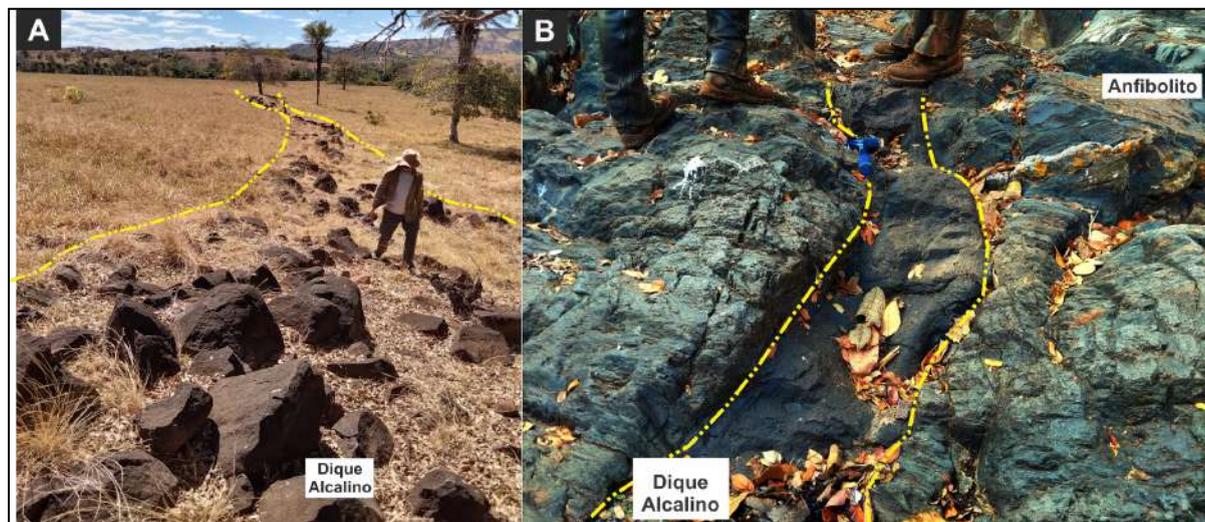


Figura 4.14. Em A, blocos submétricos a métricos alinhados de basanita em pasto, indicando a presença de dique alcalino na Área VII (Coordenadas X: 431410; Y:8177514). Em B, dique alcalino cortando anfibolitos máficos da Unidade Córrego da Onça (Coordenadas: 22S 434922 E 8177863 N).

Complexo Alcalino Plutônico de Arenópolis

As rochas intrusivas do Complexo Arenópolis, ocorrem no extremo leste da Área III, onde encontram-se intrudidas no Granito Rio Caiapó e compreendem uma associação de rochas ultramáficas (clinopiroxenitos), gabros, e sienitos nefelínicos e nefelinitos. A nefelina representa o feldspatóide comum em todas as rochas do complexo, juntamente com a flogopita, indicando se tratar de uma associação com afinidade sódica, caracterizada pela série ijolítica. Além disso, foram encontrados veios carbonatíticos (Figura 4.15C) e brechas magmáticas (Figura 4.15D).

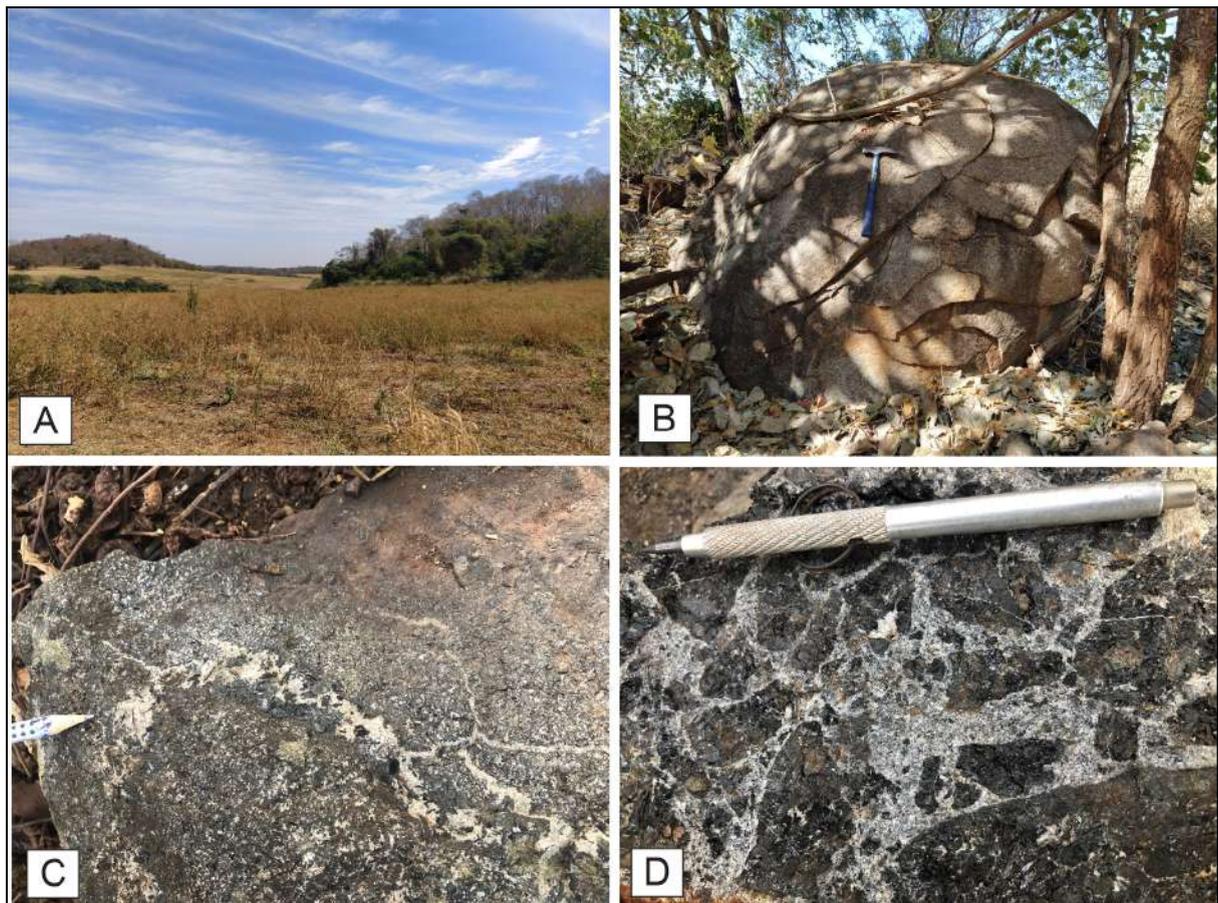


Figura 4.15. (A) Foto panorâmica destacando o relevo encontrado no Complexo Arenópolis. Os melhores afloramentos encontram-se nos morros, enquanto que a porção arrasada é dominada por pasto e plantações com perfis de solo avermelhado. (B) Afloramento com esfoliação esferoidal em nefelinito (TF23-AIII-P8 Coordenadas X: 440273,5; Y: 8194759,3). (C) Veio carbonatítico alojado em Meltejjito. (D) Feições de brechas com clastos de clinopiroxenitos em meio a cimentação de matriz fina de composição félsica rica em feldspatóides.

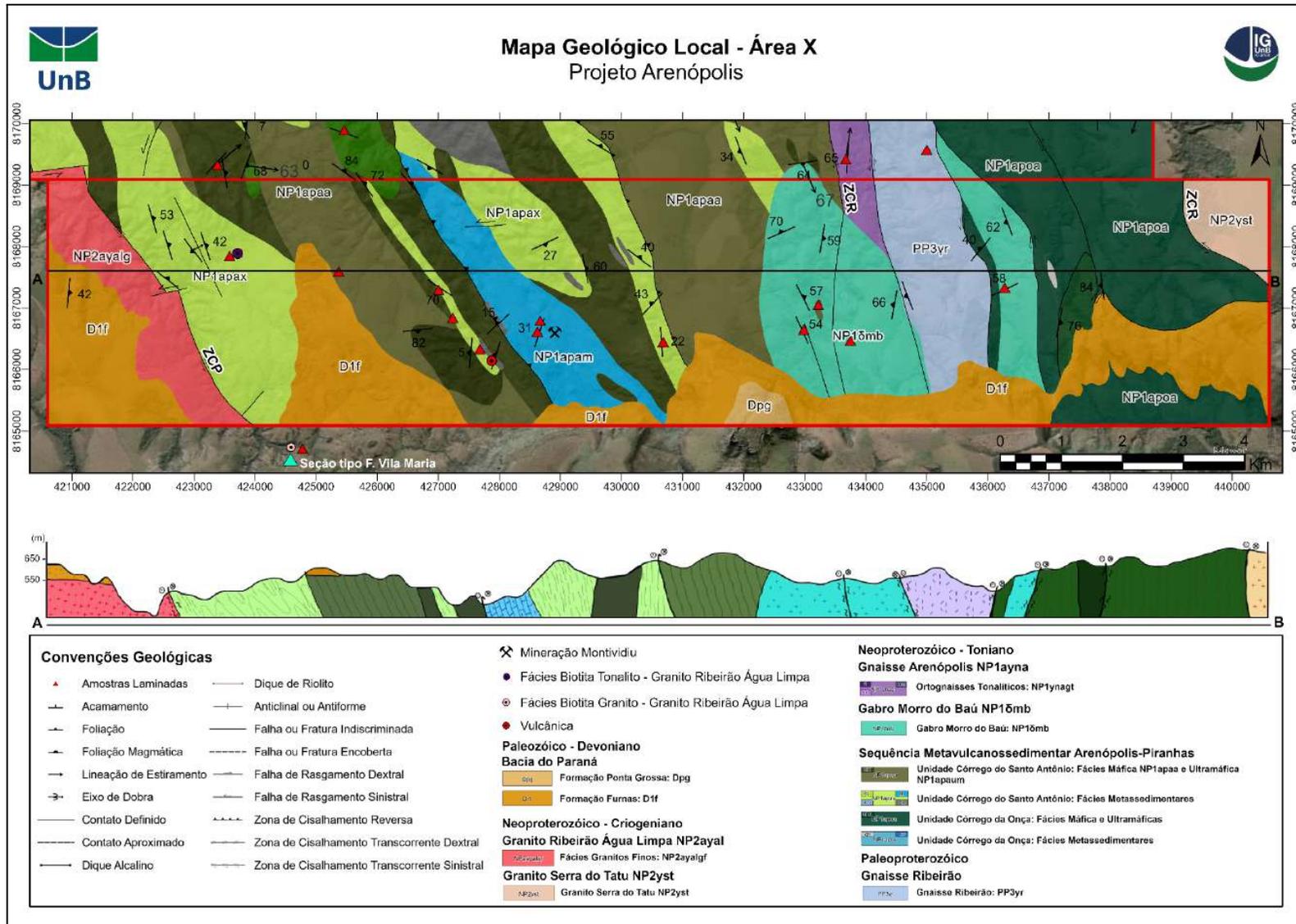


Figura 5.2 Mapa Geológico Local Área X.

5.1 Gnaiss Ribeirão (PP3yr)

A unidade Gnaiss Ribeirão, que abrange somente 5% da área, encontra-se delimitada pelo Gnaiss Arenópolis a oeste, e pela Sequência Córrego da Onça a leste. Esta unidade estende-se ao longo de uma faixa alongada, paralela à drenagem.

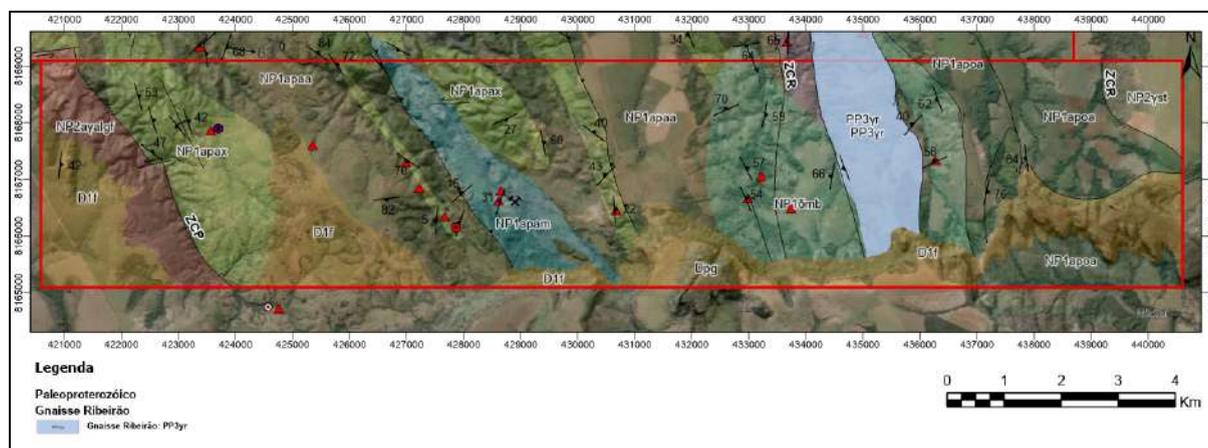


Figura 5.3 Área de ocorrência da unidade Gnaiss Ribeirão na subárea X

No que diz respeito à fisiografia da área, esta se destaca por pequenos morros paralelos que são acentuados pela presença de drenagens encaixadas. O mapeamento dessa unidade foi conduzido com base em afloramentos de blocos rolados localizados próximos a estradas de terra e em canais de drenagem.

Esta unidade é composta predominantemente por gnaisses rosados. Em amostra de mão são rochas bandadas com domínios granoblásticos de cor cinza-rosada (Figura 5.4). Possui granulação fina a média, tamanho relativo inequigranular, com bandas quartzo-plagioclásio e bandas de biotita. A mineralogia é formada por quartzo, feldspato, plagioclásio, biotita e granada.

Em relação às estruturas e deformações, essa unidade exhibe um metamorfismo em fácies anfíbolito, forte lineamento (Figura 5.4-A) e bandamento composicional bem marcado (Figura 5.4-B).



Figura 5.4 (A) Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-145 435989E 8167859S: Afloramento de blocos rolados e amontoados, apresentam forte lineação. (B) TF23-X-145 435989E 8167859S: Detalhe da rocha, apresenta cor cinza-rosada, é formado por bandas quartzo-feldspáticas e bandas de biotita e granada. (C) TF23-X-147 435376E 8168501S: Rochas de textura granoblástica e cor cinza rosada.

5.2 Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas

A Sequência metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas abrange vastas faixas de rochas metavulcanossedimentares variadas, estendendo-se na direção NW-SE. Ela se subdivide em duas unidades principais: a Unidade Córrego da Onça e a Unidade Córrego do Santo Antônio. Na subárea X observa-se um predomínio da Unidade Córrego Santo Antônio em relação ao Córrego da Onça, e a sua divisão é marcada pelo contato com o Gnaiss Ribeirão.

A unidade Córrego da Onça ocupa a porção leste da sequência e é composta principalmente por anfibolitos, xistos e corpos ultramáficos, com foliação bem marcada.

A unidade Córrego do Santo Antônio, por outro lado, ocupa a porção oeste da sequência e é caracterizada pela predominância de mármore, xistos, anfibolitos, lentes de metacherts e corpos máfico-ultramáficos de hornblenditos, piroxenitos e tremolitos. Além disso, observa-se, pontualmente, a ocorrência de dacitos.

5.2.1 Unidade Córrego da Onça (NP1apo)

A Sequência Córrego da Onça abrange somente 13% da área total, estendendo-se na porção leste (Figura 5.5). Esta unidade forma faixas alongadas na direção NW-SE e é delimitada a oeste pelo Gnaiss Ribeirão e a leste pela unidade Granito Serra do Tatu.

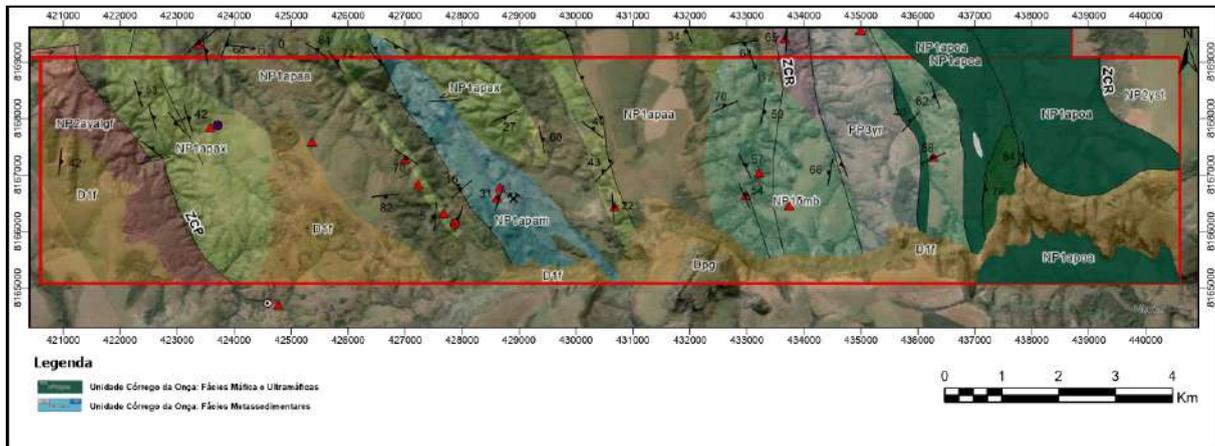


Figura 5.5 Área de ocorrência da unidade Córrego da Onça na subárea X.

Em relação aos aspectos fisiográficos da região, ela é caracterizada por superfícies aplainadas que encontram sua fronteira ao sul na escarpa da Bacia do Paraná. Esta área sofreu uma significativa alteração devido à atividade agropecuária e, em virtude de sua proximidade com a Bacia do Paraná, grande parte dela está praticamente coberta por sedimentos arenosos provenientes da erosão da bacia. Isso faz com que seja raro encontrar afloramentos rochosos nessa parte da área.

O mapeamento da unidade se baseou em observações de afloramentos de blocos rolados, em afloramentos in situ ao longo de estradas de terra e em valas de erosão encontradas em canais de drenagem (Figura 5.6).

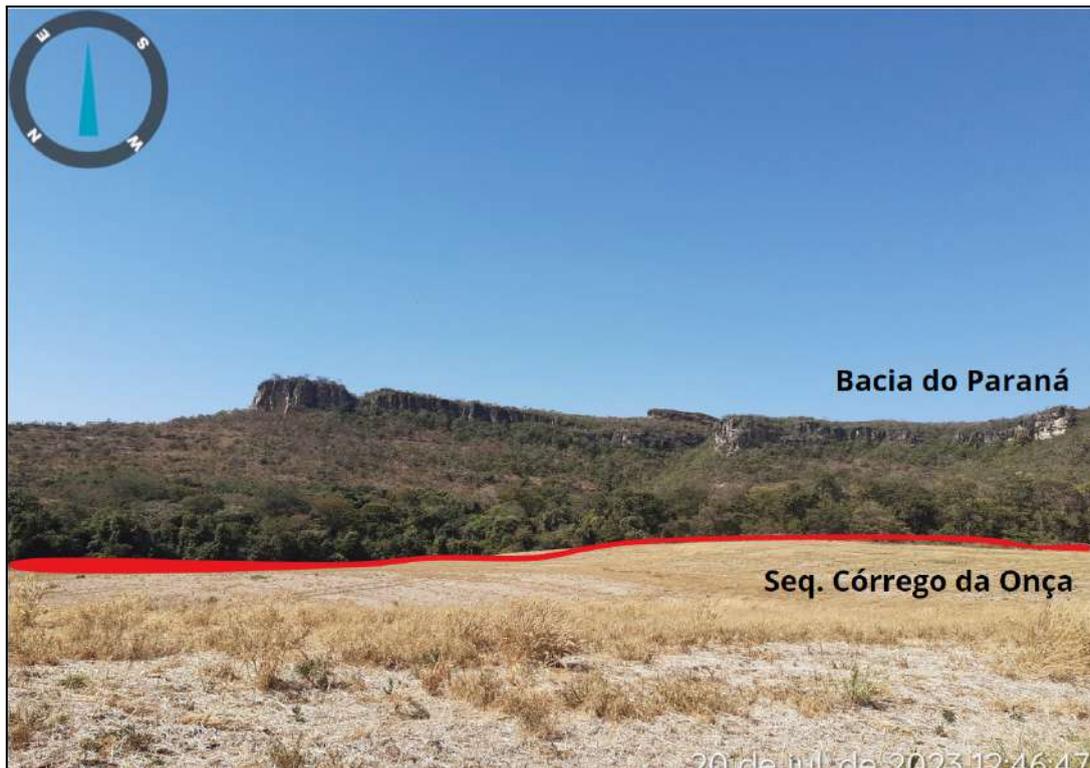


Figura 5.6 Vista panorâmica da unidade Córrego da Onça de solo esbranquiçado com areia da Bacia do Paraná:
TF23-X-69 437217E 8166713S.

Esta unidade é composta predominantemente por corpos de rochas máfico-ultramáficas, com litologias pontuais de chert e gondito.

Unidade Máfica: Essa rocha aparece de forma limitada na subárea X e se estende para as áreas sobrejacentes. O afloramento pode ser encontrado em blocos amontoados em área de pastagem. A rocha predominante consiste em anfibólito epidotizado, com proporções variando de anfibólio (70%), plagioclásio (20%) e epidoto (10%).

Ao examinar amostras à mão, percebe-se que essas rochas exibem uma coloração cinza esverdeada com granulação fina (Figura 5.7). Elas possuem uma textura nematoblástica com domínios ricos em epidoto da alteração do plagioclásio.



Figura 5.7 Fotografia da Anfibolito da Unidade Córrego da Onça TF23-X-146 435848E 8167956S. Blocos amontoados de anfibolito epidotizado.

Unidade Ultramáfica: Essas rochas aparecem de forma limitada na unidade máfica de anfibolitos que se estende pelas áreas vizinhas. Os afloramentos podem ser encontrados in situ ao longo de estradas de terra. A rocha predominante consiste em tremolita-clorita xisto, com proporções variando de tremolita (80 a 90%), clorita (10 a 20%), e minerais opacos (0 a 5%).

Ao examinar amostras à mão, percebe-se que essas rochas exibem uma coloração verde com granulação fina (Figura 5.8). Elas possuem uma textura lepidoblástica e uma foliação de escala submilimétrica, que é do tipo xistosidade. A mineralogia predominante é composta por tremolita e clorita.

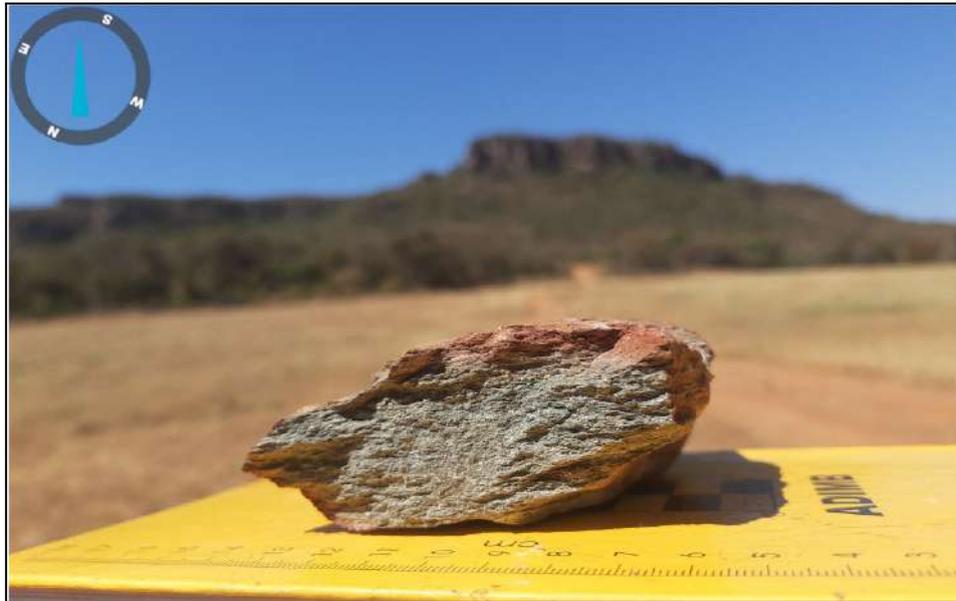


Figura 5.8 Fotografia da Clorita-tremolita xisto da Unidade Córrego da Onça TF23-X-69 437217E 8166713S. Amostra de mão do Clorita-tremolita xisto, de coloração verde textura lepidoblástica, foliação submilimétrica do tipo xistosidade.

Gonditos e Chert: Aparecem de maneira restrita dentro da unidade. Os afloramentos estão em blocos rolados ao longo da estrada de terra e são pouco preservados.

Em amostra de mão são rochas com intercalação entre chert e gondito, possuem cor preta azulada, estrutura laminada, formada por camadas pretas de manganês (Figura 5.9).

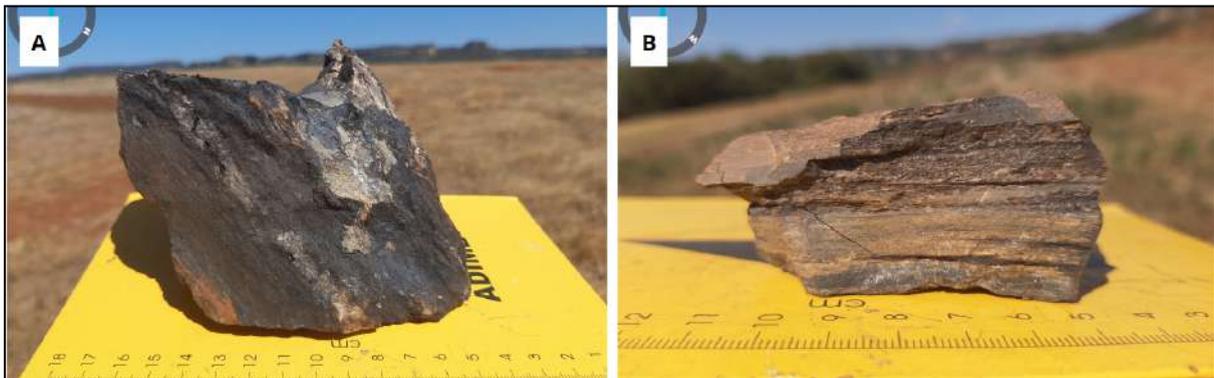


Figura 5.9 Fotografia de Gondito intercalado com chert. Rochas de coloração cinza azulado, laminada, com porções silicificadas e outras ricas em manganês: TF23-X-72 437010 E 8167533S.

5.2.2 Unidade Córrego Santo Antônio (NP1apa)

A Sequência Córrego do Santo Antônio é a unidade geológica predominante na região da Área X, abrangendo cerca de 40% da área total e estendendo-se pelas porções oeste e

central (Figura 5.10). Essa unidade é caracterizada por faixas alongadas que se estendem na direção NNW-SE, sendo delimitada a oeste pelo Granito Ribeirão Água Limpa e a leste pelo Gnaiss Arenópolis.

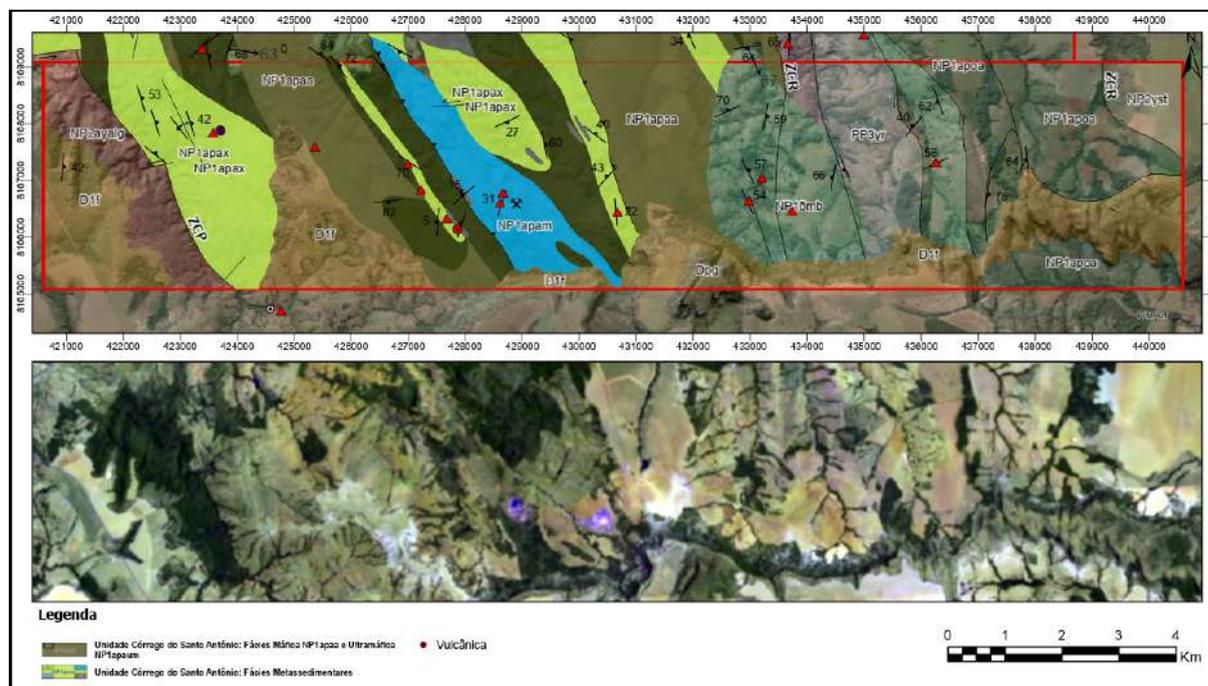


Figura 5.10 Área de ocorrência da unidade Córrego do Santo Antônio na subárea X.

Em relação aos aspectos fisiográficos da área, a região se destaca por suas superfícies aplainadas, ocasionalmente apresentando suaves ondulações, com maior expressão na porção noroeste da área. Devido à intensa atividade agropecuária, vastas áreas foram convertidas em pastagens e o solo recentemente remexido para fins de plantio, o que resultou em poucas exposições de rochas e, conseqüentemente, dificultou a identificação de contatos entre as diferentes variações litológicas que compõem essa unidade.

O mapeamento da unidade baseou-se na observação de afloramentos, tanto de blocos *in situ* quanto de blocos rolados, bem como em estradas de terra, lajedos e, em menor escala, ao longo de canais de drenagem, cortes de estrada e paredões rochosos (Figura 5.11).

Em relação às estruturas e deformações, essa unidade exibe um metamorfismo em fácies anfíbolito com retrometamorfismo para xisto-verde. As rochas apresentam uma foliação bem marcada, frequentemente identificada como xistosidade, e, em alguns casos, demonstram um bandamento composicional incipiente. Além disso, a mineralogia e a textura originais das rochas foram parcialmente modificadas. As atitudes das foliações seguem a tendência regional NNW-SE, com um mergulho que varia de moderado a alto em direção ao

oeste. Os dobramentos, por outro lado, são mais notáveis nas rochas xistosas e mármore presentes nessa unidade.

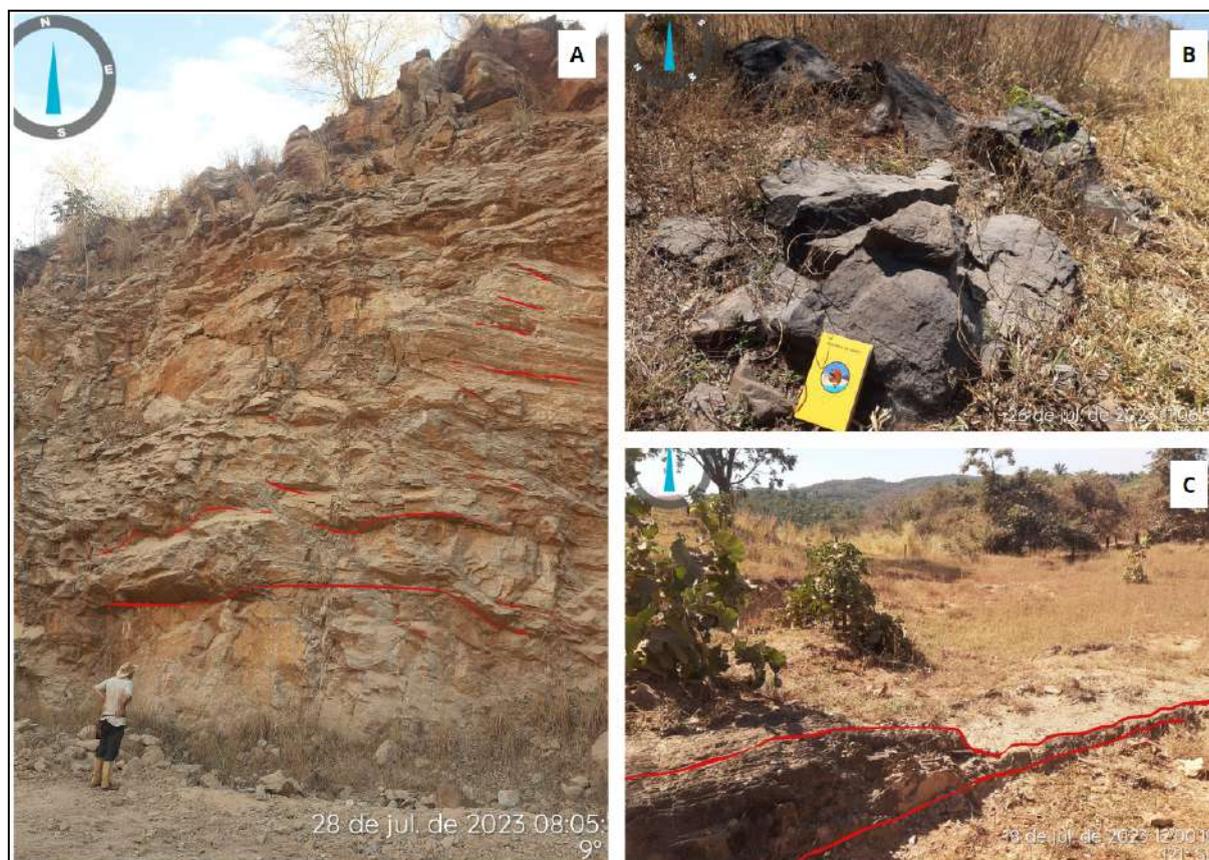


Figura 5.11 Aspecto de afloramento da Unidade Córrego Santo Antônio. (A) Afloramento na pedraira Montividiu: TF23-X-223 428703E 8166554S (B) Afloramento de blocos de anfibolito: TF23-X-173 429332E 8167838S. (C) Afloramento de xisto verticalizado: TF23-X-32 427004E 8167305S.

Esta unidade é composta predominantemente por corpos de rochas de xistos metapelíticos, anfibolitos, piroxenitos, espessas lentes de mármore, lentes de metacherts e corpos máfico-ultramáficos compostos de tremolitos e hornblenditos.

Xistos Metapelíticos: Os xistos apresentam espessas faixas intercaladas com anfibolitos, mármore e ultramáficas. Os afloramentos encontram-se na estrada de terra em regiões aplainadas até topo de morrotes. A unidade possui mineralogia variada, assim as principais rochas constituem quartzo-muscovita xisto, estaurolita-granada-muscovita xisto e granada-muscovita xisto.

Em amostra de mão são rochas de cor cinza e vermelho-amarelado quando alteradas. Possuem granulação média a fina, textura lepidoblástica, granoblástica e porfiroblástica

(Figura 5.12-A) e foliação submilimétrica do tipo xistosidade. Quando presentes, a granada e estauroлита apresentam-se na forma de porfiroblastos milimétricos que deformam a xistosidade da rocha (Figura 5.12D).

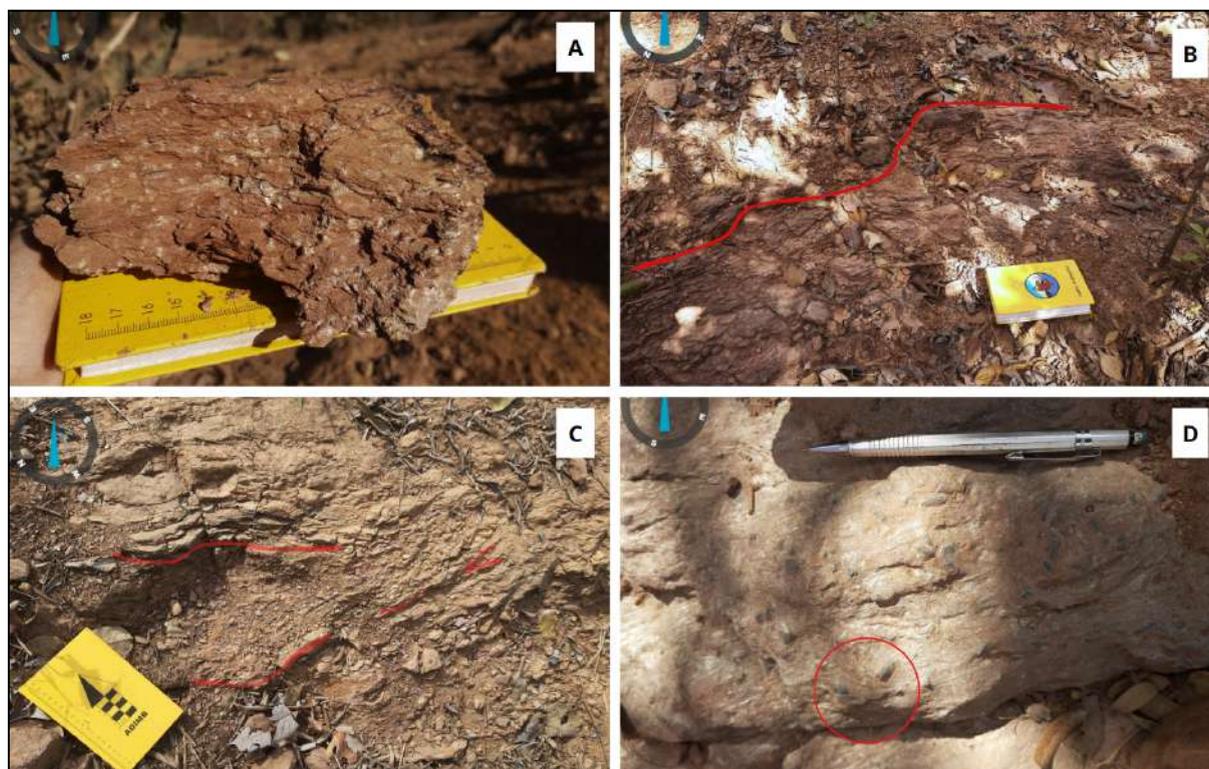


Figura 5.12 (A) Rocha alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura lepidoblástica, foliação do tipo xistosidade. Composta por quartzo, muscovita, granada e pseudomorfos de estauroлита de hábito prismático que deforma a xistosidade: TF23-X-106 430682E 8166457S. (B) Afloramento in situ evidenciando foliação: TF23-X-181 428702E 81680537S. (C) Afloramento evidenciando foliação: TF23-X-49 422618E 8167582S (D) Detalhe de afloramento evidenciando pseudomorfos de estauroлита: TF23-X-106 430682E 8166457S.

As análises petrográficas (Figura 5.14 e 5.15) permitem uma melhor caracterização das relações tectônicas entre os minerais. A petrografia de estauroлита-granada-muscovita xisto (Figura 5.14) evidencia cristais que variam de fino a grosso, com xistosidade bem marcada e seguindo uma direção preferencial. O quartzo (0,1-0,3mm) possui hábito anhedral, contato planar, formando arranjo mosaico, frequentemente aparece incluso nos cristais de granada e em sombra de pressão da granada. A muscovita (1-5mm) apresenta faixas alongadas, contínuas e deformadas, hábito lamelar, extinção mosqueada e alta birrefringência com cores fortes e coloridas. A granada (1-3mm) apresenta relevo alto, formas subédricas cúbicas, com moderado fraturamento, possui inclusões de quartzo, opacos e muscovita. Em relação a deformação, observa-se deformação pré-tectônica sinistral. A estauroлита (5-10mm)

apresenta-se como pseudomorfos, de relevo alto, hábito prismático euédrico típico, com inclusões de muscovita e com fraturas preenchidas por quartzo.

A Estaurolita-granada-biotita-muscovita-quartzo xisto (Figura 5.15), apresenta granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica e possui textura granoblástica. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: quartzo (38%), biotita (25%), granada (20%), estaurolita (15%), muscovita (1%) e opacos (1%). O quartzo (0,1-0,3mm) é anedral, possui relevo baixo e aparece na porção intersticial da lâmina e incluso nos cristais de granada e estaurolita. A biotita (1-0,5mm) possui pleocroísmo marrom escuro-marrom claro, relevo médio, clivagem em 1 direção na porção longitudinal e hábito tabular a arredondado. A granada (1-0,5mm) é incolor, possui hábito arredondado subhedral, relevo alto, possui inclusões de opacos e quartzo. A estaurolita (5-1mm) possui cor amarela com leve pleocroísmo, relevo alto, hábito prismático, com textura em peneira típica e inclusões de quartzo e opacos. A muscovita (1-0,5mm) é incolor e possui relevo médio.

As características observadas implicam em protólito de origem sedimentar, rico em alumínio. A paragênese metamórfica é formada por estaurolita-granada-muscovita-quartzo em fácies anfíbolito, com substituição da estaurolita para muscovita. A paragênese estaurolita-granada-biotita-muscovita-quartzo permite uma melhor caracterização do intervalo metamórfico no diagrama AFM, indicativo da zona da estaurolita restrito ao intervalo de temperatura de 540° a 650° C e pressão de 5 a 12kbar (Figura 5.13). Em relação a deformação microestrutural, observa-se granada com sombra de pressão em regime pré a sin-tectônico e circundada por foliação indicando cinemática sinistral.

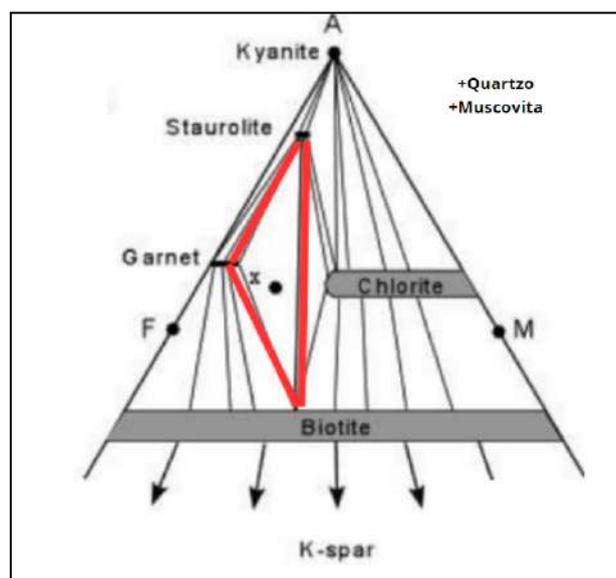


Figura 5.13 Diagrama AFM com destaque para paragênese Est-Grd-Bt-Msc-Qz (Adaptado de Yardley, 2004)

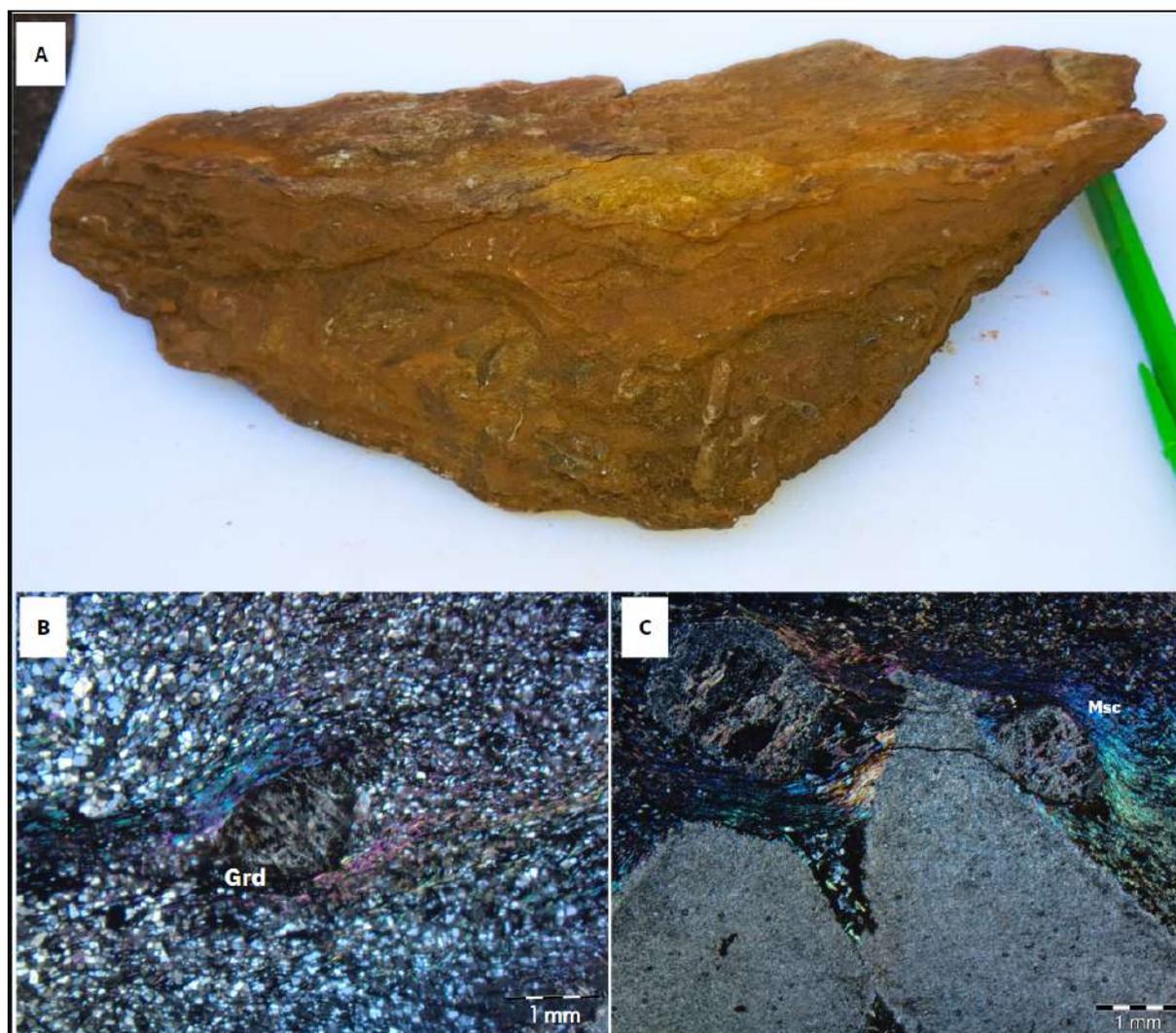


Figura 5.14 Fotografia da Est-Grd-Msc Xisto TF23-X-106 430682E 8166457S. (A) Rocha bastante alterada de coloração vermelha-amarelada e granulação média a grossa, textura porfiroblástica marcada pela estaurolita. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada rotacionada. (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada rotacionada com sombra de pressão e pseudomorfo de estaurolita envoltos pela muscovita.

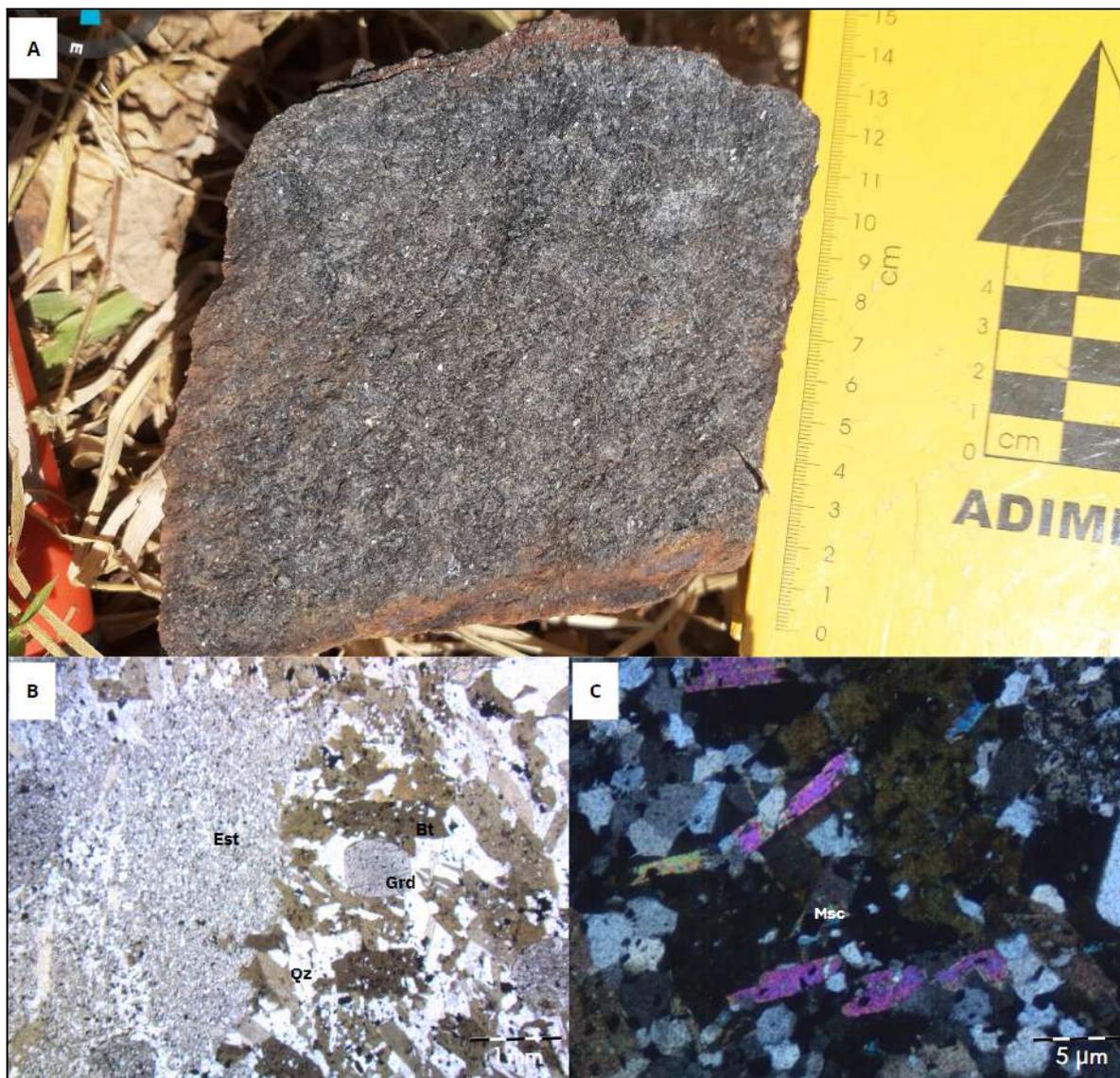


Figura 5.15 Fotografia da Est-Grd-Msc Xisto TF23-X-28 427139E 8166963S. (A) Rocha de cor cinza, textura granoblástica, composta por quartzo, biotita, granada e estaurolita. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada e estaurolita com textura em peneira e (C) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de muscovita.

Mármore: Os mármore se apresentam como espessas lentes, os afloramentos ocorrem in situ em estrada de terra e principalmente na forma de paredões na Pedreira Montividiu (Figura 5.16), em escala de afloramento na pedreira é possível observar intercalações com máficas. A ocorrência do carbonato também é evidenciada pela composição colorida 762 do Landsat (Figura 5.10), que permite identificar na pedreira Montividiu uma tonalidade roxa-azulada na imagem, A mineralogia é homogênea, composta por carbonato, quartzo e opacos como acessórios. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: carbonato (70 a 80%), quartzo (20 a 30%) e opaco (0 a 10%).

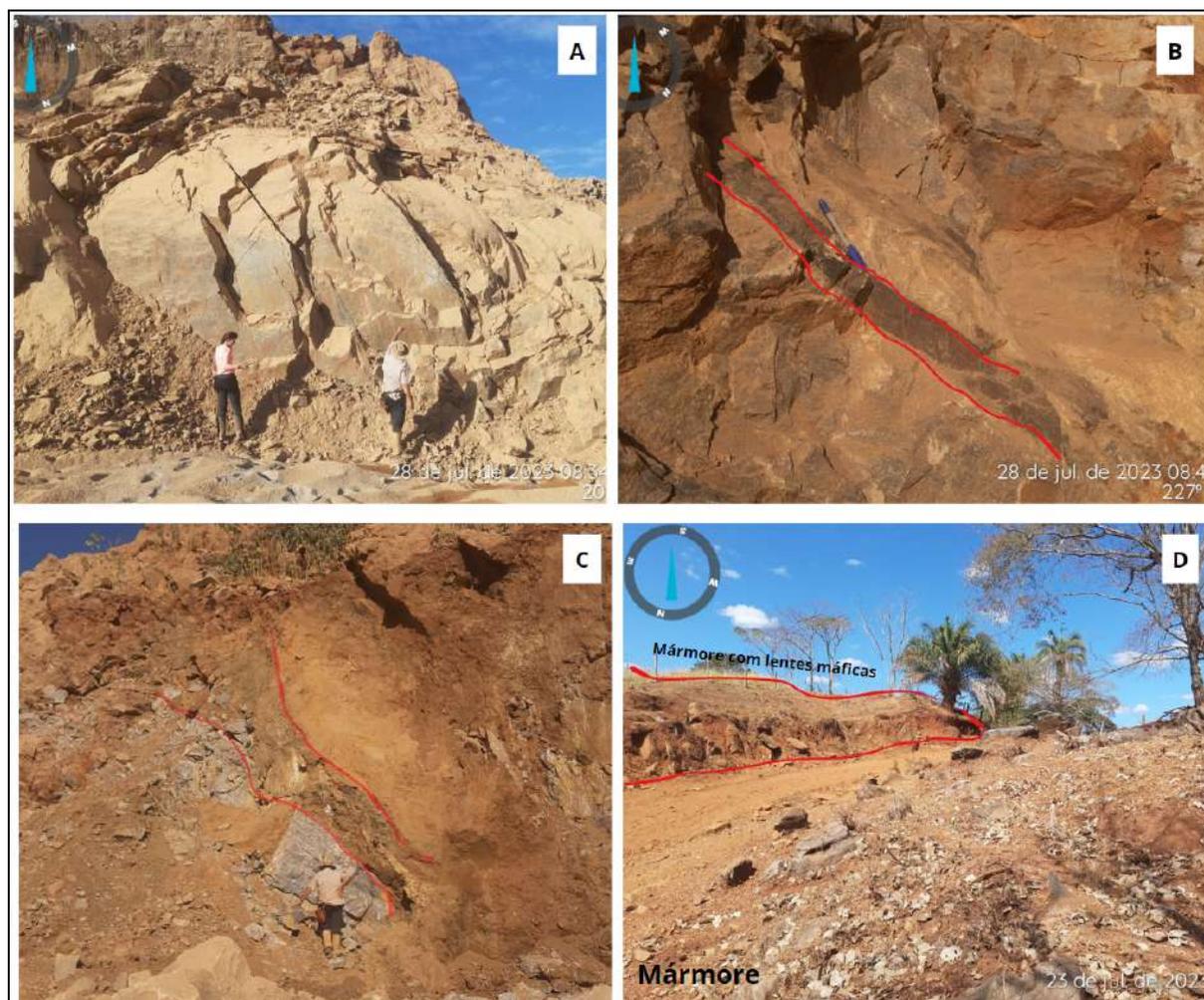


Figura 5.16 (A) Dobra recumbente em mármore na Pedreira Montividiu (B) Dique máfico em mármore na Pedreira Montividiu TF23-X-223 428703E 8166554S. (C) Afloramento de mármore com destaque para alteração hidrotermal cinza-esverdeado TF23-X-223 428703E 8166554S. (D) Afloramento de blocos in situ de mármore de calcita preta em contato com lente de gabro TF23-X-131 426669E 8169373S.

Em amostra de mão são rochas de cor cinza frequentemente bandadas (Figura 5.18-A). Possuem textura granoblástica com cristais de calcita branca, quartzo e variedades de sulfetos, como a calcopirita e pirita. Por vezes a calcita aparece na cor preta, isto pode ocorrer por alguns fatores, como impurezas e processos de alteração relacionados a proximidade com lentes máficas (Figura 5.16-D e 5.17).

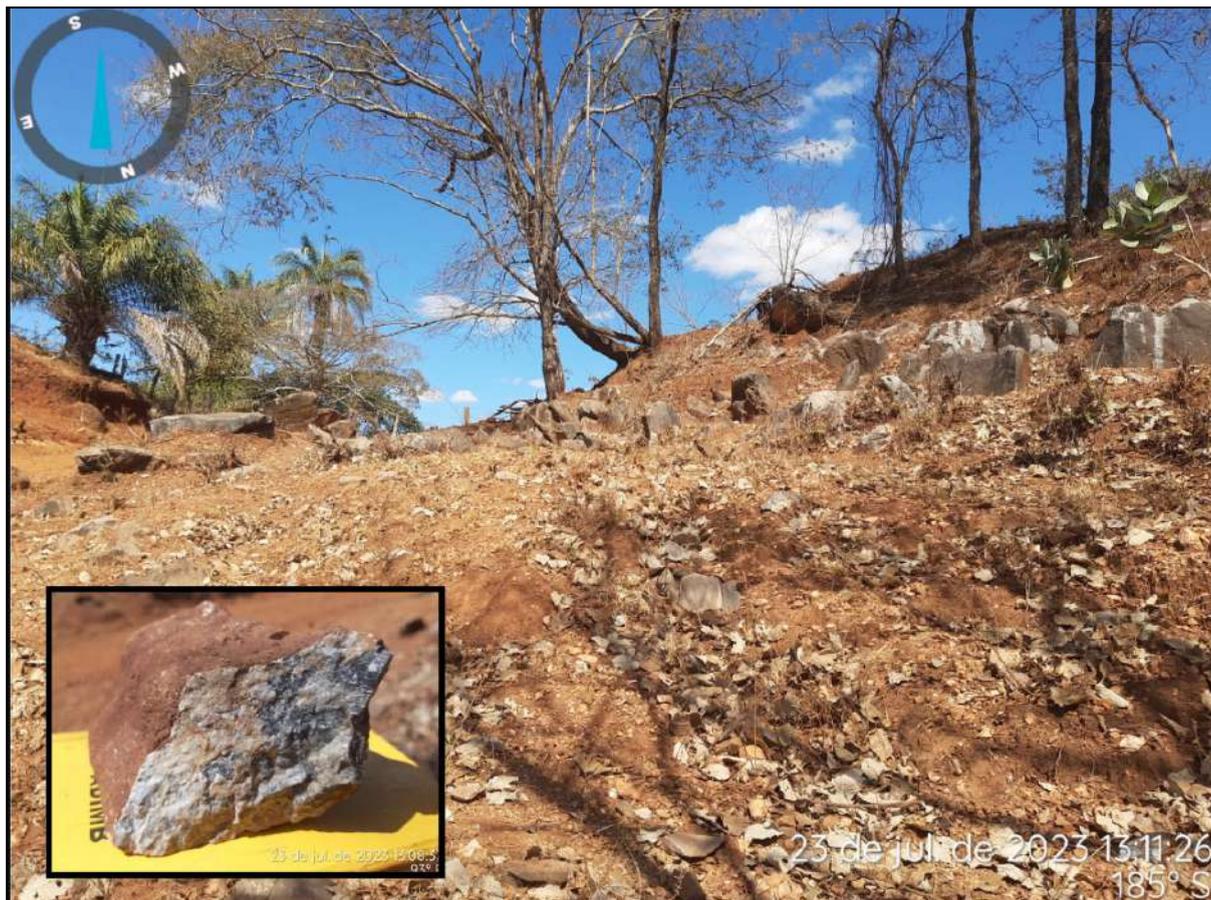


Figura 5.17 Afloramento de blocos in situ de mármore de calcita preta em contato com lente de gabbro TF23-X-131 426669E 8169373S.

Nas análises petrográficas (Figura 5.18-B) os cristais variam de fino a médio, inequigranular levemente bandado. O quartzo (0,1-0,5mm) possui hábito anedral, localmente aparece em agregados formando lâminas quartzosas de 0,5mm. O carbonato (1-0,2mm) apresenta relevo baixo, hábito tabular a grãos anedrais e maclas retas e coloridas. Os opacos apresentam hábito euédricos a anedral e representam pirita e calcopirita, respectivamente.

As características observadas permitem identificar um regime deformacional dúctil, evidenciado pela curvatura das maclas de calcita que se repetem ao longo da faixa de granulação mais grossa de calcita (Figura 5.18-C). Esta deformação é chamada de *kink-bands* e ocorre em grãos anisotrópicos, para acomodar a deformação.

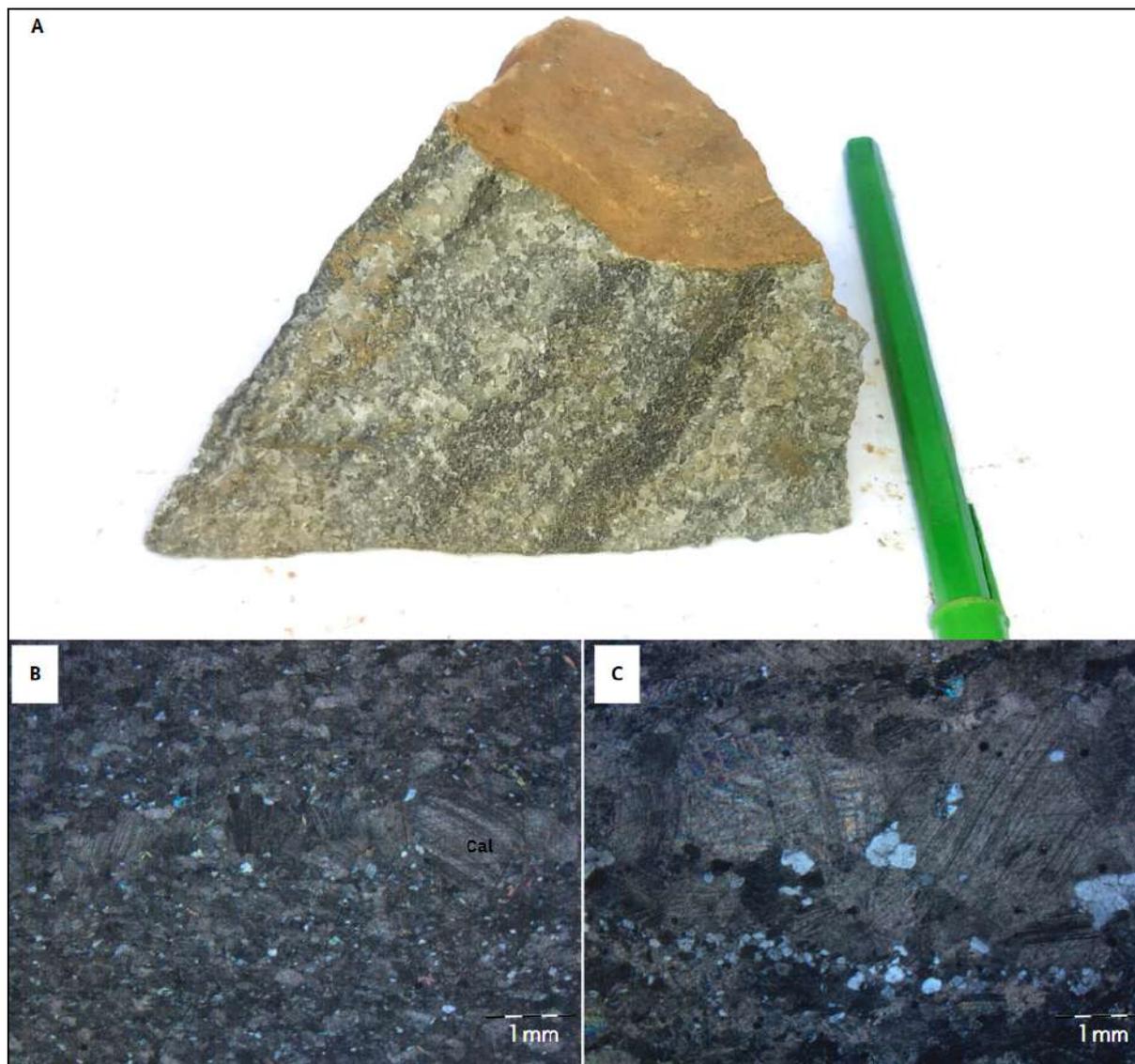


Figura 5.18 Fotografia do Mármore TF23-X-223 428703E 8166554S. (A) Rocha bandada com intercalação cinza com cinza escuro, possui granulação média e textura granoblástica. Sua mineralogia é composta por quartzo, carbonato e sulfetos de cor amarelo claro e iridescente. (B) Fotomicrografia (2,5x) evidenciando dobramento das maclas de calcita. (C) Amostra APA-27 428590E 8166727: Fotomicrografia (2,5x) evidenciando leve bandamento de quartzo e calcita com maclas coloridas.

Metachert: Ocorrências de metacherts se apresentam como pequenas lentes na sequência (300m). Os afloramentos estão em blocos rolados em morrotes, sua variação é bem marcada próxima a unidade de mármore e xistos, pois a cor do solo muda para um marrom-avermelhado (Figura 5.19-C). A mineralogia é composta por quartzo fino e opacos. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: quartzo (95 a 100%) e opaco (0 a 5%).

Em amostra de mão são rochas bastante alteradas de coloração cinza avermelhado e granulação média a fina (Figura 5.19-A). Possui estrutura maciça, por vezes com bandamentos de cristais de quartzo grosso.



Figura 5.19 (A) TF23-X-168 429801E 8167928S: Rocha de cor cinza esbranquiçada, maciça, granulação fina, com veios de quartzo cortando a estrutura. (B) TF23-X-194 428022E 8166832S: Rocha de cor vermelha bandada, granulação fina a média, bastante recristalizada. (C) (D) TF23-X-194 428022E 8166832S: Afloramento de blocos rolados em contato com unidade de mármore, nota-se a variação na tonalidade do solo, para um marrom-avermelhado na unidade com chert.

Unidade Máfica: Os anfibolitos se apresentam como espessas faixas intercaladas com xistos, mármore e ultramáficas. Os afloramentos estão em blocos rolados e in situ em morrotes e ao lado de caminhos de terra. De forma geral, os afloramentos apresentam forte orientação e fraturas alinhadas (Figura 5.20-B-C), contudo, devido ao solo remexido, a área não apresenta muitos afloramentos in situ.



Figura 5.20 (A) TF23-X-10 433223E 8167061S: Anfibolito com leucossomas. (B) TF23-X-10 433223E 8167061S: Anfibolito fortemente orientado e fraturado, com orientação 330/80. (C) TF23-X-189 432706E 8168201S: Afloramento de blocos rolados amontoados, com forte lineação e bandamento composicional. (D) TF23-X-189 432706E 8168201S: Detalhe do bandamento composicional na amostra de mão.

Em amostra de mão as rochas possuem cor cinza escuro a esverdeado, granulação fina a média, textura nematoblástica com domínios granoblásticos, algumas amostras possuem bandamento milimétrico com bandas máficas intercaladas com bandas de plagioclásio de tons esbranquiçados e leve dobramento. As rochas possuem granulação fina a média, com mineralogia formada por plagioclásio, anfibólio, opacos como acessório e epidoto como mineral secundário. Localmente observa-se bandamentos com variação de granulação de forma gradual, indicando segregação mineral, que pode ocorrer por processos metamórficos (Figura 5.21).

Na análise petrográfica (Figura 5.22) os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: hornblenda (50%), plagioclásio (45%), opaco (2%) e epidoto (3%). Os cristais variam de fino a médio, a textura da rocha é inequigranular nematoblástica. A hornblenda (0,5-1mm) possui hábito subhedral e pleocroísmo verde escuro-verde claro. O plagioclásio (0,5-1mm) possui hábito anedral granular e possui geminação do tipo albita com teor de

An-50. Além disso, é possível observar tanto na hornblenda, quanto no plagioclásio, bordas alteradas com formação de grãos de relevo alto e alta birrefringência formado por minerais secundários de epidoto.

Esta unidade também é encontrada como xenólitos dentro da unidade Morro do Baú (Figura 5.20-B). Isso justifica-se pela presença da Zona de Cisalhamento Ribeirão, a qual é responsável por expor a unidade do Córrego Santo Antônio no centro do Corpo intrusivo Morro do Baú.

As características observadas implicam em paragênese metamórfica fácies anfíbolito. As alterações observadas em lâmina e em amostras macroscópicas também indicam processos de alteração hidrotermal, evidenciados pela epidotização do plagioclásio.

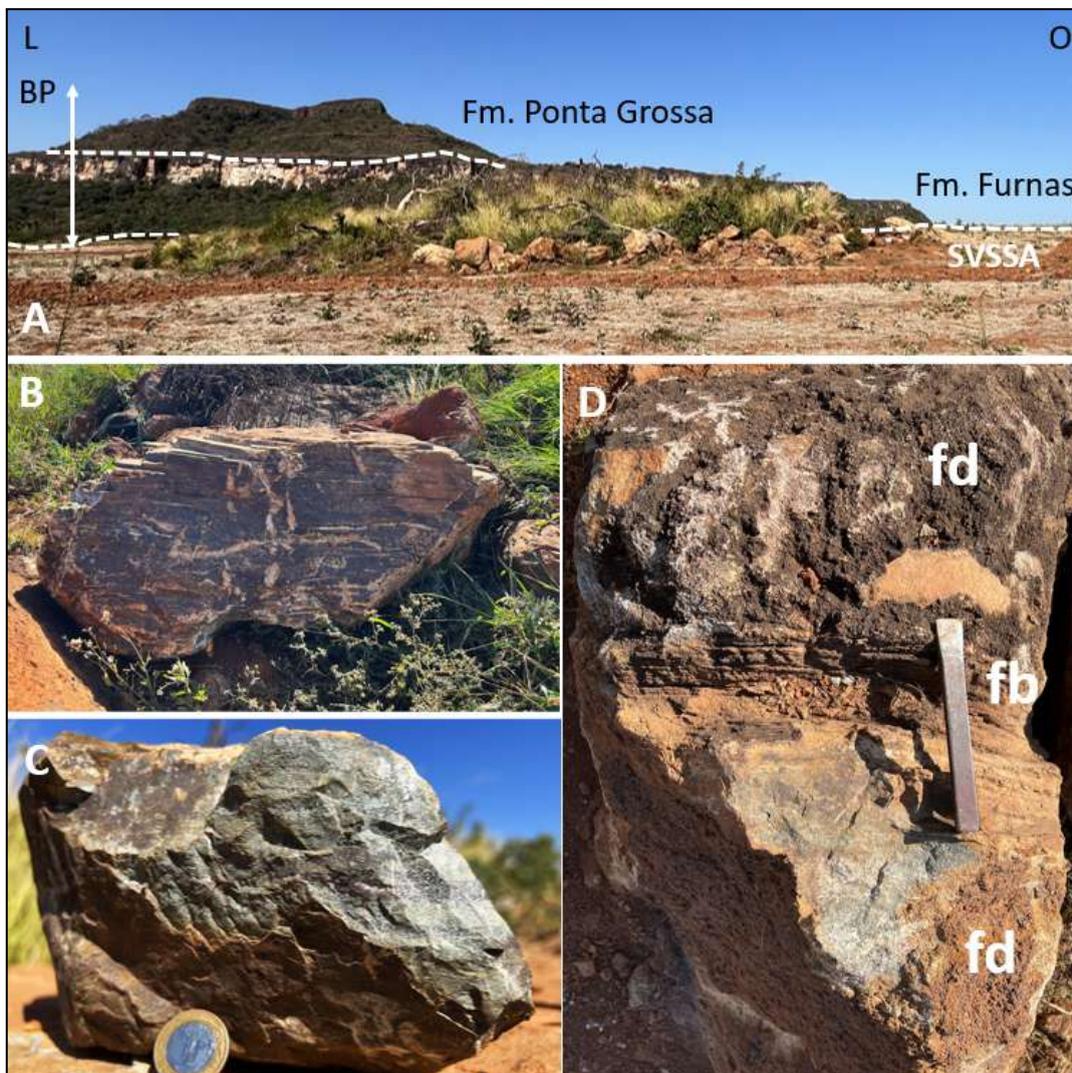


Figura 5.21 TF23-X-7 432202E 8167003S (A) Vista panorâmica da Bacia do Paraná e da Sequência Vulcanossedimentar Córrego do Santo Antônio (SVASS). (B) Bloco de Anfíbolito bandado com fácies leucocráticas levemente dobradas. (C) Anfíbolito fino levemente bandado. (D) Aspecto de bandamento com fácies bandada (fb) e fácies dioríticas (fd).

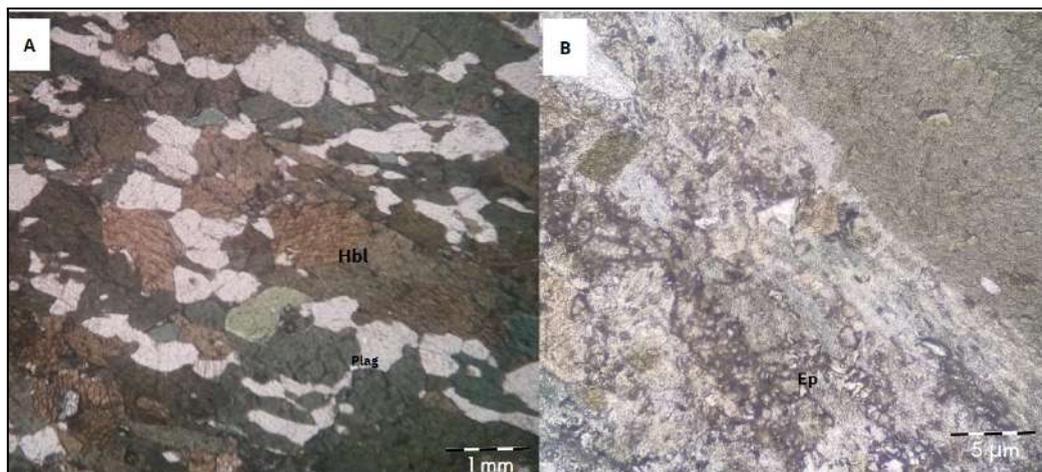


Figura 5.22 Anfibólito TF23-X-P10 433223E 8167061S. (A) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando textura nematoblástica, com hornblenda orientada e plagioclásio intersticial. (B) Fotomicrografia (10x) evidenciando alteração para epidoto no plagioclásio.

Unidade Ultramáfica: A unidade ultramáfica se apresenta como estreitas faixas intercaladas com anfibólitos e xistos. Os afloramentos estão em blocos rolados e in situ localizados em estrada de terra e morrotes e possuem variações como Tremolítico, Talco-tremolita-xisto, Piroxenito e Hornblenditos.

Em amostra de mão são rochas bastante alteradas de coloração verde-amarela-marrom e granulação fina a média com forte magnetismo.

Nas amostras macroscópicas de Talco-Clorita-Tremolita Xisto (Figura 5.23), a rocha apresenta-se bastante alterada e friável. Possui cor amarela-esverdeada, granulação fina, textura lepidoblástica, estruturas em tectonito L. Sua mineralogia é formada por talco de cor branca com tons esverdeados, hábito maciço e aspecto sedoso. A clorita apresenta cor verde clara, hábito maciço e dureza baixa. A tremolita apresenta cor verde, hábito fibroso alongado e dureza alta.



Figura 5.23 Fotografia de amostra macroscópica de Talco-Tremolita Xisto TF-X-126 425800E 8169029S. (A) Bloco rolado com evidência de estrutura em tectônico-L. (B) Rocha alterada de cor amarelo-esverdeado, textura lepidoblástica e estrutura em tectônito L. Sua mineralogia é composta por talco, clorita e tremolita.

Nas amostras macroscópicas de Tremolito, a rocha é verde amarelada quando alterada, a granulação varia de fina a média e sua textura é granoblástica. A olho nu é possível observar minerais esverdeados bastante alterados e cristais pretos de forte magnetismo. Sua mineralogia é composta por tremolita, piroxênio e magnetita.

Nas análises petrográficas (Figura 5.24) os minerais possuem as seguintes proporções: anfibólio (80%), piroxênio (10%) e opacos (10%). Os cristais variam de fino a médio, textura granoblástica com domínios reliquiares de ortopiroxênio. A tremolita ocorre como mineral secundário, é incolor, possui relevo alto, uma direção de clivagem na seção longitudinal e hábito tabular. O ortopiroxênio é incolor, possui relevo médio, clivagem em duas direções e extinção reta. Os opacos apresentam hábito granular e representam a magnetita.

As características observadas implicam em rocha ultramáfica alterada, com predomínio de tremolita e resíduos de piroxênio.

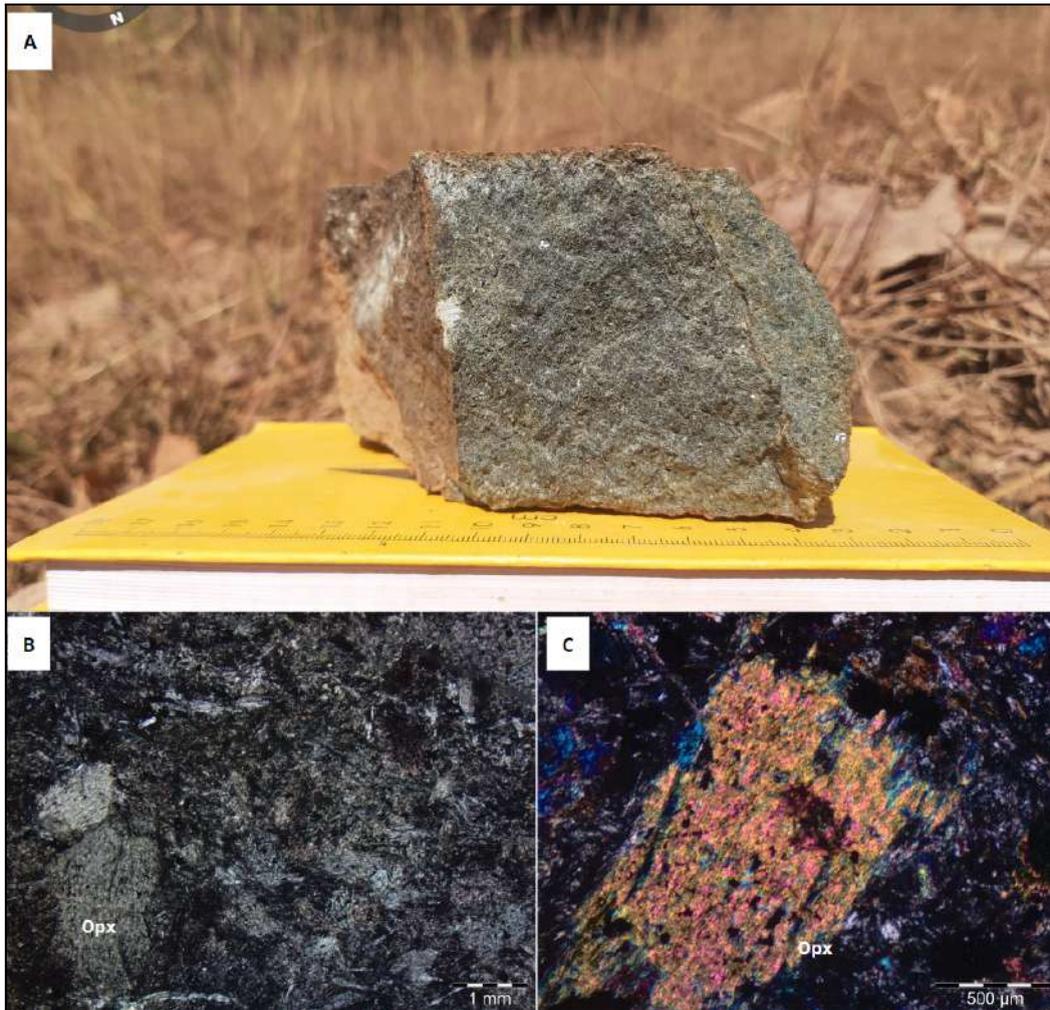


Figura 5.24 Fotografia do Tremolito TF23-X-32 427004 E 8167305 S. (A) Rocha de cor verde, granulação fina a média, textura granoblástica. A olho nu é possível observar minerais esverdeados bastante alterados e cristais pretos de forte magnetismo. Sua mineralogia é composta por tremolita, piroxênio e magnetita. (B) Fotomicrografia evidenciando a textura granoblástica, sua mineralogia é formada por tremolita com inclusões de magnetita, ortopiroxênio reliquiar e magnetita como acessório (C) Detalhe de ortopiroxênio reliquiar.

Outra variação da unidade ultramáfica é observada na Figura 5.25-A. A rocha possui cor cinza escuro quase preto, granulação muito fina, sua textura é nematoblástica e possui ripas de anfibólio de brilho vítreo. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: hornblenda (40%), clinopiroxênio (40%), plagioclásio (10%), epidoto (5%), titanita (1%), calcita (1%), opaco (1%) e epidoto secundário (2%).

Na análise petrográfica os cristais variam de fino a médio, possuem textura nematoblástica com cristais subédricos de anfibólio e piroxênio. A rocha possui granulação média a fina, inequigranular, textura nematoblástica, forma dos cristais subédricos, além disso, é possível identificar dois domínios distintos, um domínio rico em anfibólio e outro domínio rico em piroxênio. A hornblenda (0,5-1,3mm) possui pleocroísmo verde claro-verde

escuro, relevo alto, hábito acicular alongado. O clinopiroxênio é incolor, possui hábito alongado tabular a granular e possui extinção oblíqua. O epidoto é incolor, possui relevo alto, hábito granular anédrico, possui extinção oblíqua, birrefringência alta em cores anômalas claras de azul-amarelo, por vezes o epidoto aparece como produto de alteração. A titanita possui cor amarelo-marrom e hábito losangular anedral a granular. A calcita é incolor com aspecto sujo, possui relevo baixo, hábito granular anedral, possui fraca geminação, birrefringência alta em cor creme e colorida. O plagioclásio é incolor, aparece de maneira intersticial e está bastante alterado.

As características observadas implicam em rocha ultramáfica alterada, com bandamento composicional de piroxênio e hornblenda. No domínio com piroxênio, observa-se maior grau de alteração, com aparecimento de epidoto e calcita, indicando processo de alteração metassomática. Devido a esta intensa alteração, não é possível ter certeza sobre a origem do material intersticial, podendo apenas inferir que seja um plagioclásio muito alterado.

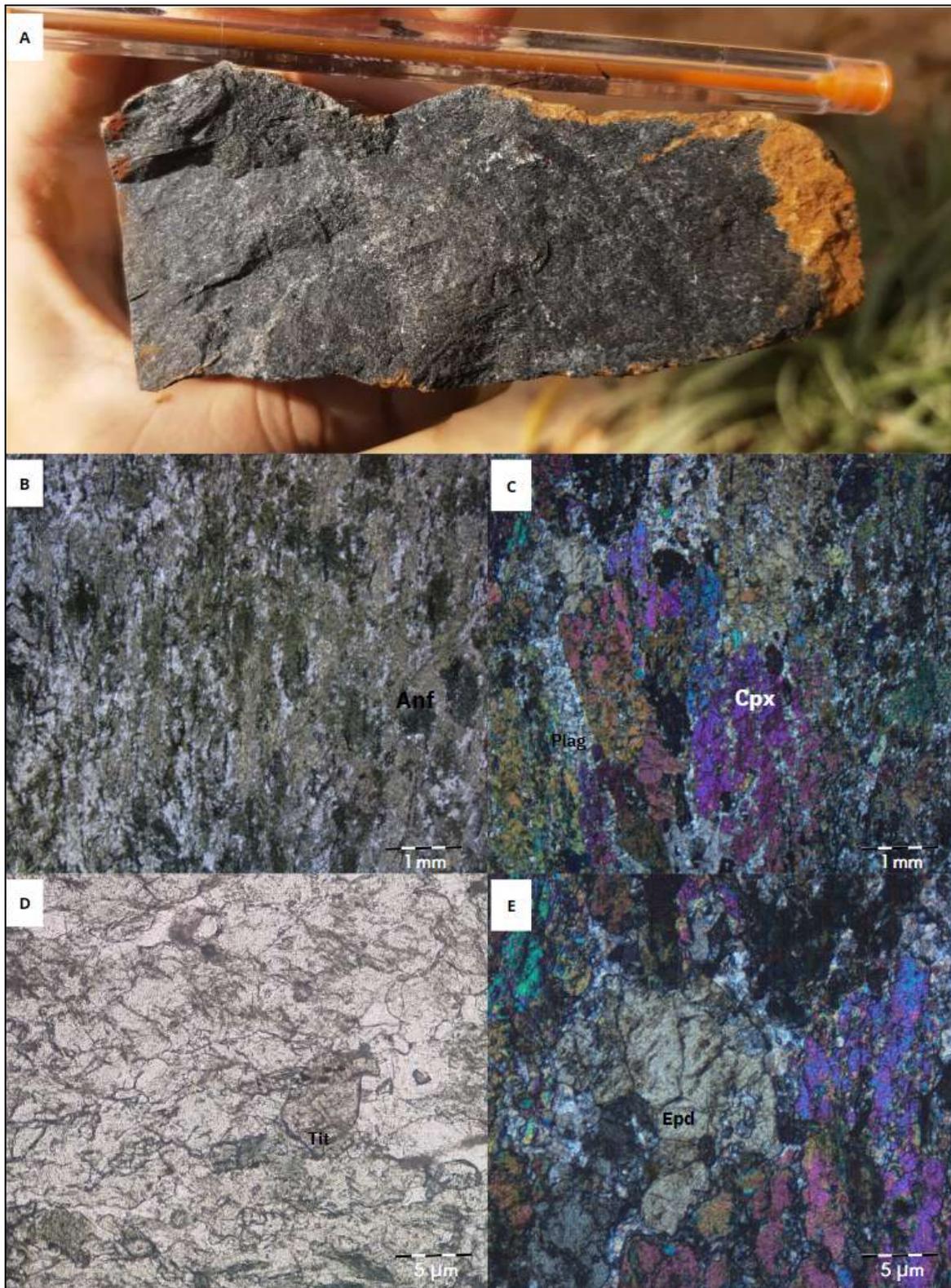


Figura 5.25 Fotografia do Ultramáfica TF23-X-220 425403E 8167350S. (A) Rocha de cor cinza escuro, granulação fina e textura nematoblástica. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando a textura nematoblástica de hornblenda. (C) Fotomicrografia (10x) evidenciando a textura nematoblástica de clinopiroxênio. (D) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de titanita. (E) Fotomicrografia (10x) evidenciando cristal de epidoto.

As amostras macroscópicas de Hornblendito (Figura 5.26) apresentam cor cinza escuro e claro, granulação média a grossa, por vezes com estruturas em tectônito L. Sua mineralogia é formada essencialmente por hornblenda (90%) e plagioclásio (10%). Esta variação da unidade ultramáfica ocorre de forma pontual ao longo do morrote e o corpo provoca uma curvatura na drenagem.



Figura 5.26 Fotografia de amostra macroscópica de Hornblendito TF-X-207 427753E 8166308S. (A) Afloramento de blocos rolados em topo de morrote. (B) Hornblendito alterado de cor cinza esbranquiçada. (C) Amostra de Hornblendito destacando a estrutura em tectônito L.

5.3 Gnaiss Arenópolis (NP1 γ a)

A unidade representa apenas 0,6% da área, abrangendo a porção leste da Unidade Córrego do Santo Antônio. Esta unidade representa faixa alongada, paralela a drenagem (Figura 5.27).

Em relação aos aspectos fisiográficos da área, é caracterizada por regiões aplainadas do dessecamento do relevo e drenagem encaixada. O mapeamento da unidade foi realizado com base em afloramentos de blocos rolados e in situ próximo a estrada de terra e ao Córrego Queixada.

Esta unidade é composta predominantemente por Gnaisses Tonalíticos com bandas máficas compostas por hornblenda e bandas félsicas compostas por quartzo e plagioclásio (Figura 5.28). Em amostra de mão são rochas de coloração acinzentada, que podem apresentar bandamento com alternância de cor cinza escuro a branco. A rocha possui granulação média a fina, tamanho relativo equigranular, onde os bandamentos são marcados por variações composicionais com maior ou menor predominância de quartzo. A mineralogia é formada por quartzo, plagioclásio, hornblenda e biotita.

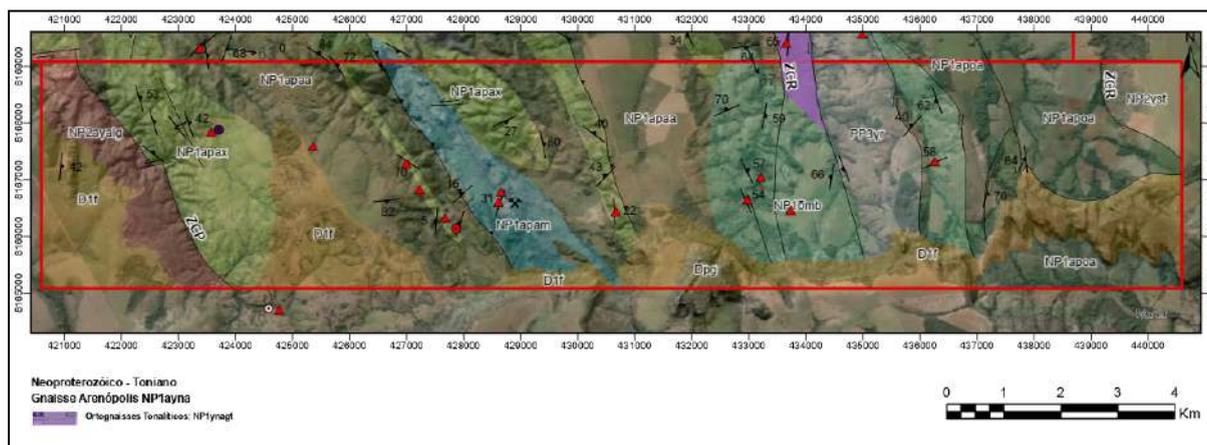


Figura 5.27 Área de ocorrência da unidade Gnaiss Arenópolis na subárea X.

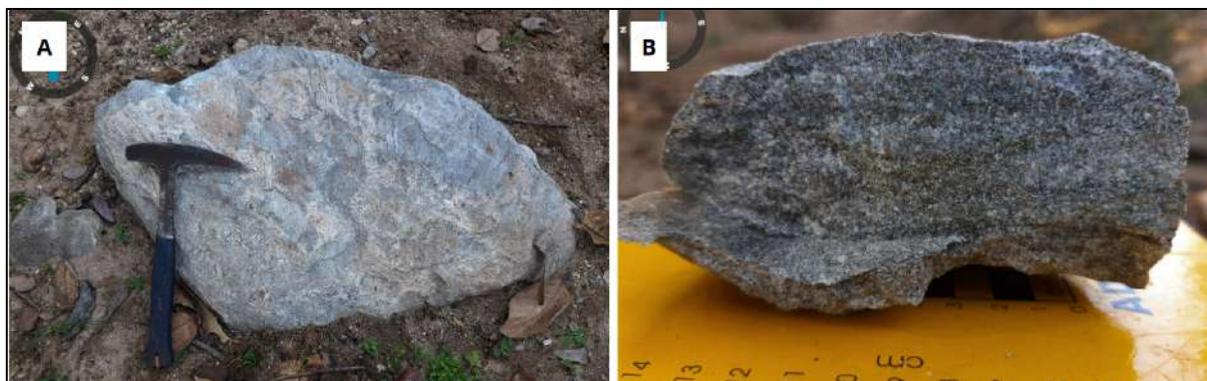


Figura 5.28 (A) TF23-X-18 434543E 8167117S: Bandamento gnaissico com porções félsicas e máficas. (B) TF23-X-18 434543E 8167117S: Detalhe de gnaiss com bandamento incipiente.

Ao longo da unidade, é possível observar zonas de falha próximo ao contato com a unidade Gnaiss Ribeirão, marcada pelo registro de quartzos fraturados. Nesta porção, o gnaiss apresenta-se com textura granoblástica de granulação mais grossa (Figura 5.29), o plagioclásio apresenta cor levemente rosada e há maior quantidade de máficos (hornblenda e biotita).

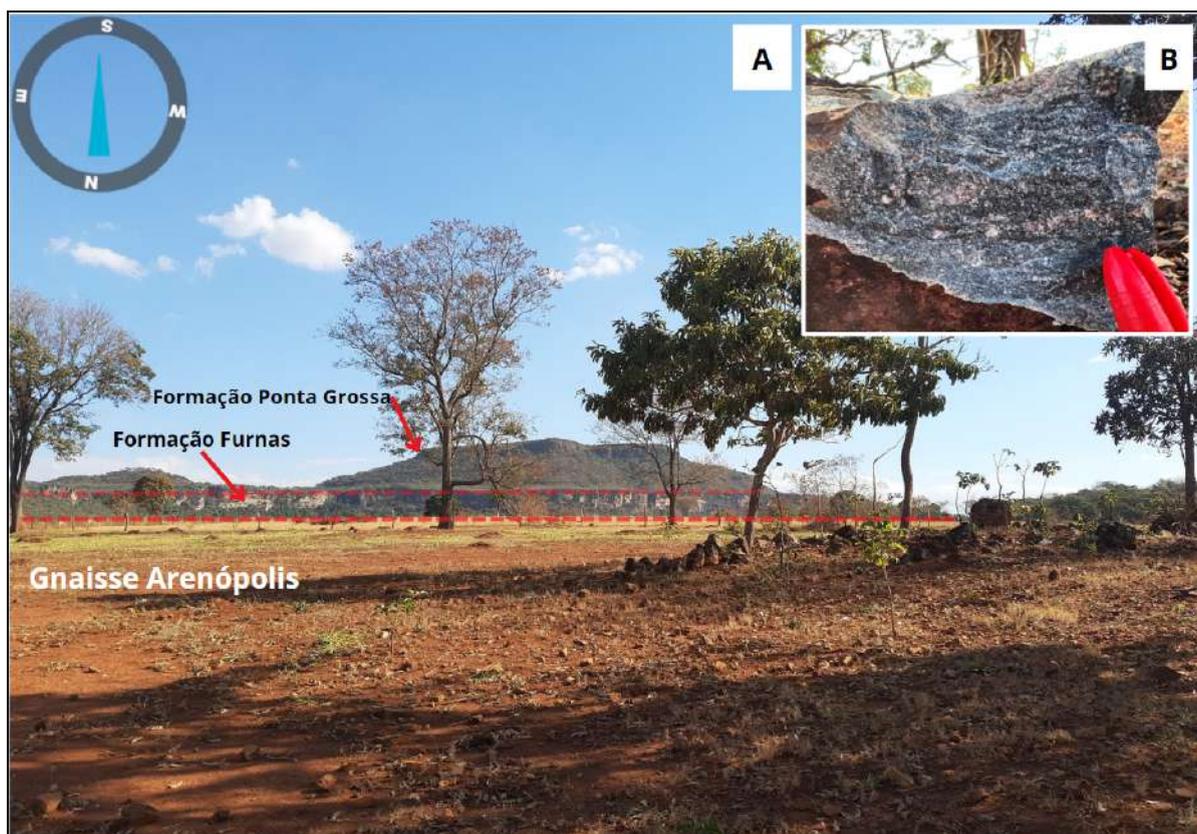


Figura 5.29 A. Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-16 434241E 8166996S. (A). Afloramento de blocos in situ. (B) Gnaiss Arenópolis melanocrático de textura granoblástica grossa.

De maneira geral, a maioria dos afloramentos estão bastante intemperizados, com suas feições obliteradas (Figura 5.30). Em campo, é possível identificar a unidade por meio do solo alaranjado e sua foliação bem marcada (Figura 5.30-A), com veios de quartzo fraturados. Em amostra de mão o bandamento ainda pode ser observado, mesmo em amostras alteradas.

As características observadas implicam em rochas metamorfizadas em alto a médio grau, evidenciado pelo bandamento, foliação bem marcada e deformações encontradas ao longo do corpo, que podem ter se intensificado pela zonas de cisalhamento no contato com a Unidade Córrego do Santo Antônio.

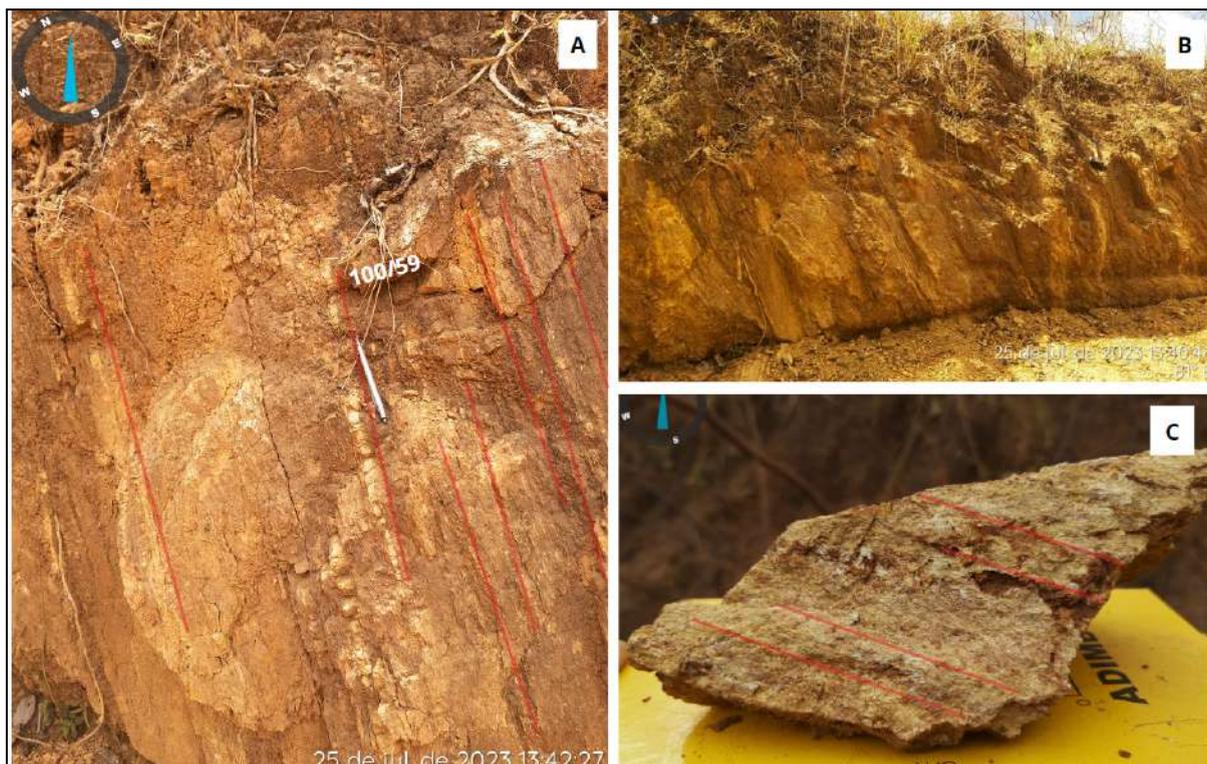


Figura 5.30. A. Fotografia do Gnaiss Arenópolis TF23-X-154 433300E 8168124S. (A) Detalhe da foliação bem marcada e quartzo fraturado. (B) Aspecto do afloramento da Unidade Gnaiss Arenópolis. (C) Amostra de gnaiss muito alterado, com fraco bandamento, marcado pela foliação.

5.4 Gabro Morro do Baú (NP1γmb)

A unidade Morro do Baú representa 10% da área X, abrangendo a porção leste (Figura 5.31). Esta unidade possui dois domínios, representado por grande corpo oval e outro domínio em faixa alongada em sentido NNW-SE. A Unidade é mais jovem que a sequência metavulcanossedimentar, e intrude parte dos anfíbolitos e gnaisses da região.

Em relação aos aspectos fisiográficos da área, é caracterizada por relevo ondulado na forma de morrotes, a vegetação é do tipo mata de galeria e pastagem, sendo esta última a que domina na região. A atividade antrópica de agropecuária dificultou a preservação de afloramentos, formando amontoados de blocos de rocha para preparação do plantio.

O mapeamento da unidade foi realizado com base em afloramentos de blocos in situ e rolados e ao longo de canais de drenagem e próximo a estrada de terra (Figura 5.32 e 5.33).

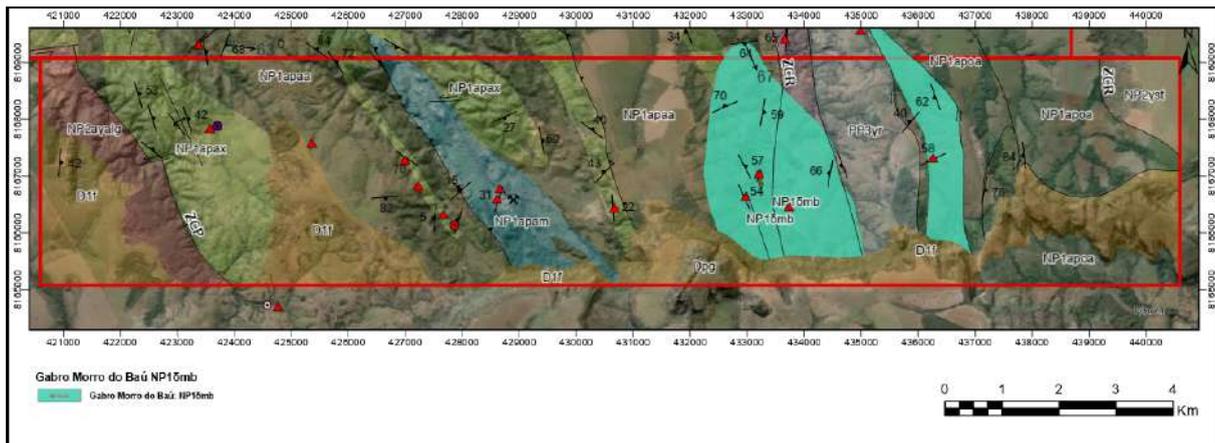


Figura 5.31 Área de ocorrência da unidade Gabro Morro do Baú na subárea X.



Figura 5.32 Tipos de afloramento da Unidade Gabro Morro do Baú no corpo alongado. (A) TF23-X-101 436275E 8167338S: Hornblenda gabro com fácies grossa e porção fina com foliação bem marcada (B) TF23-X-144 436168E 8167981S: Hornblenda gabro com enclave de textura fina. (C) TF23-X-144 432984E 8166649S: TF23-X-144 436168E 8167981S: Hornblenda gabro com foliação bem marcada.

Esta unidade é principalmente constituída por intrusões gabróicas, compostas de gabros e hornblenda gabro com granulação predominantemente média a grossa, frequentemente intercalada com porções de granulação mais fina. Além disso, é possível identificar enclaves de anfibólito, que são descritos como parte da Unidade Córrego do Santo Antônio, indicando a natureza intrusiva do Gabro Morro do Baú na sequência.

Quanto às estruturas e deformações, a unidade exhibe parcial preservação de sua mineralogia e textura primária, revelando textura cumulática e subofítica. Pode-se observar bandamentos entre porções máficas e com maior proporção de plagioclásio. Além disso, ao longo do caminhamento observa-se variações granulométricas entre os blocos da unidade. Essa variação ocorre de maneira aparentemente aleatória ao longo dos afloramentos encontrados no corpo, sem que seja possível estabelecer uma correlação clara entre essa variação textural e a proximidade à borda ou ao centro do corpo.

Hornblenda Gabro: Em amostra de mão são rochas de coloração cinza esverdeado com porções esbranquiçadas (Figura 5.34-A). Os afloramentos são fraturados, sendo comum apresentarem variação textural abrupta, com fácies de textura muito fina melanocrática e fácies de textura média a grossa mesocrática, esta última com maior evidência da foliação (Figura 5.32). Quando presente, os bandamentos são centimétricos e variam composicionalmente em fácies leucocráticas constituída por plagioclásio e fácies melanocráticas constituídas por máficos, representados por hornblenda e piroxênio. Por vezes, é possível observar veios leucocráticos que cortam a rocha de forma discordante (Figura 5.33).

A rocha possui granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica e textura granular, por vezes apresenta textura cumulática com hornblenda cumulus e plagioclásio intercumulus. Sua mineralogia é composta por plagioclásio de cor branca a lilás, de hábito anedral, envolvendo os cristais de anfibólito, por vezes aparece alterando para epidoto. A hornblenda possui cor preta esverdeada, granulação grossa (1-3 cm), hábito subhedral e euédrico do tipo prismático alongado.

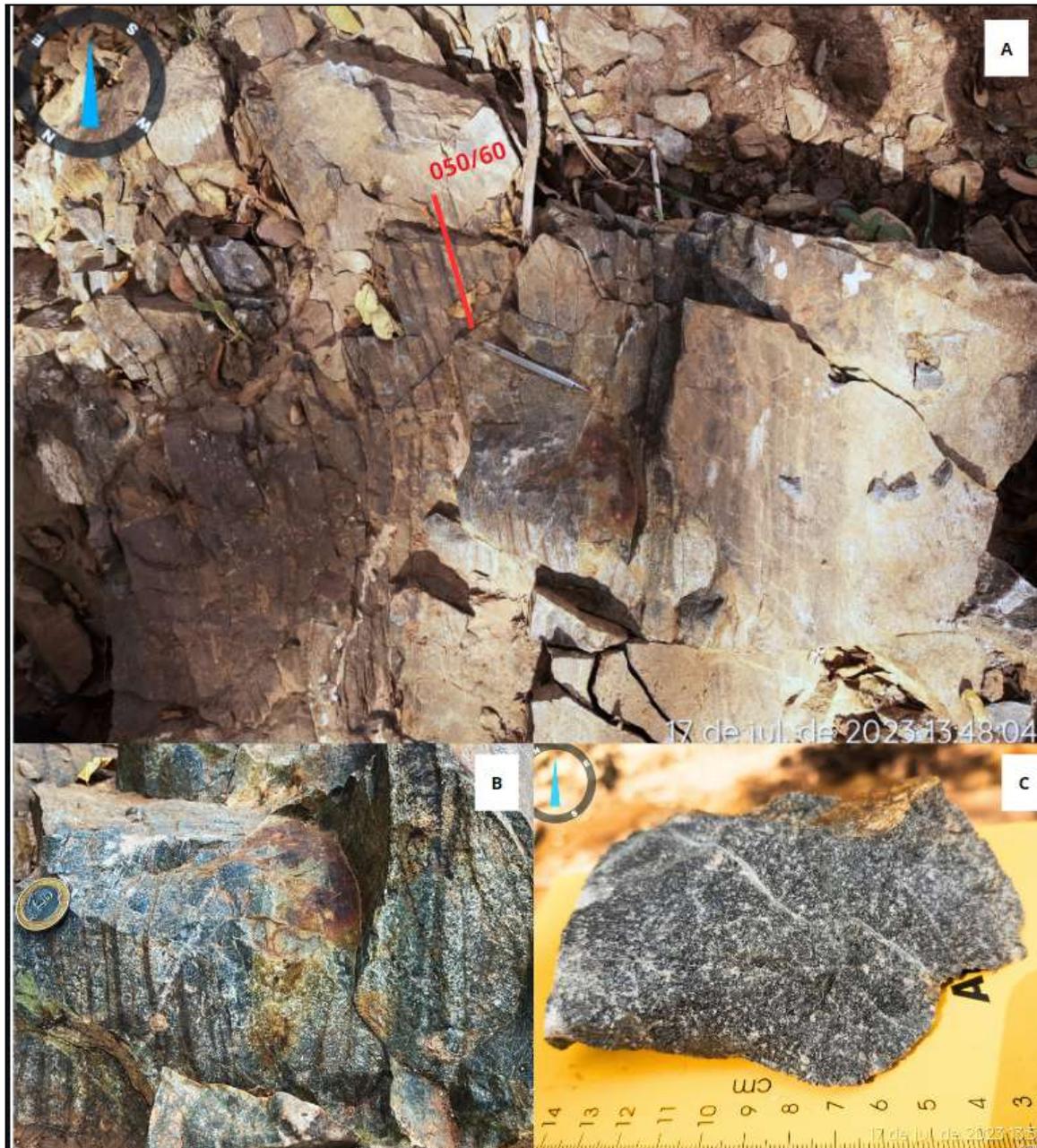


Figura 5.33 TF23-X-12 432984E 8166649S: Aspecto de afloramento da Unidade Gabro Morro do Baú no corpo arredondado. (A) Gabro deformado com dobra aberta e intensamente fraturado. (B) Aspecto de afloramento com bandas centimétricas com variação leucocrática e melanocrática, com veio discordante. (C) Hornblenda Gabro melanocrático, com granulação média.

Na análise petrográfica (Figura 5.34) a mineralogia é representada por hornblenda, plagioclásio, epidoto, sericita, clorita e opacos como acessórios. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: plagioclásio (35%), hornblenda (35%), epidoto (2%), sericita (5%), clorita (20%) e opaco (1%). A rocha possui granulação média a grossa, com domínios cumuláticos, o qual a porção cumulus é evidenciada por cristais de hornblenda e o plagioclásio no intercumulus. A hornblenda apresenta pleocroísmo de verde escuro-verde

claro, hábito subhedrais a anedrais, possui com cor de interferência alta, nos cristais mais alterados a birrefringência se torna baixa em tons azulados, devido a alteração para clorita. Como intercumulus tem-se cristais de plagioclásio com geminação do tipo albita, anedrais e teor de An-80. Os minerais secundários são representados pelo epidoto, clorita e sericita. O epidoto possui relevo alto e ocorre nas bordas do plagioclásio. A clorita possui hábito tabular e ocorre substituindo o anfibólio. A sericita aparece substituindo o plagioclásio. Observa-se que os cristais de hornblenda e plagioclásio estão alterados, onde os cristais de hornblenda aparentam estar cloritizados, sendo possível identificar a clorita com cor de interferência acinzentada em aspecto de “ripas” nos cristais, e os cristais de plagioclásio sericitizados, com ripas de mica branca com cor de interferência média a alta dispersa ao longo dos mesmos. Cristais de magnetita eudrais estão presentes na amostra de forma pontual.

A rocha apresenta diversas texturas secundárias indicando processos de alteração, evidenciada pela presença de clorita nos cristais de hornblenda (cloritização), além de epidoto nas bordas dos cristais de plagioclásio (saussuritização) e sericita (sericitização).



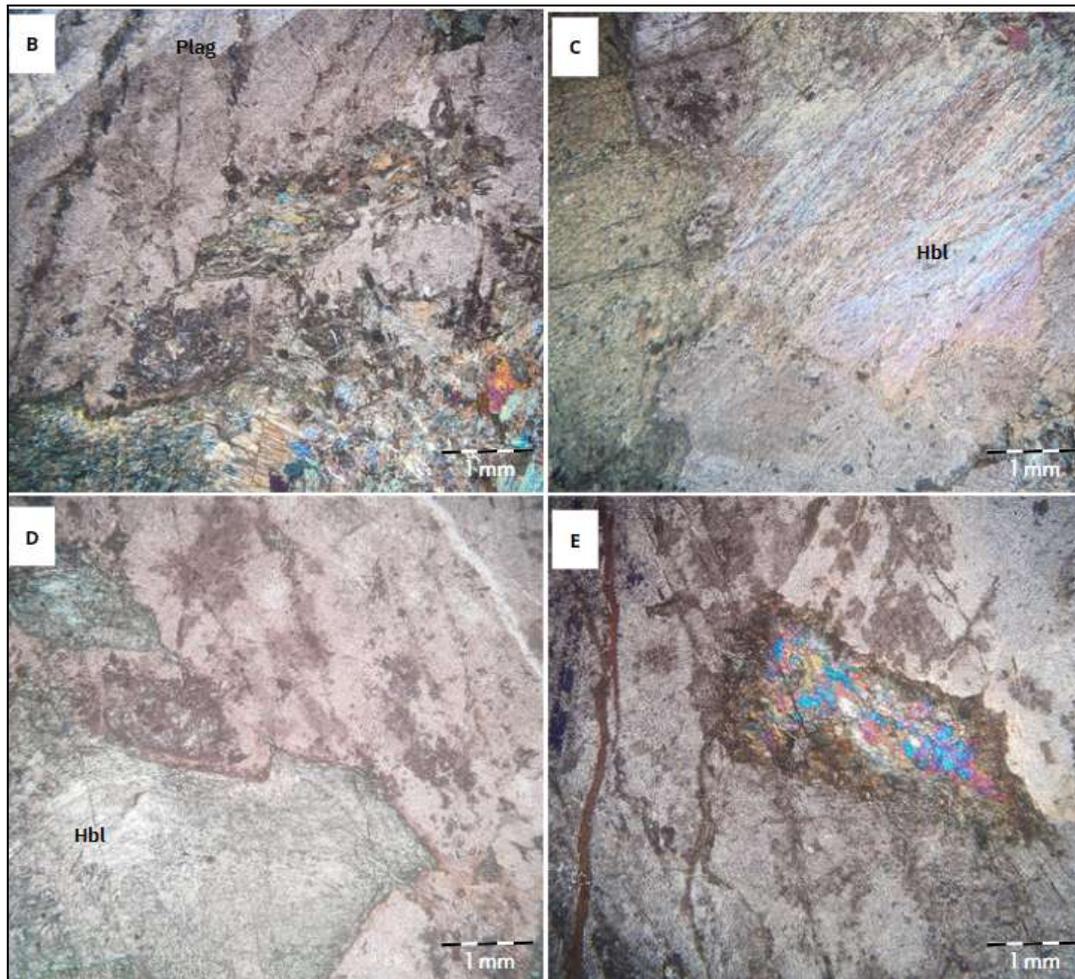


Figura 5.34 Fotografia Hornblenda Gabro TF23-X-101436275 E 8167338 S. (A) Rochas de coloração cinza esverdeada e granulação média a grossa. (B) e (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristais de plagioclásio alterado, hornblenda e epidoto secundário. (D) e (E) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de hornblenda alterado.

Gabro: Em amostra de mão são rochas de coloração cinza esbranquiçada (Figura 5.35). A rocha possui granulação fina a média, composta por minerais de hábito subédrico, possui estrutura foliada com domínios granoblásticos de granulação mais grossa.

Na análise petrográfica (Figura 5.35) a mineralogia é representada por hornblenda, plagioclásio, piroxênio, quartzo e opacos como acessórios. Os minerais variam aproximadamente de acordo com as seguintes proporções: plagioclásio (37%), piroxênio (33%), feldspato alcalino (10%), epidoto (10%), quartzo (3%), hornblenda (3%), muscovita (2%), titanita (1%) e opacos (1%).

A textura é fanerítica, com granulação fina a média, inequigranular e forma dos cristais hipidiomórficas. A rocha possui uma leve orientação dos cristais de quartzo e plagioclásio, e também das porções máficas. Além disso, é possível observar fraturas

diagonais. O plagioclásio é incolor e possui aspecto “sujo”, geminação do tipo albita, hábito anedral granular e relevo baixo. O feldspato aparece junto com a massa de plagioclásio e é de difícil identificação devido a alteração sofrida. O quartzo possui hábito granular/anedral. A augita é incolor com pleocroísmo verde escuro-verde claro, relevo alto, clivagem perfeita em duas direções, hábito subédrico granular a prismático curto, possui alta birrefringência em cores azul-verde-laranja-rosa e extinção paralela. O epidoto possui relevo alto e hábito granular, possui alta birrefringência. A titanita apresenta cor laranja e aparece como produto de alteração da augita. A grande quantidade de feldspato e quartzo podem estar associadas à proximidade com a zona de cisalhamento do Gnaiss Arenópolis e Ribeirão.

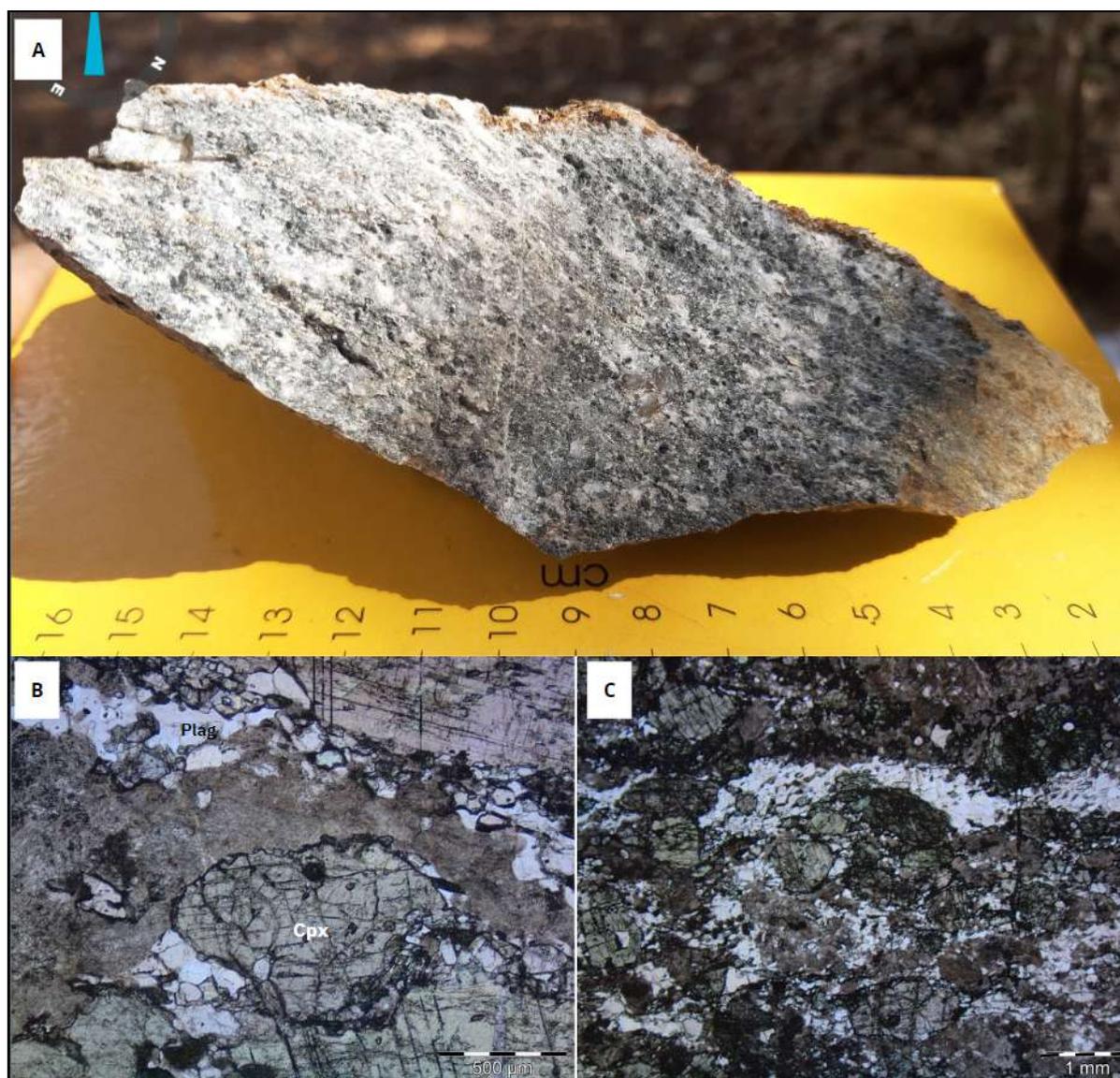


Figura 5.35 Fotografia Gabro TF23-X-14 433545 E 8166502 S. (A) Gabro com textura foliada e granulação média. (B) Fotomicrografia (4.5x) evidenciando cristais de plagioclásio alterado e augita - clinopiroxênio (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando bandamento máfico e félsico.

Contribuindo para complementação da análise da rocha, foi realizada a análise de microscopia eletrônica de varredura automatizada no QEMSCAN, equipamento disponibilizado pelo Instituto de Geociências - UNB. A utilização do QEMSCAN permite identificar minerais pelo seu brilho e composição química, além de informar a proporção de cada mineral na lâmina. Por meio deste método foi possível identificar os minerais encontrados anteriormente no microscópio petrográfico e novos minerais que antes não era possível determinar, pois a rocha apresenta minerais intersticiais bastante alterados (Figura 5.36).

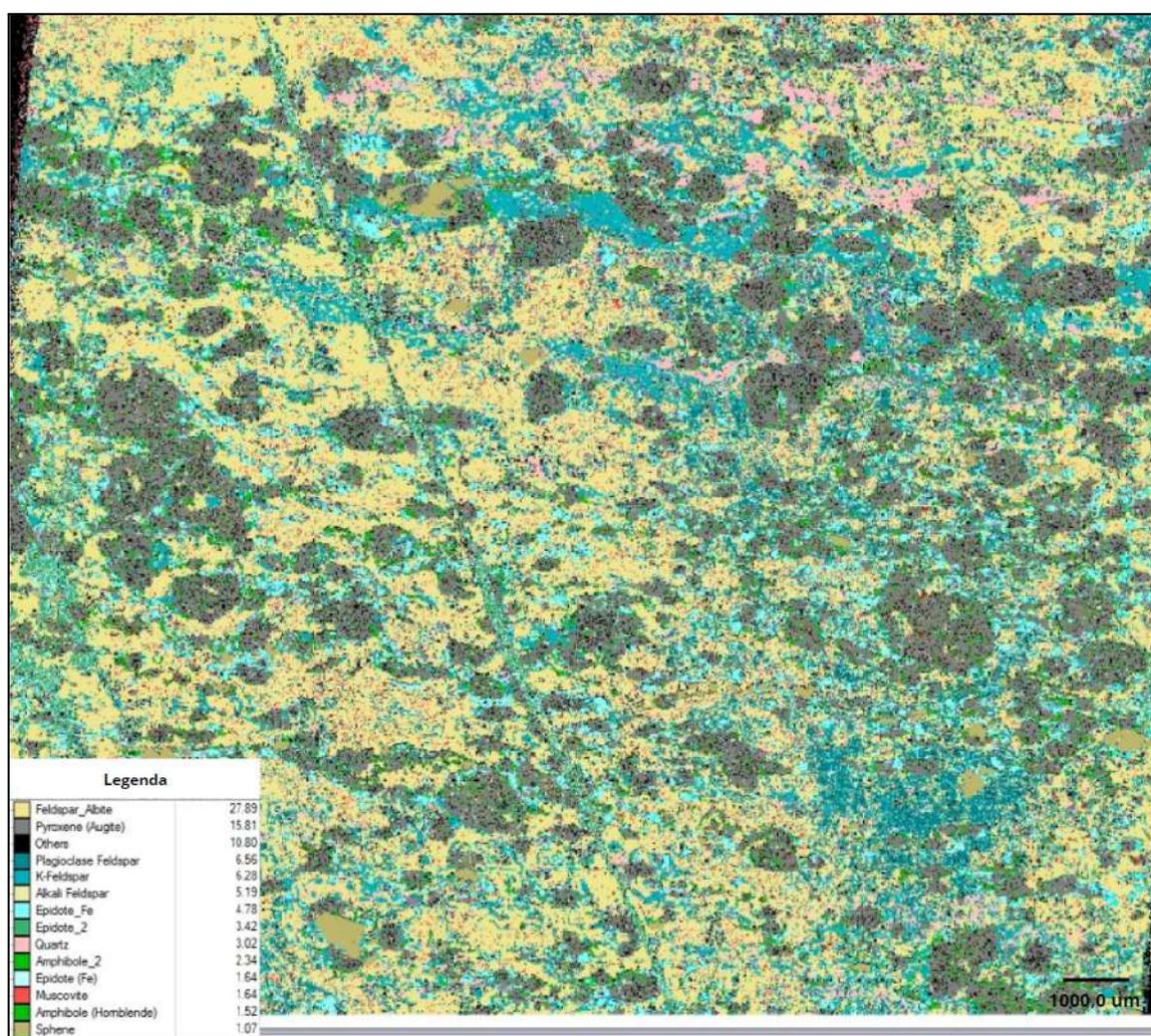


Figura 5.36 Análise realizada em QEMSCAN do Gabro TF23-X-14.

5.5 Granito Serra do Tatu (NP2 γ st)

A unidade Serra do Tatu representa aproximadamente 1% da área X, abrangendo o limite leste (Figura 5.37). A Unidade é mais jovem que a sequência metavulcanossedimentar

e intrude parte dos anfibolitos e xistos do Córrego da Onça. Esta unidade possui duas fácies principais: fácies granito e fácies granodiorito, esta última mapeada na mapeada na subárea X.

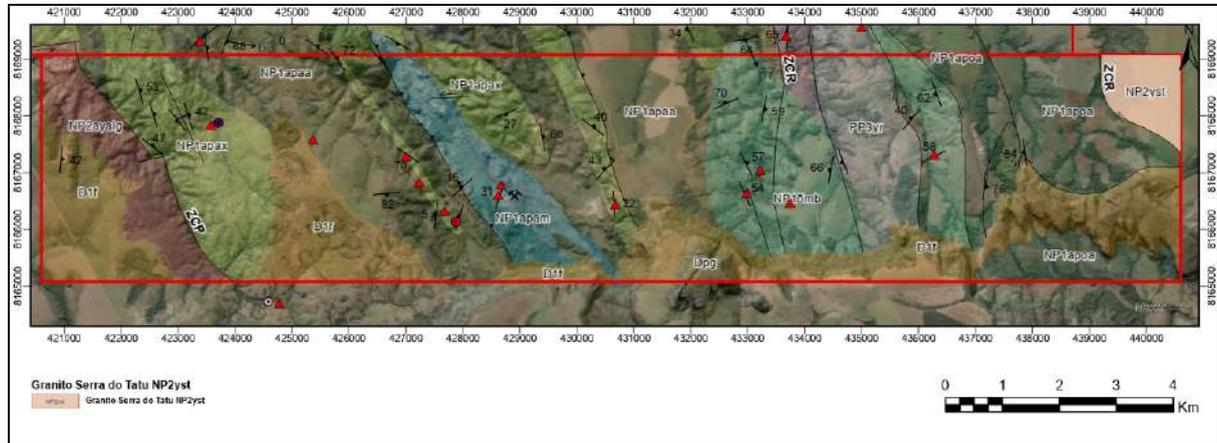


Figura 5.37 Área de ocorrência da unidade Granito Serra do Tatu na subárea X.

Em relação aos aspectos fisiográficos da área, é caracterizada por região aplainada, de solo esbranquiçado, parcialmente coberta por areia da erosão da Bacia do Paraná.

O mapeamento da unidade foi realizado com base em blocos in situ amontoados (Figura 5.38).

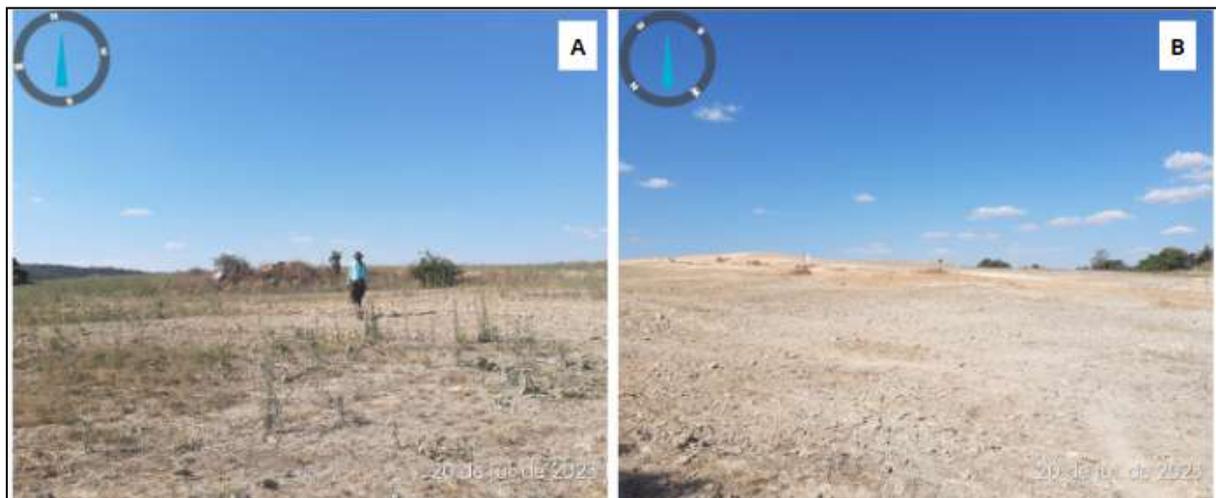


Figura 5.38 Tipos de afloramento da Unidade Granito Serra do Tatu TF23-X-77 433223E E 8167061S. (A) Afloramento em blocos amontoados. (B) Solo esbranquiçado na área da unidade Serra do Tatu.

Granodiorito: Em amostra de mão a rocha foi identificada preservada e também foliada, com variação de cor branco e bege, leucocrática, grau de cristalinidade holocristalina,

fanerítica, com granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais xenomórficos. Sua mineralogia é composta por plagioclásio (1-7mm) de cor branca, hábito anedral, quartzo de cor cinza, hábito anedral, biotita (0,5-5mm) de cor preta e marrom quando alterada, hábito irregular, marcando a foliação e feldspato bege de hábito anedral granular (5mm). Quando foliada, observa-se a presença de porções lepidoblásticas e granoblásticas, sendo classificada como um metagranodiorito.

Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: plagioclásio (40%), quartzo (30%), feldspato alcalino (15%), biotita (10%), muscovita (4%) e turmalina (1%). Utilizando o quartzo, feldspato e plagioclásio para plotar a amostra no diagrama QAP, chega-se a composição granodiorítica.

A análise petrográfica (Figura 5.39) permite identificar granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica, predomínio da textura granular com plagioclásio e quartzo e domínios onde os mesmos estão envoltos por lamelas de mica (biotita + muscovita). O feldspato possui hábito subhedral tabular. O plagioclásio é incolor, zonado com aspecto sujo, subhedral, possui geminação polissintética do tipo lei da albita, porém a geminação está obliterada devido a alteração e zonação no mineral. O quartzo possui hábito anedral e extinção ondulante. A biotita possui pleocroísmo marrom escuro-claro, hábito lamelar alongado, relevo médio e birrefringência alta. A muscovita é incolor, de relevo médio, hábito lamelar tabular e possui extinção mosqueada. A turmalina possui cor marrom, relevo alto, seção basal arredondada e alta birrefringência.



Figura 5.39 Amostra TF23-X-77 433223E e 8167061S. (A) Amostra de granodiorito foliado. (B) Fotomicrografia 2,5x com destaque textura lepidoblástica marcada pela biotita e muscovita envolvidos por cristal de quartzo e plagioclásio. (C) Fotomicrografia 2,5x evidenciando cristal de plagioclásio zonado.

5.6 Granito Ribeirão Água Limpa (NP2 γ al)

A unidade Ribeirão Água Limpa representa aproximadamente 5% da área X, abrangendo o limite oeste (Figura 5.40). Esta unidade é representada por uma faixa alongada em sentido NNW-SSE que se estende até as áreas ao norte. A Unidade é mais jovem que a sequência metavulcanossedimentar, está paralela ao Córrego Sucuri e intrude parte dos anfibolitos e xistos da região.

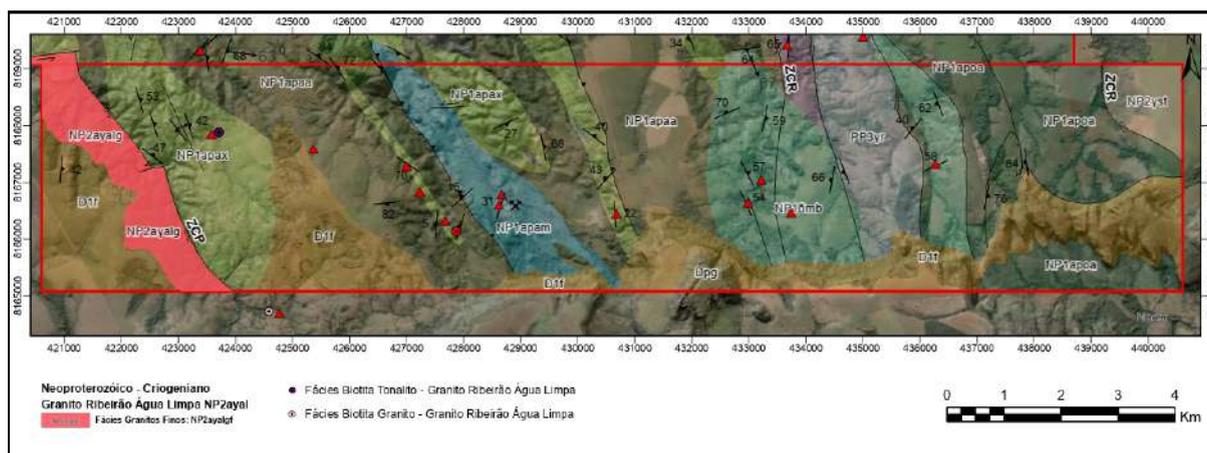


Figura 5.40 Área de ocorrência da unidade Ribeirão Água Limpa na subárea X.

Em relação aos aspectos fisiográficos da área, é caracterizada por relevo fortemente ondulado, drenagem encaixada e vegetação densa ao longo do canal de drenagem. Isto torna a região de difícil acesso na área X, dificultando a descrição dos afloramentos e individualização das fácies.

O mapeamento da unidade foi realizado com base em afloramentos in situ em braço de drenagem do Córrego Sucuri.

Esta unidade é composta predominantemente por granitos. Na subárea X foi possível identificar apenas duas fácies, sendo elas: granito porfirítico róseo-esverdeado e gnaiss deformado da fácies biotita tonalito.

Granito porfirítico róseo-esverdeado: Em amostra de mão são rochas de cor cinza esverdeada (Figura 5.41). A rocha possui granulação fina a grossa, inequigranular, forma dos cristais subhedrais, com textura porfirítica constituída por porfiroblastos de feldspato em uma matriz máfica. Sua mineralogia é composta por feldspato alcalino de cor rosa, granulação grossa (10-5mm), de hábito subhedral. O plagioclásio é de cor branca, hábito anedral. O quartzo de cor cinza, hábito anedral e brilho graxo. A biotita e hornblenda aparecem na matriz e apresentam cor cinza esverdeada.

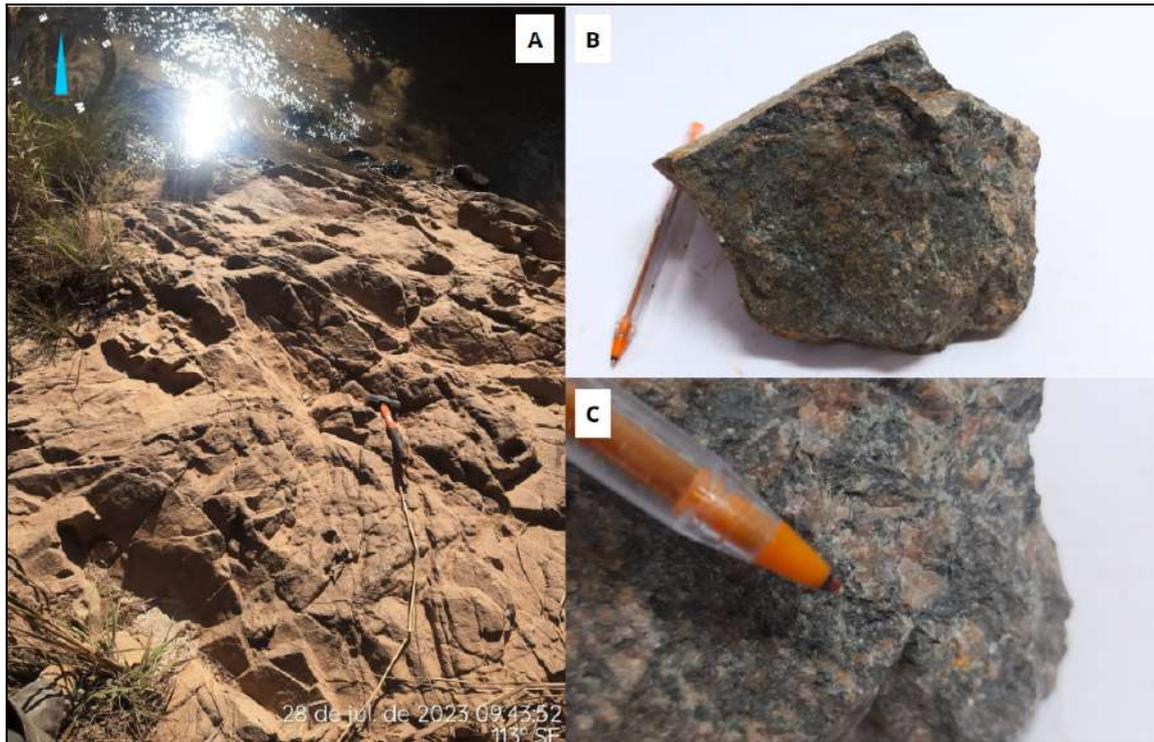


Figura 5.41 TF23-X-114 424643E 8164798S: Aspecto de afloramento da Unidade Granito Ribeirão Água Limpa. (A) Afloramento in situ bastante fraturado. (B) Granito porfirítico com feldspato róseo (C) Detalhe de cristal de feldspato em matriz esverdeada máfica.



Figura 5.42 Fotografia de Biotita Gnaiss Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S. (A) Bt gnaiss com composição tonalítica.

Biotita Gnaiss: Em amostra de mão são rochas de bandamento gnáissico com variação de cor cinza a branco (Figura 5.42). A rocha possui granulação média a grossa, inequigranular e forma dos cristais anédricos. Sua mineralogia é composta por plagioclásio de cor branca, hábito anedral, porfiroblastos subédricos de granadas amarronzadas, e quartzo de cor cinza, hábito anedral e brilho graxo, onde ambos marcam o domínio granoblástico. Já os cristais de biotita possuem cor preta e marrom quando alterada, hábito subhedral, marcando o domínio lepidoblástico. A mineralogia é representada por quartzo, plagioclásio, biotita e granada. Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: plagioclásio (40%), quartzo (35%), biotita (15%) granada (5%) e muscovita (5%).

Nas análises petrográficas (Figura 5.42) os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: plagioclásio (40%), quartzo (35%), biotita (15%) granada (5%) e muscovita (5%).

A rocha possui granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais subédricos a anedrais, com predomínio da textura granoblástica evidenciada por plagioclásio, quartzo, e domínios de textura lepidoblástica com porfiroblastos de granada envoltos por biotita. O plagioclásio é incolor, de hábito anedral, possui geminação polissintética do tipo lei da albite e possui teor de An-30. O quartzo possui hábito anedral e extinção ondulante. A biotita possui pleocroísmo marrom escuro-marrom claro, hábito lamelar alongado e extinção mosqueada. A muscovita é incolor, possui hábito lamelar tabular e extinção mosqueada. A granada é incolor, hábito anedral arredondado, relevo alto, está bastante fraturada e com inclusões de quartzo.

De acordo com a composição modal e plotagem no diagrama QAP, o gnaiss tem origem tonalítica. Em relação a deformação, o plagioclásio aparece concordante com a foliação, indicando deformação inter-tectônica a syn-tectônica. Em relação a granada, não é possível comparar sua estrutura interna com a foliação.

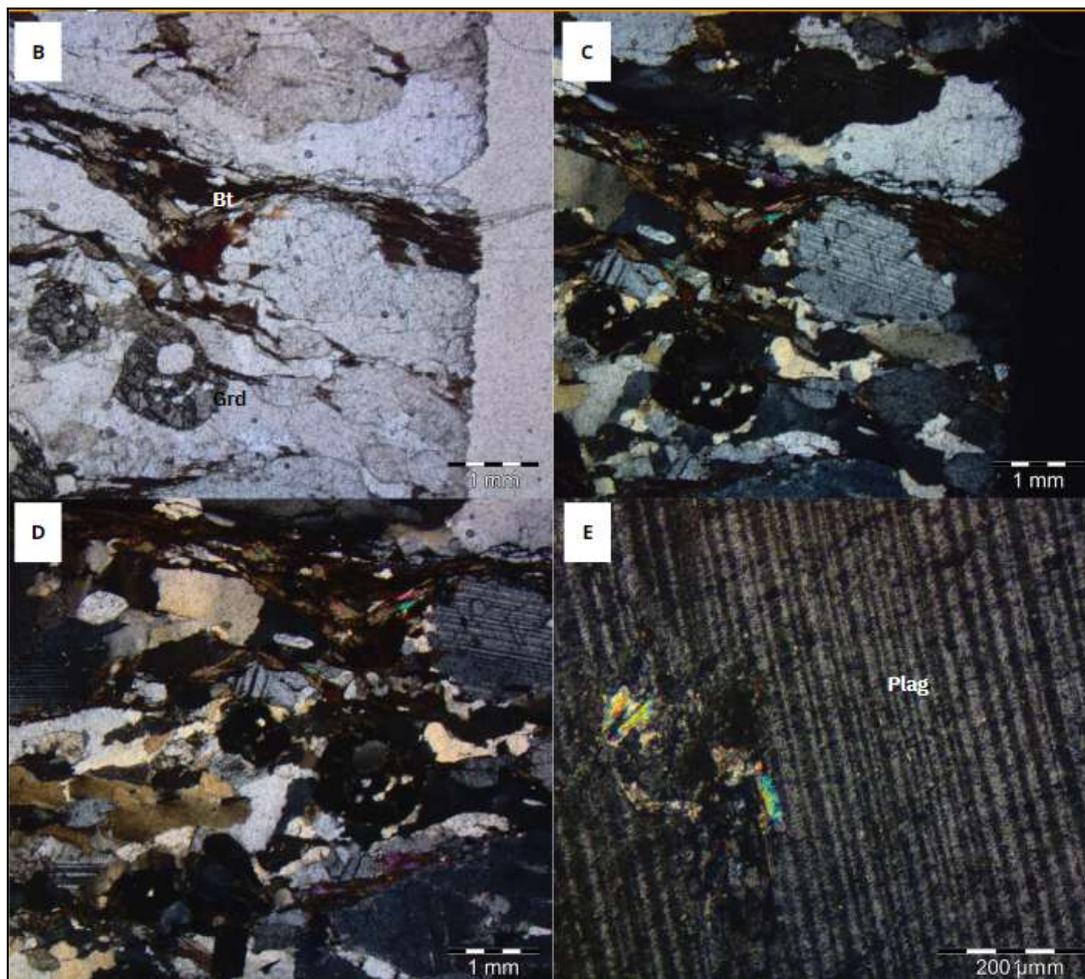


Figura 5.43 Fotografia de Granito Água Limpa Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S. (B) e (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os porfiroblastos de granada e lamelas de biotita marcando a foliação. (D) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando os cristais de plagioclásio e muscovita e biotita. e muscovita (E) Fotomicrografia (10x) evidenciando os cristais de plagioclásio geminado.

5.7 Ocorrência Vulcânica

As vulcânicas, de idade indefinida, representam litologias pontuais inseridas na sequência metavulcanossedimentar. Os afloramentos estão in situ ao longo de canais de drenagem (Figura 5.44). A mineralogia é formada por plagioclásio, feldspato, quartzo, biotita e opacos como acessórios.

Em amostra de mão são rochas de cor cinza esbranquiçada, textura porfírica, com granulação fina a média, forma dos minerais euédrica a subédrica, holocristalina, arranjo dos minerais inequigranular e estrutura maciça. A mineralogia é composta por biotita imersa em uma matriz microcristalina de quartzo-feldspato-plagioclásio.

Os minerais variam de acordo com as seguintes proporções: quartzo (45%), plagioclásio (30%), biotita (14%), feldspato alcalino (5%), apatita (1%), minerais secundários sericita (3%) e epidoto (2%).

Nas análises petrográficas (Figura 5.45) rocha de granulação muito fina a média, porfírica e inequigranular. A composição é dada por fenocristais de biotita subédricas, com pleocroísmo de marrom claro a marrom escuro, extinção picotada e alta cor de interferência, cristais de quartzo com extinção ondulante e anedrais, cristais de plagioclásio com geminação do tipo albita e An-40, e localmente feldspato alcalino, com geminação albita-periclina. Entre os fenocristais tem-se matriz de composição quartzo-feldspática, com alguns cristais de k-feldspatos geminados. Cristais de epidoto com alto relevo e cor de interferência ocorrem ao longo de alguns cristais de plagioclásio. Observa-se a presença de *sieve texture* nos cristais de plagioclásio, e em cristais pontuais observa-se também bordas de alteração para sericita. Localmente há cristais de quartzo engolfados.



Figura 5.44 TF23-X-203 4427759E 8166256S: (A) (B) Aspecto do afloramento do dacito. (C) Detalhe de blocos de dacito ao longo do canal de drenagem.

As texturas secundárias observadas podem ser um indicativo das condições de alívio de pressão, como por exemplo os cristais de quartzo engolfado e a *sieve texture* geradas pelo processo de decompressão durante a ascensão do magma. Processos posteriores de

hidratação da rocha podem ser indicados devido a presença de processos de alteração de saussuritização e sericitização.

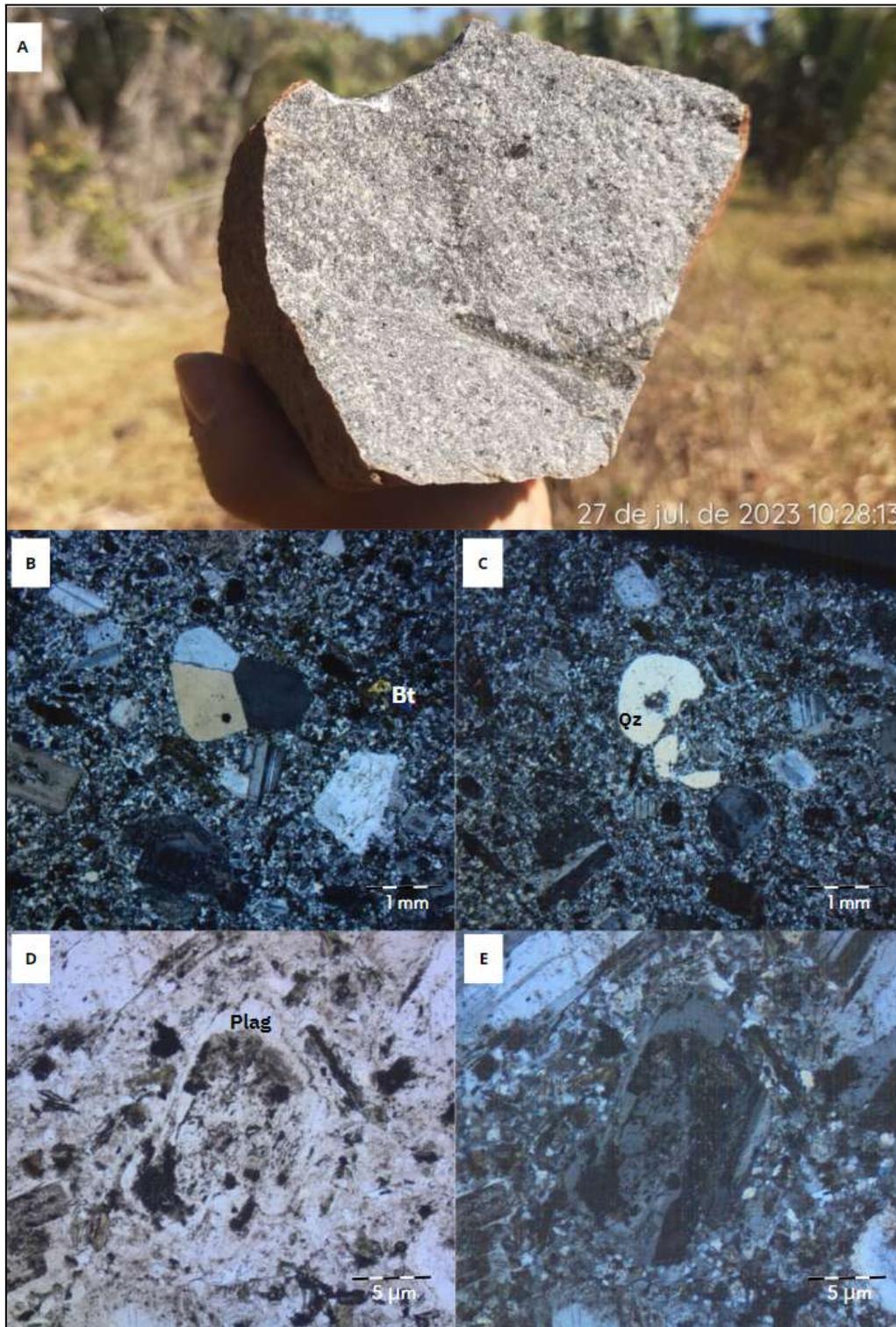


Figura 5.45 Fotografia do Dacito TF23-X-203 4427759E 8166256S. (A) Rocha de cor cinza esbranquiçada, granulação fina, com matriz quartzo-feldspática. (B) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de quartzo aglomerado (C) Fotomicrografia (2.5x) evidenciando cristal de quartzo engolfado (D) Fotomicrografia (4.5x) evidenciando cristal de plagioclásio zonado a nicóis paralelos (E) Fotomicrografia (4.5x) em nicóis cruzados.

5.8 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná representa 25% da área X, abrangendo toda a porção sul da área (Figura 5.46 e 5.47). O principal grupo presente na área é o Grupo Paraná, constituído pela Formação Furnas e Formação Ponta Grossa. O Grupo Rio Ivaí, constituído pelas formações Vila Maria e Iapó, ocorre de forma pontual fora da área de estudo, assim esta unidade não foi mapeada no perfil estratigráfico. A Formação Vila Maria é representada por folhelhos e siltitos micáceos, enquanto a Formação Iapó é caracterizada por conglomerados e diamictitos maciços (Adôrno, 2014).

Durante o trabalho de campo, foi possível realizar caminhamento de 4 km (20 pontos) descendo a estratigrafia da Bacia do Paraná (Figura 5.48), desde o Morro da Mesa, representado pela Formação Ponta Grossa, até a Formação Furnas que se estende até cotas mais baixas.

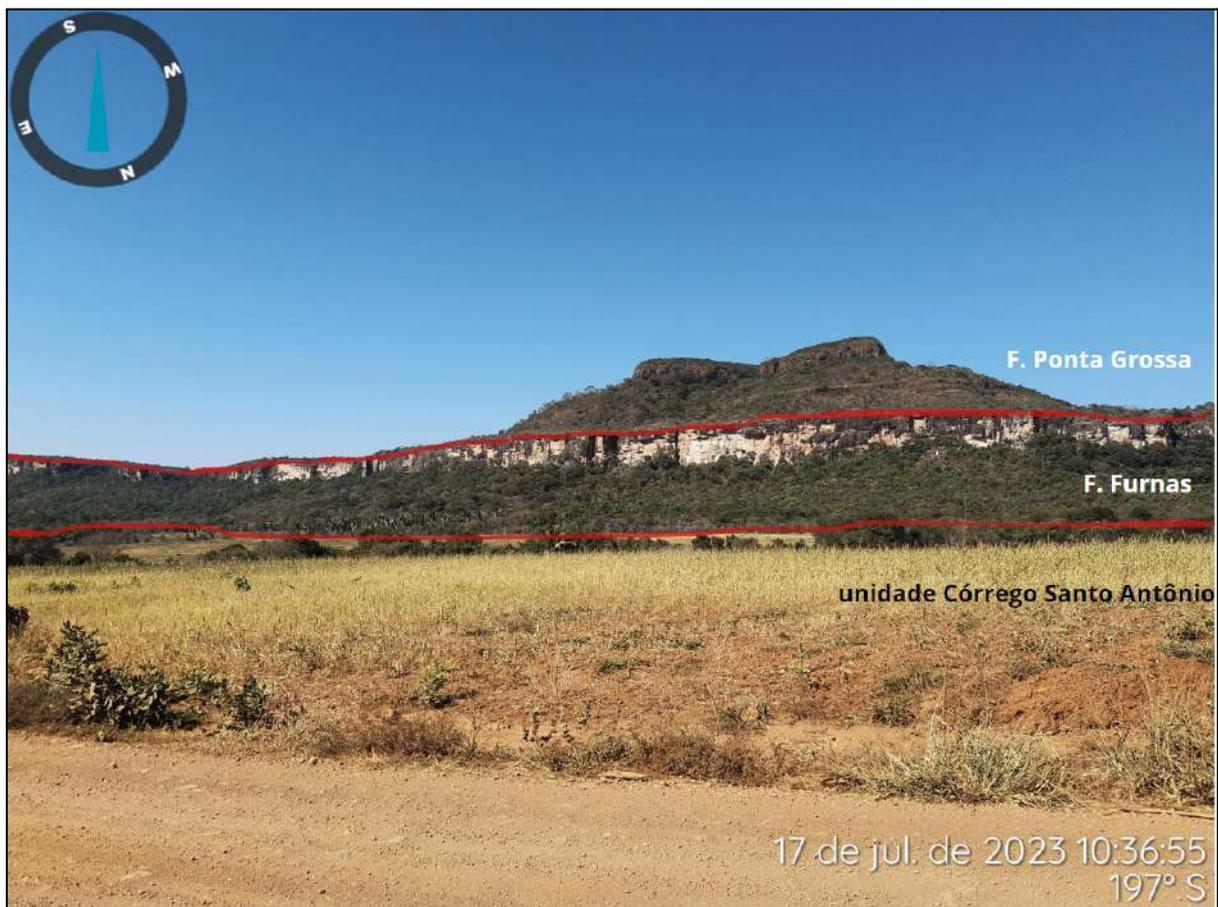


Figura 5.46 Fotografia da Bacia do Paraná.

A Formação Furnas predomina na área do Projeto Arenópolis e apresenta direção E-W que ocupa todo o limite sul da subárea X, recobrando parte das unidades descritas em

tópicos anteriores. Esta formação é composta por arenitos intercalados com arenitos conglomeráticos e siltitos.

A Formação Ponta Grossa limita-se à porção centro-sul da área, restrita ao Morro da Mesa. Esta formação é composta por arenito fino a conglomerático, siltitos e níveis argilosos.

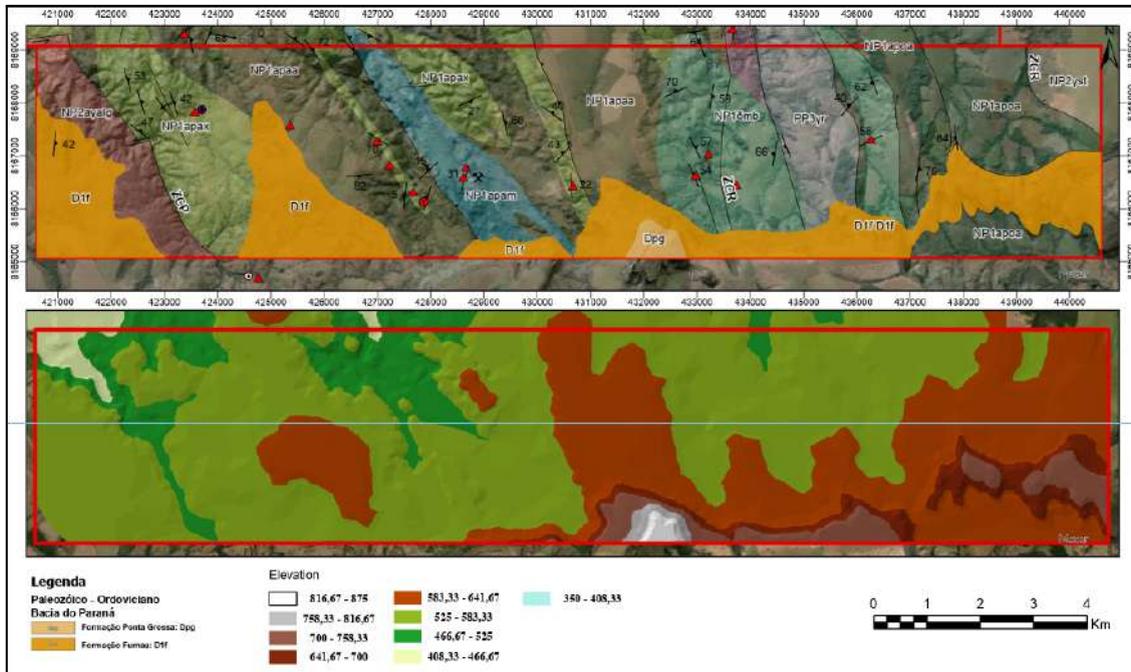


Figura 5.47 Área de ocorrência da Bacia do Paraná na subárea X.

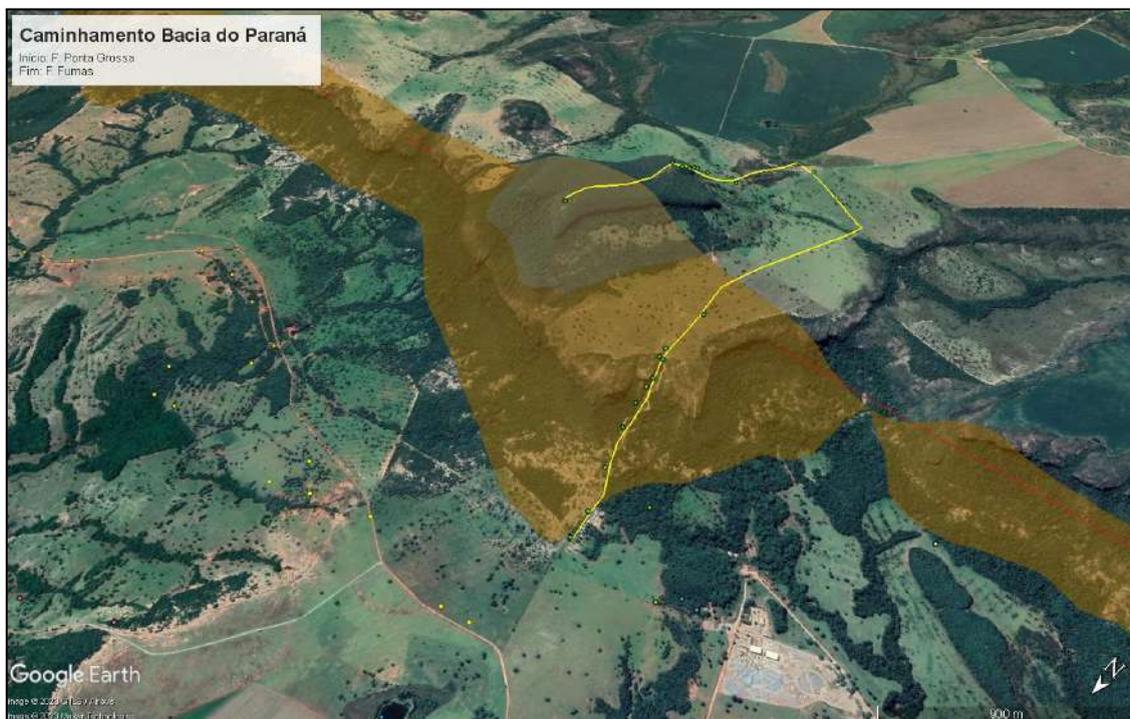


Figura 5.48. Caminhamento realizado na Formação Ponta Grossa e Furnas.

5.8.1 Grupo Paraná

5.8.1.1 Formação Furnas (D1f)

A Formação Furnas aflora em toda porção sul da área X e ocupa aproximadamente 23% da área.

Em relação aos aspectos fisiográficos, esta unidade apresenta relevo do tipo escarpa (Figura 5.48), de direção aproximadamente E-W e cota que variam de 620m a 740m. Além disso, os sedimentos inconsolidados da bacia recobrem parte da porção sul da área.

O mapeamento da formação foi realizado com base em afloramentos em corte de estrada, lajedo e encosta da escarpa (Figura 5.49), sendo possível mapear 13 afloramentos.

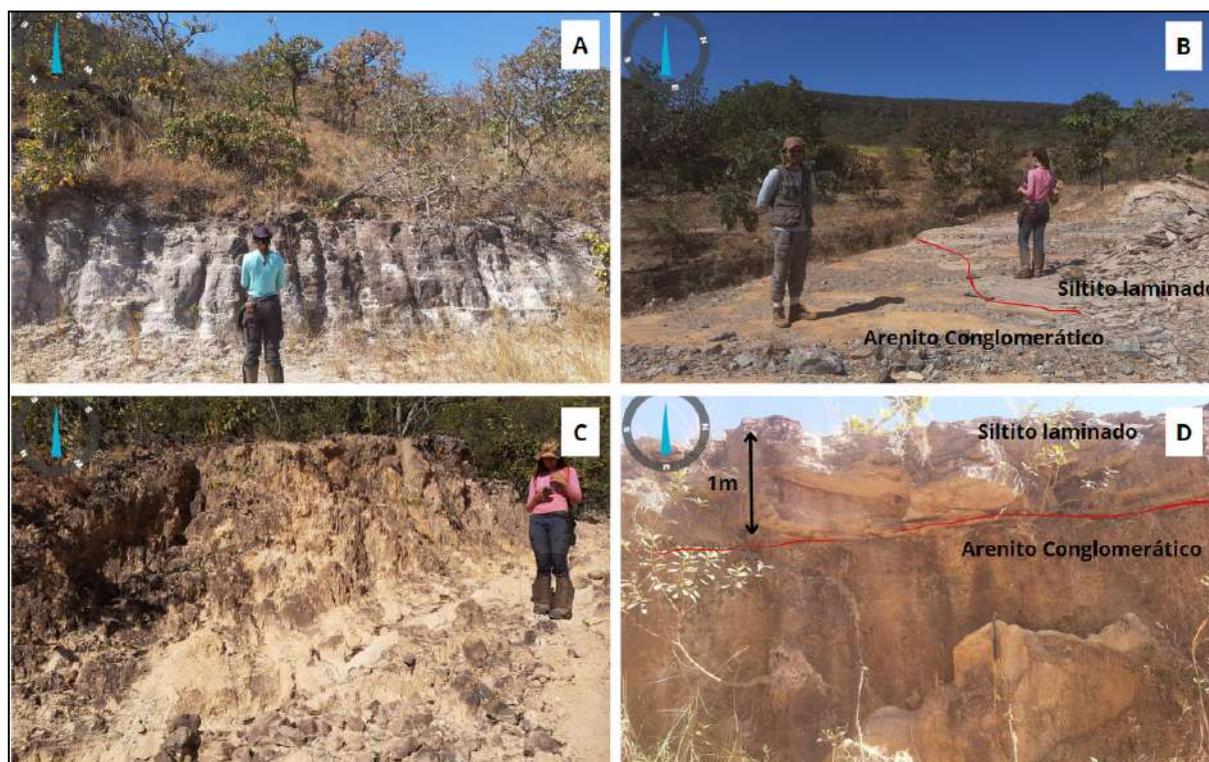


Figura 5.49 (A) TF23-X-67 437339E 8166225S: Fotografia de afloramento in situ de arenito conglomerático. (B) TF23-X-88 431413E 8165683S: Contato em planta entre siltito micáceo e arenito conglomerático. (C) TF23-X-96 431283E 8166208S: Arenito Conglomerático da Formação Furnas. (D) TF23-X-88 431413E 8165683S: Contato abrupto de arenito conglomerático com siltito micáceo de 1m de espessura.

5.8.1.1.1 Descrição de Fácies

Para a Formação Furnas foram descritas 5 fácies sedimentares (Tabela 8) e estas serão detalhadas a seguir.

Tabela 8. Conjunto de fácies da Formação Furnas

Sigla	Fácies	Estruturas	Simbologia
AFe	Arenito fino com estratificação cruzada	Estratificação Cruzada Tabular	
Sm	Siltito micáceo laminado	Laminação Plano-paralela	
ACe	Arenito Conglomerático estratificado e maciço	Estratificação Cruzada Tabular e Acanalada, por vezes maciço	
AMem	Arenito médio com estratificação cruzada e maciço	Estratificação Cruzada, laminação incipiente e maciço	 M
AFIp	Arenito fino laminado com ritmicidade de cor branca e roxa	Laminação paralela	

Fácies AFe - Arenito fino estratificado

Ocorre de forma local na subárea X. Trata-se de um arenito fino rosado (Figura 5.50). Possui areia fina a média, bem selecionada, com grãos subarredondados de alta esfericidade, possuem a cor branca na areia e rosa nos níveis argilosos. Sua estrutura é do tipo estratificação cruzada, com *sets* de 5 cm de largura entre os domínios com areia e a de argila que demarcam os sets.



Figura 5.50 TF23-X-79 431804E 8164059S: (A) Aspecto do afloramento da fácies AFe. (B) Detalhe do Arenito com estratificação cruzada.

Fácies Sm - Siltito micáceo

No contexto da área X a unidade é constituída por siltito micáceo (Figura 5.51). O Siltito possui granulometria silte com areia fina, é muito bem selecionado, os grãos são arredondados de alta esfericidade, sua cor é cinza esbranquiçado, possui brilhos de mica na parte superior e possuem laminação plano-paralela.

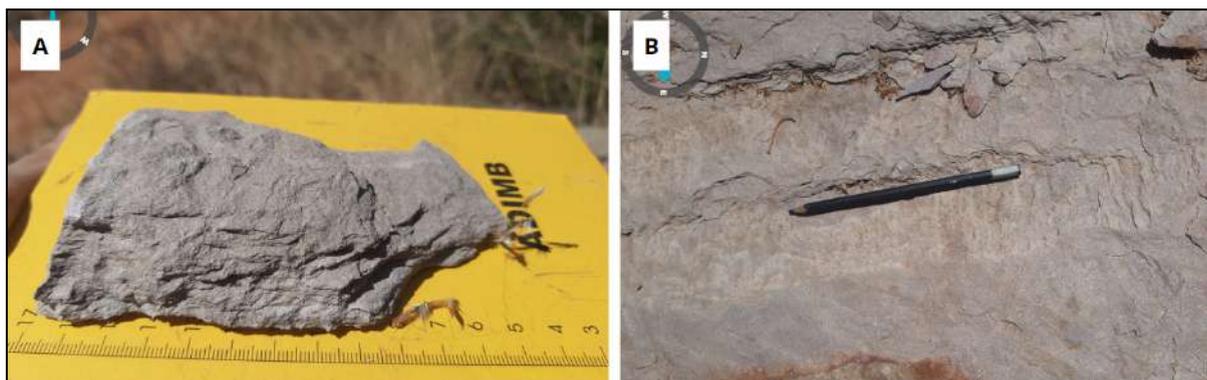


Figura 5.51. (A) TF23-X-68 437373E 8166536S: Arenito micáceo laminado Rocha. (B) TF23-X-68 437373E 8166536S Porção superior de arenito micáceo com estrutura ondulada.

Ao longo do perfil é possível visualizar o contato abrupto entre siltito micáceo e o arenito conglomerático. Na porção com siltito a rocha apresenta granulometria muito fina e cor cinza arroxeadado, diferenciando-se na fácies conglomerática, que apresenta cor marrom e granulometria muito grossa. Neste contato, o siltito se restringe a espessuras de até 1 m, enquanto o arenito conglomerático apresenta espessuras de dezenas de metros (Figura 5.52).

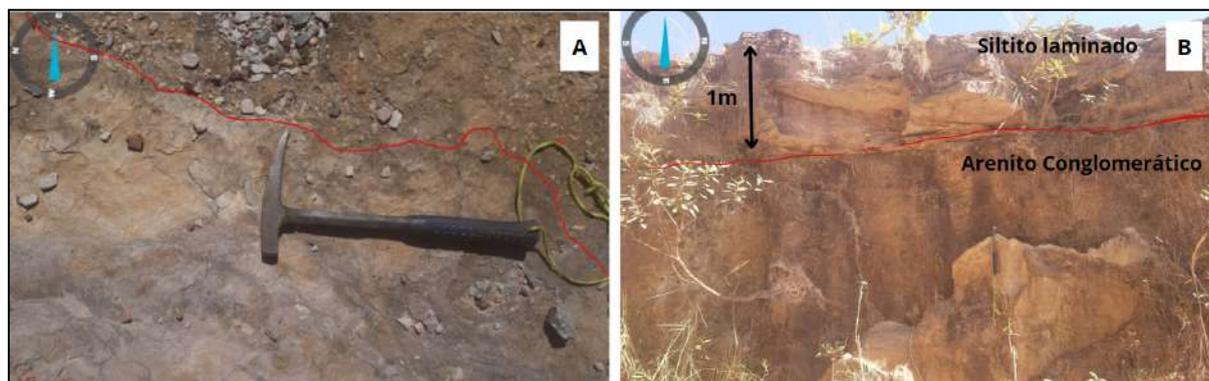


Figura 5.52. TF23-X-88 431413E 8165683S: (A) Detalhe em planta do contato siltito micáceo e arenito conglomerático (B) Contato entre siltito de 1m e arenito conglomerático.

Fácies AC - Arenito Conglomerático

Ocorre de forma abrangente na subárea X, com espessuras métricas a decamétricas, intercalados com camadas de arenito grosso e médio. Trata-se de um arenito conglomerático de cor branca e preto-acinzentado na superfície de alteração (Figura 5.53). Possui categoria siliciclástica, com grãos de granulometria fração areia média a seixos, o sedimento é mal selecionado, apresenta grãos angulosos e subangulosos de média esfericidade, determinando baixa maturidade textural.

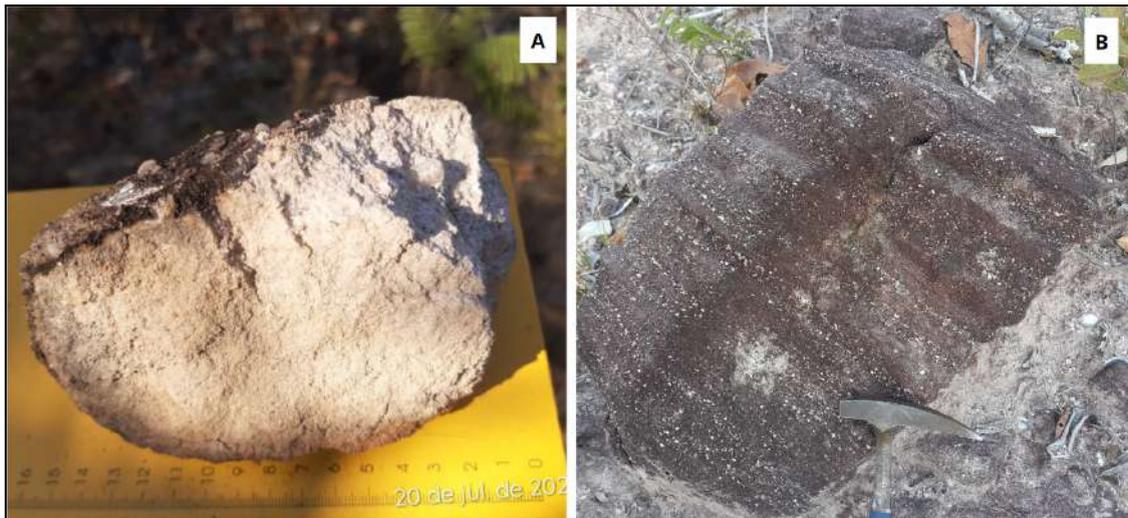


Figura 5.53 TF23-X-61 439295E 8165528S: Aspecto de afloramento da Formação Furnas. (A) Arenito conglomerático branco de grãos angulosos (B) Arenito conglomerático com estratificação marcada pela variação da granulometria.

Em relação às estruturas, a fácies, apresenta estratificação cruzada tabular, acanalada e maciça (Figura 5.54). O contato entre as outras fácies por vezes aparece de forma abrupta em contato com siltitos e de forma gradual com arenito grosso a médio.

Nas estratificações cruzadas, é possível realizar medições nos estratos e determinar a direção de fluxo predominante. Neste caso o fluxo da corrente é dominante no sentido WNW-ESE e WSW-ENE (Figura 5.55).



Figura 5.54. (A) TF23-X-67 437339E 8166225S: Arenito Conglomerático com estratificação cruzada. (B) TF23-X-89 431423E 8165404S: Arenito Conglomerático com estratificação cruzada e acanalada.

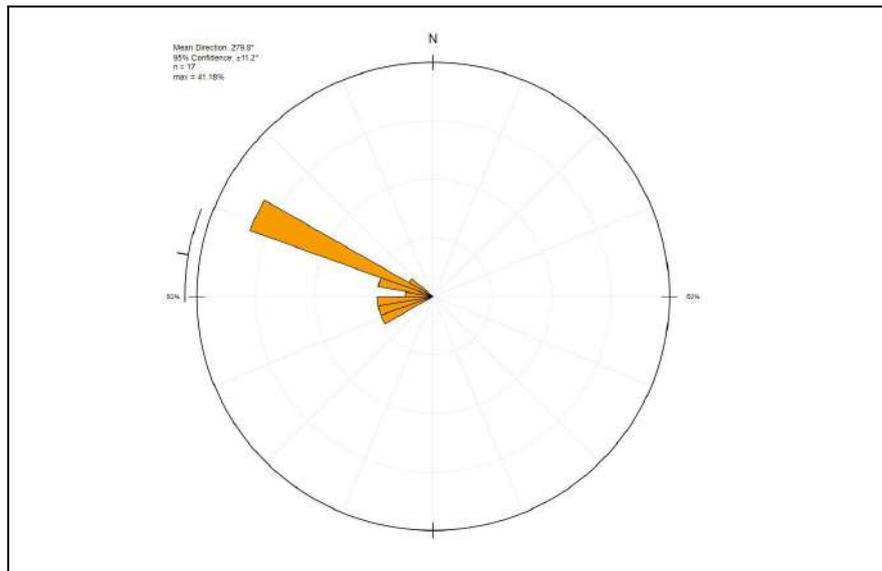


Figura 5.55. Estereograma de direção de fluxo do arenito conglomerático com trend dominante para WNW-ESE.

Fácies AMem - Arenito médio com estratificação e maciço

Ocorre de forma abrangente na subárea X, com espessuras métricas, intercalados com camadas de conglomerado. Trata-se de arenito médio de cor branca (Figura 5.56-A) e branca amarelada de maneira pontual em amostra com feição de alteração química (Figura 5.56-B). Possui categoria siliciclástica, com grãos de granulometria fração areia média a fina, o sedimento é bem selecionado, apresenta grãos subangulosos e subarredondados de média esfericidade a alta esfericidade.

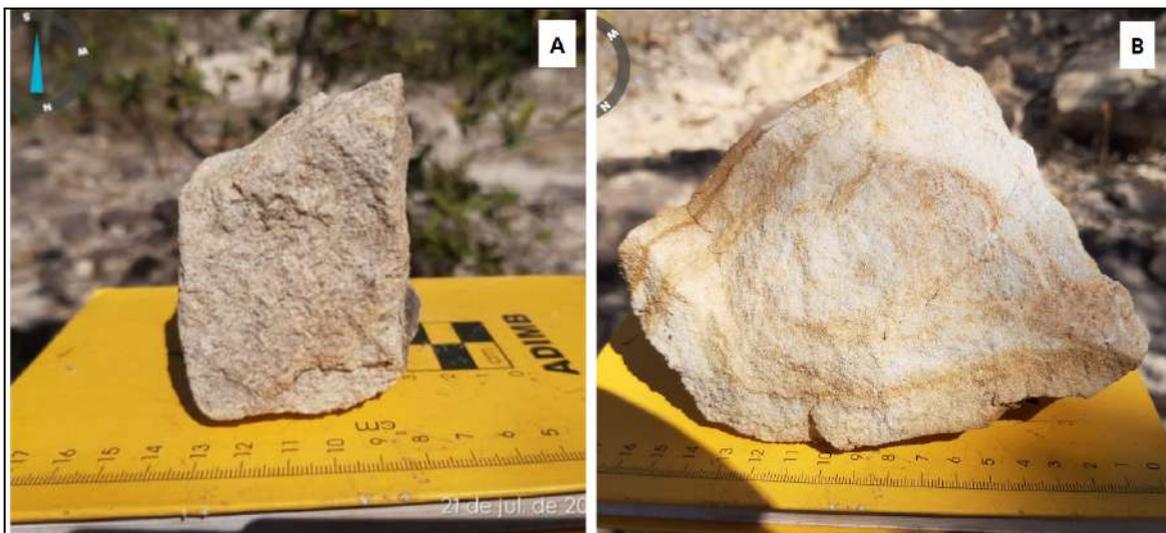


Figura 5.56. (A) TF23-X-94 431364E 8165930S: Arenito médio com fragmentos líticos.. (B) Arenito médio com feições de alteração química.

Em relação às estruturas (Figura 5.57), a fácies, apresenta estrutura em estratificação cruzada, laminações paralelas incipientes e predominantemente se encontra estruturas maciças e sedimentos inconsolidados. O contato entre as outras fácies aparece de forma gradacional entre areia média e o arenito conglomerático (Figura 5.57-B).



Figura 5.57 (A) TF23-X-92 431367E 8165820S: Arenito médio branco. (B) TF23-X-93 431367E8165859S: Contato entre arenito grosso e arenito conglomerático. (C) TF23-X-91 431386E 8165733S: Detalhe de Arenito Grosso intercalado com níveis de granulometria muito grossa.

Fácies AFlp- Arenito fino laminado

Ocorre de forma local na subárea X, com espessuras centimétricas. Trata-se de arenito fino branco arroxeadado, por vezes com intercalação de cor roxa e branca separando porções com variação composicional de areia para argila (Figura 5.58). Possui categoria siliciclástica, com grãos de granulometria fração areia fina e argila, o sedimento é bem selecionado, apresenta grãos arredondados de alta esfericidade, determinando alta maturidade textural.

Em relação às estruturas, a fácies, há predomínio da laminação plano-paralela, com intervalos milimétricos a centimétricos (Figura 5.58-B).



Figura 5.58 TF23-X-97 431036E 8166216S: (A) Ritmito de areia fina e cor roxa alternada com branco. (B) Ritmito de areia fina de cor roxa na base e branca no topo. TF23-X-99 43155E 8166554S: (C) Aspecto do afloramento fácies AF1p (D) Detalhe da amostra de mão do arenito fino com laminação plano-paralela.

5.8.1.2 Formação Ponta Grossa (Dpg)

A Formação Ponta Grossa aflora na porção centro-sul da área X, restrita ao Morro da Mesa e ocupa aproximadamente 1% da área.

Em relação aos aspectos fisiográficos, esta unidade apresenta relevo do tipo morro testemunho de topo levemente ondulado com cotas que variam de 870m a 777m.

O mapeamento da formação foi realizado com base em cortes de estradas e encostas de morro (Figura 5.59), sendo possível mapear 7 afloramentos.



Figura 5.59 (A) TF23-X-85 432008E 8164749S: Aspecto do afloramento de arenito em encosta de morro na porção basal da Formação Ponta Grossa. (B) TF23-X-84 432011E 8164716S: Afloramento de arenito argiloso encosta de morro em cota alta. (C) TF23-X-87 431898E 8164516S: Afloramento in situ de arenito ferruginoso na base do Morro da Mesa.

5.8.1.2.1 Descrição de Fácies

Para a Formação Ponta Grossa foram descritas 4 fácies sedimentares (Tabela 9) e estas serão detalhadas a seguir.

Tabela 9. Conjunto de fácies da Formação Ponta Grossa

Sigla	Fácies	Estruturas	Simbologia
SAf	Subliarenito com cimentação ferruginosa e níveis conglomeráticos	Laminação paralela e maciça	≡≡≡ M
AFm	Arenito Médio a fino	Maciço	M
Aep	Arenito grosso intercalado com níveis argilosos centimétricos	Estratificação paralela	≡≡≡
ASl	Arenito siltoso laminado	Laminação paralela	≡≡≡

Fácies SAF - Subliarenito com cimentação ferruginosa

Ocorre de forma local na formação, com espessuras métricas. Trata-se de um Subliarenito ferruginoso (Figura 5.60) com areia fina a média, bem selecionada, com grãos subarredondados de alta esfericidade, sua cor é marrom avermelhada e apresenta cimentação ferruginosa.



Figura 5.60 TF23-X-81 432058E 8164865S: (A) Subliarenito ferruginoso. (B) Afloramento decimétrico de Subliarenito ferruginoso.

Na porção basal do Morro da Mesa é possível encontrar uma nova variação granulométrica para a fácies SAF. Trata-se de arenito ferruginoso conglomerático de cor marrom avermelhada (Figura 5.61). Possui areia fina a grossa, mal selecionado, com grãos subarredondados de alta esfericidade e cimentação ferruginosa.



Figura 5.61 TF23-X-87 431898E 8164516S: (A) Ritmito de areia fina e cor roxa alternada com branco. (B) Ritmito de areia fina de cor roxa na base e branca no topo.

Em relação às estruturas, a fácies, apresenta estrutura com laminação paralela e maciça.

Fácies AFm - Arenito fino maciço

Ocorre de forma pontual, intercalados com arenito grosso da fácies Aep. Trata-se de arenito de cor branca amarelada e rosado (Figura 5.62). Possui categoria siliciclástica, com grãos de granulometria fração areia fina a média, o sedimento é bem selecionado, apresenta grãos arredondados de alta esfericidade, determinando alta maturidade textural. A estrutura dominante é maciça.



Figura 5.62 TF23-X-82 431996E 8164806S: (A) Arenito de cor branco amarelado. (B) Afloramento em corte de estrada de camada decimétrica de arenito.

Fácies Aep - Arenito grosso intercalado com argila

Ocorre de forma pontual na subárea X, com espessuras métricas. Trata-se de um arenito grosso intercalado com níveis argilosos que variam de 1 a 5 cm (Figura 5.64). Possui categoria siliciclástica, com grãos de granulometria fração argila na base e areia grossa no topo, o sedimento é bem selecionado entre as camadas.

Em relação às estruturas, a fácies, apresenta estrutura com estratificação paralela com contato abrupto com arenito e níveis argilosos (Figura 5.63 e 5.64-C).

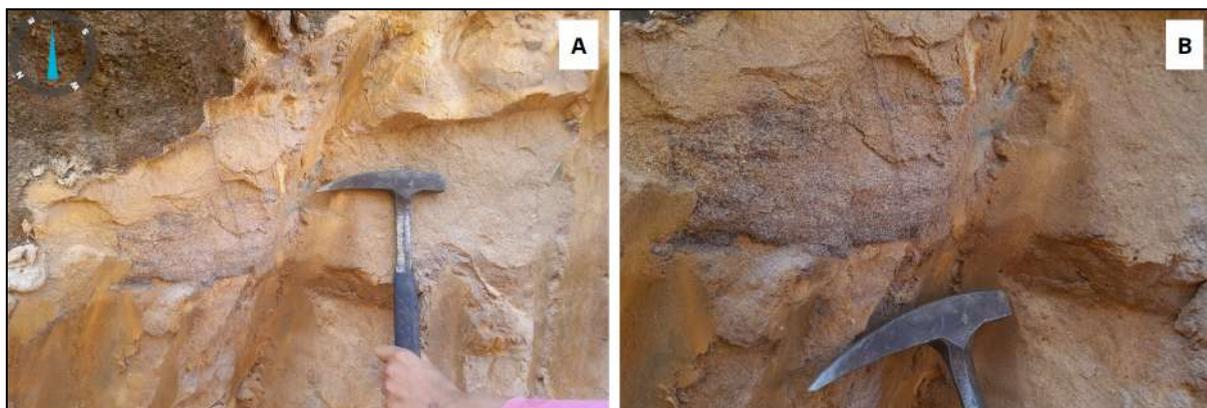


Figura 5.63 TF23-X-84 432011E 8164716S: (A) Afloramento de arenito grosso com nível argiloso. (B) Detalhe da alternância de granulometria.



Figura 5.64 TF23-X-84 432011E 8164716S: (A) Afloramento de arenito em parede de morro. (B) Alternância de níveis de arenito grosso com níveis argilosos. (C) Relação de contato entre argilito na base e arenito no topo.

Fácies ASI - Arenito siltoso laminado

Ocorre de forma local na subárea X, na porção inferior da Formação Ponta Grossa. Possui espessuras centimétricas de arenito siltoso (Figura 5.65). Trata-se de um arenito siltoso de cor branco amarelado, com areia fina a silte, bem selecionado, grãos arredondados de alta esfericidade. Possui estrutura com leve laminação paralela.



Figura 5.65 TF23-X-86 431996E 8164641S: (A) Arenito siltoso amarelado laminado. (B) Afloramento com laminação paralela.

5.8.1.3 Associação de Fácies

As fácies quando agrupadas registram atuação de processos de formação de determinado ambiente deposicional. Com base na correlação das fácies foi realizada interpretação dos processos e correlação estratigráfica (Figura 5.66 e 5.67). Essa associação é composta pelas fácies Sm, ACe, AMem, AFIp e AFe.

Tabela 10. Associação de Fácies Formação Furnas

Associação de Fácies	Fácies Sedimentares
Fácies-1	Sm, AFe e AFIp
Fácies-2	ACe e AMem

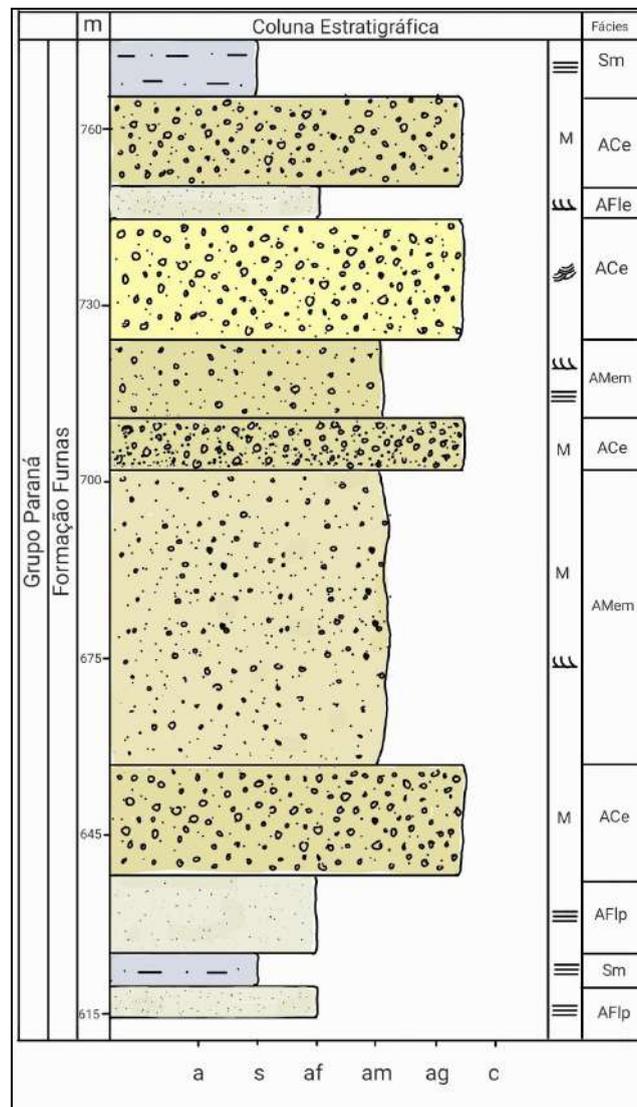


Figura 5.66 Coluna estratigráfica da Formação Furnas na subárea X.

Fácies-1:

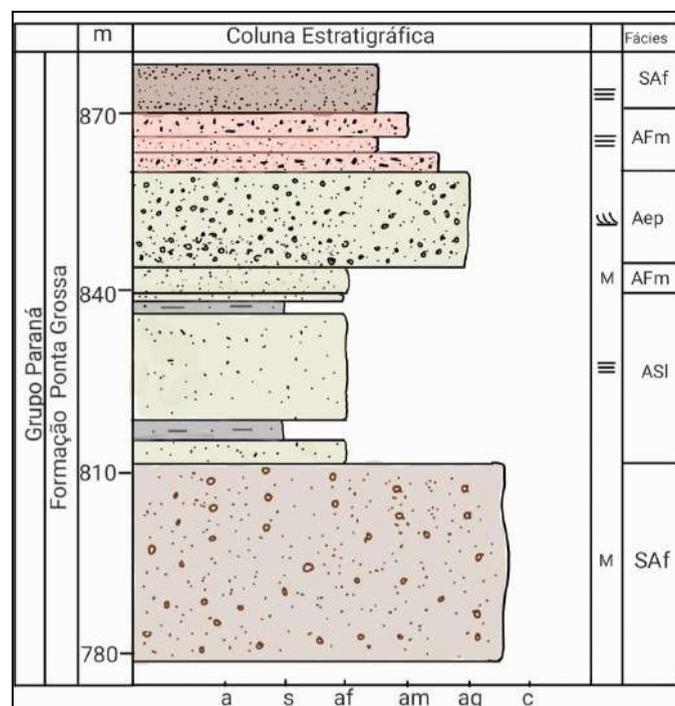
A AF-1 é composta principalmente pelas fácies Sm intercalado com a fácies e Aflp e AFe, com contato gradual entre as camadas. Neste contexto, os grãos de granulometria fina são transportados em suspensão, após perda da velocidade do fluxo ocorre deposição das partículas finas e inicia a formação de estruturas de fluxo inferior formando as estratificações da fácies AFe. Podem estar relacionados a planícies em ambiente fluvial.

Fácies-2:

A AF-2 é composta principalmente pelas fácies ACe intercalado com a fácies e AMem, com contato gradual entre as camadas e abrupto entre a Fácies-1. Neste contexto, os grãos de granulometria mais grossa são transportados em fluxo inferior de alta energia, concomitantemente com areia média derivada de suspensão.

Tabela 11. Associação de Fácies Formação Ponta Grossa

Associação de Fácies	Fácies Sedimentares
Fácies-1	SAf, AFm e Aep
Fácies-2	AFm e ASI

**Figura 5.67** Coluna estratigráfica da Formação Ponta Grossa na subárea X.

Fácies-1:

A AF-1 é composta principalmente pelas fácies SAf e Aep intercalado com AFm, com contato gradual entre as camadas. Neste contexto, os grãos de granulometria fina são transportados em regimes transgressivos granodecrescente para o topo.

Fácies-2:

A AF-2 é composta principalmente pelas fácies AFm e ASl, com contato gradual entre as camadas. Neste contexto, os grãos de granulometria fina são transportados em regimes de menor energia, com menor aporte de sedimento, permitindo depositar frações mais finas como silte.

5.8.1.4 Sistema Depositional

Com base na descrição das fácies, sua associação o ambiente deposicional da Formação Furnas e Ponta Grossa e análise de estudos bibliográficos realizados na área é possível inferir o ambiente deposicional.

Para a Formação Furnas, ainda há diversos debates acerca do tipo de ambiente, com argumentos para ambiente marinho raso (Figura 5.69) devido ao estudo recente de fósseis (Fulfaro, 1971; Sedorko et al., 2017; Richter et al., 2023; Galoski et al., 2023) ou ambiente fluvial (Figura 5.68) devido a presença de caulinita, sedimentos grossos e estratificação cruzada (Schneider et al., 1974; Camarço et al., 1980; Zalan et al., 1987; Milani et al., 1998), com deltas formados por rios entrelaçados e dominado por marés. Estes ambientes são responsáveis por formar diversas estruturas, tais como, estratificações cruzadas, plano-paralelas e acanaladas. Além disso, durante este processo, pode haver aporte de sedimentos finos marinhos.

De acordo com os dados coletados em campo, não é possível definir o ambiente fluvial ou marinho raso para a Formação Furnas, pois em ambos os ambientes é possível formar arenitos com estratificações cruzadas e em períodos de baixa energia depositar sedimentos finos.

A Formação Ponta Grossa foi interpretado como evento transgressivo da sedimentação flúvio-deltáico da Formação Furnas, com regimes de aumento da maré recobrando os deltas e surgindo ambiente marinho raso com formação de marés e ondas de tempestade. Além disso, os subliarenitos identificados na formação podem estar associados a progradação do delta, por fim, após este evento de progradação, ocorre novamente um evento

transgressivo de deposição de sedimentos finos, como silte-argila que intercala com as fácies de sedimento médio a grosso.

Há consenso de que a deposição do Ponta Grossa sobre o Furnas ocorre de forma transicional. Com base nos dados coletados em campo e estudos bibliográficos contendo dados fossilíferos, como de Diniz, 1985 e estudos mineralógicos de Maia, 2021, pode-se chegar a um consenso em relação ao ambiente transicional.

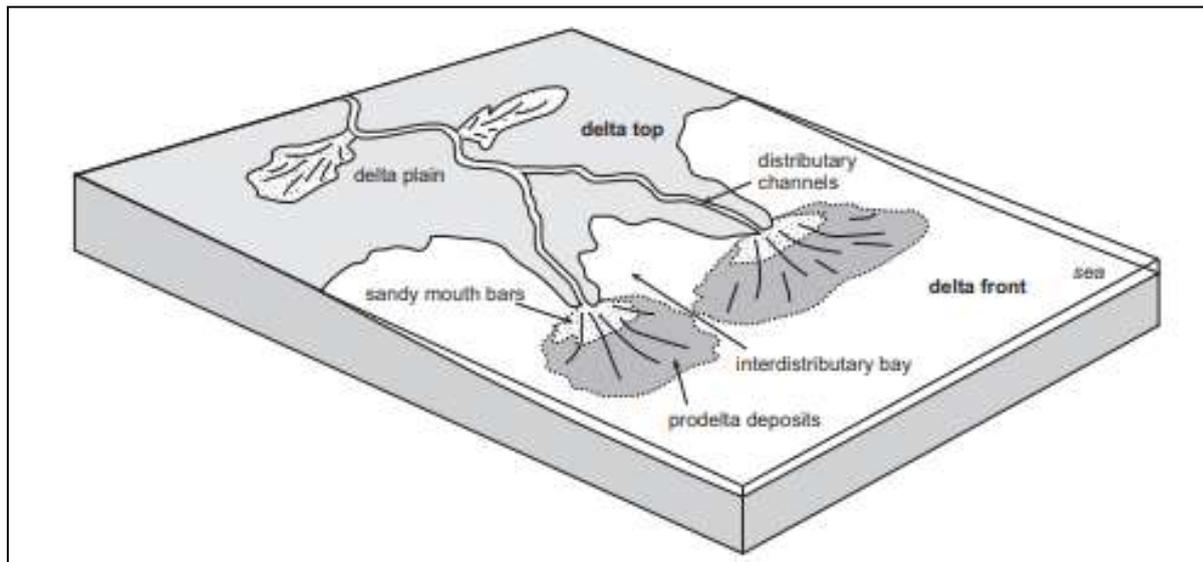


Figura 5.68 Modelo deposicional flúvio-deltaico. (Nichols, 2009).

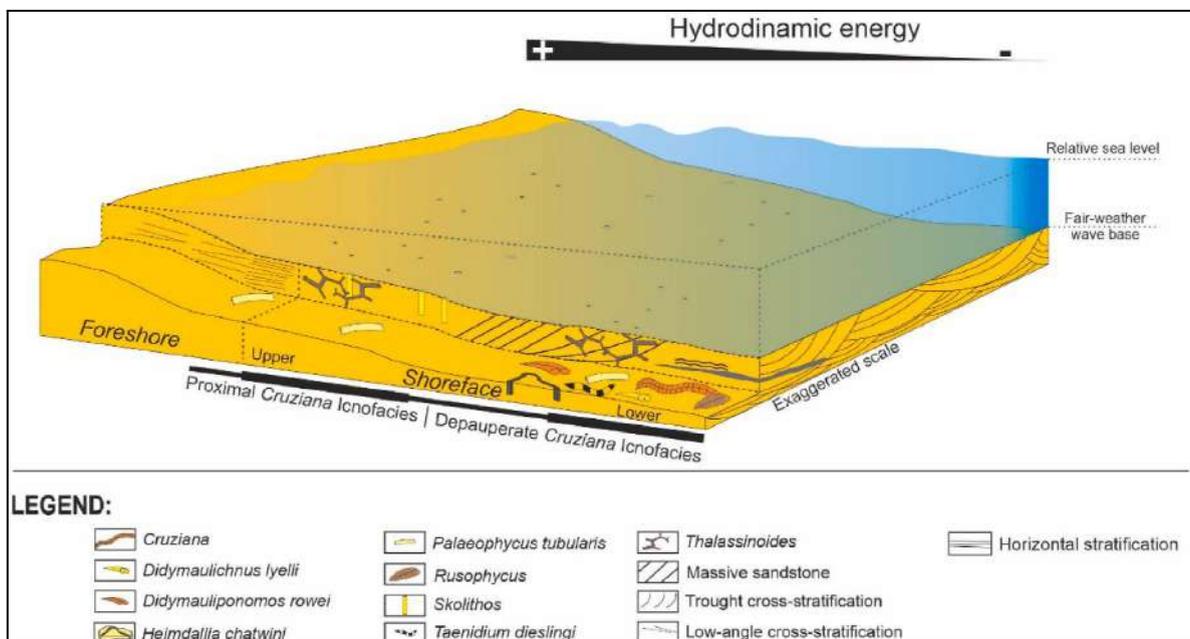


Figura 5.69 Modelo deposicional marinho raso (Retirado de Richter et al., 2023).

5.9 Suíte Alcalina

A Suíte Alcalina não é representativa na subárea X. Devido a intensa modificação antrópica por atividade agropecuária, dificultando encontrar rochas aflorantes nesta porção.

Esta unidade aparece apenas em duas ocorrências de afloramentos de blocos rolados próximo a estrada de terra e em amontoado de rochas da pedreira Montividiu.

Em amostra de mão são rochas maciças de coloração preta acinzentada (Figura 5.70), possuem textura porfirítica, com presença de leucita e olivina, possuem forte magnetismo.



Figura 5.70 TF23-X-104 431130E 8167504S:A. Alcalina porfirítica com olivina e leucita. TF23-X-74 437849E 8167361S:B. Alcalina porfirítica com leucita.

6. GEOLOGIA ESTRUTURAL

6.1 Introdução

O Projeto Arenópolis está situado dentro do cenário de arcos vulcânicos que contêm sequências de rochas metavulcanossedimentares, ortognaisses e intrusões pós-tectônicas (Rodrigues et, al. 1999).

O Arco Magmático de Goiás, especificamente em sua porção sul, onde se destaca o Arco Arenópolis, apresenta uma configuração tectônica de compressão e transcorrência, caracterizada pela presença de uma alta densidade de alinhamentos estruturais (Figura 6.1). Estes alinhamentos são notáveis por sua relação com os canais de drenagem e os rios principais da região.

No contexto estrutural da área, observam-se tanto estruturas de deformação dúctil quanto rúptil, sendo as zonas de cisalhamento predominantes. Essas zonas de cisalhamento seguem uma direção predominante NW-SE e desempenham um papel fundamental no

controle dos contatos tectônicos, além de acomodar as sequências metavulcanossedimentares alongadas e circundar os corpos graníticos intrusivos.

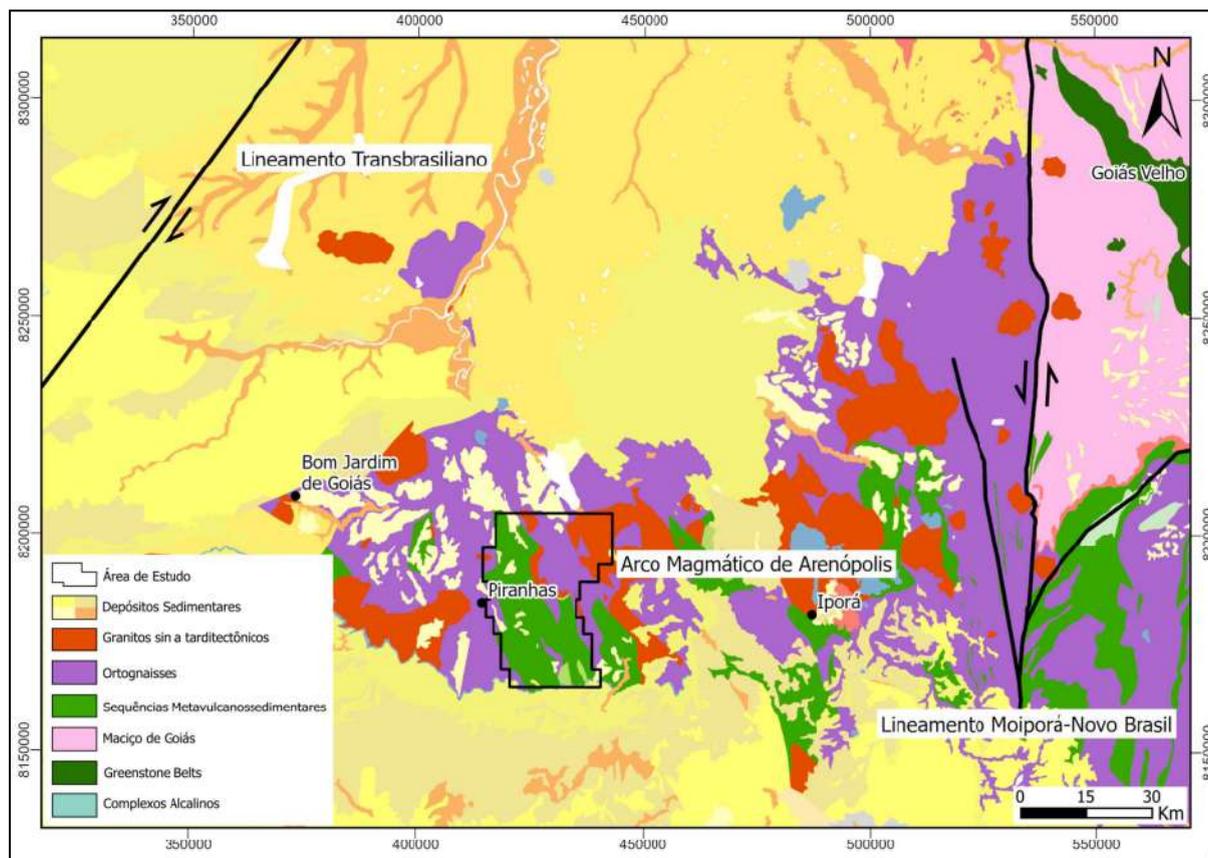


Figura 6.1. Mapa geológico regional com destaque para a área do Projeto Arenópolis. (Adaptado de Lacerda Filho et. al, 2021)

6.2 Estágios Deformacionais

Acerca dos estágios deformacionais, observa-se em toda a escala do Projeto Arenópolis quatro fases distintas, sendo elas: D_{n-1} , D_n , D_{n+1} e D_{n+2} .

A fase D_{n-1} é marcada por uma deformação predominantemente rúptil-dúctil, em contexto compressivo, relacionado a eventos de geração do arco intra-oceânico, dando origem a dobras fechadas e recumbentes, e aos empurrões direcionados para E-W entre os contatos das principais litologias que compõem a Seq. Córrego Santo Antônio.

A fase D_n , na área de estudo, é a que controla as estruturas predominantes do projeto. A mesma é marcada pelas extensas zonas de cisalhamento transcorrentes em contexto dúctil-rúptil, estágio de colisão e final colisional, juntamente à formação das lineações de estiramento mineral com baixo caimento e próximas ao strike do plano de foliação (S_n). Com a fase D_n , ocorre também o metamorfismo das unidades em fácies anfíbolito.

A fase D_{n+1} é marcada por um retrometamorfismo em fácies xisto verde, levando em consideração que as fácies de baixo grau ocorreram em contexto tardio na fase D_n , e geração da nucleação de fraturas de cisalhamento transcorrentes sintéticas e antitéticas através das zonas de cisalhamento, dando origem ao trend NW-SE e E-W evidenciada na área do Projeto Arenópolis.

Por fim, na fase D_{n+2} , a qual é marcada por um evento extensional em contexto rúptil, a qual está vinculada a processos erosivos do Arco Magmático de Goiás, falhas normais, fraturas e, também, a subsidência da Bacia do Paraná.

6.3 Domínios Estruturais

A partir da análise dos dados estruturais coletados em campo e correlacionando os mesmos com as estruturas observadas e interpretadas através dos produtos de sensoriamento remoto e aerogeofísica, foram definidos 3 domínios estruturais, subdivididos através do comportamento do arcabouço estrutural ao longo das unidades mapeadas (Figura 6.2). Na subárea X, pode-se observar apenas 2 domínios estruturais, sendo eles, o Domínio Caiapônia e o Domínio Piranhas.

As deformações presentes nos domínios estruturais da área X (Figura 6.3) ocorrem de maneira similar dentro das unidades, apresentando maior variação nos corpos intrusivos. Os principais dados obtidos foram foliações (S_n), fraturas (Fr) e lineações de estiramento mineral (L_n).

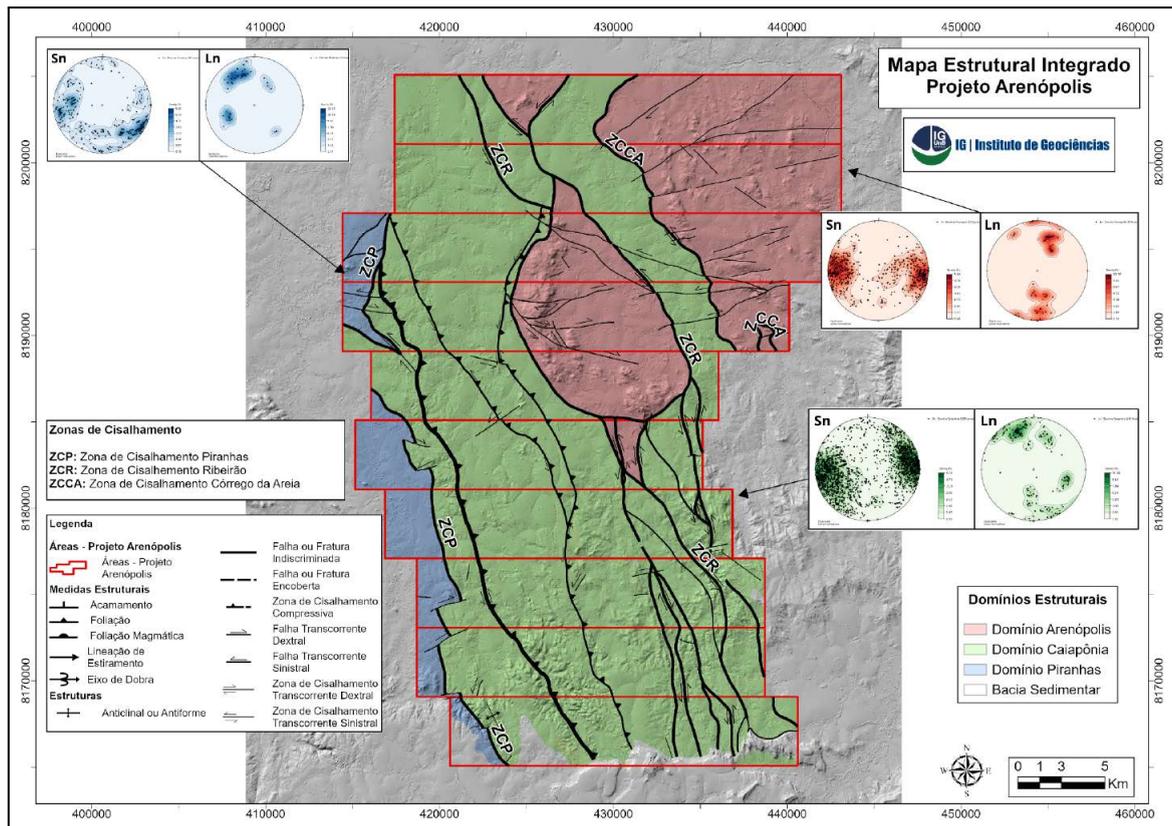


Figura 6.2 Mapa Estrutural Regional do Projeto Arenópolis

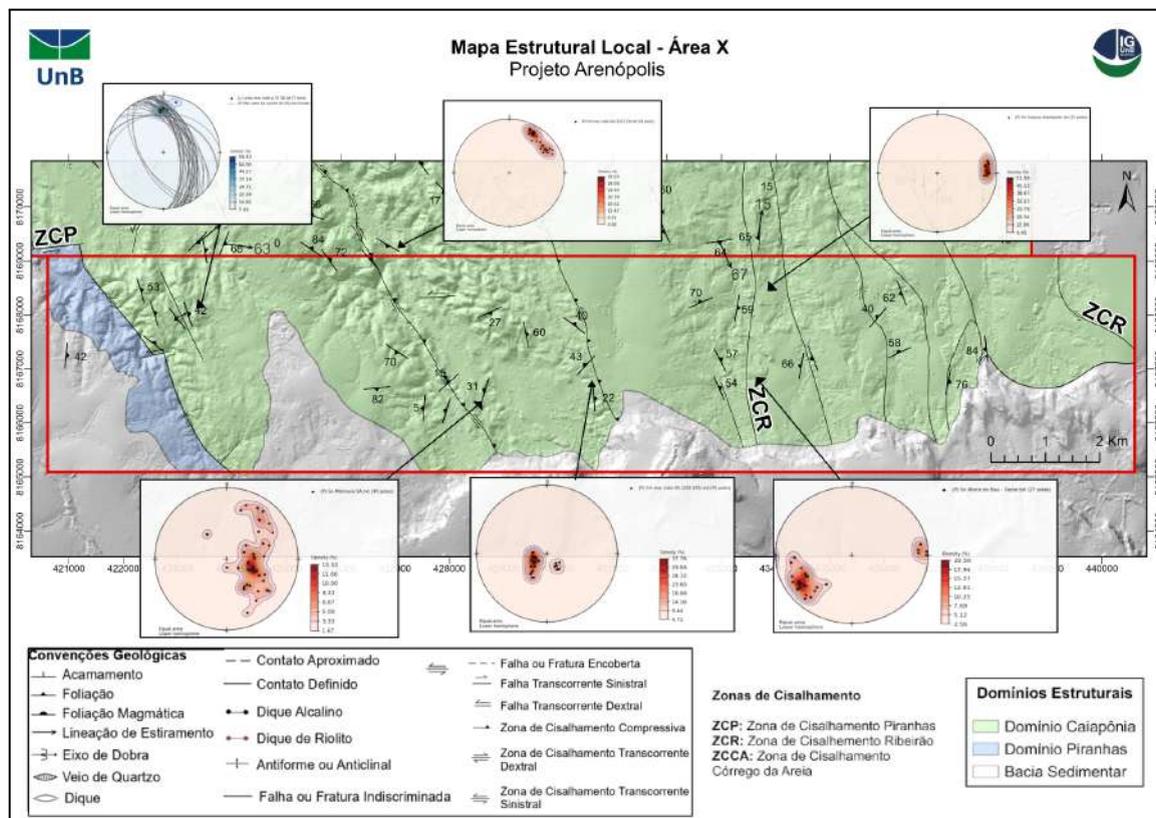


Figura 6.3 Mapa Estrutural Local subárea X.

6.3.1 Domínio Caiapônia

O Domínio Caiapônia está localizado predominantemente na porção central da área do Projeto Arenópolis e da área X, e apresenta orientação NW-SE na sua porção oeste e N-S em sua porção leste, sendo esta porção identificada nas áreas centrais e ao sul (Figura 6.2). As principais estruturas que compõem o domínio são foliações e fraturas das Sequências Metavulcanossedimentares Córrego Santo Antônio e Córrego da Onça.

Os principais tipos de foliações observadas foram xistosidade e bandamento composicional, onde a foliação da Sequência Córrego Santo Antônio possui *trend* predominante NW-SE e a da Sequência Córrego da Onça *trend* N-S.

O *trend* N-S, observado na porção leste do domínio com alto mergulho para E-W e lineações de estiramento mineral próximas ao *strike* da foliação com baixo caimento, pode ser correlacionado à Zona de Cisalhamento Ribeirão de caráter rúptil-dúctil.

No *trend* NW-SE, o qual ocupa grande parte da área de estudo, nota-se que os planos de foliação apresentam mergulho variável para NE-SW com lineações de estiramento mineral no *strike* do plano e sub-horizontal. Em relação a Zona de Cisalhamento Piranhas, a qual divide o Domínio Caiapônia do Domínio Piranhas, a mesma foi utilizada como divisora dos domínios que estão na porção oeste das áreas, tendo em vista que há mudanças significativas no padrão deformacional de ambas.

6.3.2 Domínio Piranhas

O Domínio Piranhas está localizado na porção extremo oeste da área do projeto e apresenta orientação NE-SW e N-S (Figura 6.2). As principais estruturas que compõem o domínio são foliações e fraturas da unidade do Granito Ribeirão Água Limpa, sendo predominante foliações do tipo bandamento composicional.

A partir dos estereogramas observa-se que o *trend* NE-SW possui maior densidade ao longo das áreas, com planos de foliação que apresentam mergulho variável para NW-SE e para E-W com lineações de estiramento mineral com caimento variável entre sub-horizontal e moderado. O domínio está em contato com o Domínio Caiapônia através da Zona de Cisalhamento Piranhas, onde a variação no *trend* da foliação e caimento da linha podem estar relacionadas com as condições deformacionais geradas pela presença da mesma.

6.3.3 Domínio Arenópolis

O Domínio Arenópolis está localizado na porção central e leste da área do projeto, com orientação N-S (Figura 6.2). As principais estruturas que compõem o domínio são foliações e fraturas da unidade do Granito Serra do Tatu e Granito Caiapó, sendo predominante foliações do tipo milonítica.

A partir dos estereogramas observa-se a predominância do *trend* N-S, sendo possível notar que os planos de foliação que apresentam mergulho alto para para E-W com lineações de estiramento mineral com caimento variável entre sub-horizontal e moderado, sendo mais observado as lineações sub-horizontais. O domínio é delimitado pelas Zonas de Cisalhamento Ribeirão e Córrego da Areia, onde ambas dividem o Domínio Arenópolis do Domínio Caiapônia, sendo levado em consideração a subdivisão desses domínios devido a variações no padrão deformacional observados nos mesmos.

É possível notar que a Zona de Cisalhamento Ribeirão delimita o Corpo do Granito Caiapó em sigmóide com sombras de pressão, sendo observado através dos estereogramas, dados de campo e dados de sensoriamento remoto, a cinemática sinistral do mesmo.

6.4 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DÚCTIL

6.4.1 Foliação

Na área X do Projeto Arenópolis, a foliação é a estrutura deformacional predominante na área, ocorrendo como xistosidade e bandamentos gnáissicos. A foliação (S_n) está impressa nas rochas supracrustais, formada sob condições dúcteis em maior grau térmico, sendo predominante em unidades de xistos, anfíbolitos e tremolititos da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego Santo Antônio e da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego da Onça, e em gnaisses associados ao Gnaisse Arenópolis, Gnaisse Ribeirão e no Granito Ribeirão Água Limpa.

6.4.1.1 Xistosidade

A foliação do tipo xistosidade foi amplamente observada nas rochas que compõem as Sequências metavulcanossedimentares Córrego Santo Antônio, com *trend* predominante para NW-SE. O Córrego da Onça apresenta *trend* para NNW-SSE, sendo ambas caracterizadas como foliações penetrativas e contínuas (Figura 6.4).

A unidade Córrego da Onça é caracterizada por afloramentos pontuais na área X devido a abrangência de ações agrícolas na porção leste da área e a cobertura parcial do embasamento gerado pela erosão da Bacia do Paraná. A principal unidade litológica aflorante identificada foi tremolita-clorita xisto, com foliação (Sn) penetrativa e cristais de clorita e tremolita orientados de acordo com a foliação. A foliação possui *trend* para N-S, ocasionalmente variando para NW-SE e NE-SW, e o mergulho da mesma é alto ($\sim 75^\circ$), próximo à verticalização, variando para E-W (Figura 6.4-C).

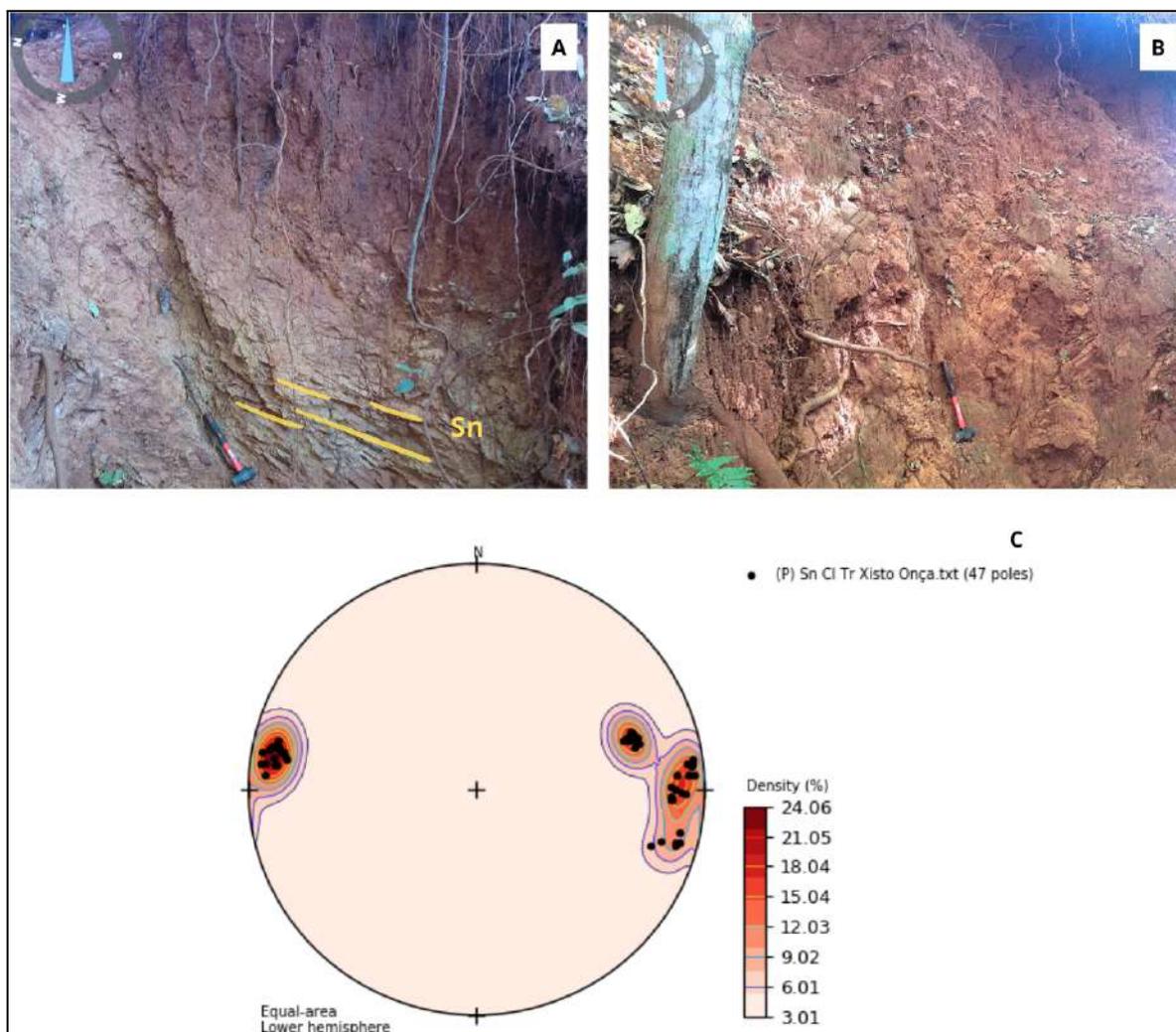


Figura 6.4 TF23-X-141 436386E 8168507S: (A) Afloramento intensamente intemperizado de tremolita clorita (Córrego da Onça) xisto em drenagem sazonal intermitente, com planos de foliação (Sn) orientados para NNE-SSW. (B) Afloramento contendo o plano de foliação (Sn) de tremolita clorita xisto em planta em estrada de terra orientado para NNW-SSE. (C) Projeção estereográfica contendo pólos da direção principal com trend N-S do plano de foliação (Sn) da unidade de tremolita clorita xisto da Seq. Córrego da Onça.

Na unidade Córrego Santo Antônio, a foliação possui, no geral, mergulho que varia de moderado a alto (50° a 75°) para NE e SW. Observa-se muscovita xistos, onde os cristais de muscovita estão frequentemente associados e orientados de acordo com o plano de foliação, a qual é penetrativa nos domínios lepidoblásticos da rocha. Em alguns afloramentos tem-se porções quartzosas onde há cristais de quartzo rotacionados indicando cinemática local dextral (Figura 6.5-C). Localmente observa-se quartzitos boudinados entre a foliação do muscovita xisto, o qual está ligado a variação composicional e reológica da rocha, gerando processos de estiramento em zonas de cisalhamento com condições rúpteis e dúcteis no estágio deformacional D_n (Figura 6.5-D).



Figura 6.5 (A) TF23-X-32 427004E8167305S: Afloramento verticalizado de muscovita xisto em contato com tremolititos, com planos de foliação (Sn) orientados para NW-SE. (B) TF23-X-181 428702E 8168053S: Afloramento contendo o plano de foliação (Sn) de muscovita xisto em planta em estrada de terra orientado para NNE-SSW. (C) TF23-X-151 434475E8168507S: Muscovita xisto com sigmóide de quartzito entre os planos de foliação com cinemática dextral. (D) TF23-X-132 426803E8169409S: Afloramento de muscovita xisto orientado para NW-SE, com quartzitos boudinados.

Rochas como granada muscovita xisto e estaurolita granada muscovita xisto ocorrem de forma mais pontual ao longo da área, sendo possível observar, em análises microscópicas, a foliação intercalada com domínios de quartzo equigranulares e homogêneos, onde é possível observar que alguns cristais de quartzo, na proximidade com porfiroblastos, encontram-se estirados e orientados (Figura 6.6-B), com seus limites levemente recrystalizados. As microestruturas observadas podem ser classificadas como recrystalização por rotação de subgrão, o resultado de uma deformação dinâmica durante o evento deformacional de transcorrência, onde há subgrãos gerados por recrystalização mecânica nos limites dos cristais através do processo de rotação durante o estiramento dos mesmos. A matriz quartzosa envolve os porfiroblastos de estaurolita e granada, e através da foliação é possível identificar a cinemática sinistral (Figura 6.6-B). Analisando a formação dos porfiroblastos pode-se dizer que são pré a sin-cinemáticos devido a presença de foliação interna discordante em cristais de granada, relacionados ao estágio Dn, onde há o pico metamórfico na área em fácies anfibolito. Os sigmóides apresentam sombra de pressão marcada por opacos e cristais de granulação fina de quartzo.

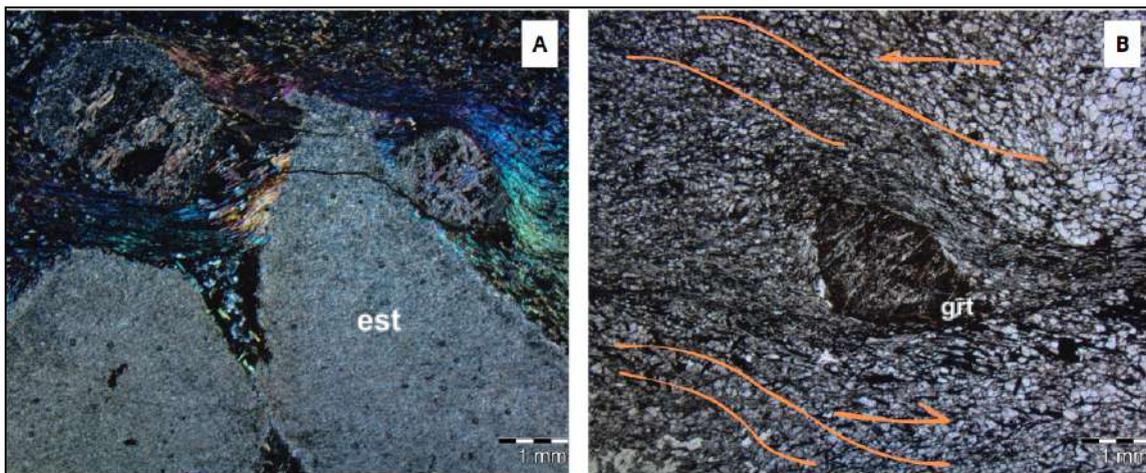


Figura 6.6 TF23-X-106 430682E 8166457S: (A) Micrografia de estaurolita granada muscovita xisto com foliação circundando os porfiroblastos (2,5x). (B) Porfiroblasto de granada rotacionado com cinemática sinistral circundado por foliação com cinemática sinistral e cristais de quartzo equigranulares recrystalizados a partir de rotação de subgrão (2,5x).

Analisando o comportamento da foliação nas unidades de muscovita xisto e estaurolita granada muscovita xisto/granada muscovita xisto, tem-se um *trend* predominante NNW-SSE para ambas as unidades.

Através dos estereogramas também é possível observar a presença de dobras mediante a variação na direção de mergulho do plano de foliação. As dobras observadas em estaurolita

granada muscovita xisto/granada muscovita xisto podem ser classificadas como suaves, orientadas para N-S (Figura 6.7-B). Em muscovita xisto as dobras estão orientadas para NW-SE, e são classificadas como fechadas (Figura 6.7-D) (Figura 6.7-E). A partir da análise dos estereogramas atrelados ao contexto geotectônico e aos dados de campo, é possível relacionar a geração das estruturas com eventos de dobramento passivo, o qual ocorre apenas como marcador de deformações dúcteis, já que não há variação na viscosidade das camadas. A presença de dobras na área é evidência do evento deformacional compressivo, tendo em vista de que há predominância da ocorrência de dados que evidenciam o evento deformacional transcorrente.

As lineações de estiramento mineral foram medidas em ambas unidades e ambas possuem cinemática sinistral (Figura 6.7-C) (Figura 6.7-E), sendo que as lineações do muscovita xisto (Figura 6.7-E) estão levemente oblíquas ao *strike* da foliação e com baixo ângulo de mergulho, indicando a presença de componente compressivo e transcorrente.

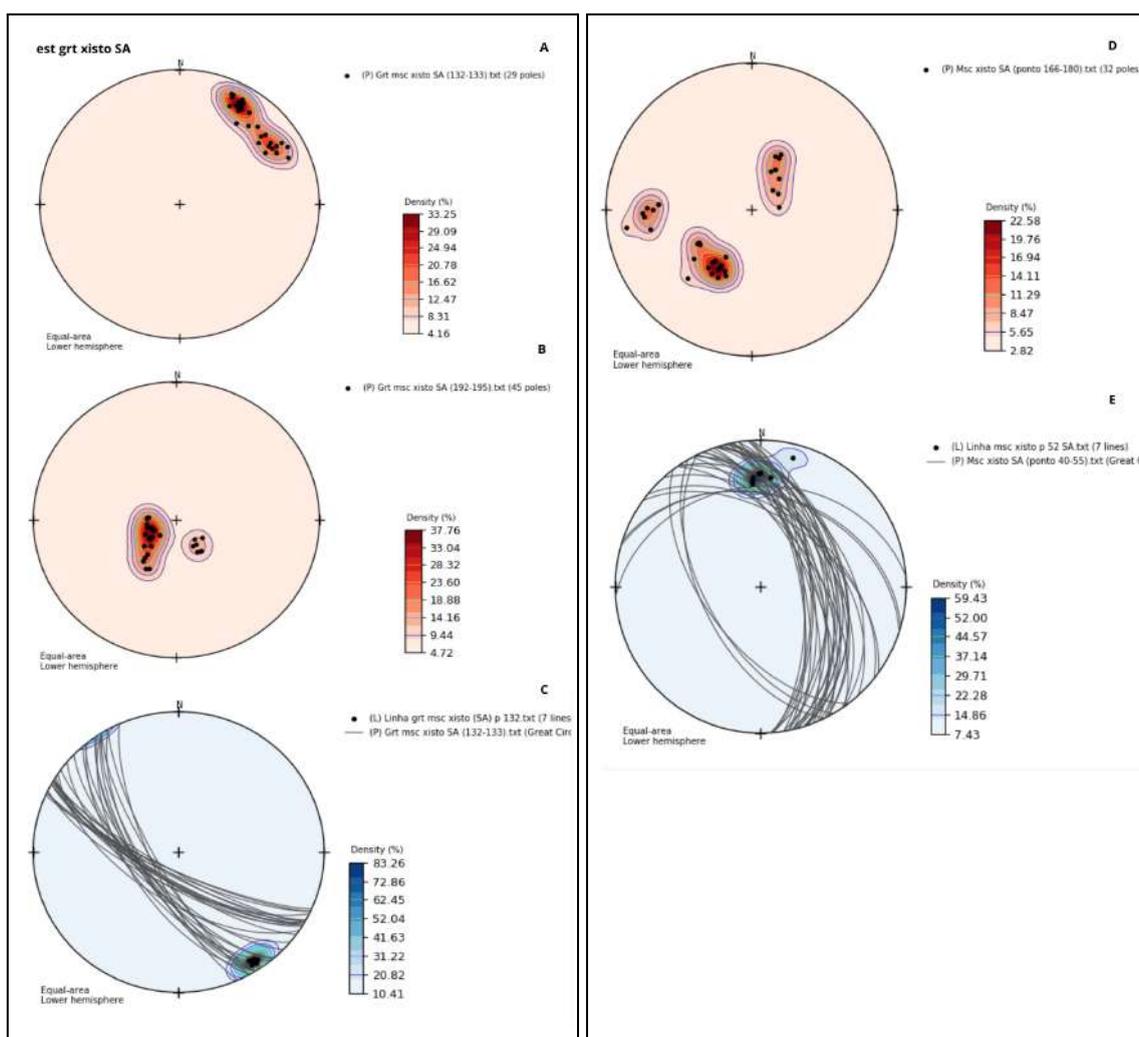


Figura 6.7 A. Projeção estereográfica de pólos de granada muscovita xisto com trend para NW-SE com mergulho alto para SW. B. Estereograma de pólos de granada muscovita xisto com dobra suave. C. Projeção estereográfica de pólos de granada muscovita xisto com lineação de estiramento mineral no strike da foliação e cinemática sinistral. D. Projeção estereográfica de pólos de muscovita xisto com dobra fechada. E. Projeção estereográfica de pólos de muscovita xisto com lineação de estiramento mineral levemente oblíqua ao strike da foliação e cinemática sinistral.

As rochas máficas e ultramáficas que compõem a unidade Córrego Santo Antônio são caracterizadas por tremolíticos e anfíbolitos. Os anfíbolitos possuem os planos de foliação que seguem o *trend* regional para NNW-SSE, e localmente NE-SW, com mergulhos predominantemente subverticais para NE e SW, onde tal variação pode ser estimada pela proximidade a zonas de cisalhamento juntamente com a verticalização das camadas (Figura 6.8-C). Na proximidade dos contatos entre as unidades da Sequência foram observados tectonitos L associados à tremolíticos, com lineação de estiramento mineral levemente oblíqua indicando cinemática sinistral (Figura 6.8-C), gerada em zona de cisalhamento com controle transcorrente.

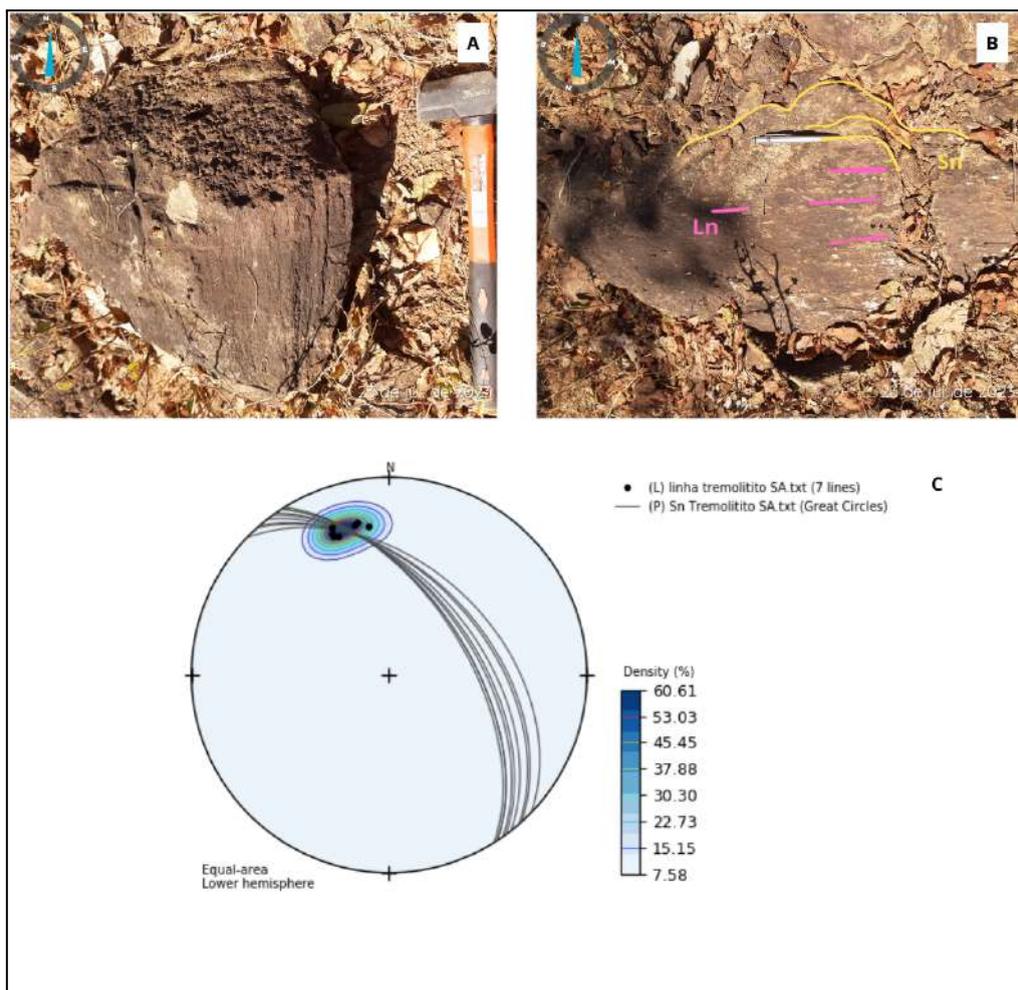


Figura 6.8 Tremolita Xisto TF-X-126 425800E 8169029S: A. Bloco rolando de tremolítico caracterizado como tectonito L. B. Afloramento de tremolítico contendo o plano de foliação (Sn) e lineação de estiramento mineral (Ln) em cristais de tremolita e talco. C. Plano de foliação em tectonitos L associados a tremolíticos da Seq Córrego Santo Antônio. Tremolita Xisto TF-X-127 426174E 8168983S: D. Afloramento em planta de anfibolito da Seq. Córrego Santo Antônio com foliação orientada para NE-SW. E. Afloramento em planta de anfibolito da Seq. Córrego Santo Antônio com foliação orientada para NNE-SSW.

Na unidade do Gabro Morro do Baú observa-se anfibolitos da unidade Córrego Santo Antônio com planos de foliação (Sn) subverticais NNW-SSE (Figura 6.9-C) e encaixados em canal de drenagem do Córrego da Matinha. Em microscopia há cristais de plagioclásio e anfibólio (hornblenda) que estão orientados preferencialmente de acordo com o plano de foliação (Figura 6.9-B). Tal associação entre as unidades está ligada à Zona de Cisalhamento Ribeirão presente na porção central do Gabro Morro do Baú. Os estereogramas de foliação (Sn) (Figura 6.9-D), evidenciam um mergulho alto a verticalizado da foliação presente nos anfibolitos que compõem a unidade Córrego Santo Antônio, com *trend* predominantemente NW-SE.

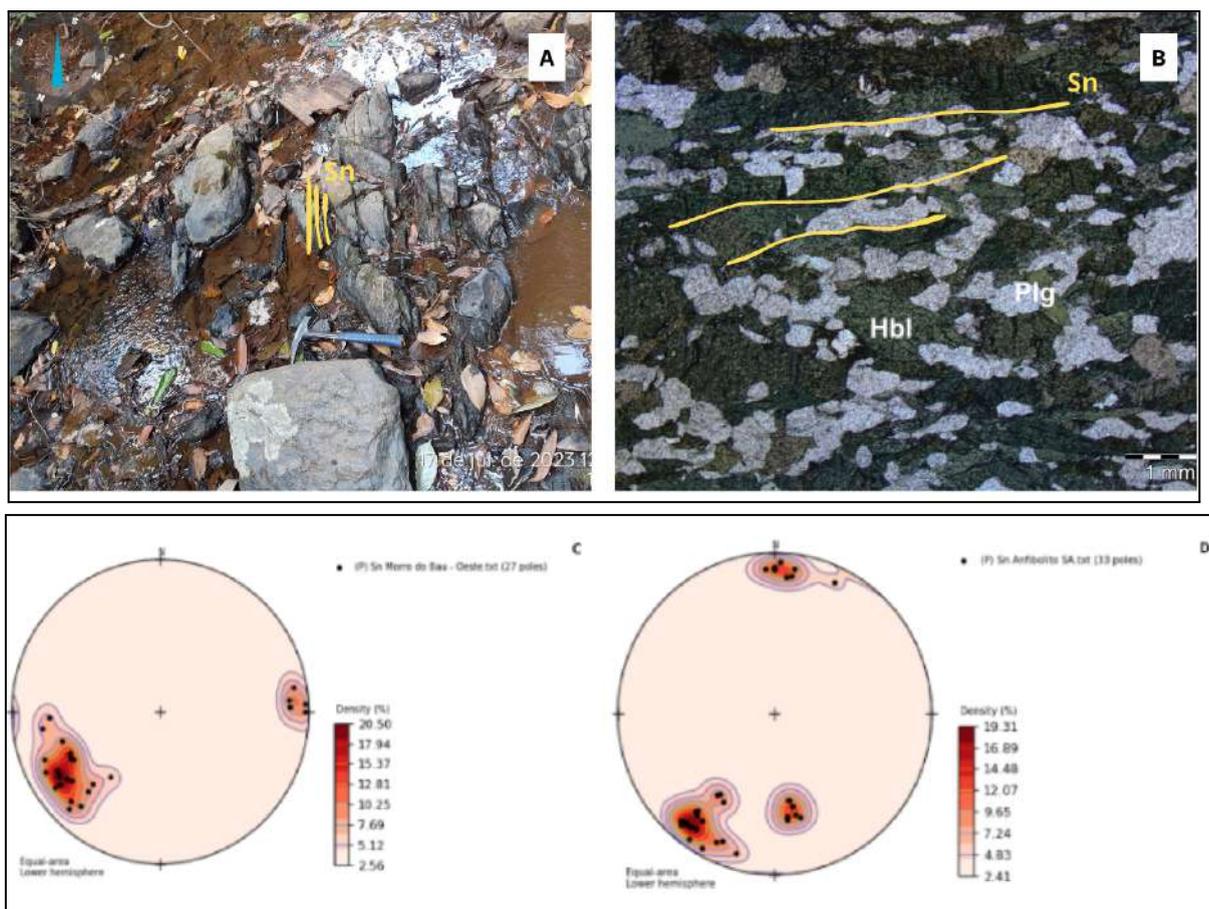


Figura 6.9 TF23-X-10 433223E 8167061S: A. Afloramento de anfibolito verticalizado com trend NW-SE encaixado em córrego de drenagem cortando o Gabro Morro do Baú. B. Microscopia de anfibolito fino localizado no canal de drenagem do Córrego da Matinha com cristais de hornblenda e plagioclásio orientados de acordo com a foliação (Sn) (2,5x). C e D. Estereogramas de pólos de anfibolitos da Seq. Córrego Santo Antônio com trend da foliação predominantemente NW-SE e localmente E-W.

Vale ressaltar que ao longo dos afloramentos a variação do mergulho da foliação para duas direções distintas foi identificada devido a presença de planos subverticalizados, já que não foram observados indícios de dobras isoclinais nos mesmos.

6.4.1.2 Bandamento

A foliação do tipo bandamento foi observada com menor abrangência na área X, sendo predominante em rochas que compõem a unidade do Córrego do Santo Antônio, Gnaiss Arenópolis e Granito Ribeirão Água Limpa, onde ambas as unidades gnáissicas apresentam foliação com *trend* predominantemente N-S e mergulhos subverticais (Figura 6.10-C). A presença de tal foliação é um indicativo de maior grau metamórfico quando comparado com a foliação do tipo xistosidade, sendo indicativo de que as rochas foram submetidas a condições de maior temperatura e pressão.

O Gnaiss Arenópolis é caracterizado como ortognaiss com predominância de cristais de plagioclásio, quartzo e biotita, onde intercalam-se em bandamentos espaçados centimétricos a milimétricos, orientados de acordo com a foliação e ocorrendo em fácies com hornblenda e fácies com granada. Próximo ao contato da unidade, na Zona de Cisalhamento Ribeirão, com a unidade Córrego Santo Antônio e Gabro Morro do Baú tem-se a verticalização da foliação (Figura 6.10-A) (Figura-6.10-B).

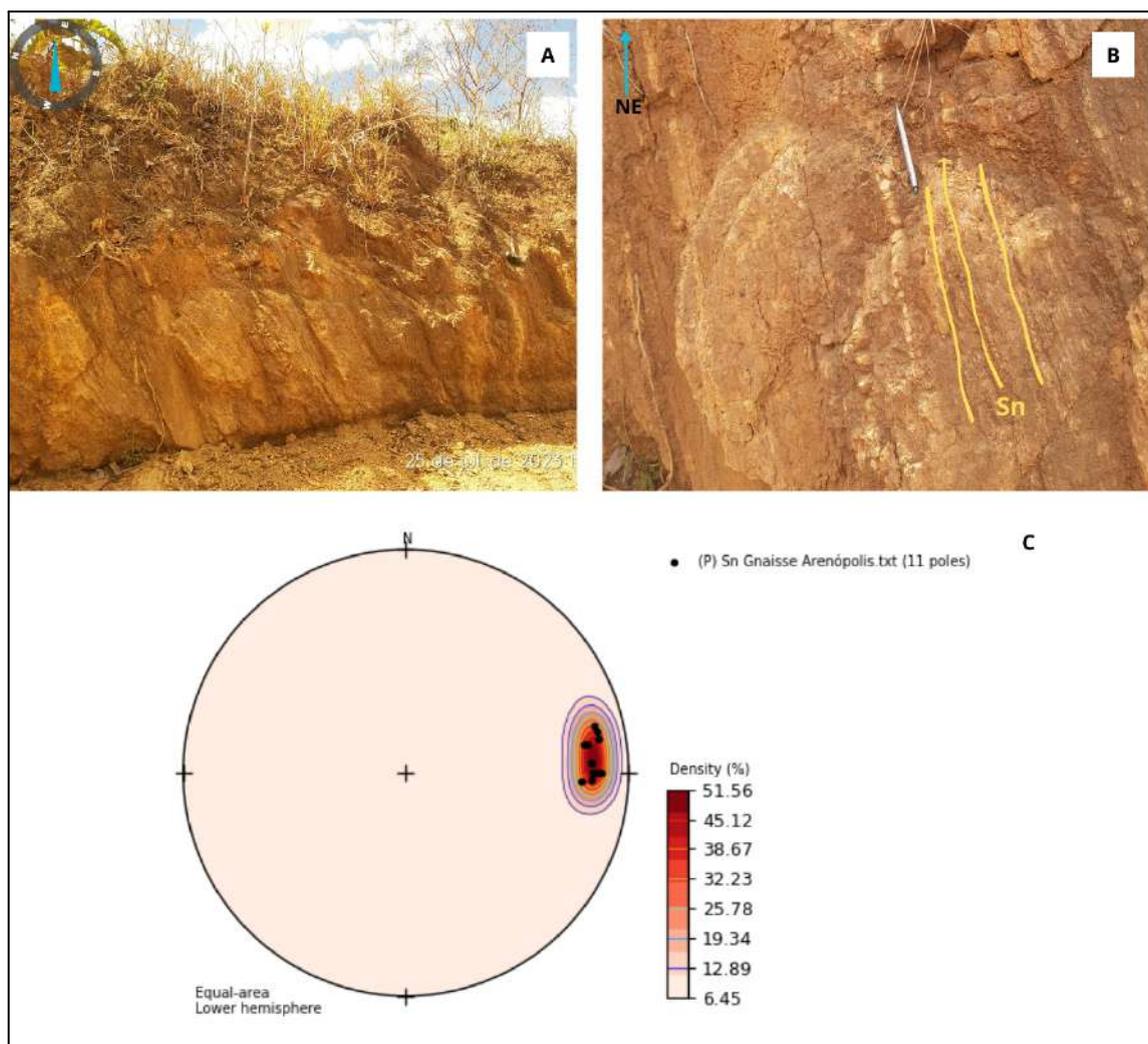


Figura 6.10 TF23-X-154 433300E 8168124S: A. Afloramento verticalizado do Gnaiss Arenópolis próximo ao contato com a Seq. Córrego Santo Antônio. B. Foto proximal de bandas quartzosas do gnaiss, intercalado com bandas mais intemperizadas e alteradas. C. Estereograma de pólos de foliação do Gnaiss Arenópolis com trend N-S e subverticalizada.

O estereograma de foliação indica um *trend* predominantemente N-S, onde há variação tanto para NW-SE quanto para NE-SW, com mergulhos subverticais para W (Figura 6.10-C).

No Granito Ribeirão Água Limpa observa-se a presença de cristais de plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita e granada, onde todos os minerais estão orientados conforme as bandas espaçadas (Figura 6.11-A). No domínio lepidoblástico observa-se a presença de foliação penetrativa. É possível observar estiramento dos cristais de plagioclásio e também cristais de quartzo com contato lobado possivelmente gerado por dissolução da borda do grão durante processo deformacional, sendo indicativo de migração da borda dos grãos (*grain boundary migration*) e ocorrendo de forma pontual nos mesmos (Figura 6.11-B). Localmente

nota-se porfiroblastos de granada envolvidos com foliação indicativa de cinemática sinistral, que podem ser classificados como pré/sin-cinemáticos (Figura 6.11-A).

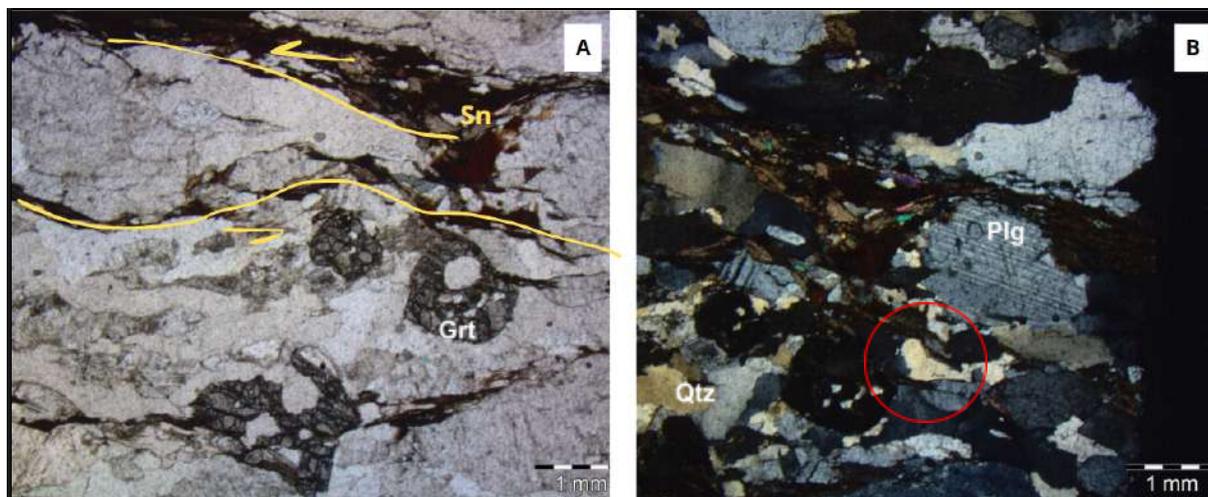


Figura 6.11 Fotografia de Gnaiss Tonalítico TF23-X-42 423582E 8167858S: A. Micrografia do Granito Ribeirão Água Limpa com plano de foliação (Sn) envolvendo cristais de quartzo, plagioclásio e porfiroblastos de granada. B. Micrografia com cristal de quartzo com contato lobado a partir da migração da borda dos grãos (*grain boundary migration*) (2,5 x).

Na unidade Córrego Santo Antônio há predominância da deformação dúctil em mármore, os quais encontram-se intensamente bandados, com *trend* predominante NNW-SSE e mergulho moderado (Figura 6.12-A), sendo possível notar dobras fechadas normais com plano axial orientado para NW-SE moderadamente inclinado, associadas a diques de rocha máfica, e também dobra recumbente, com eixo orientado para E-W (Figura 6.12-B). Em observações microscópicas há cristais de calcita intercalados com pequenas porções de quartzo locais, os quais estão sempre orientados de acordo com a foliação. O plano de foliação (Sn) é marcado por variação na granulação entre os domínios granoblásticos, sendo um possível indicativo de porções com maior grau de recristalização. Em alguns pontos tem-se cristais de calcita com estruturas deformacionais do tipo *kink-bands* (Figura 6.13-B), indicando a presença do contexto compressional na área.

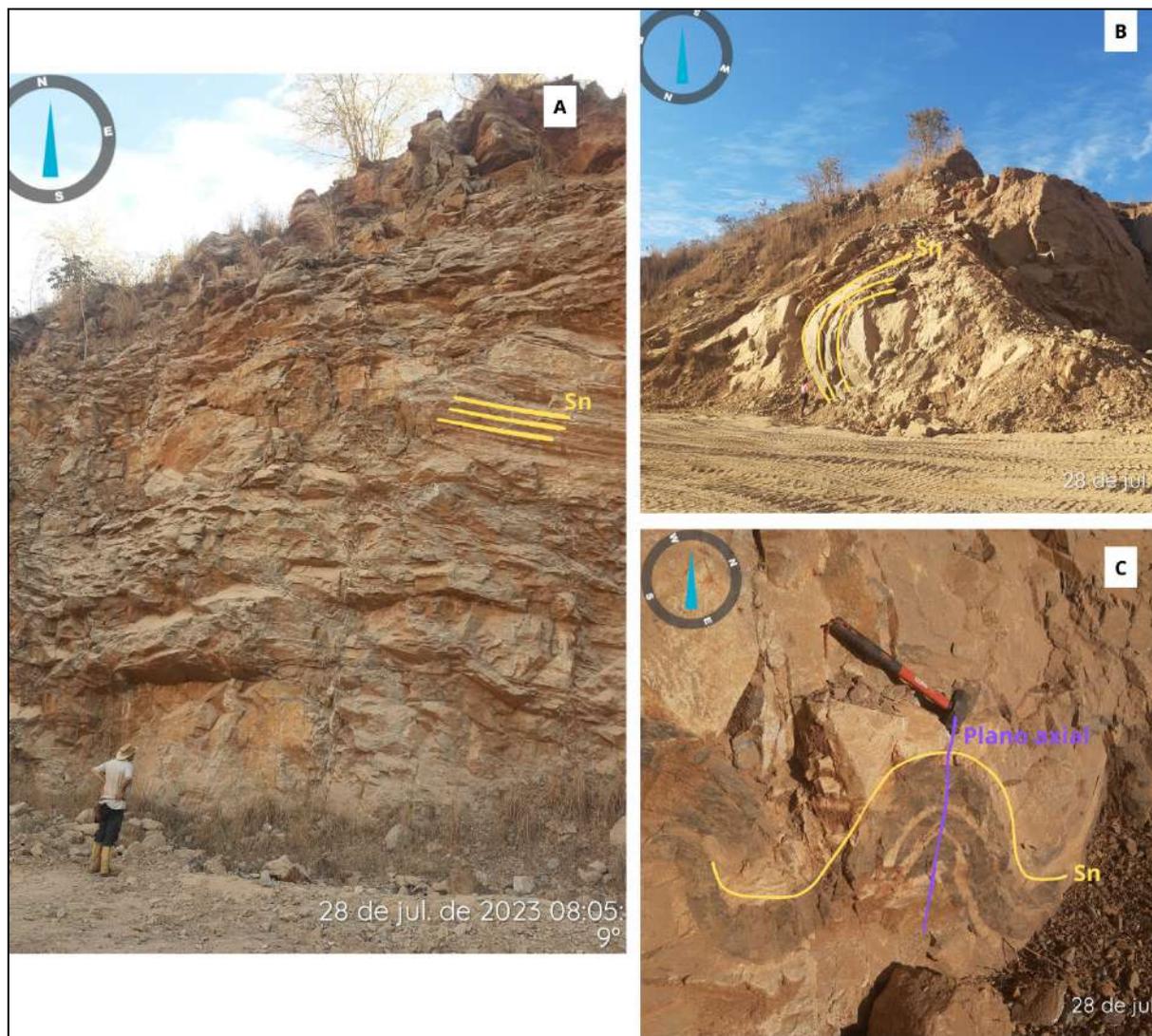


Figura 6.12 TF23-X-223 428703E 8166554S: A. Afloramento de mármore da Seq. Córrego Santo Antônio com plano de foliação (Sn) orientado para NW-SE. B. Dobra recumbente em mármore. C. Dobra fechada normal moderadamente inclinada marcada por diques máficos, com plano axial orientado para NW-SE.

No estereograma contendo os planos de foliação (Sn) identificado nos mármore que compõem a unidade Córrego Santo Antônio (Figura 6.13-C), é possível observar *trends* variáveis predominantemente entre NW-SE e NE-SW, com mergulhos moderados, onde a disposição desses planos (Sn) evidencia a ocorrência de dobra fechada, com eixo orientado para SSW, discordante do trend deformacional geral da área, que é NW-SE.

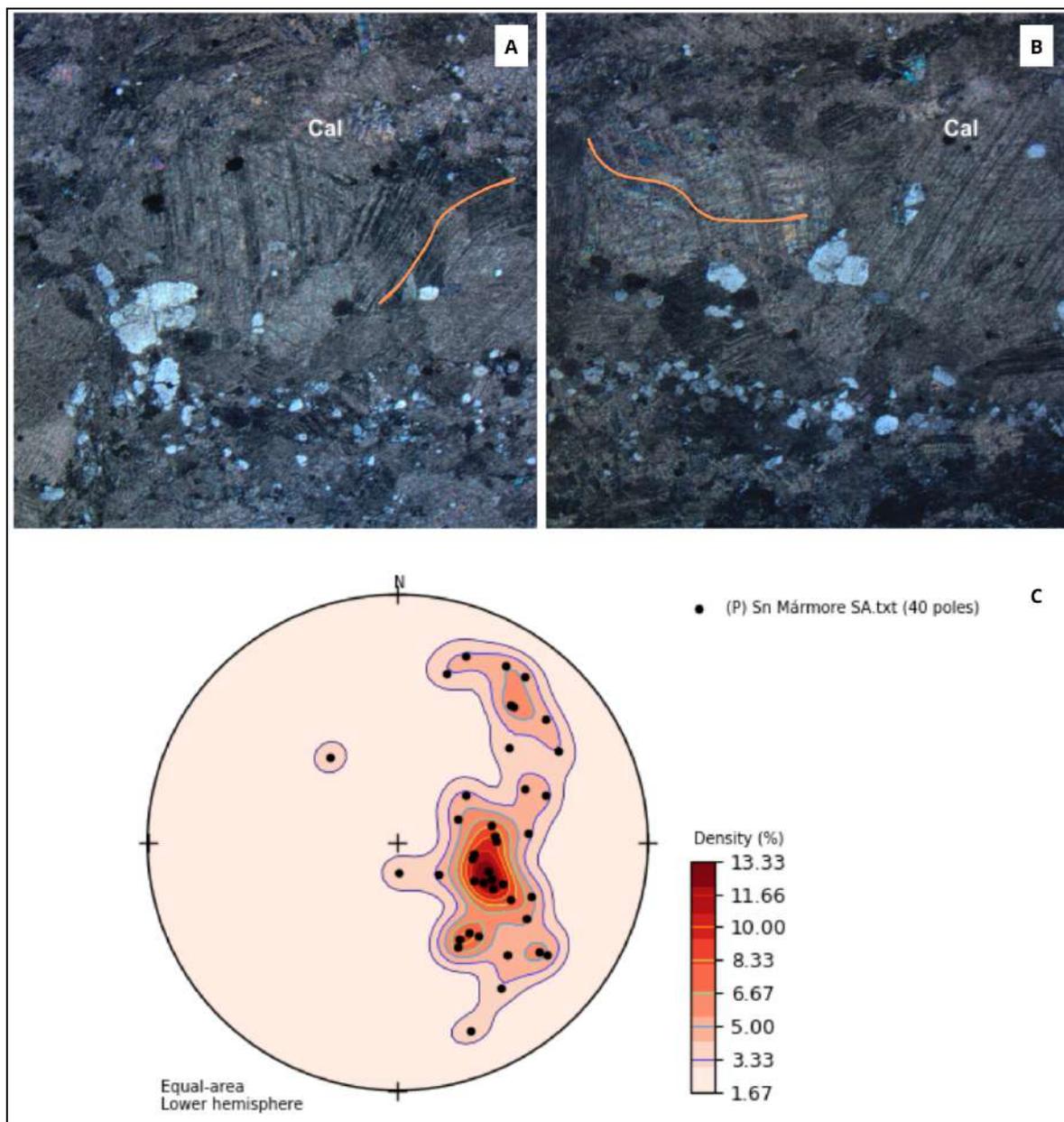


Figura 6.13 APA-27 428590E 8166727S: A.B Micrografia evidenciando *kink-bands* em cristais de calcita de mármore da Seq. Córrego Santo Antônio em domínios granoblásticos indicando contexto compressional C. Estereograma de pólos do plano de foliação (Sn) evidenciando dobra com eixo orientado para SSW, com mergulho moderado.

6.5 ARCABOUÇO RÚPTIL

No projeto Arenópolis, foram observadas fraturas, falhas indiscriminadas e falhas normais. Em relação ao diagrama de rosetas regional (Figura 6.14), observa-se heterogeneidade na direção das fraturas, com predomínio para direção N-S e NW-SE.

No contexto rúptil da Área X, foram observadas principalmente fraturas, falhas e veios sobrepondo as demais estruturas dúcteis, sendo consideradas como evento deformacional extensional tardio em relação às mesmas, em regime crustal mais raso. As estruturas identificadas são caracterizadas por truncar os demais elementos de trama dúctil, como planos de foliação e dobras.

Em análises prévias de produtos geofísicos de magnetometria da 1DV, foi possível observar o *trend* regional da direção das fraturas, agrupando toda a extensão do Projeto Arenópolis, com direções para NE-SW, NW-SE e E-W (Figura 6.15).

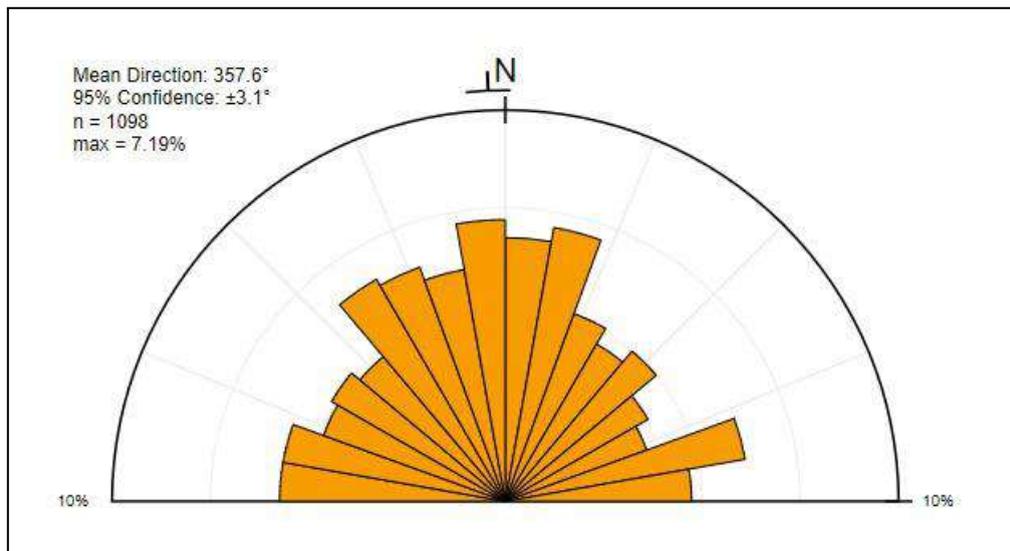


Figura 6.14 Diagrama de rosetas regional do Projeto Arenópolis.

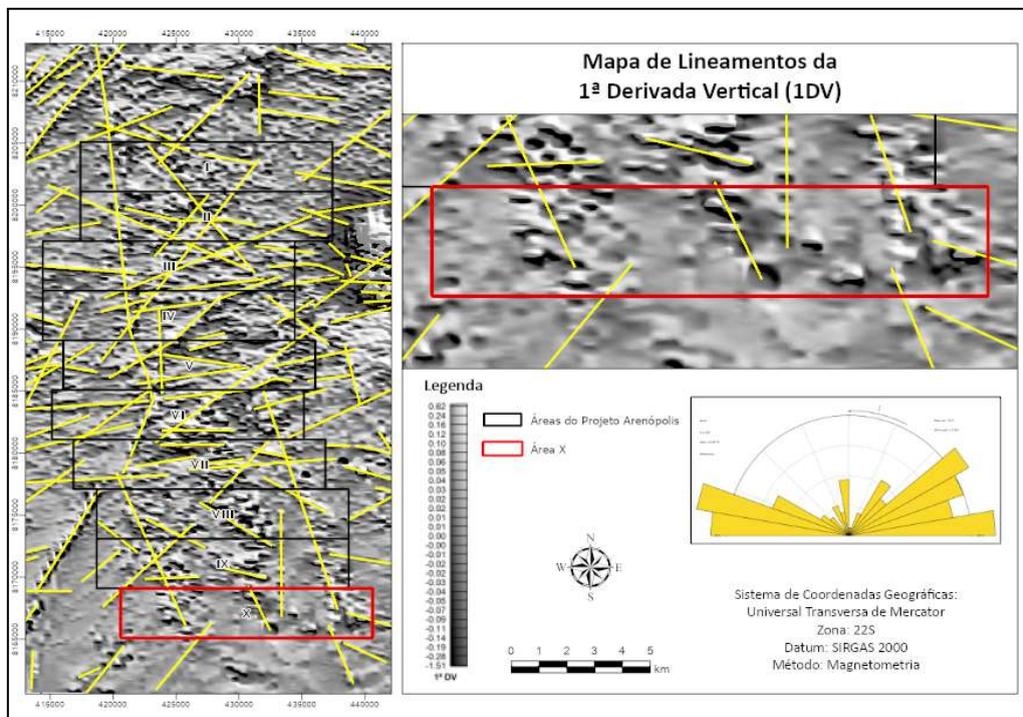


Figura 6.15 Mapa de lineamentos da 1ª Derivada Vertical (1DV).

Nos diagramas de rosetas tem-se um comparativo entre as direções observadas no Projeto Arenópolis e as que são predominantes na área X (Figura 6.16). No Projeto Arenópolis, como já citado, há predominância das direções N-S e NE-SW, e, secundamente, das famílias NW-SE e E-W (Figura 6.16-A). Em relação à disposição espacial na área X, foram analisadas 434 fraturas, sendo notada com maior densidade a família de fraturas com direção preferencial NE-SW, seguido pelas famílias NW-SE e E-W (Figura 6.16-B), ocorrendo com frequência, as mesmas famílias identificadas regionalmente.

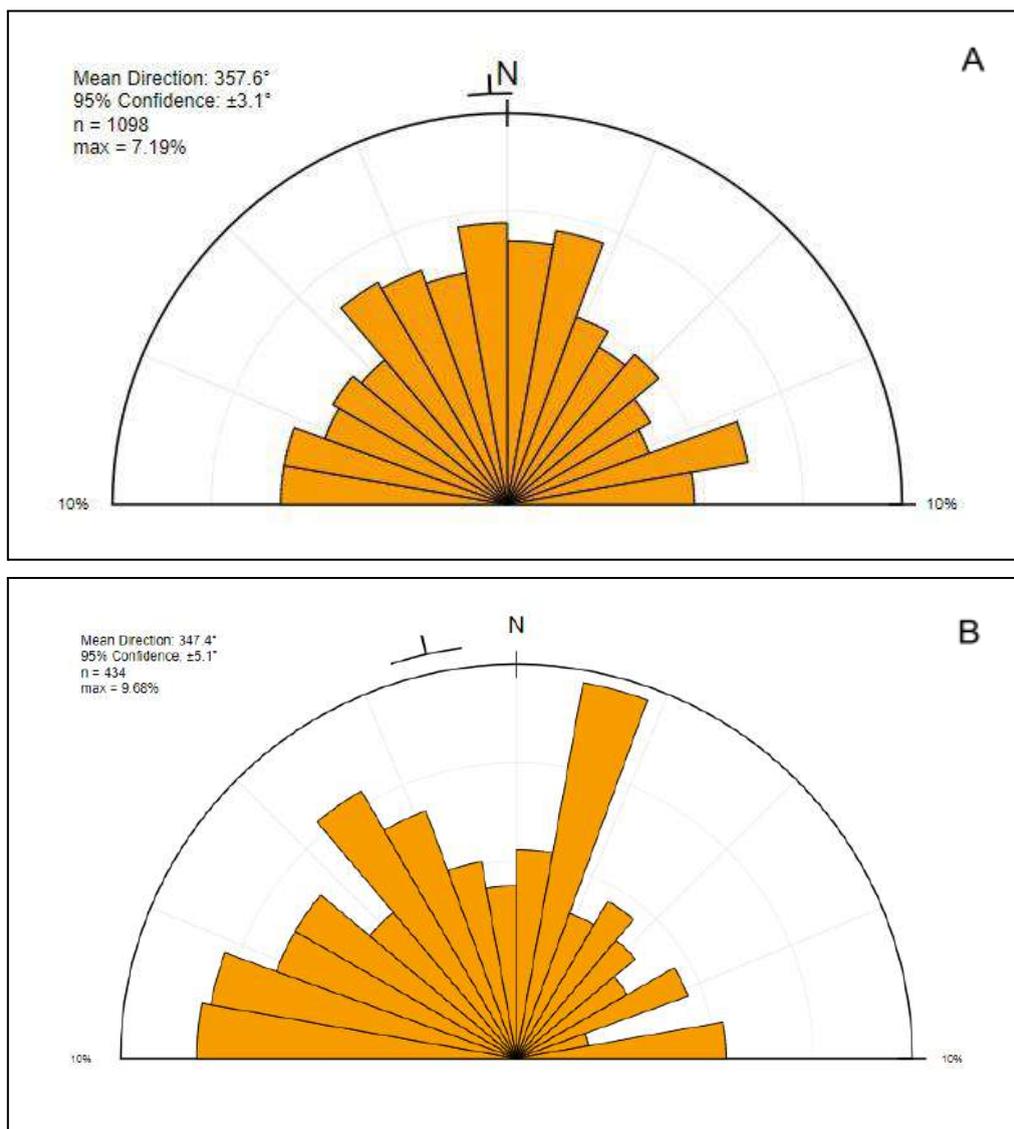


Figura 6.16 A. Diagrama de rosetas Projeto Arenópolis. B. Diagrama de rosetas subárea X.

As fraturas foram identificadas em todas as unidades geológicas observadas no trabalho de campo, sendo mais frequente em afloramentos referentes às unidades do Gabro Morro do Baú, Granito Ribeirão Água Limpa, Sequência Metavulcanossedimentar Córrego

Santo Antônio e na Bacia do Paraná. O espaçamento entre as fraturas é predominantemente denso, com distâncias variando entre 10 a 30 centímetros.

Na porção oeste da Área X, em rochas que compõem as unidades do Granito Ribeirão Água Limpa e da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego Santo Antônio, é possível observar a presença de diversos canais de drenagens encaixados ao longo de falhas/fraturas. Em afloramentos de muscovita xistos e estaurolita granada muscovita xistos nota-se a predominância das famílias NE-SW e NW-SE, com ocorrências de famílias E-W e N-S (Figura 6.17).

Em rochas máficas e ultramáficas da unidade Córrego Santo Antônio observa-se que as famílias NW-SE e NE-SW tornam-se predominantes. O mesmo é observado na porção central da área, em afloramentos de anfibolitos e hornblenda gabros com a presença das famílias de fraturas com direção predominante NW-SE e NE-SW (Figura 6.18).

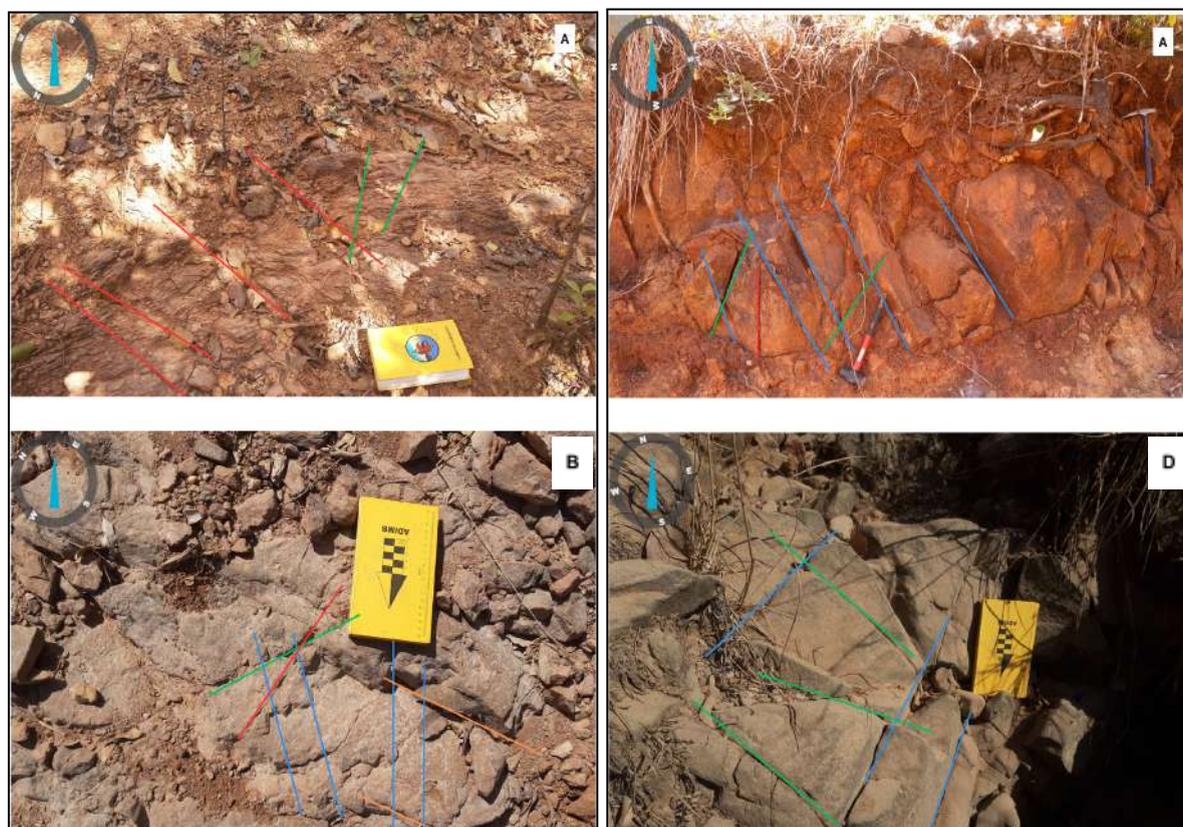


Figura 6.17 TF23-X-181 428702E 8168053S: A. Afloramento de muscovita xisto contendo as famílias de fratura E-W e NW-SE. TF23-X-130 426577E 8169054S: B. Afloramento de estaurolita granada muscovita xisto com as famílias NE-SW, NW-SE, E-W e N-S. TF23-X-106 430682E 8166457S: C. Afloramento de rocha ultramáfica contendo as famílias de fratura NE-SW, NW-SE, e, localmente, E-W. TF23-X-32 427004E8167305S: D. Afloramento de tremolitito contendo as famílias de fratura NE-SW e NW-SE.



Figura 6.18 TF23-X-10 433223E 8167061S: A. Afloramento de anfibolito contendo as famílias de fratura NE-SW e NW-SE. B. Afloramento de de hornblenda gabro contendo as famílias de fratura NE-SW, NW-SE e E-W.

Na proximidade à Bacia do Paraná, na porção do extremo SE, no limite da área X, observa-se fratura com direção E-W (Figura 6.19-A) marcada por canal de drenagem encaixado de acordo com a mesma, sendo responsável por separar o morro testemunho da mesma. Além disso, com *trend* N-S, há falhas normais regionais que atravessam perpendicularmente os planos de acamamento (So) das unidades da bacia (Figura 6.19-B), e fraturas da família NE-SW em unidade de arenito conglomerático da Formação Furnas (Figura 6.19-C).

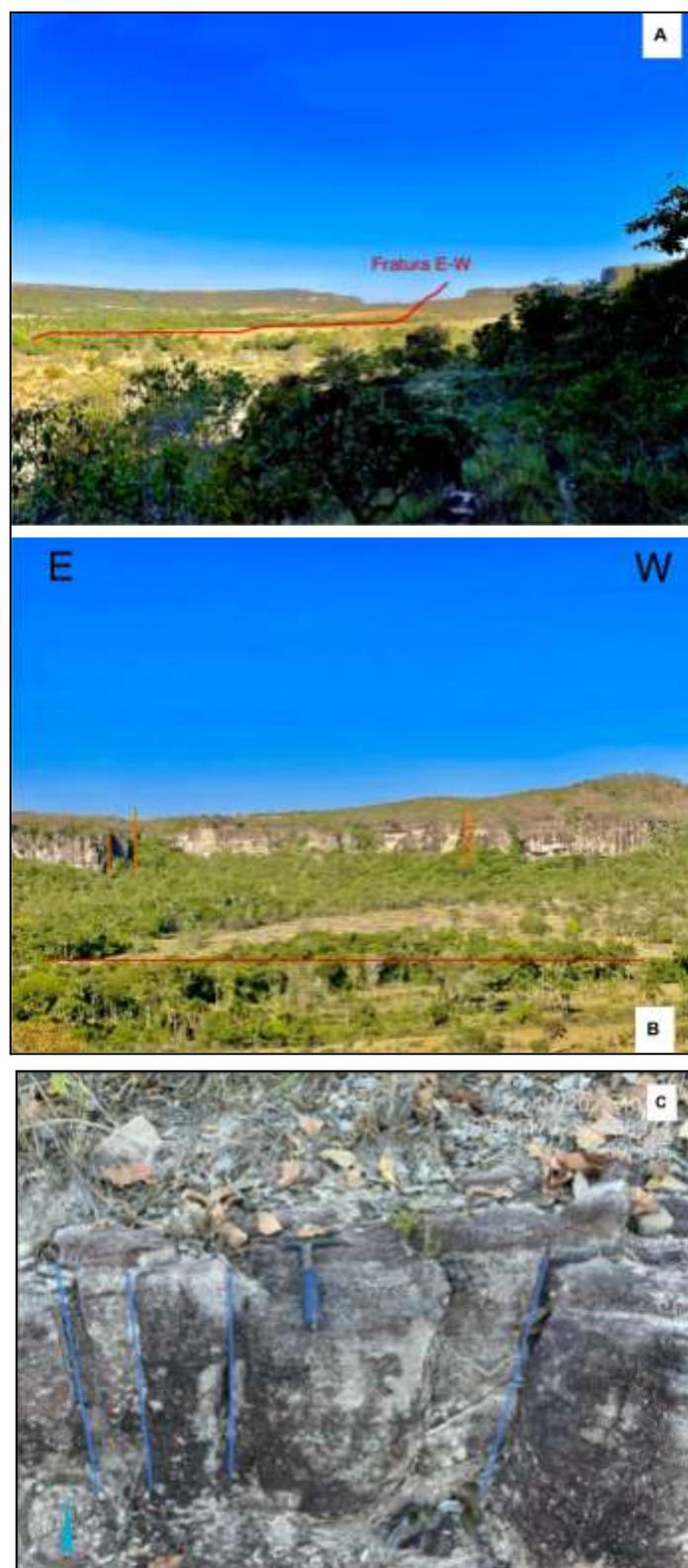


Figura 6.19A. Canal de drenagem encaixado em fratura direcionada para E-W.. B. Família de fraturas N-S perpendiculares ao plano de acamamento So da Formação Furnas. C. Família de fraturas NE-SW perpendicular ao plano de acamamento da unidade de arenito conglomerático da Formação Furnas.

7. GEOLOGIA ECONÔMICA

Com base no potencial metalogenético do Arco Magmático de Goiás apresentado na seção anterior, é de se esperar que a área do Projeto Arenópolis apresente ocorrências minerais de interesse econômico e potencialidades para depósitos de natureza metálica e minerais e rochas industriais. Nessa seção, serão abordados os potenciais sistemas mineralizantes que ocorrem na área do Projeto Arenópolis através de evidências adquiridas em trabalho de campo e auxílio de produtos geofísicos.

Conforme exposto por Pimentel (1985), na década de 1980, houve uma campanha de pesquisa mineral na área do Projeto Arenópolis, mais especificamente na área ocupada pela Sequência MVS Arenópolis-Piranhas. Os trabalhos de prospecção foram realizados pela B.P Mineração e ocorreram através da análise de sedimentos de corrente com foco em Cu, Zn, Pb, Ni, Cr e Au. Como resultados, destacam-se os valores anômalos em Cu e Zn nos cursos do Córrego da Onça. As anomalias de Zn apresentaram os valores mais elevados, comumente acima de 39 ppm, com *background* de 23 ppm, além de uma forte correlação com as anomalias de cobre.

No Relatório do Projeto Geologia e Metalogenia da Porção Oeste de Goiás, Lacerda et al., 2021, compilaram algumas informações a respeito de recursos minerais e do potencial metalogenético da porção oeste do Estado de Goiás. A Figura 7.1 traz um recorte do mapa de recursos minerais levantado pelos autores, para a região do Projeto Arenópolis.

No produto, são destacadas áreas com predominância de diferentes tipos de alteração hidrotermal, sendo possível perceber a epidotização em diversos locais, a tremolitização principalmente associada às rochas ultramáficas da unidade Córrego do Santo Antônio e a expressão de áreas hidrotermalizadas com presença de sulfeto associadas principalmente às unidades Gnaisse Arenópolis e Córrego da Onça. Também foram traçadas linhas de diferentes cores que demonstram distintas anomalias geoquímicas advindas de análises de sedimento de corrente ou de concentrados de bateia, as quais mostram que há anomalias de Cu, Pb, Cr e U no contexto do projeto. Por fim, são apresentadas algumas áreas potenciais para: I Ib - Níquel, Cobalto, Cromo e vermiculita; I Ic - Níquel, Cobalto, Cromo e Cobre; V - Manganês; VIII - Diamante e Ouro; XI - Calcário e XIV - Rocha Ornamental.

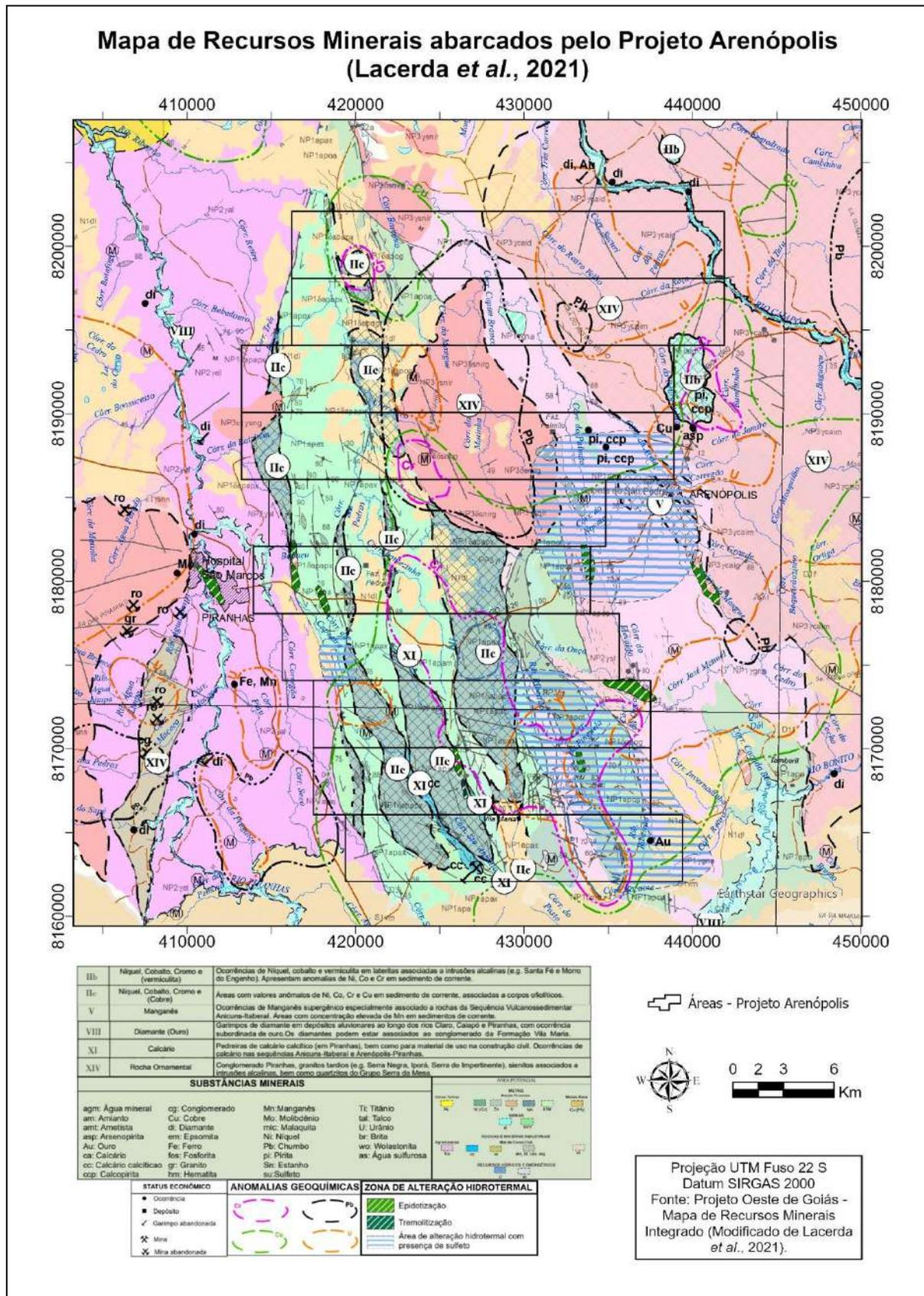


Figura 7.1. Mapa de Recursos Minerais do Projeto Oeste de Goiás, com destaque para a área de estudo do Projeto Arenópolis. Modificado de Lacerda et al. (2021).

O conceito de sistema mineral compreende os processos mineralizantes através do entendimento da compartimentação geológica local e regional. A importância de se entender os sistemas mineralizantes é cada vez maior, principalmente na indústria mineira, a fim de aumentar a capacidade exploratória de determinada área. Dessa forma, os sistemas minerais serão abordados conforme as afinidades metalogenéticas das ocorrências identificadas, de acordo com a classificação de Robb (2005), em modelos magmático-hidrotermais, hidrotermais (Sistema Aurífero Orogênico e Vulcanogênico) e sistema associado ao magmatismo alcalino.

7.1 Sistemas mineralizantes.

7.1.1. Sistema Magmático-Hidrotermal

De acordo com Robb (2008), a palavra "*skarn*" é um antigo termo sueco que originalmente se referia às rochas compostas predominantemente por minerais calcissilicáticos, com granada rica em cálcio, piroxênio, anfibólio e epidoto que identificam as associações de alteração bastante incomuns. Atualmente, é amplamente utilizada para se referir à substituição metassomática de rochas carbonáticas (calcário e dolomito) por associações minerais calcissilicáticas durante processos metamórficos de contato ou regionais. Depósitos minerais relacionados a associações mineralógicas do tipo são denominados depósitos de skarn e são tipicamente o resultado de metamorfismo de contato e metassomatismo associados à intrusão de granito em rochas carbonáticas.

No Projeto Arenópolis, foi reconhecida uma associação de rochas calcissilicáticas na extremidade sul do Granito Serra do Iran. Vale ressaltar que a intrusão ocorreu na Sequência MVS Arenópolis-Piranhas, a qual apresenta lentes de mármore em diversas porções. O domínio calcissilicático compreende gnaisses constituídos por uma assembleia mineralógica de alteração hidrotermal com anfibólio, quartzo, epidoto, clorita, biotita, titanita e calcita. Essa mineralogia se assemelha à observada no estágio de alteração retrógrada em sistemas skarníferos, onde o resfriamento do plúton associado e o influxo de fluidos meteóricos geralmente é acompanhado da precipitação de metais. Embora não tenha sido observada mineralização relacionada ao sistema, nas Áreas II e III ocorrem *skarns* com veios de quartzo associados, que podem representar importantes vetores prospectivos para a região mineralizada.

7.1.2 Sistema Hidrotermal

O Sistema Aurífero Orogênico é caracterizado por mineralização de Au, comumente acompanhado de Ag, associada à sulfetação em estruturas de segunda ou terceira ordem (geralmente na forma de veios) em relação a zonas de cisalhamento. São sistemas epigenéticos, isto é, cuja metalogênese ocorre em contexto posterior à formação da rocha, como o próprio nome sugere, em deformação relacionada à orogênese. O metamorfismo relacionado a esses sistemas em geral é de fácies xisto verde a anfibolito, em condições mesocrustais entre 5 e 20 km de profundidade. A área do Projeto Arenópolis é composta por três sistemas anastomosados de zonas de cisalhamento que, em produtos geofísicos, apresentam continuidade em profundidade. Assim, a ocorrência de veios de quartzo conectados a essas estruturas podem constituir importantes vetores prospectivos para a descoberta de depósitos desse tipo no projeto.

Outro sistema hidrotermal identificado na área do Projeto Arenópolis refere-se a ocorrência de sulfetos de cobre e malaquita nas rochas máficas da Unidade Córrego do Santo Antônio da Sequência MVS Arenópolis-Piranhas. Tais ocorrências foram identificadas com maior frequência na Área IX. Sulfetos de ferro como pirita e pirrotita foram identificados na unidade Córrego da Onça, associados a rochas metavulcânicas. Essas ocorrências são classificadas como um sistema vulcanogênico do tipo VMS (*volcanogenic massive sulfide*). Segundo Robb (2005), esse sistema geralmente está relacionado com a precipitação de metais a partir de soluções hidrotermais circulantes em ambientes submarinos vulcanicamente ativos.

7.1.3 Sistema associado ao magmatismo alcalino

O Corpo Arenópolis compreende uma associação de rochas alcalinas com afinidade sódica da série ijolítica. Sabe-se que é comum a ocorrência de carbonatitos como parte de um complexo intrusivo alcalino, onde estão associados com sequências de rochas alcalinas silicáticas, incluindo uma variedade expressiva de rochas ultramáficas a félsicas que ocorrem em áreas geologicamente estáveis, em contexto tectônico intraplaca, normalmente associados a movimentação de plumas mantélicas (Nascimento, 2018).

Atualmente, a área ocupada pelo Corpo Arenópolis está em processo de solicitação de lavra em análise para substância ilmenita (Figura 8.2) pela *Terra Goyana Mineradora*. A ilmenita está entre os minerais mais comuns em complexos alcalino-carbonatíticos,

juntamente com carbonatos, apatita, magnetita, pirocloro, flogopita, monazita, barita e sulfetos (pirita, pirrotita e calcopirita).

7.2 Minerais e rochas industriais

Conforme Ciminelli (2007), minerais e rochas industriais é um termo que engloba todas as rochas e minerais predominantemente não-metálicos, naturais ou sintéticos, aplicados em produtos e processos industriais, como matérias primas, insumos ou aditivos, em diversos segmentos industriais. como as indústrias de cerâmicas, como materiais refratários, vidrarias, fertilizantes, alimentos, siderúrgicas, indústrias químicas e construção civil.

Cianita

No que tange o presente Projeto, vale ressaltar as ocorrências de cianita na Área IX, que são classificadas, segundo Bennet e Castle (1975), como um depósito do tipo cianitito. A cianita é utilizada industrialmente como refratário, ou seja, material resistente à expansão térmica, alto ponto de fusão e estável mecanicamente à altas temperaturas na forma de mulita ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Dentre as principais aplicações da cianita e sua forma calcinada, a mulita, estão a construção de fundição, artigos para cozinha, abrasivos, moldes para fundição de materiais ferrosos e não-ferrosos (Joffily et al., 2008).

Mármore

Na área do Projeto Arenópolis há ocorrências de mármore, principalmente na porção meridional associada à unidade Santo Antônio da Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas. Os mármore observados possuem faixas centimétricas avermelhadas e esbranquiçadas, expressando a presença de calcita e quartzo. Observa-se ainda, faixas milimétricas de coloração cinza, com presença de quartzo, calcita, epidoto e anfibólio.

O mármore possui várias aplicações industriais, entre elas, destacam-se o uso na construção civil, usado como matéria-prima na produção de cimento, concreto e argamassa. Além disso, o mármore tem destaque no ramo do agronegócio, sendo uma fonte essencial de cálcio e magnésio para as plantas e usado para neutralizar a acidez do solo, equilibrando o pH. Atualmente, na região do Projeto Arenópolis, esta *commodity* é explorada pela

Mineração de Calcário Montividiu que possui concessão de lavra para exploração de calcário e a Votorantim Cimentos está em fase de pesquisa, ambos na Área X do projeto (figura 7.2).

Talco

Em algumas Áreas do Projeto Arenópolis, mais especificamente nas Áreas I, V, VI, IX e X, há ocorrências de talco associadas às rochas metaultramáficas das unidades Córrego do Santo Antônio e Córrego da Onça, da Sequência Metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas. Segundo Luz & Lins (2008), o talco possui diversas aplicações no setor industrial, em destaque para indústrias de cerâmicas, refratários, de produtos asfálticos, plásticos e entre outras que utilizam deste filossilicato como matéria prima devido suas características cristalquímicas.

Areias e seixos

Ao longo de todas as áreas do Projeto Arenópolis foi observado terraços aluvionares de areias e seixos presentes nas drenagens locais. Estes terraços estão localizados nas margens do Córrego da Areia, Córrego Ribeirão e Córrego da Onça. A extração de areia e seixos possui aplicações na forma de agregados para construção civil e produção industrial para fabricação de vidros e cerâmicas.

Argilas

A região do Projeto Arenópolis apresenta potencial para extração de argilas, já que apresenta regiões de baixa declividade e próximas a drenagens (várzeas) que possibilitaram o acúmulo de material argiloso. A extração de argila é importante para produção de cerâmica vermelha (telhas e tijolos) e para fabricação de cimento Portland a partir de argilas pozolânicas.

Rochas ornamentais/revestimento

Segundo a NBR 15012:2003, rocha ornamental é definida como material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou afeiçãoamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética e a mesma norma define rocha de revestimento como rocha natural que, submetida a processos e graus variados de desdobramento e beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos e fachadas, e em obras de construção civil. Conforme Sossai (2006), o Brasil possui forte atuação no setor de produção de rochas ornamentais e/ou revestimentos no

mercado mundial, certa prática que tem uma ótima aceitação das matérias primas brasileiras no mercado internacional, especialmente os granitos.

A cerca de 15km de Piranhas (GO), encontra-se a Pedreira Marlin Blue Stone Ltda que possui a finalidade da extração de blocos do Conglomerado Piranhas conhecido comercialmente como Verde Piranhas para fins ornamentais. Atualmente não há empresas explorando as rochas da área do projeto com este fins ornamentais e/ou de revestimento, contudo há potenciais litotipos que se encaixam nos requisitos devido a sua coloração (estética) e seu baixo grau de fraturamento: Granito Serra do Iran localizado no centro das cinco primeiras áreas do projeto, Granito Ribeirão Água Limpa cortando praticamente todas áreas do projeto no extremo ocidente e o Conglomerado Piranhas restrito a Área 6, litologia no qual já possui exploração com finalidade ornamental em outra região dentro do limites de Piranhas no qual a rocha é conhecida como Verde Piranhas.

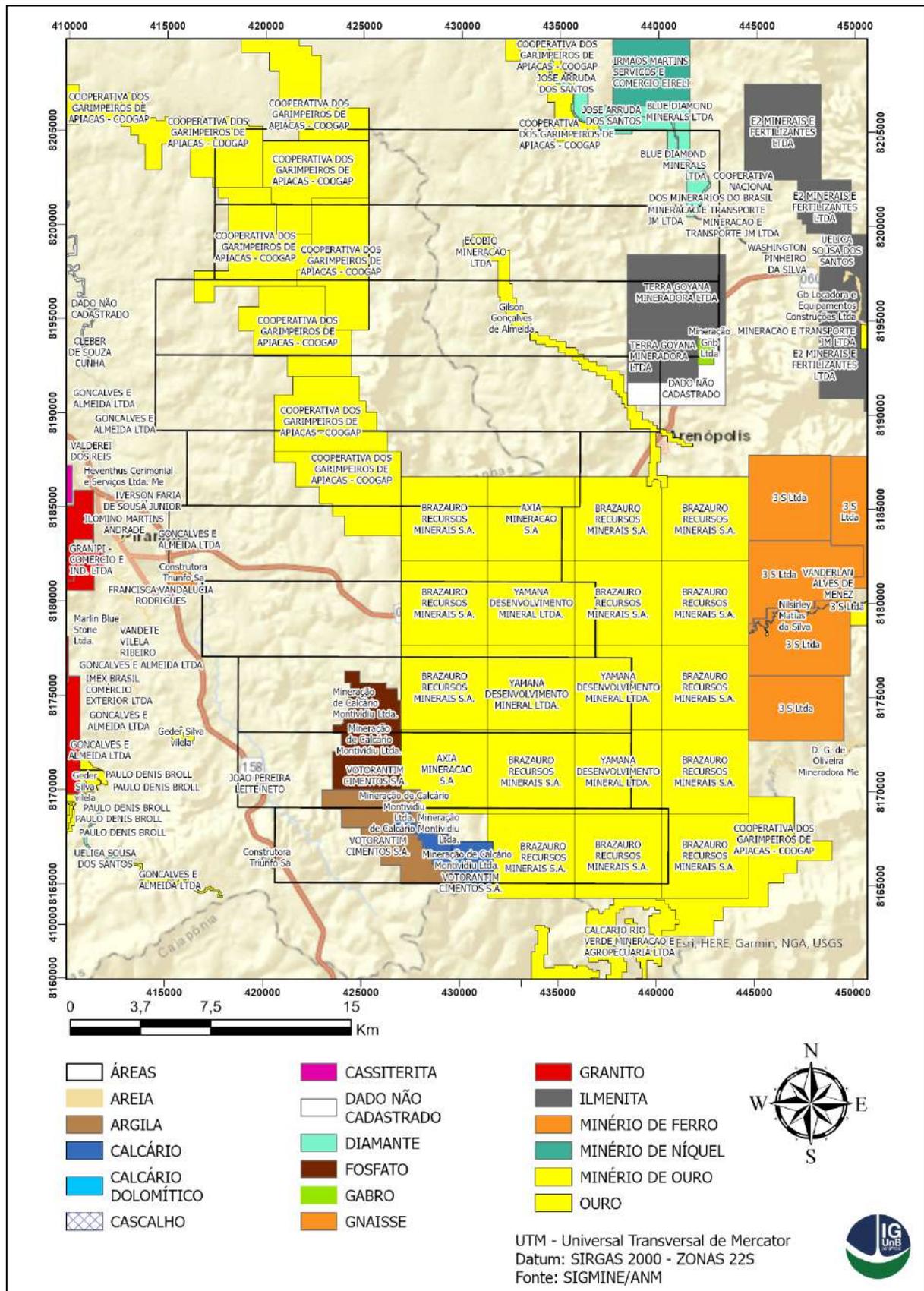


Figura 7.2. Mapa de processos minerários por substância na área do Projeto Arenópolis (Fonte: SIGMINE/ANM, Novembro/2023).

7.3. Potencial Econômico da Área X

As ocorrências minerais encontradas na Área X são marcadas principalmente por rochas e minerais industriais, havendo poucas ocorrências de minerais metálicos. Além disso, através da plataforma SIGMINE, da Agência Nacional de Mineração - ANM, observa-se que grande parte da área de abrangência do Projeto Arenópolis possui diversos processos de autorização de pesquisa para minério de ouro (Figura 7.3).

As ocorrências de rochas e minerais industriais, e minerais metálicos, estão associadas aos mármores que compõem a Sequência vulcanossedimentar Córrego Santo Antônio. O potencial industrial é marcado pela exploração do calcário e no ponto de vista metálico, observa-se de forma menos ampla, disseminação de sulfeto ao longo dos mármores. Além disso, é possível observar porções esverdeadas de alteração hidrotermal.

Na porção oeste da Área X, tem-se o Mármore da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego Santo Antônio, caracterizado como a litologia com maior potencial econômico e industrial da área. O principal uso do metacalcário na área é para fabricação de brita e cal realizado pela empresa mineradora Montividiu, o qual possui seu uso amplo, sendo muito utilizado para construção civil, produção de argamassas para revestimento, pinturas, na estabilização de solos, pavimentação asfáltica, e inclusive no saneamento básico, para tratamento de água (Bonelli, R. 2006). No contexto da área, grande parte do uso da cal é aplicado para o meio agrícola, tendo em vista o alto desenvolvimento da agricultura e pecuária na região de estudo e também é aplicado na produção de brita. A produção média da mineradora é de 120 t/dia de brita com teores médios de CaO de 48-53% e MgO de 1% (Lacerda et al., 2021)

Há também a presença de pequenos aluviões de areia ao sul da área X, gerados por processos erosivos de rochas arenosas da Formação Furnas que compõem a Bacia do Paraná, os quais, assim como o mármore, também podem ser utilizados para o meio industrial, principalmente no ramo de construção civil para produção de concretos, vidros, acabamentos, dentre outras aplicações.

Além disso, devido a alta presença de rochas ultramáficas e o intenso processo intempérico ocorrido sobre as mesmas, existem solos com horizontes A e B enriquecidos em ferro e magnésio, e com baixa sílica, tornando-os propícios para a ação agrícola na região.

No quesito de minerais metálicos, porções sulfetadas, marcadas por cristais de pirita, foram identificadas entre alguns planos de foliação do mármore da Sequência Córrego Santo

Antônio, podendo as mesmas estarem relacionadas a percolação de fluidos hidrotermais enriquecidos em zonas controladas estruturalmente.

8. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E TECTÔNICA

O propósito deste capítulo é introduzir as fases de evolução tectônica das unidades mapeadas no Projeto Arenópolis, utilizando modelos propostos na literatura, em conjunto com os dados estruturais e petrográficos coletados durante a execução do projeto. O enquadramento geotectônico do Projeto Arenópolis está situado na Província Tocantins, no Orógeno Brasília. Essa área tem sua estruturação influenciada pela colisão entre os Crátons São Francisco, Amazônico e Paranapanema, com o desenvolvimento do Lineamento Transbrasiliano (Almeida et al., 1977; Hasui & Almeida, 1970). O desenvolvimento do Orógeno Brasília abrange a evolução do Arco Magmático de Goiás durante o neoproterozóico. Essa evolução inclui estágios de arco intra-oceânico, colisão arco-continente, colisional a pós-colisional e extensional, conforme o modelo proposto por Lacerda Filho et al., (2021).

A evolução do Arco Magmático de Goiás é descrita nos segmentos Mara Rosa e Arenópolis através de dois principais eventos magmáticos: o primeiro, em um ambiente de arco intra-oceânico com a geração de magmatismo com idade entre 920 e 800 Ma; e mais tarde, um magmatismo em ambiente de arco continental que ocorreu entre 660 e 630 Ma (Pimentel et al., 2000; Brito Neves et al., 2014).

A evolução tectônica do Projeto Arenópolis (Tabela 9.1) é complexa e pretende contribuir com entendimento da geodinâmica da região entre Piranhas e Arenópolis, levando em consideração o modelo inicialmente proposto por Pimentel (1985) e posteriormente por Lacerda Filho et al., (2021). As interpretações foram realizadas através das observações de campo, análises petrográficas do Projeto Arenópolis, e dados geoquímicos disponíveis no relatório do Projeto Geologia e Metalogenia da Porção Oeste de Goiás (2021) do SGB-CPRM.

Tabela 12: Estágios de evolução tectônica do Arco Magmático de Arenópolis referente às unidades do Projeto Arenópolis.

Estágio Tectônico	Fase Evolutiva	Evidência	Unidade
Paleoproterozóico (2300-2000 Ma)	Bloco Alóctone	Dados isotópicos Rb-Sr e TDM Sm-Nd.	Gnaiss Ribeiro (1816 ± 110 - Rb-Sr)
Arco Intra-Oceânico Neoproterozóico - Toniano (900-800 Ma)	Arco Vulcânico ou Bacia de Forearc	Geoquímica - Anomalia de Sr e Ba.	Unidade Córrego da Onça (900 ± 8 - U-Pb)
	Prisma de acreção	Rochas típicas de assoalho oceânico (metamorfizadas), justapostas por rochas sedimentares químicas e siliciclásticas (Carneiro et al., 2021; TF 2023).	Unidade Cór. Santo Antônio - Idade máxima de sedimentação ~900Ma
	Equivalente plutônico da SMVS Arenópolis-Piranhas - Edifício de arco de ilhas.	Geoquímica - granitos não-fracionados formados em ambientes pré-colisão de placas com evidência de enriquecimento por subducção (Hattigh, 2020).	Gnaiss Arenópolis (899 ± 7 - U-Pb)
	Contemporâneo ao Gnaiss Arenópolis. Intruiu o Gnaiss Ribeiro	Geoquímica - Contaminação com crosta continental arqueana (Pimentel et al., 2003).	Gabro Morro do Baú (890 ± 6 - U-Pb)
Arco Continental - Colisional Neoproterozóico - Criogeniano (670-600 Ma)	Arco vulcânico ao estágio colisional	Sistemas de ZC (TF 23); Heterogeneidade isotópica pode indicar contaminação de granitogênese pós tectônica (Pimentel et al., 1985).	Granito Serra do Tatu (692 ± 110 - Rb-Sr)
		Assinatura geoquímica de adakitos: geração de magmas a partir da fusão de crosta oceânica (alto Nb/Yb e Th/Yb) e alojamento em crosta continental (altas razões Th/Yb).	Granito Ribeiro Água Limpa (639 ± 3 - U-Pb)
Colisional a Pós-Colisional Neoproterozóico - Ediacarano (590-560 Ma)	Final do estágio colisional	Geoquímica - razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0.70382 (Pimentel & Fuck, 1987) e $\epsilon\text{Nd}(t)$ entre -4,2 e +1,5. Dados sugerem origem mantélica e crustal.	Granito Rio Caiapó (587 ± 20 - U-Pb)
	Pós-Colisional	Geoquímica - $\epsilon\text{Nd}(t)$ de -2.7 a +2.0; Caráter bimodal do magmatismo e sem deformação no centro do plúton (TF 23).	Granito Serra do Iran (564 ± 5 - Rb-Sr)
Extensional (Paleozóico - Cambriano)	Bacia Intracratônica	Formação Furnas e Ponta Grossa; Conglomerado Piranhas (TF 23).	Grupo Paraná
Intraplaca Mesozóico - Cretáceo (135-63 Ma)	Pluma ou soerguimento do manto	Datação - idades entre 94 ± 5 e 74.3 ± 1.6 Ma (Sonoki and Garda, 1988). Complexo alcalino carbonatítico Arenópolis (Danni, 1976; TF 23)	Complexo Arenópolis (94 ± 5 - K-Ar)

8.1. Estágio de Arco Intra-Oceânico

A formação do Arco Magmático Goiás é marcada pelo fechamento do Oceano Goiás-Farusiano (Kröner & Cordani, 2003; Caby, 1994; Valeriano et al., 2004). Enquanto a formação do segmento Mara Rosa é iniciada pela aproximação dos Crátons Amazônico e São Francisco, a geração do segmento Arenópolis é iniciada a partir do movimento convergente entre os Crátons Paranapanema e São Francisco, conforme o modelo de Marques (2017) e detalhado na Figura 8.1.

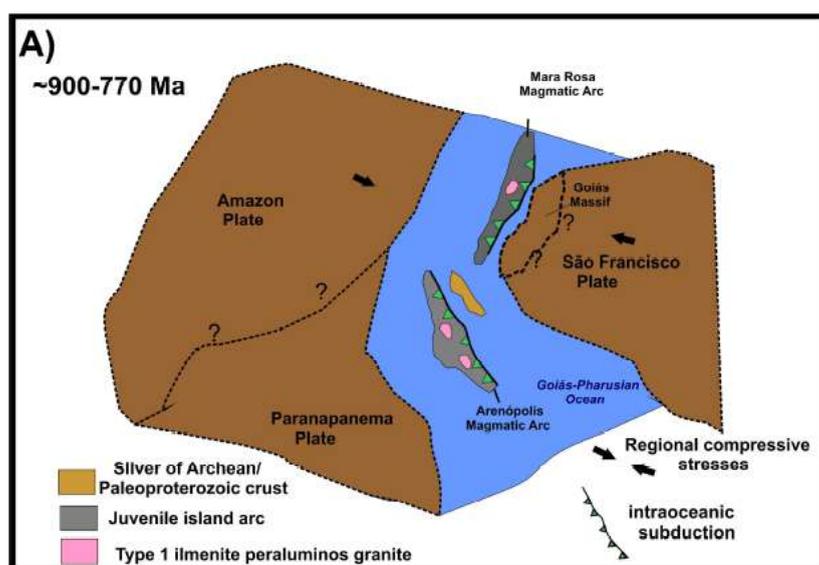


Figura 8.1: Fechamento do Oceano Goiás-Farusiano com desenvolvimento das primeiras assembleias de arcos intra-oceânicos (cerca de 900 a 770 milhões de anos). Adaptado de Marques (2017).

De acordo com Laux et al., (2005), a história evolutiva do Arco Magmático Goiás se inicia com a geração de arcos intra-oceânicos, o qual é representado por rochas metamáficas com idades entre 890 e 815 Ma e ortognaisses e granitóides com idades entre 821 e 782 Ma. Nesse período, se formaram inicialmente, o arco de Arenópolis-Piranhas, seguido pelo arco de Anicuns-Itaberaí. Associadas a estes arcos, houve o desenvolvimento de bacias do tipo *forearc*, *backarc* e zonas de trincheira, com sedimentação e derrames de rochas vulcânicas.

No cenário do Projeto Arenópolis, o estágio de arco intra-oceânico é representado pelo Gnaisse Arenópolis, o qual foi descrito como ortognaisse metaluminoso de composição tonalítica. A idade de 899 ± 7 Ma (Pimentel et al., 1991) indica que estaria relacionado aos primeiros eventos de formação do arco. Concomitantemente, mais para oeste (na posição atual), havia sedimentação na zona de trincheira (Carneiro et al., 2021) a qual daria lugar à Unidade Córrego Santo Antônio, da Sequência MVS Arenópolis-Piranhas. Os anfíbolitos da

Unidade Córrego da Onça poderiam ter sido formados no próprio arco de ilhas (Pimentel, 1985) ou em uma bacia de *forearc*. A obdução de parte dessa crosta oceânica, junto com os sedimentos de trincheira, gerariam mais tarde a superposição de lascas de rochas máficas e ultramáficas ao lado de rochas carbonáticas pertencentes a uma provável plataforma carbonática (Figura 8.3).

Além disso, dados litogeoquímicos apontam para magmas de série calci-alcalina, com granitos formados em ambiente pré colisão, com evidências de enriquecimento por subducção (Hattingh, 2020). Ademais, Rodrigues et al., (1999) mostram que diferentes ortognaisses do Segmento Arenópolis, apresentam caráter metaluminoso (Pimentel & Fuck 1992b, Viana et al., 1995). Na Figura 9.4 evidencia-se tal caráter do Gnaisse Arenópolis.

O modelo proposto pelo Projeto Arenópolis inclui as rochas da Unidade Córrego da Onça em um ambiente de bacia de *forearc*, uma vez que foram mapeadas rochas metavulcânicas máficas e intermediárias intercaladas com rochas metassedimentares. O diagrama de Pearce (1996) permite a classificação dos protólitos de anfibólitos, pertencentes às unidades da Sequência MVS Arenópolis-Piranhas, como basaltos toleíticos (Figura 8.2).

O fato de haverem sequências de trincheiras, junto com espessa sequência de basaltos intercalados com rochas sedimentares, principalmente químicas, atentam para um modelo de *Shallow "Benioff Style Subduction"* (Chelle-Michou et al., 2022). Os autores defendem que a placa oceânica entra em subducção com ângulo aproximado de 45°. Essa interpretação corrobora com o modelo inicialmente proposto por Pimentel (1985) e posteriormente por Carneiro et al., (2021).

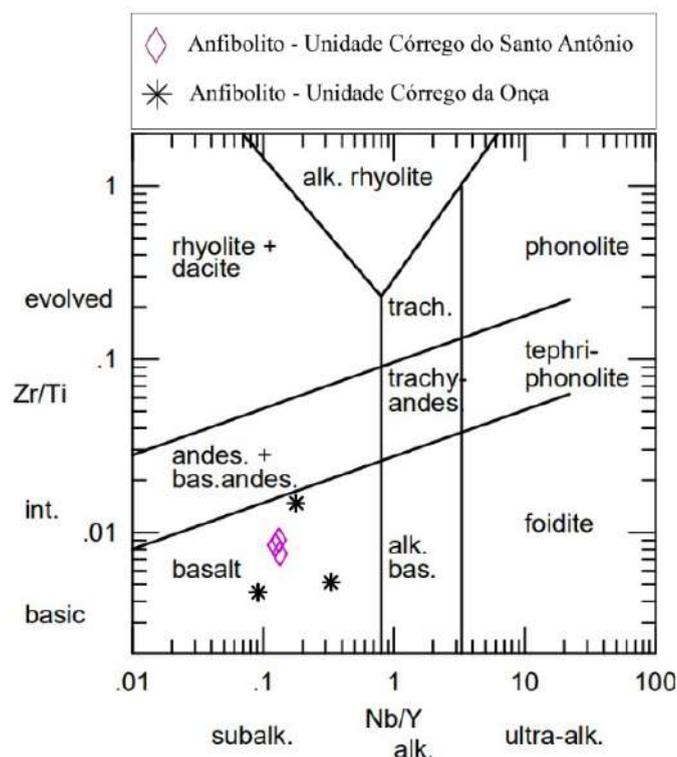


Figura 8.2: Diagrama ternário de Pearce (1996) para classificação dos anfibolitos das unidades Córrego da Onça e Córrego Santo Antônio. Fonte: SGB-CPRM (2021).

O Gabro Morro do Baú tem uma idade de cristalização de 890 ± 6 Ma (Pimentel et al., 2003). A idade indica que esta intrusão é contemporânea, ou um pouco mais jovem que as rochas vulcânicas da Unidade Córrego da Onça. No Projeto Arenópolis, o Gabro Morro do Baú aflora na Área X, em aparente contato intrusivo com o Gnaiss Ribeiro e Gnaiss Arenópolis a leste e com a Unidade Córrego Santo Antônio a oeste.

A composição isotópica de Nd do Gabro do Morro do Baú, T_{DM} de 2.8 Ga e ϵNd negativo de -9.7 , indica forte contaminação com material sílico arqueano (Pimentel et al., 2003). No Projeto Arenópolis, o Gabro Morro do Baú foi mapeado em contato com o Gnaiss Ribeiro e com a Unidade Córrego Santo Antônio. Dessa forma, considerando a idade de 1816 ± 110 (Pimentel et al., 1992) no modelo proposto (Figura 8.3), o Gnaiss Ribeiro é uma das unidades encaixantes do Gabro Morro do Baú e pode ser a origem da fonte de contaminação observada através dos dados Sm-Nd.

Considerando todas as informações mencionadas, é proposto, assim como Lacerda Filho et al., (2021), uma subducção no estágio de arco intra-oceânico com mergulho para leste. Pimentel (1985) propõe a mesma polaridade de subducção, com base em metamorfismo crescente em direção à oeste na Unidade Córrego Santo Antônio. As unidades Córrego Santo

Antônio e Córrego da Onça representam a zona de trincheira e bacia *forearc*, respectivamente. O Gabro Morro do Baú, representa um corpo plutônico intrudido e associado a este estágio, enquanto o Gnaiss Arenópolis representa o próprio edifício vulcânico. É interessante destacar que o Gnaiss Arenópolis também foi identificado a oeste do Gnaiss Ribeirão. Até o momento não existem idades mais acuradas e geoquímica destes dois gnaisses para colocá-los em um contexto mais preciso dentro desta evolução.

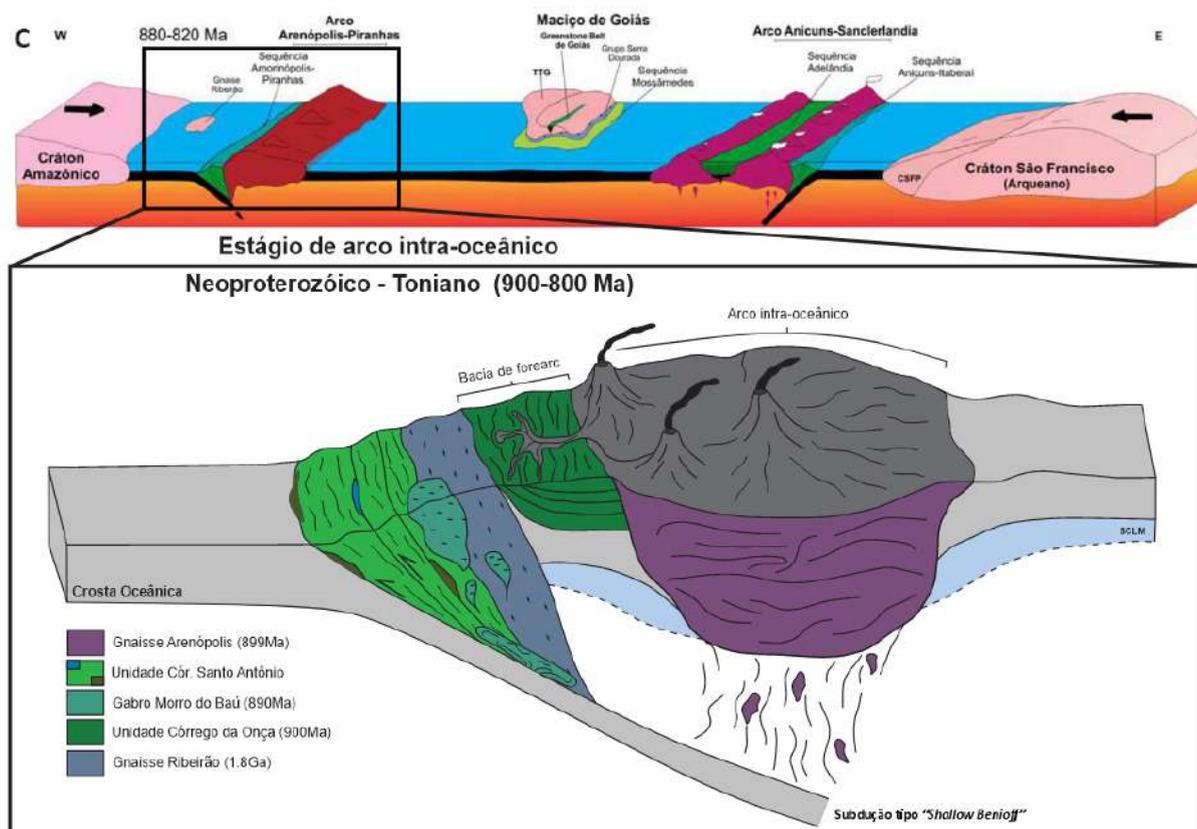


Figura 8.3: Modelo evolutivo do estágio de arco intra-oceânico na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho *et al.* (2021).

8.2. Estágio Arco Continental-Colisão Continente-Continente

O estágio Arco continental-Colisão Continente-Continente é caracterizado por magmatismo misto de fontes juvenis e crustais por volta de 670 a 600 Ma. Nessa fase de acreção do AMG, observa-se aumento de magmas calci-alcalinos, peraluminosos, com aumento de SiO_2 e K_2O , além de diagramas multielementares e padrões de ETR condizentes com contaminação crustal, sendo também obtidos valores de ϵ_{Nd} cada vez mais negativos.

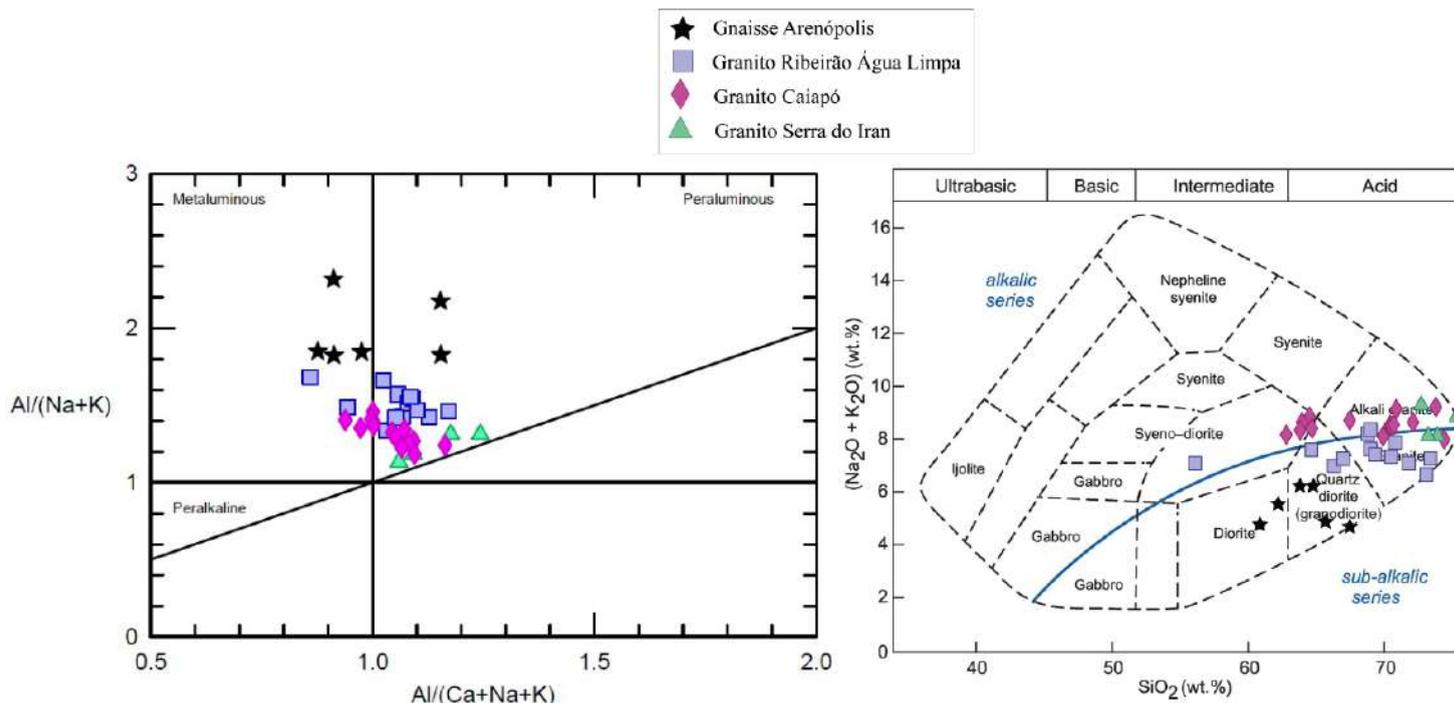


Figura 8.4: Diagrama de classificação do índice de Shand (alumina-saturação) à esquerda e diagrama TAS para todas as unidades plutônicas e metaplutônicas do Projeto Arenópolis à direita. Fonte: SGB-CPRM (2021).

No contexto do Projeto Arenópolis, as unidades que representam o magmatismo relacionado a esse estágio são o Granito Serra do Tatu, o Granito Ribeirão Água Limpa e o Granito Rio Caiapó, conforme mostra o modelo proposto na Figura 8.5. O Granito Serra do Tatu representa um granito tipo-S de caráter peraluminoso, com uma idade de 690 ± 110 Ma, obtida pelo método Rb-Sr por Pimentel (1985). É caracterizado por se apresentar fortemente milonitizado. Já o Granito Ribeirão Água Limpa constitui rochas metaplutônicas graníticas a tonalíticas milonitizadas. Hattingh et al., (2015) obtiveram, pelo método U-Pb, idade de 692 ± 3 Ma para a unidade. Os resultados geoquímicos indicam que são rochas calci-alcalinas e peraluminosas, com padrão de ETR e razão K_2O/Na_2O que permitem classificá-las como adakitos de alto K, além de apresentarem baixas concentrações de HFSE em padrões ETR normalizados para condrito. Essas características foram consideradas pelos autores para interpretar que o Granito Ribeirão Água Limpa tem uma fonte profunda mantélica, em contexto de espessamento crustal e consequente fusão parcial da quilha eclogítica delaminada.

Seguindo o modelo apresentado por Lacerda Filho et al., (2021), o Granito Ribeirão Água Limpa representaria o Arco Continental do Arco Bom Jardim, localizado a oeste. Fica ainda a esclarecer, em função da idade, se o Granito Serra do Tatu é um dos representantes deste estágio no Arco de Arenópolis-Piranhas. Diversos corpos gabro-dioríticos e graníticos

com e sem deformação foram encontrados durante o mapeamento. Possivelmente eles estejam relacionados com este momento da evolução, mas não existem até o presente dados isotópicos e geoquímicos para fazer essa correlação. Não obstante, o estágio de Arco Continental parece ter sido muito restringido no tempo para o Arco Arenópolis-Piranhas.

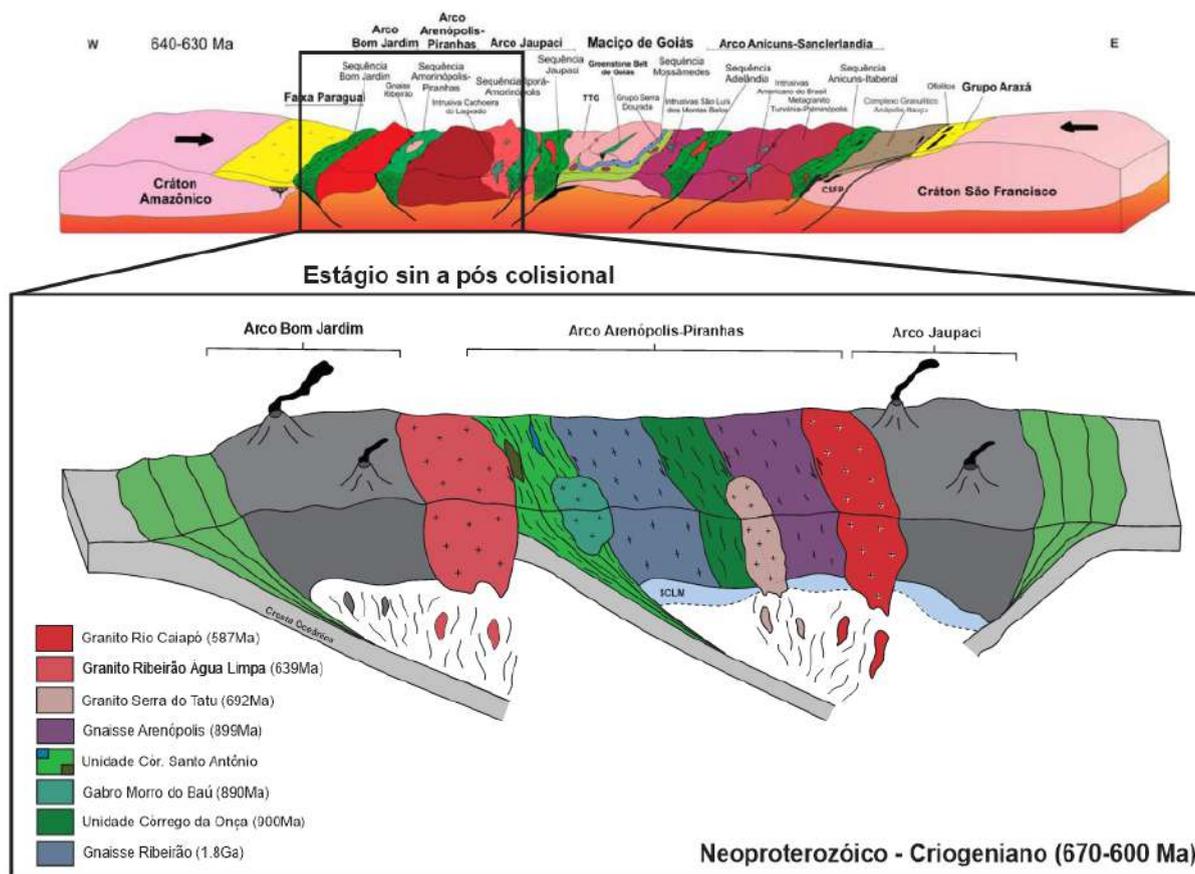


Figura 8.5: Modelo evolutivo do estágio de arco continental na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho et al., (2021).

No presente modelo (Figura 8.5), o Granito Rio Caiapó foi colocado no estágio colisão continente-continente. Ele tem uma idade de 587 ± 17 Ma (Pimentel & Fuck 1994) e características geoquímicas de granitos tipo-I, típicas de arco. Não obstante, a idade, o erro analítico poderia indicar que este granito é mais antigo, descartando a sua relação o magmatismo bimodal pós-Brasiliano mais antigo (entre ca. 590 a 560 Ma, Pimentel et al., 1987b, 1996b e 1999). As evidências de campo, como zonas de cisalhamento, foliação e evidências de deformação em microestruturas em amostras tanto das bordas quanto no centro do corpo, corroboram a hipótese de que o mesmo estaria relacionado aos estágios finais ou pós-colisional.

8.3. Estágio Orogênico: magmatismo bimodal em ambiente transicional

A evolução do Arco Magmático Goiás se deu através do fechamento do Oceano Goiás-Farusiano e está correlacionada com a amalgamação do continente Gondwana. Este então, é seguido pelo desenvolvimento de mega-cisalhamento denominado Lineamento Transbrasiliano (Schobbenhaus, 1975), o qual é composto por diversas zonas de cisalhamentos que se estendem até a base da litosfera (*sub-continental lithospheric mantle - SCLM*). O Lineamento, então, atua como uma série de condutos para a ascensão, estocagem e posteriormente, anatexia. Com isso, se dá origem ao magmatismo bimodal e granitos do tipo-A (Vauchez & Tommasi, 2003; Pirajno, 2010).

Segundo Pimentel et al., (1987b, 1996b e 1999), o magmatismo bimodal pós-Brasiliano pode ser resumido em dois eventos distintos: (i) um mais antigo entre *ca.* 590 a 560 Ma e (ii) um mais recente entre *ca.* 508 a 485 Ma. Ambos os episódios apresentam grupos de granitóides metaluminosos, contendo razões $K_2O/Na_2O > 1$, bem como afinidades transicionais entre calci-alcalinas a calci-alcalinas de alto-K. O grupo de granitóides de idades mais antigas são similares a granitos do tipo-I, ao passo que os mais jovens seriam comparáveis a granitos do tipo-A. Além disso, ambos os grupos apresentam razões isotópicas de Sr e Nd com razões iniciais de Sr entre 0.703-0.710 e $\epsilon_{Nd}(T)$ entre -4.6 a +3.0, compatíveis com fusão de granitóides e rochas metavulcânicas de arco mais antigo. Ainda, Pimentel et al., (1999) atribuem a origem deste magmatismo bimodal a fusão crustal acarretada por intensa produção de calor, possivelmente relacionada a um episódio de *underplating* de magmas mantélicos na base da crosta continental. No modelo tectônico proposto (Figura 9.6), tal evento seria promovido por um mecanismo de *slab-breakoff* (Davies & Blanckenburg, 1995; Atherton & Ghani, 2002), após os últimos estágios da Orogenia Brasileira. Este mecanismo de *slab-breakoff* é responsável pelas denominadas “janelas astenosféricas”, ou seja, a subida do manto astenosférico, descompressão, fusão parcial e *underplating* e magmas na base da crosta.

As unidades que estão inseridas nesses contextos e presentes no Projeto Arenópolis corresponde ao Granito Serra do Iran. Vale ressaltar que, embora o Granito Rio Caiapó (587 ± 17 Ma, Pimentel & Fuck 1994) e o Granito Serra do Iran (588 ± 17 Ma, Pimentel & Fuck 1994) tenham idades próximas, o erro analítico, a geoquímica e as relações de campo observadas durante o mapeamento permite interpretar que os dois corpos não foram alojados no mesmo momento da evolução no estágio *tardi* a pós tectônico.

Enquanto o Granito Rio Caiapó apresenta zonas de cisalhamento, foliação e evidências de deformação em microestruturas em amostras, tanto das bordas, quanto no centro do corpo, o Granito Serra do Iran se mostra com características predominantemente isotrópicas no centro do corpo. Dessa forma, as zonas de cisalhamento desenvolvidas apenas nas bordas indicam alojamento do plúton nos últimos estágios do período colisional. Conforme Pimentel *et al.* (1985), o Granito Serra do Iran se destaca pelo caráter isotrópico da trama, ao contrário do Granito Rio Caiapó, e constitui um pequeno plúton no qual se desenvolveu uma auréola termal na sequência xistosa encaixante.

Por fim, ao longo dos estágios finais de transpressão sinistral ao longo da região, entende-se que houve a nucleação de um domínio transtrativo de mesma cinemática. A atuação de tectônica distensiva geraria então, ao longo da Unidade Córrego da Onça e do Granito Serra do Tatu, o equivalente a uma bacia do tipo *pull-apart* com rampas extensionais com direção E-W a WNW-ESE em um cisalhamento NNW-SSE. Tal deformação seria então responsável pela geração e principalmente, intrusão de diques riolíticos, paralelos ao cisalhamento NNW-SSE. De maneira subordinada, ao longo dos sítios extensionais nesta bacia, houve a colocação de diques riolíticos de menor escala, com direção E-W. Desse modo, compreende-se que a extensão E-W gerada atuou como sistema de encanamento para ascensão de magma ácido. Sendo assim, pela ausência de deformação presente ao longo dos diques, é possível afirmar que a unidade Córrego do Horácio foi gerada no final do evento deformacional transpressivo. Isto se dá em função da presença apenas de estruturas de fluxo localizadas e domínios não deformados relacionados a um resfriamento tardio.

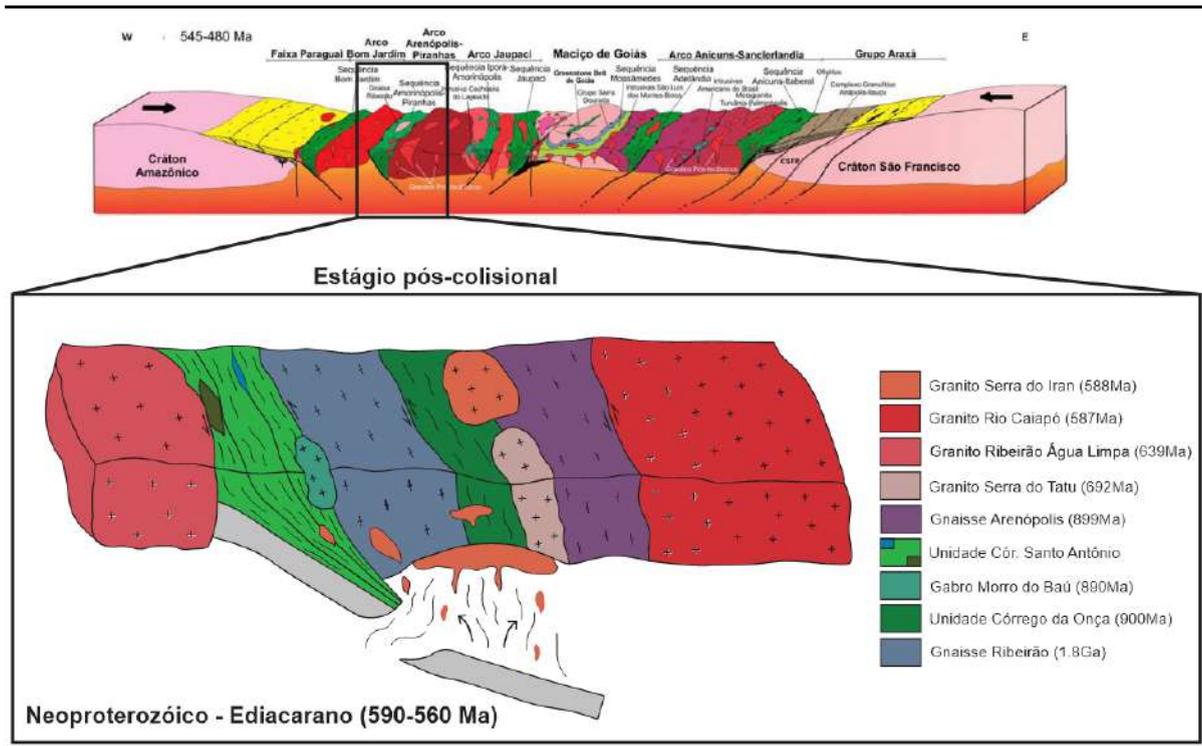


Figura 8.6: Modelo evolutivo do estágio pós-colisional na região entre Piranhas e Arenópolis, com destaque para o modelo proposto por Lacerda-Filho et al., (2021).

8.4. Estágio Extensional

O estágio extensional se trata do mais recente evento na área de estudo, de idade fanerozóica, tendo ocorrido após o estágio compressivo e o soerguimento do orógeno. Nesse estágio, há o predomínio de falhas e juntas, que ocorrem a partir de reativações de estruturas mais antigas, do embasamento, em direção preferencial aproximadamente N-S, o que gerou feições como *grabens* e bacias marginais (Lacerda Filho et al., 2021). Esse estágio inicial de graben, com o aporte de material oriundo do Arco Magmático de Goiás, foi o que deu origem à Formação Piranhas (Pimentel, 2016). Esta formação é representada no presente projeto pelo Conglomerado Piranhas, que aflora em uma estreita faixa de direção N-S em um *graben* inserido no Granito Ribeirão Água Limpa. A sua gênese está relacionada à deposição molássica em decorrência de um aulacógeno ordoviciano (Faria et al., 1975).

A deposição da Bacia do Paraná também está relacionada a esse estágio, tendo ocorrido durante o Ordoviciano-Siluriano, em que as reativações de estruturas do embasamento gerou depressões alongadas, que controlaram a deposição dos sedimentos da Bacia do Paraná. Inicialmente, com os sedimentos do Grupos Rio Ivaí, e depois dos arenitos da Formação Furnas e transição gradual para os sedimentos mais finos da Formação Ponta

Grossa (Devoniano) em ciclos transgressivo-regressivo, ambas presentes no sul da área do Projeto Arenópolis (Lacerda Filho et al., 2021).

Em relação às estruturas rúpteis presentes na área de estudo, elas podem ser correlacionadas ao Lineamento Az 125°. Essas estruturas foram o lugar de ascensão de magmas básicos relacionados a Pluma Trindade há cerca de 90 Ma, que é o evento responsável pelos corpos alcalinos da Suíte Alcalina Iporá, presentes na área de estudo (Crough et al., 1980; Gibson et al., 1995b, 1997b; Thompson et al., 1998).

8.5 Magmatismo alcalino

Uma das teorias sugeridas na petrogênese do magmatismo alcalino cretáceo no Brasil decorre do modelo de plumas mantélicas, apoiando-se em evidências geofísicas (e.g Gibson et al., 1999). De acordo com este modelo, a Província Alcalina de Goiás representa um local com intrusões alcalinas ao longo de uma trilha direcionada para sudeste, também chamada de Lineamento Azimute 125. Nesta interpretação, a pluma foi desviada para sul em direção à litosfera mais fina, onde gerou a Província Serra do Mar entre 85 e 55 milhões de anos (Thompson et al., 1998).

Entretanto, novos modelos sugerem a origem de magmas alcalinos a partir do soerguimento do manto litosférico subcontinental metassomatizado em processo de rifteamento. De acordo com Ferreira et al., (2022), a fusão derivada do manto pode ser consequência de episódios de rifteamento e células convectivas do manto, ou seja, a incidência de um ponto quente ou um ponto de fusão do manto não seria necessária. Os autores propõem que a extensão litosférica pode ser o modelo mecânico mais aplicável para a geração do magmatismo alcalino e toleítico do Mesozóico na América do Sul. Esse mecanismo inclui a reativação de estruturas profundas herdadas da colagem orogênica do Neoproterozóico, atuando assim como condutos de magma ou reservatórios temporários, conforme o modelo proposto pelos autores na Figura 8.7. A colocação das províncias alcalinas em terrenos formados por processos anteriores de subducção e colagem orogênica, teriam enriquecido o manto de forma mais eficiente em CO₂, H₂O e elementos incompatíveis (Ferreira et al., 2022).

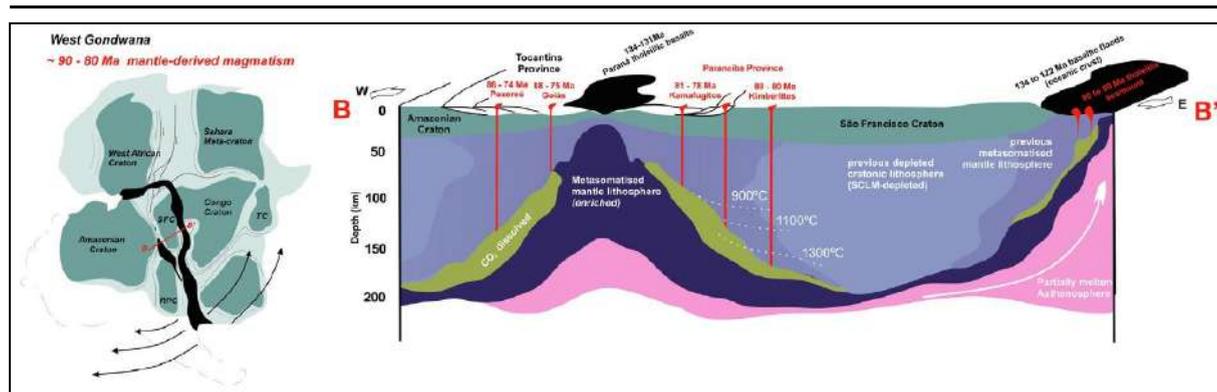


Figura 8.7: Modelo proposto por Ferreira et al., (2022) para a evolução da litosfera facilitando a colocação dos magmas toleíticos e alcalinos de aproximadamente 130 milhões e 80 milhões de anos. Adaptado de Ferreira et al., (2022).

8.6 Fases de deformação e metamorfismo

Um dos aspectos que ficaram evidentes durante o trabalho de campo do Projeto Arenópolis diz respeito a natureza polideformada da região, envolvendo feições estruturais complexas, como sobreposições, estilos de dobramentos variados, distintas gerações de foliações, lineações e fraturas. Deste modo, por meio da integração das informações de campo, foi possível construir uma concepção de eventos metamórficos e deformacionais e, logo, relacioná-los com as fases da evolução tectônica na escala do mapeamento.

O estágio de Arco Intra-oceânico (Figura. 8.3) é vislumbrado a partir de uma fase (D_{n-1}) de natureza compressional e orientação geral E-W, responsável por gerar sistemas de empurrões, falhas oblíquas e dobramentos através do surgimento das primeiras zonas de subducção. Este cenário é estabelecido em um regime dúctil-rúptil sob condições metamórficas de fácies xisto-verde. Além disso, as superfícies iniciais (S_0) de deposição das camadas vulcanossedimentares e edifícios vulcânicos experienciaram um primeiro evento ou fase de dobramentos (F_1), gerando foliações plano-axiais (S_1). Estas são então redobradas por um segunda fase de dobramentos (F_2) que transpõe e paraleliza as superfícies S_0 e S_1 . Os elementos desta primeira fase de deformação são de difícil identificação em campo, porém em alguns casos é possível abstrai-los pela exibição de dobras apertadas, recumbentes, com eixos horizontais, se manifestando entre planos dos dobramentos F_2 (Figura 8.8).

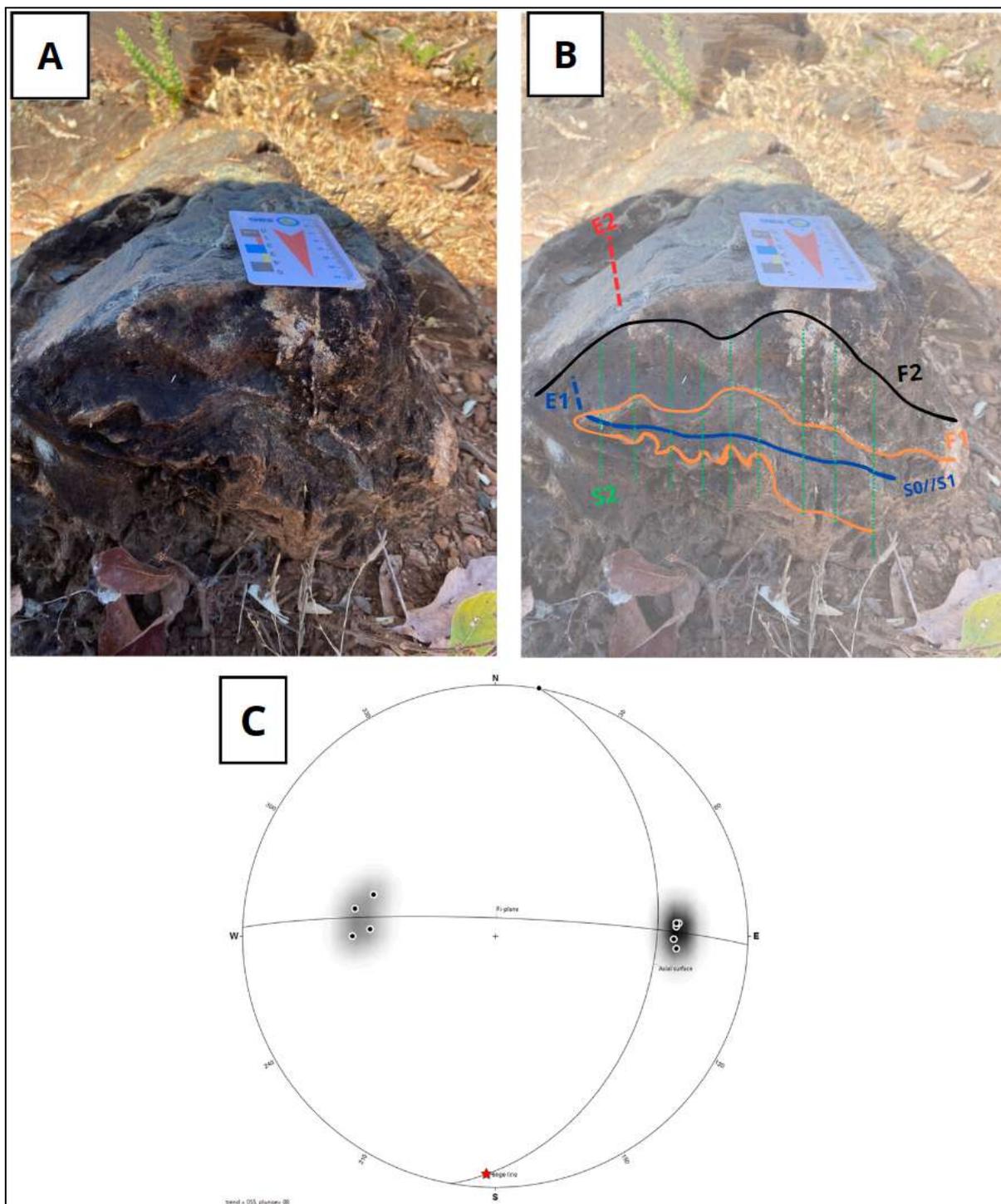


Figura 8.8: (A) Afloramento de anfibolito dobrado pertencente a Unidade Córrego do Santo Antônio (416244E/8190590S), evidenciando (B) o padrão de interferência de dobra F_2 com dobra F_1 e as relações de sobreposição das gerações de foliações. A Foliação plano-axial S_2 compõe a foliação predominante na área do projeto, enquanto a foliação S_1 se mostra transposta e incluída nos planos de F_2 . (C) Estereograma mostrando os pólos dos flancos da dobra F_2 , bem como o seu perfil e superfície axial, além do eixo.

Ainda na fase de deformação D_{n-1} , ocorreria a amalgamação de outros sistemas de arcos intra-oceânicos e a eventual instalação de um ambiente de arco vulcânico, aqui

retratado como estágio de arco continental (Figura 8.5). As condições metamórficas neste cenário conteriam padrões Barrovianos mais distribuídos, com condições de fácies xisto-verde a xisto-verde transicional nas frentes de subducção, podendo atingir fácies anfíbolito nas porções sob as raízes do arco continental.

Em termos estruturais, este estágio também é caracterizado pela transposição da foliação S_1 a partir da interferência da fase de dobramentos ou redobramentos F_2 anteriormente mencionada. Sistemas de empurrões e falhas oblíquas continuam a se manifestar devido à permanência dos esforços compressoriais de direção E-W advindos das zonas de subducção em evolução. Os elementos deformacionais típicos dessa fase de dobramentos são caracterizados pela presença de foliações plano-axiais S_2 , lineações em planos de falhas (*slickensides*) de caráter frontal ou oblíquo, dobras assimétricas fechadas a abertas com planos axiais normais a inclinados e eixos horizontais a fortemente inclinados. Vale ressaltar que grande parte dos estilos de dobramentos evidenciados em campo são referentes a esta fase.

Ao estágio colisional é creditado o pico metamórfico da região, onde as condições de fácies anfíbolito se tornam predominantes. Tal cenário é condizente com o principal evento tectono-metamórfico do Ciclo Brasileiro ao redor de *ca.* 630 Ma (Pimentel et al., 1991a; Pimentel et al., 1999) interpretado como resultante dos episódios colisionais entre o Cráton Amazônico e o Cráton do São Francisco, que a esta altura já estaria soldado ao Bloco Paraná. Além disso, esta etapa inaugura eventos transcorrentes de direção NW-SE com a implantação da fase de deformação D_n em um regime de caráter mais dúctil. A trama NW-SE é referente a principal estruturação da área do Projeto Arenópolis, onde ocorre a superposição e aproveitamento dos planos de falhamentos das fases F_1 e F_2 por extensas zonas de cisalhamento de caráter transcorrente associadas ao Lineamento Transbrasiliano a oeste (Lacerda-Filho et al., 2021; Curto, 2015). Deste modo, as zonas de cisalhamento Piranhas, Ribeirão e Córrego da Areia seriam nucleadas neste evento. Os elementos atribuídos a esta etapa são foliações miloníticas (S_3), dobras apertadas a isoclinais com flancos rompidos, lineações de estiramento mineral e transposição das foliações S_1 e S_2 .

Ao final do estágio colisional, mais precisamente na etapa de transição para o pós-colisional (Figura 8.6), se inicia um regime de natureza tardi-tectônica, com a fase de deformação D_{n+1} , caracterizada pelo início do arrefecimento termal e, conseqüentemente, a incidência de um retro-metamorfismo de fácies xisto-verde. Neste período, as zonas de cisalhamento principais iniciam a nucleação de fraturas de cisalhamento transcorrentes

sintéticas e antitéticas (R e R'). Estas fraturas de cisalhamento ou falhas transcorrentes são responsáveis por imprimir a estruturação subsidiária E-W evidenciada na área do Projeto Arenópolis, conforme o modelo proposto na Figura 8.9. Além disso, dobramentos tardios na forma de crenulações com eixos de direção aproximada NNE, afetam os planos de foliação S_2 e S_3 .



Figura 8.9: Modelo proposto para a região do Projeto Arenópolis. Destaca-se o cisalhamento regional sinistral com falhas antitéticas e sintéticas e as respectivas direções de encurtamento e estiramento.

Por fim, ao final do estágio pós-orogênico ocorreria um regime rúptil extensional D_{n+2} , com episódios de soergimento e erosão, além da instalação da Bacia do Paraná. Neste estágio são nucleadas falhas normais e falhas direcionais.

9. CONCLUSÃO

O Projeto Arenópolis teve como objetivo a realização do mapeamento geológico em escala 1:25.000 da porção sul do Arco Magmático de Goiás para melhor detalhamento das unidades geológicas, ocorrendo juntamente de análises petrográficas, estruturais, metalogenética e evolutiva.

A evolução cartográfica promovida pelo Projeto abrange o detalhamento e delimitação de fácies félsicas, intermediárias e máficas ao longo da unidade do Granito Serra do Iran, juntamente de uma fácies subvulcânica; Corpos intrusivos indiferenciados de composição monzogranítica, tonalítica e hornblenda gabros; Fácies félsicas e intermediárias no Granito Caiapó; Biotita granito e Biotita granodiorito, Granito fino e facies intermediárias no Granito Ribeirão Água Limpa; Fácies tonalíticas e graníticas do Gnaisse Arenópolis; Fácies máficas, ultramáficas e metassedimentares do Córrego do Santo Antônio e do Córrego da Onça. Além disso foram delimitadas as grandes estruturas cisalhantes que controlam os contatos entre as mesmas e as zonas de empurrão dentro da Sequência Metavulcanossedimentar Córrego do Santo Antônio.

No quesito metalogenético, foram identificadas ocorrências de sulfetos ao longo das Sequências Metavulcanossedimentares, fato que já havia sido identificado pela empresa B.P Mineração, onde destacaram-se valores anômalos em Cu e Zn nos cursos do Córrego da Onça.

Analisando o contexto tectônico da área e a evolução dos estágios tem-se o estágio tectônico Paleoproterozóico (2300-2000 Ma), Arco Intra-Oceânico - Neoproterozóico - Toniano (900-800 Ma), Colisão Arco-Continente - Neoproterozóico - Criogeniano (670-600 Ma), Colisional a Pós-Colisional - Neoproterozóico - Ediacarano (590-560 Ma), Extensional - (Paleozóico - Cambriano) e Intraplaca - (Mesozóico - Cretáceo (135-63 Ma).

No quesito metalogenético do Projeto Arenópolis, nota-se a presença dos sistemas magmático e magmático-hidrotermal, ocorrendo como predominantes devido à ocorrência de diversos corpos plutônicos ao longo da extensão do projeto, e também sistema mineralizante associado ao magmatismo alcalino, com solicitação de concessão de lavra para a substância de Ilmenita, frequente em complexos alcalinos-carbonatíticos.

As principais recomendações para a região do projeto são: realizações de estudos para melhor detalhamento petrogenético e metalogenético visando a caracterização com maior precisão dos ambientes e localização de possíveis depósitos, tendo em vista a ocorrência de depósitos de ouro na porção norte do Arco Magmático de Goiás, e também melhor

caraterização da assinatura geoquímica/geocronológica das rochas pertencentes ao arco, principalmente em relação ao Gnaisse Ribeirão, o qual não há uma interpretação exata acerca da sua origem e proveniência. Além disso, recomenda-se detalhamento da gênese das unidades vulcânicas e plutônicas indiferenciadas, que foram encontradas como ocorrência pontual na subárea X e de maneira diversa na subárea IX.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adorno, R.R. Estudo cronobioestratigráfico da Formação Vila Maria: litoestratigrafia e paleontologia do limite ordovicianosiluriano da Bacia do Paraná, estados de Goiás e de Mato Grosso, Brasil Central. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências - UNB, 2014.
- Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 349-364.
- Alves, F. M., Silva, E. R., Silva, A. B. Atlas Aerogeofísico do Estado de Goiás, SGB, 2022.
- Alvarenga, C.J.S., Dardenne, M.A., Vieira, L.C., Martinho, C.T., Guimarães, E.M., Santos, R.V., Santana R.O. 2012. Estratigrafia da borda ocidental da bacia do São Francisco. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 2012:145- 164.
- Alvarenga, C.J.S., E. M. Guimarães, M. L. Assine, J. A. J. Perinotto, N. P. F. Laranjeira. 1998. Seqüências Ordovício-Siluriana e Devoniana no flanco norte da bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70: 587-606.
- Araújo Filho, J.O., The Pirineus Syntaxis: An example of the intersection of two Brasiliano fold-thrust belts in central Brazil and its implications for the tectonic evolution of western Gondwana. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 144-148, 2000.
- Assine, M. L., Perinorro, J. A., Alvarenga, C. J. S., Petri, S. Arquitetura Estratigráfica, Tratos deposicionais e Paleogeografia da Bacia do Paraná (Brasil) no Neo-Ordoviciano/Eo-Siluriano. *Revista Brasileira de Geociências*, p. 61-76, 1998.
- Atherton, MP & GHANI, A. 2002. Slab breakoff: A model for Caledonian, Late Granite syn-collisional magmatism in the orthotectonic (metamorphic) zone of Scotland and Donegal, Ireland. *Lithos*. 62. 65-85. 10.1016/S0024-4937(02)00111-1.
- Augustin, C.T., Della Giustina, M.E.S., 2019. Geology and metamorphism of the neoproterozoic Mangabal Complex: An example of Ni–Cu-PGE mineralized intrusion in the Goiás Magmatic Arc, central Brazil. *J. South Am. Earth Sci.* 90, 504–519. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.013>.

Baldwin, J.A., Powell, R., Brown, M., Moraes, R., Fuck, R.A., 2005. Modelling of mineral equilibria in ultrahigh-temperature metamorphic rocks from the Anapolis-Itaçu Complex, central Brazil. *J. Metamorph. Geol.* 23, 511–531. <https://doi.org/>

Bennet P. J. e Castle J. E. (1975). Kyanite and related minerals. In: Leford S. J. (ed) *Industrial Minerals and Rocks*. New York, NY, p. 729-736.

Bonelli, R., Delpino, R., Migoto, M., 2006. Manual Prático Uso da Cal. IPHAN - Programa Monumenta. pp. 4.

Brito Neves, B.B.; Fuck, R.A.; Pimentel, M.M. 2014. The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, v. 44(3), p. 493-518

Camarço, P. E. N.; Andrade, S. M. Estratigrafia dos sedimentos devonianos do flanco nordeste da Bacia do Paraná. *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia*, Balneário de Camboriú, Santa Catarina, 1980, Vol. 5.

Campos Neto, M.C 1979. Contribution à l'étude des Brasilides. Litostratigraphie et structure des Groupes Canastra, Paranoá e Bambuí dans l'ouest-nord-ouest de l'Etat de Minas Gerais, Brésil. Thèse de 3e. Cycle, Univ. de Paris VI, France 155pg.

Campos Neto, M.C; Cioffi, C.R. Texturas metamórficas de granulitos de alta pressão Kippe Carvalhos, borda sul do Cráton São Francisco. *Anais*, 2008.

Cardoso, M. R. D. Classificação Climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica*, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. pp.40-55.

Carneiro, J.S. Sequência Arenópolis-Piranhas: Evolução de bacia marginal ao Arco Magmático de Goiás. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências - Universidade de Brasília, p. 10-16, 2019.

Carneiro, M.A., Barbosa, M. S. C. Implicações geológicas e tectônicas da interpretação magnetométrica da região de Oliveira, Minas Gerais. Departamento de Geologia - Universidade Federal de Ouro Preto, 2008.

Cordani, U. G., Pimentel, M. M., De Araújo, C. E. G., & Fuck, R. A. 2013. The significance of the Transbrasiliano-Kandi Tectonic corridor for the amalgamation of west gondwana. *Brazilian Journal of Geology*, 43(3), 583-597.

Cordeiro, P.F. DE O., De Oliveira, C.G., Giustina, M. E. S. D., Dantas, E. L., Santos, R. V. 2014. The Paleoproterozoic Campinorte Arc: Tectonic evolution of a Central Brazil pre-Columbia orogeny. *Precambrian Research*, 251, 49–61. doi:10.1016/j.precamres.2014.06.002.

Cordeiro, P.F. DE O; Oliveira, C.G.D. The Goiás Massif: Implications for a pre-Columbia 2.2–2.0 Ga continent-wide amalgamation cycle in central Brazil. *Precambrian Research*, v. 298, p. 403-420, 2017.

Curto, B. J ., O Lineamento Transbrasiliiano na Bacia do Paraná: Compartimentação Crustal do Embasamento e Reativações Fanerozóica. Dissertação (Doutorado em Geologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Danni, J.C.M., Dardenne, M.A., Fuck, R.A., Ribeiro, M.J., 1973. Geologia da Extremidade Sudoeste da Serra Dourada (Goiás, Brasil). *Rev. Bras. Geociências* 3, 160–180.

Dardenne M.A. 2000. The Brasília Fold Belt. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho & D.A. Campos. 2000. Tectonic evolution of South America. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, SBG. p. 231-263.

D’el-Rey Silva, L.J.H., De Vasconcelos, M.A.R., Silva, D.V.G., 2008. Timing and role of the Maranhão River Thrust in the evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt and Tocantins Province, central Brazil. *Gond. Res.* 13, 352–374.

Dantas, E. L., Jost, H., Fuck, R. A., Brod, J. A., Pimentel, M. M. and Meneses, P. R., 2001. Proveniência e idade deposicional de sequências vulcano-sedimentares da região de Santa Terezinha de Goiás, baseada em dados isotópicos Sm-Nd e U-Pb em monocristal de zircão. *Revista Brasileira de Geociências* 31(3): p. 329-33.

Diniz, M. N. Interpretação ambiental da Formação Ponta Grossa na parte central da Bacia do Paraná - Um estudo de subsuperfície. Dissertação de Mestrado, São Paulo, 1985.

Davies, J. & Blanckenburg, F. 1995. Slab breakoff: A model of lithosphere detachment and its test in the magmatism and deformation of collisional orogens. *Earth and Planetary Science Letters*. 129. 85-102. 10.1016/0012-821X(94)00237-S.

Faria, A. 1982. Formação Vila Maria – nova unidade litoestratigráfica siluriana da Bacia do Paraná. *Revista Ciências da Terra* 3:12-15.

Faria, A. & Reis Neto, J.M. - 1978 - Nova unidade litoestratigráfica pré-Fumas no sudoeste de Goiás. In: Congresso Brasileiro Geologia., 30, Recife . Resumo das comunicações. Recife, SBG. p. 136-137.

Ferreira, A.C.D; Conceição, R.V; MIZUSAKI, A.M.P. 2022. Magmatismo alcalino e toleítico do Mesozoico ao Cenozoico relacionado à ruptura e dispersão de Gondwana Ocidental. *Gondwana Research* 106 (2022) 15–33.

Freitas Silva, F.H. 1991. Enquadramento lito-estratigráfico e estrutural do depósito de ouro de Morro do Ouro, Paracatu/MG. Dissertação de Mestrado, UnB-IG, 151p.

Fuck, R.A. Jardim de Sá, E.F., Pimentel, M.M., Dardenne, M.A., Pedrosa Soares, A.C., 1993 O Cráton do São Francisco. Salvador, SBG/SGM/CNPq, p.161-185.

Fuck, R.A. 1994. A Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins. Simpósio de Geologia do Centro-oeste, 4, 1994, Brasília. SBG, p. 184-187.

Fuck, R. A., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., LAUX, J. H., Junges, S. L., Oliveira, C. G., ... & Chiarini, M. F. (2006). The Santa Terezinha sequence, Goiás magmatic arc, central Brazil: constraints from U-PB and SM-ND data.

Fuck, R.A., Brito Neves, B.B., Schobbenhaus, C., 2008. Rodinia descendants in South America. *Precambrian Research* 160, 108–126.

Fulfaro, V. J. A Evolução tectônica e paleogeográfica da Bacia sedimentar do Paraná pelo *trend surface analysis*. Tese do Instituto de Geociências e Astronomia da Universidade de São Paulo - USP, 1971.

Galoski, C. E.; Martínez, A. E. J.; Vaz, A. P. M. S.; França, A. B.; Froehner, S. J. Analysis of redox-sensitive trace elements to the reconstruction of the depositional paleoenvironment of the Ponta Grossa Formation in southern Brazil. Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade do Paraná, Curitiba. *Journal of South American Earth Sciences*, 2023.

Hasui Y. & Almeida F.F.M. De 1970. Geocronologia do Centro Oeste Brasileiro, *Rev. Bras. Geociências* 19 (1): 6-26.

Ianhez, A c.; Pitthan, J. H. L.; Simões, M. A; Del·Arco, J. O.; Trindade, C. A. CH.; Luz, D. S. Da; Fernandes, C. A C.; Tassinari, C. C. G.; Sousa Júnior, J. J.; De Freire, F. A; Oliveira, F.

C.; Silva, R. H. Da ; Bonow, C. W. & Moreira, H. L.. (1983), Folha SE. 22 Goiânia, Geologia. In: Radambrasil, Levant. Rec. Naturais, Rio de Janeiro. p. 23-348. (volume 31).milani

James, M. J. O depósito de Au-Ag-barita Zacarias, Orógeno Brasília, Brasil Central: mineralização vulcanogênica Toniana associada ao Arco Magmático Goiás. Universidade de Brasília, dissertação de mestrado, Brasília, 2022.

Joffily, Caroline Meira Lopes de Castro ; OLIVEIRA, C. G. . Cianita refratária. In: Adão Benvindo da Luz; Fernando Freitas Lins. (Org.). Rochas e Minerais Industriais: Usos e Especificações. 2ed.Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008, v. 2 ed., p. 389-402.

Junges, S. L. et al. Idades U-Pb de granitos sin- a tardi-tectônicos do Arco de Mara Rosa, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBGNE, 2002. p. 312.

Kuyumjian, R. M., Oliveira, C. G., Campos, J. E. G. & Queiroz, C. L. 2004. Geologia do limite entre os terrenos arqueanos e o arco magmático de Goiás na região de Chapada-Campinorte, Goiás. Revista Brasileira de Geociências, 34(3), 329–334.

Lacerda Filho, J. V, Gollmann, K., Santos, D. R. V., Martins, F. R., Souza, J. O., Carneiro, J. S. M., Meneghini, P. F. V. B., Hattingh, K., Silva, E. R., Eberhardt, D. B. Projeto Geologia e Metalogenia da Porção Oeste de Goiás. Ministério de Minas e Energia, Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Goiânia, 2021.

Laux, J.H., Pimentel, M.M., Dantas, E.L., Armstrong, R., Junges, S.L., 2005. Two neoproterozoic crustal accretion events in the Brasília belt, central Brazil. J. South Am. Earth Sci. 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2004.09.003>.

Laux, J.H., Pimentel, M.M., Gioia, D.M.C.L., Ferreira, V.P., 2010. The Anicuns-Itaberaí volcano-sedimentary sequence, Goiás Magmatic Arc: new geochemical and Nd-S isotopic data. Geochimica Brasiliensis, 13-28

Maia M. F., Neumann, R., Bertolino, L. Análise mineralógica dos sedimentos Devonianos da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná: Estudos paleoambientais e perspectiva de geração não-convencional. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 40, n. 2, p. 551 - 566, 2021.

Marini O.J., Fuck R.A., Danni J.C.M., Dardenne M.A. (1981). A evolução geotectônica da Faixa Brasília e do seu embasamento. An. Simp. Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, SME-CBPM/SBG/NBA-SE, 100-115.

Matteini, M., Junges, S.L., Dantas, E.L., Pimentel, M.M., Bühn, B., 2010. In situ zircon U-Pb and Lu-Hf isotope systematic on magmatic rocks: Insights on the crustal evolution of the Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Brasília belt, Central Brazil. *Gondwana Res.* 17, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2009.05.008>.

Meneghini, P. F.; Carneiro, J.S.M. Carta Geológica, Folha Caiapônia. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2020. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. 2020

Meneghini, P. F.; Carneiro, J.S.M. Carta Geológica, Folha Piranhas. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2020. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. 2020.

Milani, E. J., A.B. França, R. L. Schneider, Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro, V.8, n.1, p. 69-82, jan./mar. 1994.

Milani, E. J., J. H. G. Melo, P. A. Souza, L. A. Fernandes, A. B. França. 2007. A Bacia do Paraná. Boletim Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287.

Misuzaki, A. M. P.; Melo, J. H. G.; Vignol-Legarge, M. L.; Steemans, P. Vila Maria Formation (Silurian, Paraná Basin, Brazil): integrated radiometric and palynological age determinations. *Geological Magazine, Cambridge*, v. 139, n. 4, p. 453-463, 2002

Mota-e-Silva, J.M., Filho, C.F.F., Bühn, B., Dantas, E.L., 2011. Geology, petrology and geochemistry of the “Americano do Brasil” layered intrusion, central Brazil, and its Ni-Cu sulfide deposits. *Miner. Depos.* 46, 57–90. <https://doi.org/10.1007/s00126-010-0312-9>.

Moore, I.D.; Gessler, P.E.; Nielsen, G.A. & Peterson, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57: 443-452, 1993.

Nabighian, M. N.; Ander, M. E.; Grauch, V. J. S.; Hansen, R. O.; LaFehr, T. R.; Li, Y.; Pearson, W. C.; Peirce, J. W.; Phillips, J. D.; Ruder, M. E. The Historical Development of the Gravity Method in Exploration. Colorado School of Mines, Novembro, 2005.

Nilson, A.A., 1981. The Nature of Americano do Brasil Mafic-Ultramafic Complex and Associated Sulfide Mineralization, Goiás, Brazil. University of Western Ontario.

Saunders, D. F., Branch, J. F., Thompson, C, K. Tests of Australian aerial radiometric data for use in petroleum reconnaissance. *Geophysics*, VOL. 59, NO. 3, março 1994.

Sedorko, D.; Netto, R. G.; Savrda, C. E.; Assine, M. L.; Tognoli, F. M. W. C. Chronostratigraphy and environment of Furnas Formation by trace fossil analysis: Calibrating the lower Paleozoic Gondwana realm in the Paraná Basin (Brazil). Universidade Unisinos, 2017.

Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Darmon, R. F.; Nogueira, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., 1974, Porto Alegre. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65.

Silva, L. G.; Martins, A. K. E. Identificação da composição colorida de imagem CBERS-2 na dinâmica de ocupação territorial em sub-bacia hidrográfica. Fundação Universidade do Tocantins (UNINS), 2007.

Silva, E. R. Caracterização geofísica de estruturas associadas às mineralização de cobre e ouro no arco magmático de Arenópolis - Goiás - Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2019.

Oliveira, C. G., De Queiroz, C. L., & Pimentel, M. M. (2000). The ArenópolisMara Rosa gold-copper belt, neoproterozoic goiás magmatic arc. *Revista Brasileira Geociências*, 30, 219-221.

Oliveira, C. G., Oliveira, F. B., Giustina, M. E. S. D., Marques, G. C., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., Buhn, B. M. The Chapada Cu-Au deposit, Mara Rosa magmatic arc, Central Brazil: Constraints on the metallogenesis of a Neoproterozoic large porphyry-type deposit. *Ore Geology Reviews*, 72, 2016.

Palermo, N; Porto, C.G; Costa Junior, C. N. The Mara Rosa gold district, central Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 2, p. 256-260, 2000

Pereira, L.F. 1992. Relações tectono-estratigráficas entre as unidades Canastra e Ibiá na região de Coromandel, MG. Dissertação de Mestrado, UnB-IG, 73p.

Pimentel, M.M., Fuck, R.A.; Botelho, N. F. 1999. Granites and the geodynamic history of the neoproterozoic Brasília belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, v. 46, n. 3, p. 463-483.

Pimentel, M.M., Fuck, R.A. 1986. Geologia da Sequência Vulcano-sedimentar de Arenópolis (GO). *Revista Brasileira de Geociências*, 16(2):221-223

Pimentel, M.M. 1985. A Sequência Vulcano-Sedimentar de Arenópolis-GO: Petrologia Ígnea e Metamórfica, Contexto Geotectônico e Considerações Metalogenéticas Preliminares. Tese de Mestrado. Universidade de Brasília.

Pimentel, M.M., Fuck, R.A. 1987b. Late Proterozoic Granitic Magmatism in Southwestern Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 415-425.

Pimentel, M.M., Heaman, L., Fuck, R.A. 1991. Zircon and sphene U-Pb geochronology of Upper Proterozoic volcanic-arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 4(4):295-305

Pimentel M.M. & Fuck R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20:375-379.

Pimentel M.M., Fuck R.A., Gioia D.M.C.L. 2000b. The Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Central Brazil: A review and new Sm-Nd isotopic data. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):35-39.

Pimentel M.M., Fuck R.A., Ferreira Filho, C.F., Araújo, S.M., 2000. The basement of the Brasília Belt and the Goiás Magmatic Arc. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (eds) *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, 195–229.

Pimentel, M.M., Hollanda, M.H.B.M., Armstrong, R. 2003. Shrimp U-Pb age and SrNd isotopes of the Morro do Baú mafic intrusion: implications for the evolution of the Arenópolis volcano-sedimentary sequence, Goiás Magmatic Arc. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75(3):331-339

Pimentel, M.M., Jost, H., Fuck, R.A., 2004. O Embasamento da Faixa Brasília e o Arco Magmatico de Goias, in: *Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução Da Obra de Fernando Flavio ´ Marques de Almeida*. Ed. Beca, Sao ~ Paulo, pp. 356–368

Piuzana, D., Pimentel, M.M., Fuck, R., Armstrong, R., 2003. Neoproterozoic granulite facies metamorphism and coeval granitic magmatism in the Brasília Belt, Central Brazil: regional implications of new SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data. *Precambrian Res.* 125, 245–273. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(03\)00108-6](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(03)00108-6).

Pires, A. C. B. Identificação Geofísica de áreas de alteração hidrotermal, Crixás-Guarinos, Goiás, *Revista Brasileira de Geociências*, 25(1): 61-68, março de 1995.

Richardson, S. V., Kesler, S. E., Essene, E. J., & Jones, L. M. (1986). Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás, Brazil; a metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit. *Economic Geology*, 81(8), 1884-1898.

Richter, K. W., Bosetti, E. P., Tavares, I. S., Sedorko, D. Trace fossils from Furnas formation (Paraná Basin) reveal a marine depositional environment. *Journal of South American Earth Sciences*. Volume 128, August 2023.

Rodrigues, J. B.; Gioia, S. M. C. L.; Pimentel, M. M. Geocronologia e geoquímica de ortognaisses da região entre Iporá e Firminópolis: implicações para a evolução do Arco Magmático de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 2, p. 207-216, 1999

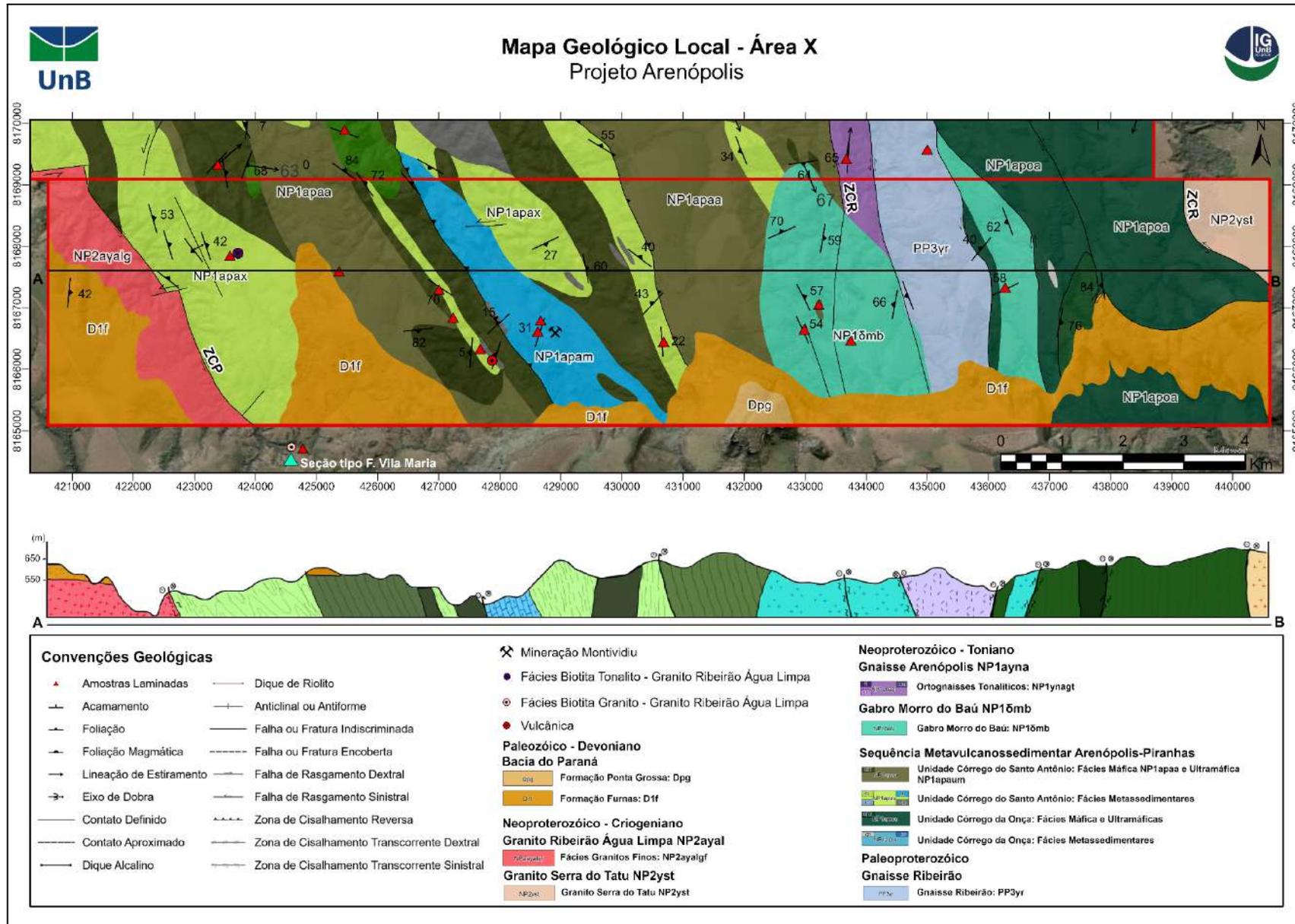
Uhlein A.; Fonseca, M. A.; Seer, H. J.; Dardenne, M. A. Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília - Setores setentrional e meridional. *Geonomos*, 20(2), 1-14, 2012.

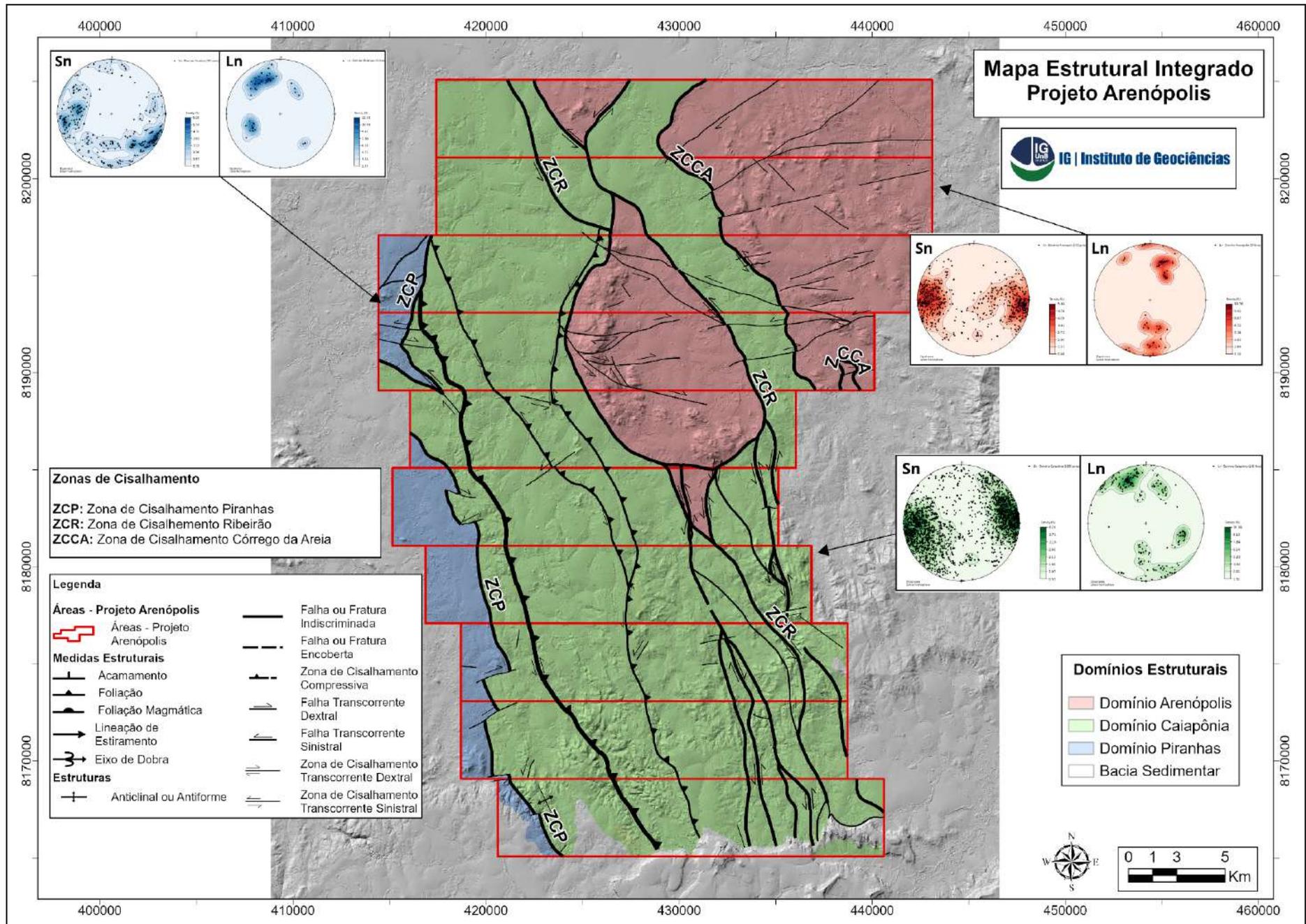
Valeriano C.M., Pimentel M.M., Heilbron M., Almeida J.C.H., Trouw R.A. 2008. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal of Geology*, 294:197-210.

Viana, M.G. O arco magmático de Mara Rosa, Goiás: dados geoquímicos e geocronológicos e suas implicações regionais. *Brazilian Journal of Geology*, v. 25, n. 2, p. 111-123, 1995.

Zalán, P. V. & Romeiro-Silva, P. C. 2007. Bacia do São Francisco. *Boletim de Geociências Petrobrás*.

Zalán, P.V., S. Wolff, J.C.J. Conceição, I.S. Vieira, M.A.M. Astolfi, V.T. Appi, O.A. Zanotto. 1987. A divisão tripartite do Siluriano da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(3):242-252.







Código da Lâmina: TF-X-106

Unidade: Córrego Santo Antônio

Coordenadas: 430682 E 8166457 S

Descrição macroscópica:

Rocha alterada de coloração marrom-amarelada e granulação média a grossa, possui textura lepidoblástica, foliação submilimétrica do tipo xistosidade. Sua mineralogia é composta por quartzo, muscovita, granada e pseudomorfos de estauroлита de hábito prismático que deforma a xistosidade.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

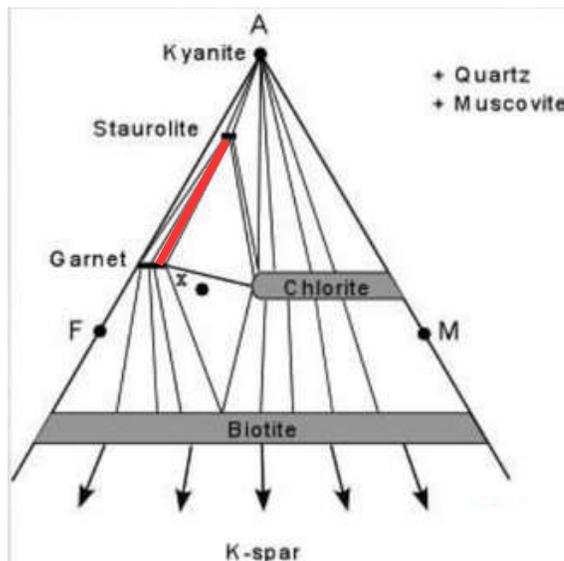
Minerais Essenciais (%)	Minerais Acessórios (%)	Minerais Secundários (%)
Quartzo	45%	
Muscovita	40%	
Pseudomorfo de Estauroлита	10%	
Granada	5%	

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha com granulação fina a grossa, possui domínios granoblásticos marcados por pseudomorfos de estauroлита, granada e quartzo, e domínios lepidoblásticos marcados por muscovita, envolvendo principalmente os cristais de granada. A rocha é composta predominantemente por cristais classificados como pseudomorfos de estauroлита (5-10mm) eudral a subeudral, preenchido por material de granulação muito fina, incolor em nicóis //, birrefringência média e relevo alto, cristais de granada (1-2mm) eudrais fraturados e isotrópicos envolvidos por muscovita com hábito acircular, incolor em nicóis // e com birrefringência média a alta e relevo baixo.

Diagrama Composicional



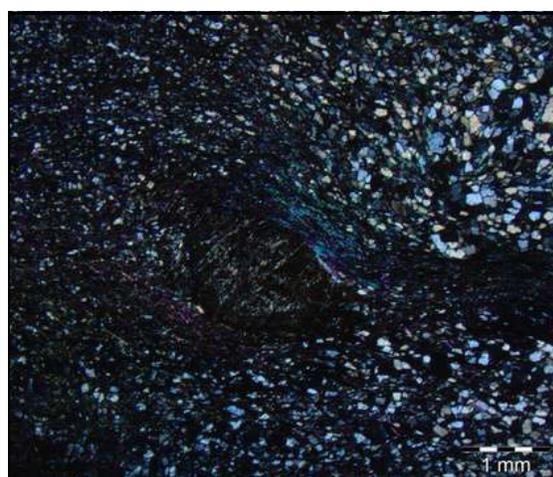
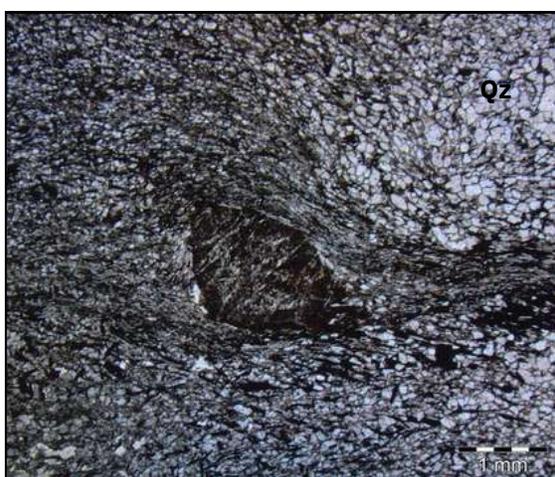
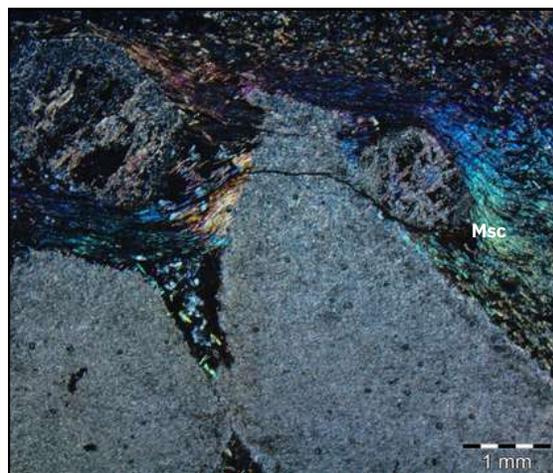
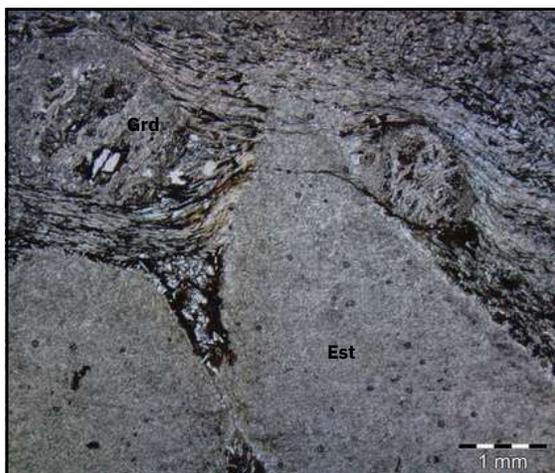
Paragênese: Est-Grd-Msc-Qz

Textura:

Lepidoblástica



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz- Quartzo

Est - Estaurolita

Msc- Muscovita

Grd - Granada

Interpretação e Discussão

Protólito de origem sedimentar rico em alumínio, cinemática dextral marcada pelos cristais de granada. Em ordem de deformação estima-se que as granadas e os pseudomorfos foram formados em processo pré-tectônico, devido a ausência de foliação dentro dos grãos e a rotação dos mesmos.

Protólito

Fácies Metamórfico

Classificação

Pelito

Fácies Anfibolito

Est-Grd-Msc-Qz Xisto



Código da Lâmina: TF-X-28

Unidade: Córrego Santo Antônio

Coordenadas: 427139 E 8166963 S

Descrição macroscópica:

Rocha de coloração cinza, granulação média a fina, possui textura granoblástica com leve xistosidade. Sua mineralogia é composta por quartzo (1mm), biotita preta (0,5mm) de hábito arredondado placóide e hábito irregular na “matriz”. Além disso, possui granada (1mm) e estaurólita (1-5mm). Na amostra macro, o quartzo parece ser posterior, pois se destaca acima da matriz de biotita e por cima dos cristais de estaurólita.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)		Minerais Acessórios (%)		Minerais Secundários (%)	
Quartzo	38%	Muscovita	1%		
Biotita	25%	Opacos	1%		
Granada	20%				
Estaurólita	15%				

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha de granulação média a fina, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica, possui textura granoblástica composto por quartzo, biotita, granada e estaurólita.

O Quartzo é incolor, anedral, em NX possui relevo baixo, birrefringência baixa.

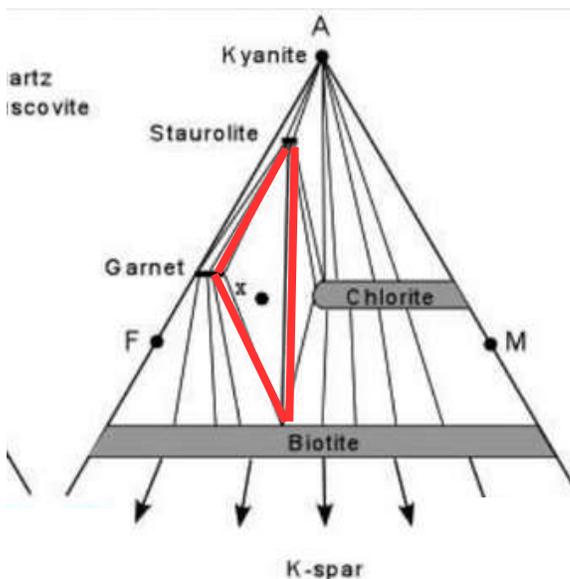
A Biotita possui pleocroísmo marrom escuro-claro, relevo médio, clivagem em 1 direção na porção longitudinal, hábito tabular a arredondado, em NX possui birrefringência alta e extinção reta.

A Granada é incolor, possui hábito arredondado subhedral, relevo alto, em NX possui inclusão de opacos e quartzo e extinção isotrópica.

A Estaurólita possui cor amarela com leve pleocroísmo, relevo alto, hábito prismático, com textura em peneira, em NX possui baixa birrefringência, extinção reta e com inclusões de quartzo e opacos.

Muscovita é incolor, possui relevo médio, birrefringência alta e extinção mosqueada.

Diagrama Composicional



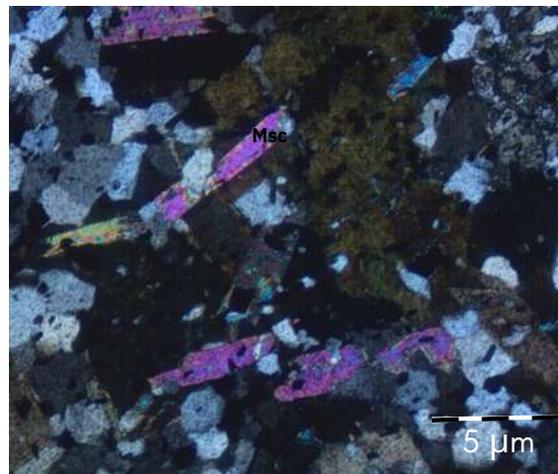
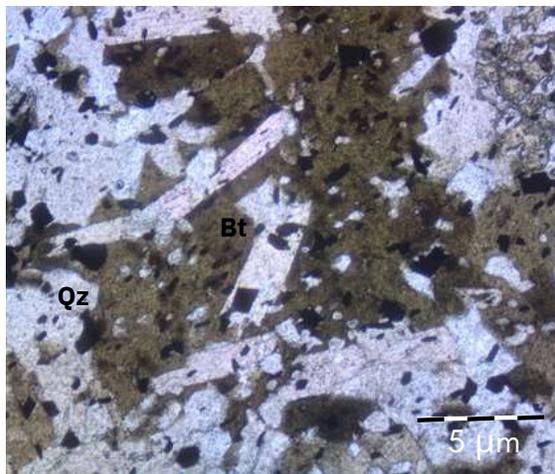
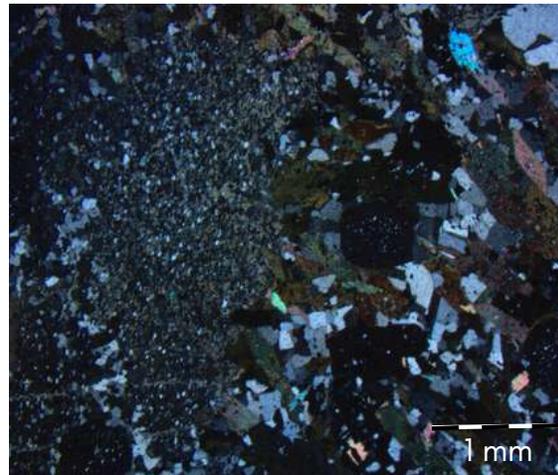
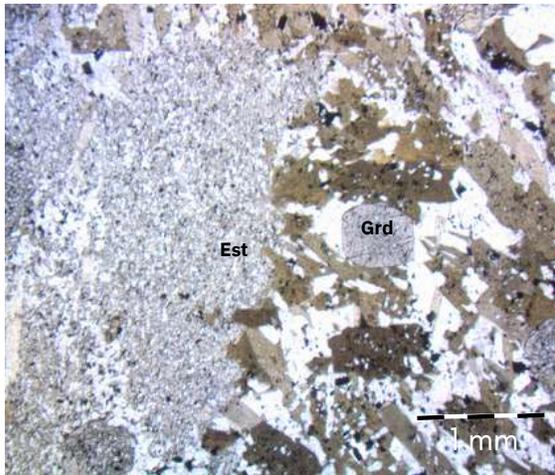
Paragênese: Est-Grd-Bt-Msc-Qz

Textura:

Granoblástica



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz- Quartzo	Bt - Biotita
Est - Estaurolita	
Msc- Muscovita	
Grd - Granada	

Interpretação e Discussão

Protólito de origem sedimentar rico em alumínio, onde é possível determinar com maior precisão o intervalo composicional no diagrama metamórfico na paragénese Est-Grd-Bt-Msc-Qz.

Protólito	Fácies Metamórfico	Classificação
Pelito	Fácies Anfibolito	Est-Grd-Bt-Msc-Qz Xisto



Código da Lâmina: TF-X-233

Unidade: Córrego Santo Antônio

Coordenadas: 428703 E 8166554 S

Descrição macroscópica:

Rochas bandada com intercalação cinza claro com cinza escuro, possui granulação média a fina e textura granoblástica. Sua mineralogia é composta por quartzo, carbonato e sulfetos de cor amarelo claro e iridescente.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)		Minerais Acessórios (%)		Minerais Secundários (%)	
Carbonato	80%	Calcopirita	5%		
Quartzo	20%	Pirita	5%		

Descrição Microscópica

Orientada

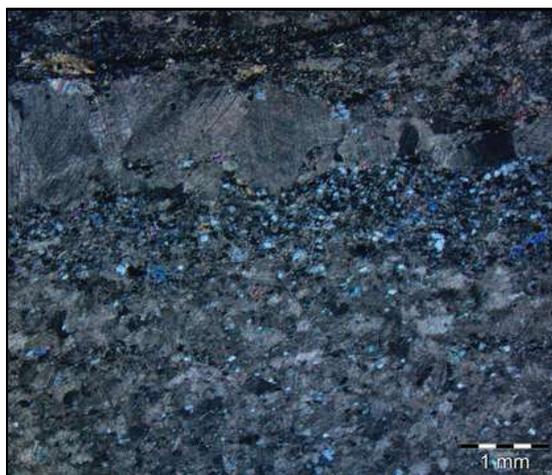
Rocha com granulação fina a média, textura granoblástica com domínios de quartzo formando textura granoblásticas alongada. Sua mineralogia é composta por quartzo, calcita e opacos. A calcita possui hábito subhedrais a anedrais, incolores, com maclas cintilantes, baixo relevo e alta birrefringência. O quartzo são anedrais, arredondados com extinção ondulante e baixa birrefringência. Já os opacos, apresentam hábitos euédrais a anedrais e representam a pirita e calcopirita observadas na macro.

Diagrama Composicional

Paragênese: Cal-Qz



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz- Quartzo

Cal- Calcita

Interpretação e Discussão

Protólito de calcário. Em ordem de deformação estima-se que a rocha sofreu alta deformação, com a segregação de bandas de diferente composição. Na lâmina este bandamento não é tão evidente, possivelmente por conta do corte da lâmina.

Protólito

Fácies Metamórfico

Classificação

Calcário

Mármore



Código da Lâmina: APA27

Unidade: Santo Antônio

Coordenadas:428667 E 8166801S

Descrição macroscópica

Foto Macroscópica

Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)	Minerais Acessórios (%)	Minerais Secundários (%)			
Carb	70%	Opacos	2%		
Qz	30%				

Descrição Microscópica

Orientada

Diagrama Composicional

Rocha de granulação média a grossa, inequigranular, os minerais seguem uma orientação preferencial, e há domínios com maior agregação de quartzo e outros com carbonato, evidenciando bandamento. A rocha é formada por quartzo, carbonato e opacos (sulfetos).

Carbonato formam dos cristais subhedral, relevo baixo, alta birrefringência, maclas coloridas.

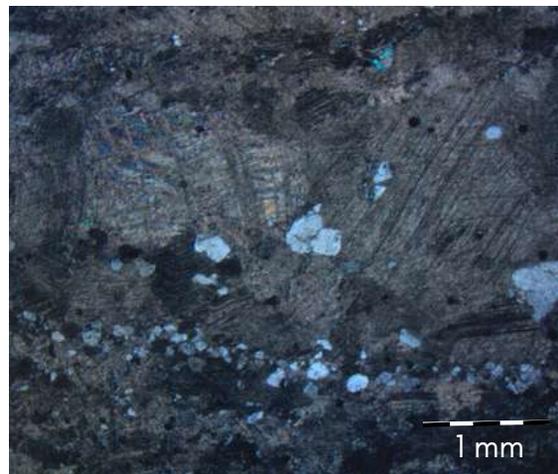
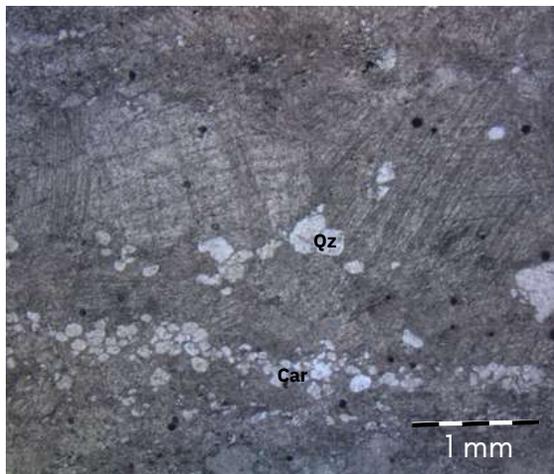
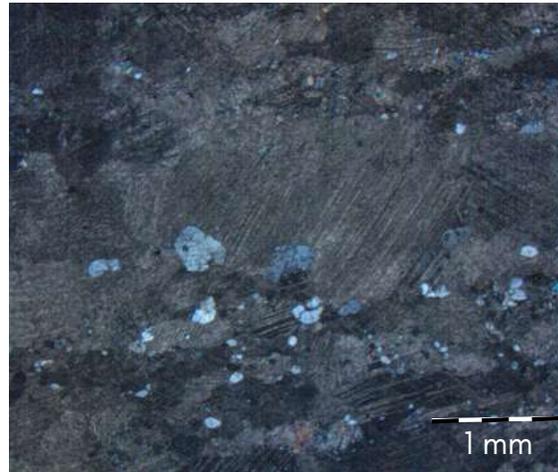
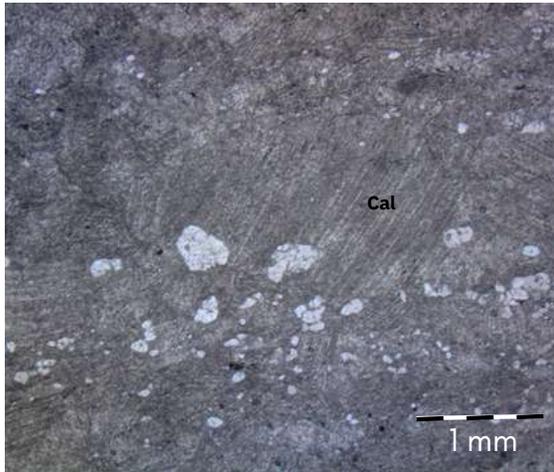
Quartzo, hábito arredondado anedral, relevo baixo, baixa birrefringência e extinção ondulante leve. Há também quartzo nos espaços intergranulares.

Opacos possui hábito euhedral, cúbico, dispostos de maneira alinhada na lâmina.

Classificação da Rocha: Mármore



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz- Quartzo

Cal- Calcita

Interpretação e Discussão

Protólito de calcário. Em ordem de deformação estima-se que a rocha sofreu alta deformação, com a segregação de bandas de diferente composição. Na lâmina é evidente bandamento de quartzo e carbonato.

Protólito

Fácies Metamórfico

Classificação

Calcário

Mármore



Código da Lâmina: TF23-X-P10

Unidade: Santo Antônio

Coordenadas: 433223 E 8167061S

Descrição macroscópica

Rocha de cor cinza esverdeado, granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica, textura nematoblástica.

Sua mineralogia é composta por Plagioclásio incolor, de hábito alongado em ripas. Possui massa de anfibólio e envolvendo os cristais de plagioclásio, por vezes aparece massa esbranquiçada de alteração para epidoto

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)	Minerais Acessórios (%)	Minerais Secundários (%)
Hbl 50%	Opacos 2%	Epidoto 3%
Plg 45%		

Descrição Microscópica

Orientada

Diagrama Composicional

Rocha fanerítica, com granulação média a grossa, inequigranular, textura nematoblástica, forma dos cristais hipidiomórfica evidenciada por cristais de Hornblenda, pleocróicos de verde médio a amarelo claro, subedrais, duas direções de clivagem a cerca de 120° e com cor de interferência baixa.

Plagioclásio possui geminação do tipo albita, anedral, cor de interferência baixa, relevo baixo, teor de An50-60 (Andesina/Labradorita). Localmete nota-se cristais de ortopiroxênios incolor, relevo médio, extinção paralela, birrefringência baixa e duas direções de clivagem 90°.

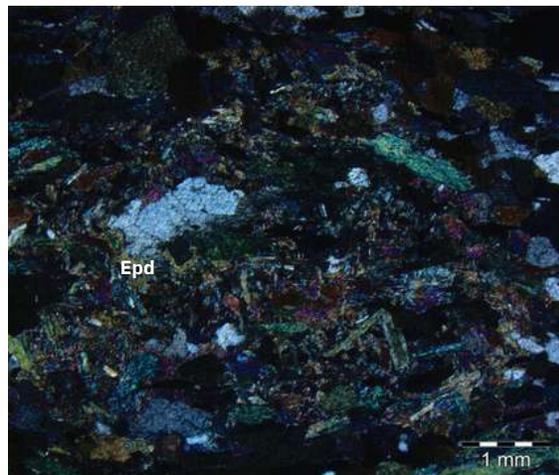
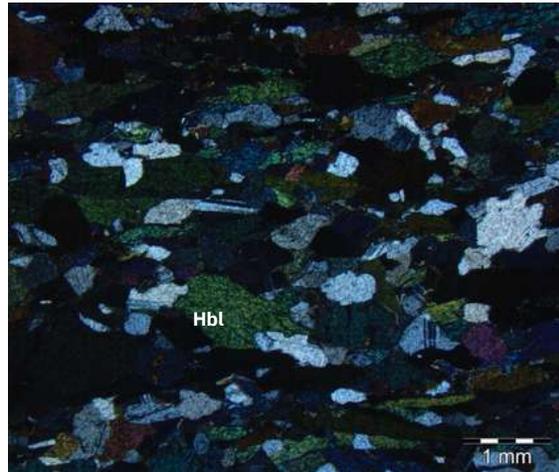
Observa-se que os cristais de hornblenda estão alterados, onde os cristais de hornblenda possuem bordas alteradas, com formação de grãos minerais de alta birrefringência (epidoto).

Epidoto, relevo alto, birrefringencia azul/colorida,

Classificação da Rocha: Anfibolito



Micrografias



Legenda Micrografias

Hbl-Hornblenda

Plag-Plagioclásio

Epd-Epidoto

Interpretações

Rocha foliada, com hornblenda alterando para epidoto, possivelmente devido as alterações metamórficas com entrada de fluído no sistema.



Código da Lâmina: TF23-X-32

Unidade: Córrego do Santo Antônio

Coordenadas: 427004 E 8167305 S

Descrição macroscópica

Rocha de cor verde, granulação fina a média, textura granoblástica. A olho nu é possível observar minerais esverdeados bastante alterados e cristais pretos de forte magnetismo.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)	Minerais Acessórios (%)	Minerais Secundários (%)
Ortopiroxênio	Magnetita	Tremolita
10%	5%	85%

Descrição Microscópica

Orientada

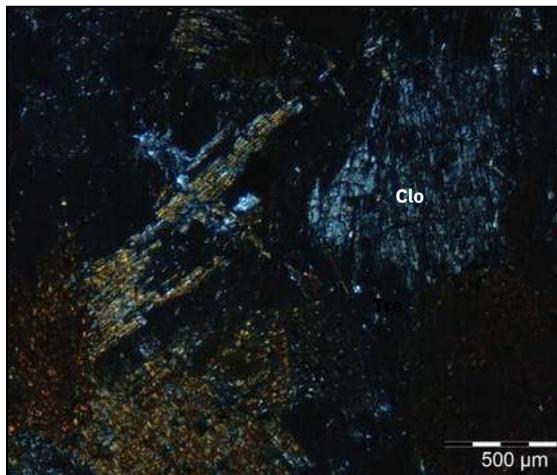
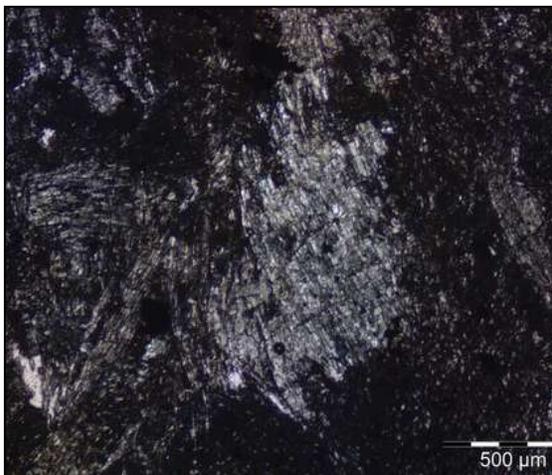
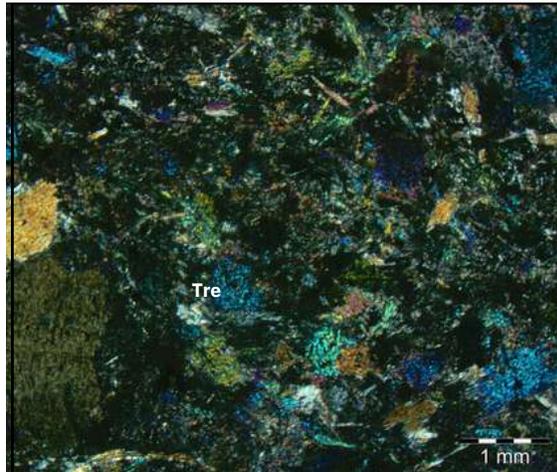
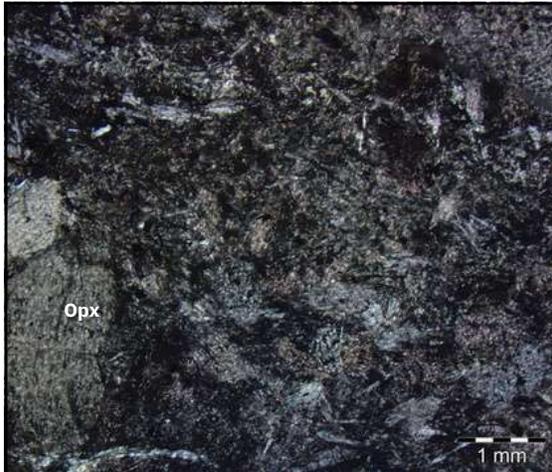
Rocha com granulação fina a média, textura granoblástica com domínios marcados por cristais reliquiais pontuais de ortopiroxênio. A rocha é composta predominantemente por cristais de tremolita com hábito acircular, incolor em nicóis //, birrefringência média a alta, e relevo alto. Localmente é possível observar cristais reliquiais de ortopiroxênio incolor (nicóis //), relevo médio, extinção reta e birrefringência baixa, com duas direções de clivagem (90°).

Diagrama Composicional

Classificação da Rocha: Tremolítico



Micrografias



Legenda Micrografias

Tre- Tremolita

Opx - Piroxênio

Clo - Clorita

Interpretações

As características observadas implicam em rocha ultramáfica alterada, com predomínio de tremolita e resíduos de ortopiroxênio, que podem ocorrer com a entrada de fluido na estrutura da rocha.



Código da Lâmina: TFX-220

Unidade: Santo Antônio

Coordenadas: 425403E 8167350S

Descrição macroscópica

Rocha de cor cinza escuro-preto, granulação muito fina afanítica, textura nematoblástica com ripas de anfibólio.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Hornblenda	40%	Titanita	1%	Epidoto	2%
Clinopiroxênio	40%	Calcita	1%		
Epidoto	5%	Opaco	1%		
Plagioclásio	10%				

Descrição Microscópica

Orientada

Diagrama Composicional

Rocha fanerítica, com granulação média a fina, inequigranular, textura nematoblástica, forma dos cristais hipidiomórfica. Em lâmina é possível identificar dois domínios distintos, um domínio rico em anfibólio e outro domínio rico em piroxênio.

Hornblenda (0,5-1.3mm) possui pleocroísmo de verde claro-verde escuro, relevo alto, hábito acicular alongado, extinção oblíqua de baixo ângulo e birrefringência baixa em tons de verde.

Clinopiroxênio é incolor, possui relevo alto, hábito alongado tabular a granular, possui extinção oblíqua e birrefringência alta em tons de azul-rosa-roxo.

Epidoto é incolor, possui relevo alto, hábito granular anédrico, possui extinção oblíqua, birrefringência alta em cores anômalas claras de azul-amarelo. Por vezes aparece como produto de alteração.

Titanita possui cor amarelo-marrom, relevo muito alto, hábito losangular anedral a granular, possui extinção oblíqua, birrefringência muito alta em cor creme e azul escuro.

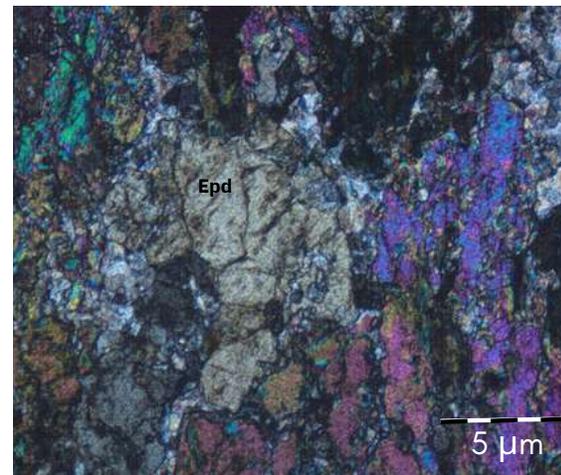
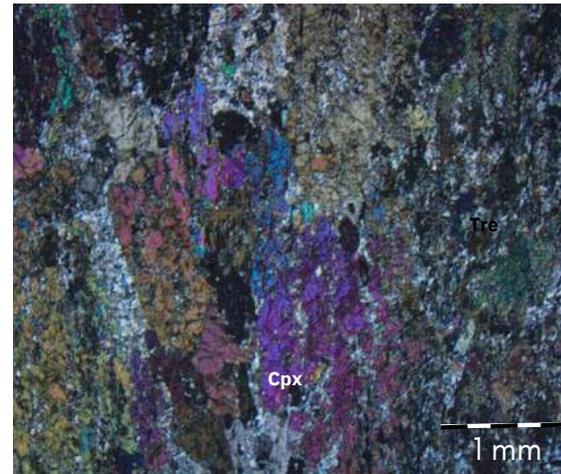
Calcita é incolor com aspecto sujo, possui relevo baixo, hábito granular anedral, possui fraca geminação, birrefringência alta em cor creme e colorida.

Plagioclásio é incolor, relevo baixo, aparece de maneira intersticial e está bastante alterado.

Classificação da Rocha: Ultramáfica com anfibolito e piroxênio



Micrografias



Legenda Micrografias

Cpx - Clinopiroxênio
Hbl - Hornblenda
Epd - Epidoto
Tit - Titanita

Interpretações

As características observadas implicam em rocha ultramáfica alterada, com bandamento composicional de piroxênio e hornblenda. No domínio com piroxênio, observa-se maior grau de alteração, com aparecimento de epidoto e calcita, indicando processo de alteração metassomática. Devido a esta intensa alteração, não é possível ter certeza sobre a origem do material interticial, podendo apenas inferir que seja um plagioclásio muito alterado.

Protolito	Fácies Metamórfico	Classificação
Gabro	Fácies Anfibolito	



Código da Lâmina: TF23-X-101

Unidade: Gabro Morro do Baú

Coordenadas: 436275 E 8167338 S

Descrição macroscópica

Rocha de cor cinza esverdeado, grau de cristalinidade holocristalina, fanerítica, com granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica e textura cumulática com Hbl cumulus e Plg intercumulus.

Sua mineralogia é composta por Plagioclásio que varia de branco a lilás, possui hábito anedral e envolvendo os cristais de anfibólio, por vezes aparece alterando para epidoto. A hornblenda possui cor preta esverdeada, granulação grossa (1-3cm), hábito subhedral e euédrico, prismático alongado.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Hbl	35%	Opacos	2%	Clorita	20%
Plg	35%			Epidoto	2%
				Sericita	5%

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha holocristalina, fanerítica, com granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica e textura cumulática, a qual a porção cumulus é evidenciada por cristais de Hornblenda, pleocróicos de verde médio a claro, subedrais a anedrais, duas direções de clivagem a cerca de 120° e com cor de interferência baixa. Como intercumulus tem-se cristais de plagioclásio com geminação do tipo albita, anedral, cor de interferência baixa e teor de An-80. Os minerais secundários são representados pelo Epidoto, Clorita e Sericita. O epidoto possui relevo alto e ocorre nas bordas do plagioclásio. A clorita possui hábito tabular, ocorre substituindo o anfibólio e é identificada com cor de interferência baixa azul-cinza. A sericita possui relevo baixo, alta cor de interferência e aparece substituindo o plagioclásio. Observa-se que os cristais de hornblenda e plagioclásio estão alterados, onde os cristais de hornblenda aparentam estar cloritizados, sendo possível identificar a clorita com cor de interferência acinzentada em aspecto de "ripas" nos cristais, e os cristais de plagioclásio sericitizados, com ripas de mica branca com cor de interferência média a alta dispersa ao longo dos mesmos.

Cristais de magnetita euedrais estão presentes na amostra de forma local.

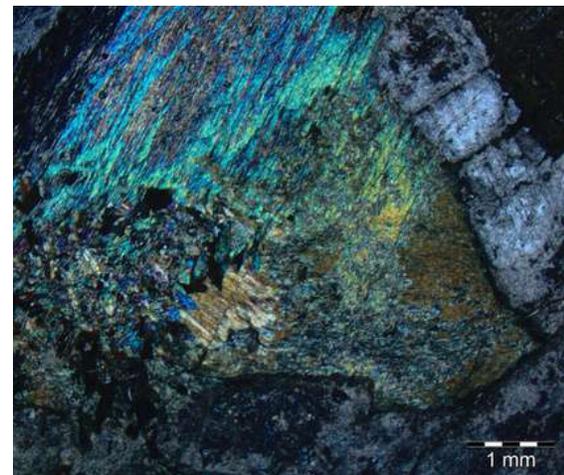
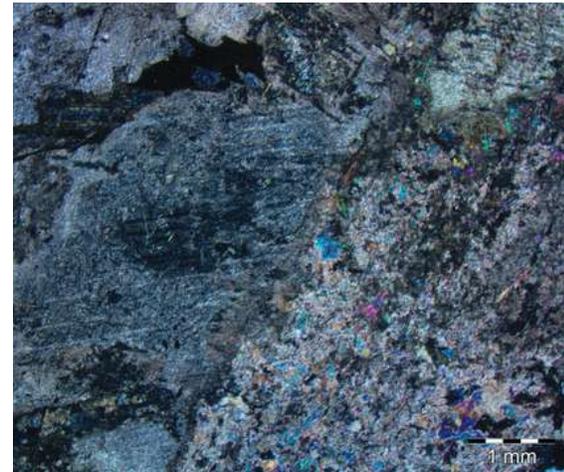
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Hornblenda Gabro



Micrografias



Legenda Micrografias

Clo - Clorita
Hbl - Hornblenda
Plag - Plagioclásio

Interpretações

A rocha apresenta diversas texturas secundárias indicando processos de hidratação, evidenciada pela presença de clorita nos cristais de hornblenda (cloritização), além de epidoto e sericita nos cristais de plagioclásio (saussuritização e sericitização).



Código da Lâmina: TF23-X-14

Unidade: Morro do Baú

Coordenadas: 433545 E 8166502 S

Descrição macroscópica

Rocha de cor cinza esbranquiçada, granulação fina a média, composta por minerais de hábito subhédrico, sua estrutura é foliada. Sua mineralogia é formada por Plagioclásio, Quartzo, Anfibólio ou Piroxênio de cor preta. submilimétrico.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)		Minerais Acessórios (%)		Minerais Secundários (%)	
Hbl	10%	Opaco	2%		
Plg	35%				
Cpx	35%				
Qz	10%				

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha holocristalina, fanerítica, com granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica evidenciada por cristais de piroxênio e plagioclásio. A rocha possui bandamento de quartzo/plagioclásio e faixas máficas. Além disso, é possível observar fraturas diagonais. Hornblenda, pleocróicos de laranja claro a escuro, relevo alto, clivagem perfeita em duas direções, hábito subédrico prismático, em NX possui extinção oblíqua, birrefringência baixa, possui zonação com bordas mais escuras que o centro. Diopsídio, incolor a pleocroismo verde, relevo alto, clivagem perfeita em duas direções, hábito subédrico granular a prismático curto, em NX possui alta birrefringência, extinção oblíqua. Plagioclásio possui cor incolor a aspecto “sujo”, geminação do tipo albita, anedral, cor de interferência baixa, relevo baixo. Quartzo incolor, hábito granular anedral.

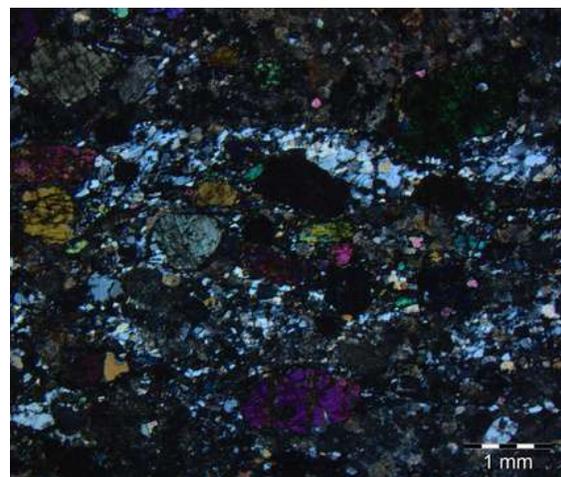
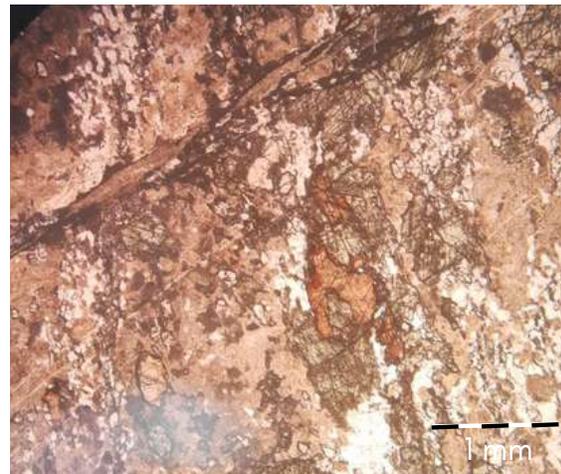
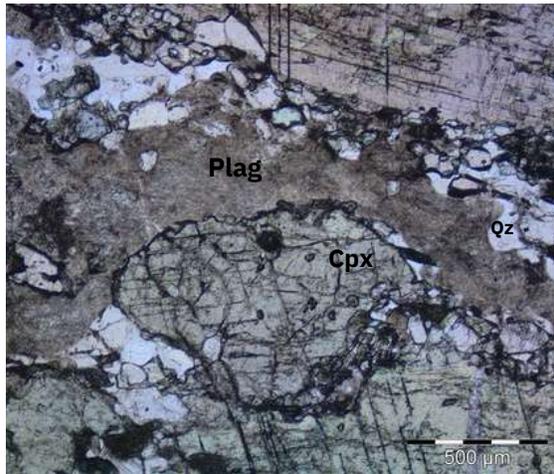
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Gabro



Micrografias



Legenda Micrografias

Hbl-Hornblenda

Plag-Plagioclásio

Qz- Quartzo

Cpx - Clinopiroxênio

Interpretações



Código da Lâmina: TFX-23-77

Unidade: Serra do Tatu

Coordenadas: 433223 E 8167061S

Descrição macroscópica

Rocha foliada, com variação de cor branco e bege, leucocrática, grau de cristalinidade holocristalina, fanerítica, com granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais xenomórficos.

Sua mineralogia é composta por Plagioclásio (1-7mm) de cor branca, hábito anedral. Quartzo de cor cinza, hábito anedral. Biotita (0,5-5mm) de cor preta e marrom quando alterada, hábito irregular, marcando a foliação e feldspato bege de hábito anedral granular (5mm)

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Plg	40%	Turmalina	1%		
Qz	30%				
KF	15%				
Bt	10%				
Msc	4%				

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha holocristalina, fanerítica, com granulação fina a média, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica, possui predomínio da textura granoblástica com Plagioclásio e Quartzo e domínios lepidoblásticos com porfiroblastos de plagioclásio envolvidos por lamelas de mica (Bt + Msc).

O KF é incolor, hábito subhedral tabular, relevo baixo, birrefringência baixa e

O Plagioclásio é incolor, zonado com aspecto sujo, subhedral, relevo baixo, possui birrefringência baixa, extinção oblíqua, geminação polissintética do tipo lei da albita, porém a geminação está oblítera devido a alteração do mineral.

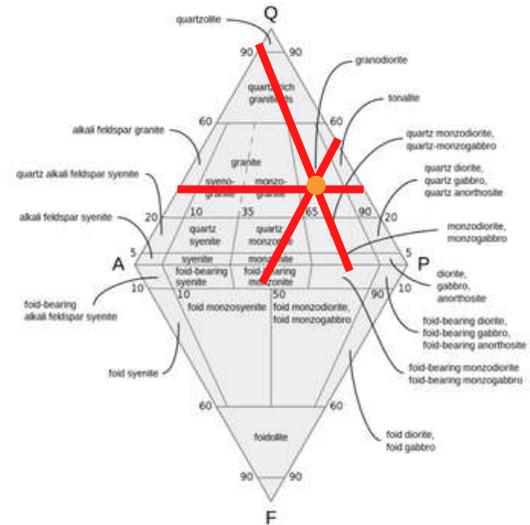
O Quartzo é incolor, anedral, relevo baixo, birrefringência baixa e possui extinção ondulante e possui direção preferencial.

A Biotita possui pleocroísmo marrom escuro-claro, hábito lamelar alongado, relevo médio, extinção e birrefringência alta.

A Muscovita possui cor incolor, relevo médio, hábito lamelar tabular, extinção mosqueada, birrefringência alta e extinção mosqueada.

A Turmalina possui cor marrom, possui relevo alto, seção basal arredondada e alta birrefringência.

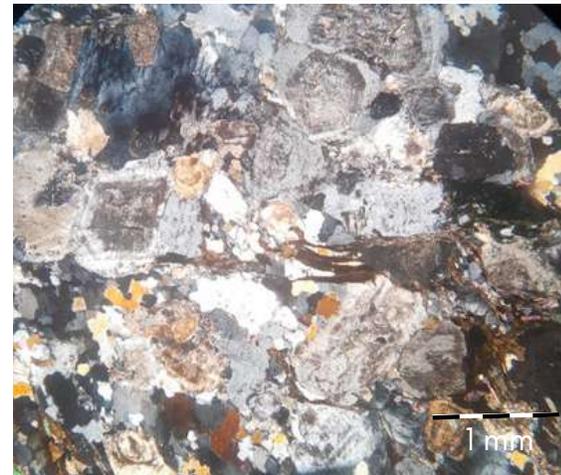
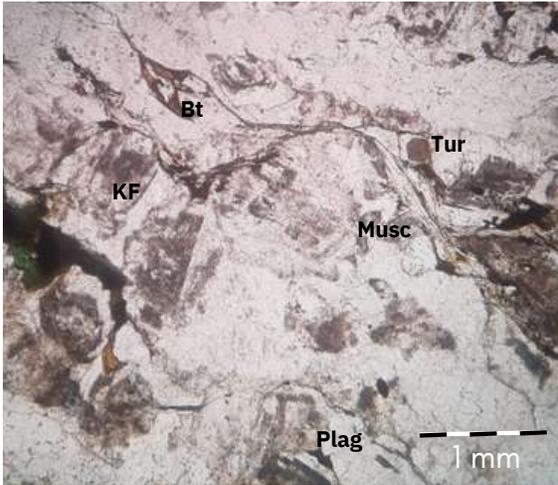
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Granodiorito



Micrografias



Legenda Micrografias

Plg- Plagioclásio Tur-Turmalina

Qz - Quartzo

KF - Feldspato

Bt - Biotita

Interpretações



Código da Lâmina: TF23-X-42

Unidade: Ribeirão Água Limpa

Coordenadas: 423582 E 8167858S

Descrição macroscópica

Rocha bandada com variação de cor cinza e branco, grau de cristalinidade holocristalina, fanerítica, com granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais xenomórficos.

Sua mineralogia é composta por Plagioclásio de cor branca, hábito anedral. Quartzo de cor cinza, hábito anedral e brilho graxo. Biotita de cor preta e marrom quando alterada, hábito granular a irregular, que marca a orientação da rocha.

A rocha apresenta-se parcialmente recristalizada.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)		Minerais Acessórios (%)		Minerais Secundários (%)	
Quartzo	35%				
Plagioclásio	40%				
Biotita	15%				
Muscovita	5%				
Granada	5%				

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha holocristalina, fanerítica, com granulação média a grossa, inequigranular, forma dos cristais hipidiomórfica e xenomórficos, possui predomínio da textura granoblástica com Plagioclásio, Quartzo e Granada e domínios porfiroblastos marcados pela Biotita.

O Plagioclásio é incolor, anedrais, relevo baixo, possui birrefringência baixa, extinção oblíqua, geminação polissintética do tipo lei da albíta, possui teor de An-31.

O Quartzo é incolor, anedral, relevo baixo, birrefringência baixa e possui extinção ondulante.

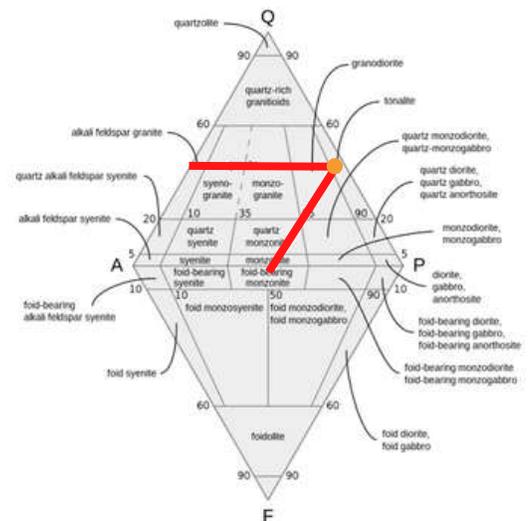
A Biotita possui pleocroísmo marrom escuro-claro, hábito lamelar alongado, relevo médio, extinção mosqueada e birrefringência alta.

A Muscovita possui cor incolor, relevo médio, hábito lamelar tabular, extinção mosqueada, birrefringência alta e extinção mosqueada.

A Granada apresenta cor incolor, hábito anedral arredondado, relevo alto, está bastante fraturada, com inclusões de quartzo e possui extinção isotrópica.

É possível identificar textura lepidoblástica deformada, com porfiroblastos de granada envoltos da foliação.

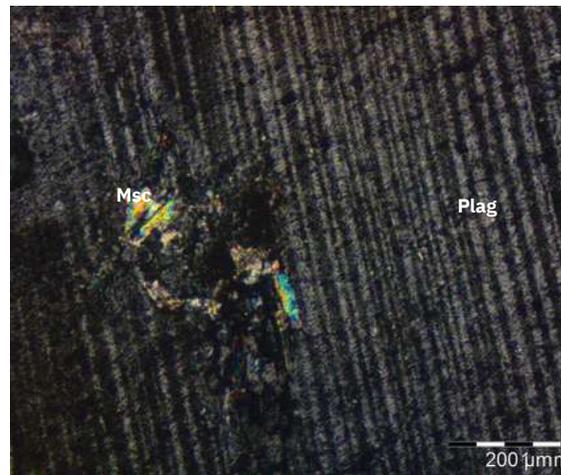
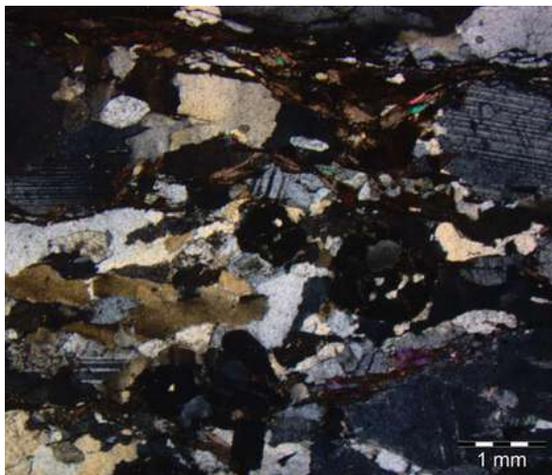
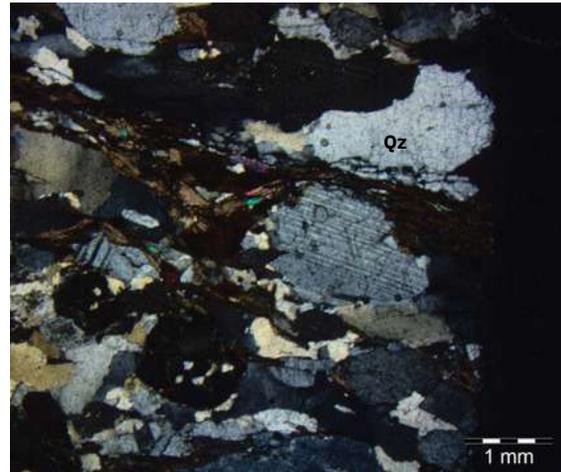
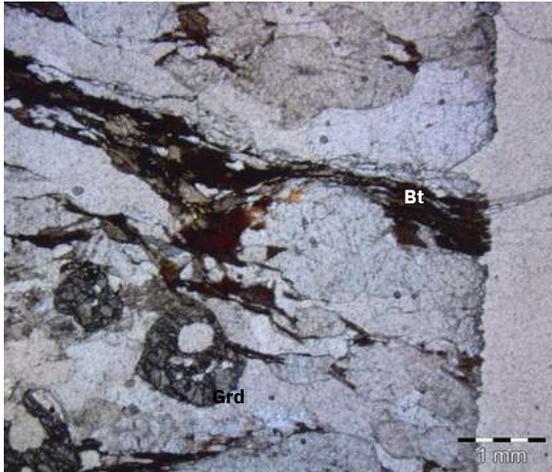
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Gnaisse Tonalítico



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz-Quartzo	Msc-Muscovita
Plag-Plagioclásio	
Bt - Biotita	
Grd-Granada	

Interpretações

O gnaíse tem origem tonalítica, em relação a deformação, o plagioclásio aparece concordante com a foliação, indicando deformação inter-tectônica a syn-tectônica. Em relação a granada, não é possível comparar sua estrutura interna com a foliação.



Código da Lâmina: APA18

Unidade: Ribeirão Água Limpa

Coordenadas: 424773 E 8164719S

Descrição macroscópica

Foto Macroscópica

Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

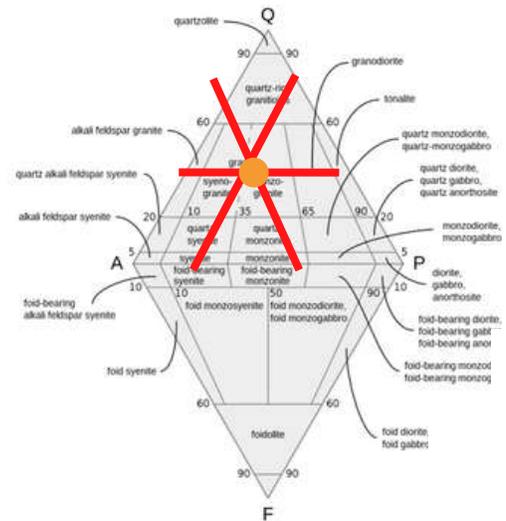
KF	40%			Argilomineral	5%
Plg	20%				
Qz	35%				

Descrição Microscópica

Orientada

Rocha de granulação média a grossa, inequigranular, holocristalina, forma hipidiomórfica, arranjo granular. A rocha é formada por quartzo, feldspato alcalino (KF) e plagioclásio como fenocristais. Quartzo de hábito anedral, relevo baixo, extinção ondulante, aparece na “matriz”
 Feldspato de hábito tabular, granulação grossa, inserido na “matriz quartzosa”, possui extinção oblíqua, possui lamelas de pertitas e inclusão de quartzo.
 Plagioclásio possui hábito granular, aspecto sujo em nicol //, relevo baixo, geminação lei da albita, An30-40 , granulação fina.
 Argilomineral, massa verde, de hábito irregular, de cor verde, extinção mosqueada e inclusões de opacos. Parece posterior a textura primária. Aparece em metade da lâmina.

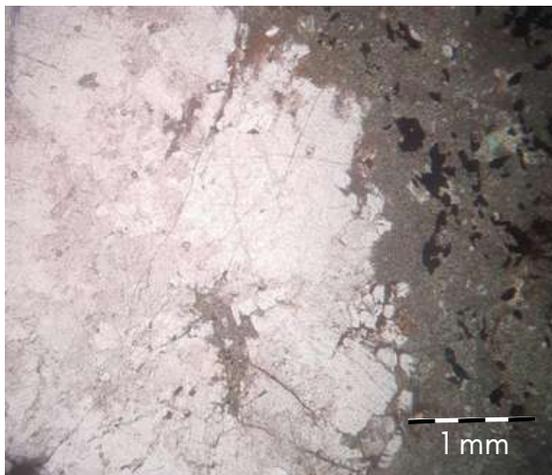
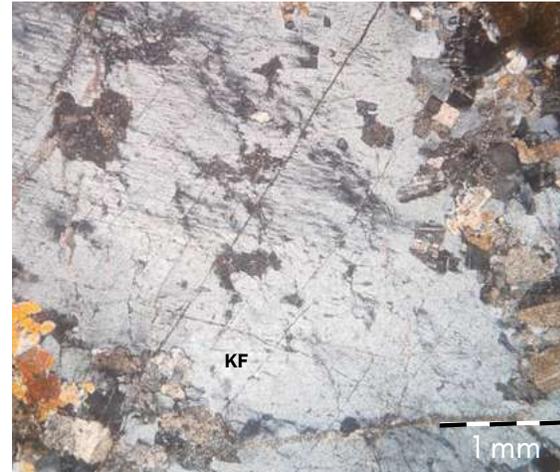
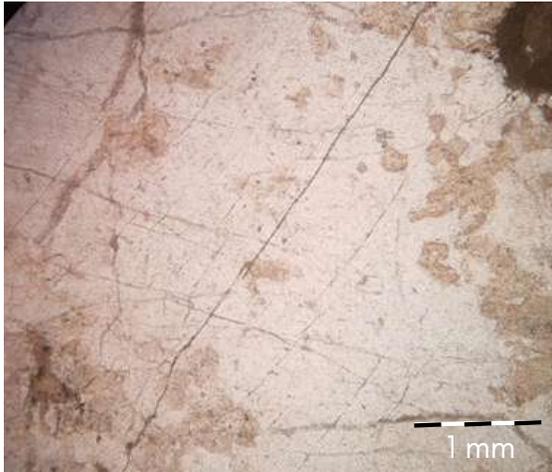
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Granito



Micrografias



Legenda Micrografias

Plag - Plagioclásio
Qz- Quartzo
KF - Feldspato

Interpretações

Rocha com fenocristais de Feldspato na matriz de quartzo-plagioclásio. Em sua borda a lâmina apresenta massa verde, indicando que a rocha sofreu alterações.



Código da Lâmina: TF23-X-203

Unidade: Córrego do Santo Antônio

Coordenadas: 427753 E 8166308 S

Descrição macroscópica

Rocha de cor cinza esbranquiçada, granulação fina a média, forma dos minerais euédrica a subédrica, holocristalina, arranjo dos minerais inequigranular e estrutura maciça. A mineralogia é composta por biotita imersa em uma matriz microcristalina de quartzo.

Foto Macroscópica



Descrição microscópica

Minerais Essenciais (%)

Minerais Acessórios (%)

Minerais Secundários (%)

Minerais Essenciais (%)	Minerais Acessórios (%)	Minerais Secundários (%)			
Quartzo	45%	Apatita	1%	Sericita	3%
Plagioclásio	30%			Epidoto	2%
Biotita	14%				
K- Feldspato	5%				

Descrição Microscópica

Orientada

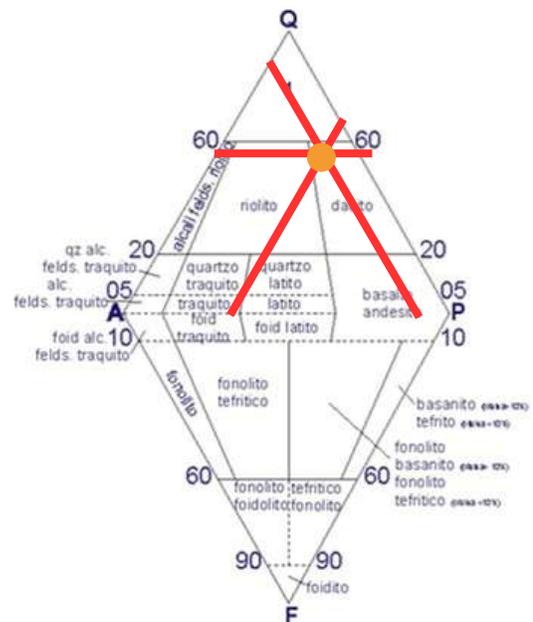
Rocha de granulação muito fina a média, holocristalina, porfírica e inequigranular. A composição é dada por fenocristais de biotita subedrais, com pleocroísmo de marrom claro a marrom escuro, extinção picotada e alta cor de interferência, cristais de quartzo com extinção ondulante e anedrais, cristais de plagioclásio com geminação do tipo albita e An-40, e localmente K- feldspato, com geminação albita-periclina. Entre os fenocristais tem-se matriz de composição quartzo-feldspática, com alguns cristais de k-feldspatos geminados.

Cristais de epidoto com alto relevo e cor de interferência ocorrem ao longo de alguns cristais de plagioclásio.

Observa-se a presença de sieve texture nos cristais de plagioclásio, e em cristais pontuais observa-se também bordas de alteração para sericita.

Localmente há cristais de quartzo engolfados.

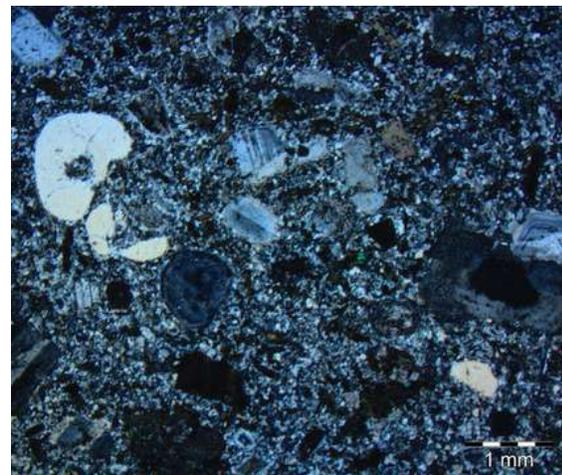
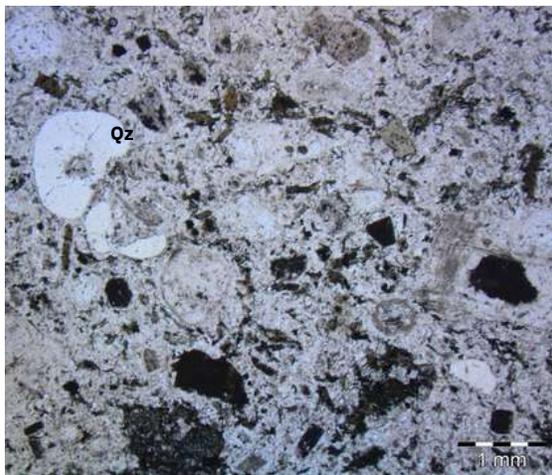
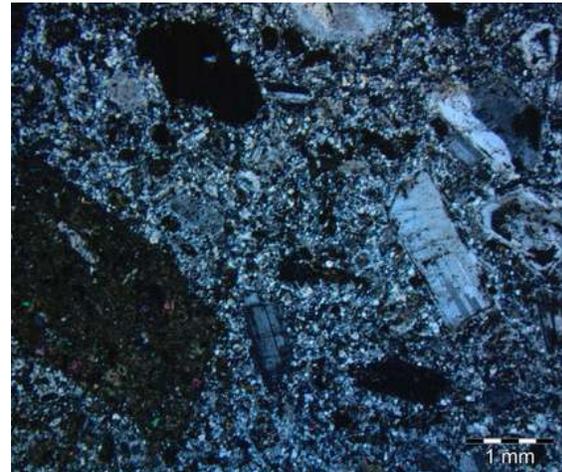
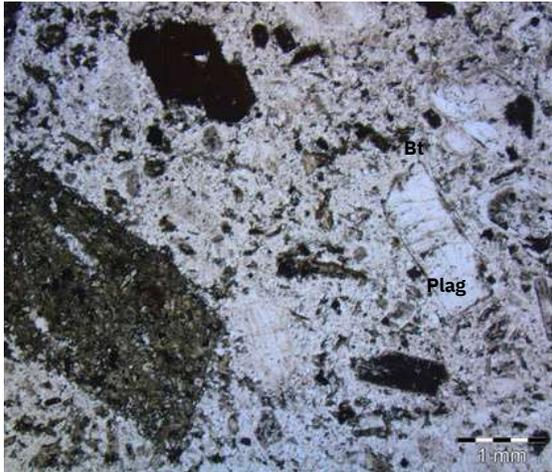
Diagrama Composicional



Classificação da Rocha: Dacito



Micrografias



Legenda Micrografias

Qz-Quartzo

Plag-Plagioclásio

Bt - Biotita

Interpretações

As texturas secundárias observadas podem ser um indicativo das condições de alívio de pressão, como por exemplo os cristais de quartzo engolfado e a sieve texture geradas pelo processo de decompressão durante a ascensão do magma. Processos posteriores de hidratação da rocha podem ser indicados devido a presença de processos de alteração de saussuritização e sericitização.

Ponto	Data	UTM X	UTM Y	Elevacao (m)	Tipo de afloramento	Toponimia	Unidade	Sigla Unidade	Litotipo
1	17/07/2023	430.313,00	8.167.223,00	612,64	Ponto de Controle	GO-472, Entrada da F. Vila Maria	-	-	-
2	17/07/2023	431.168,00	8.167.071,00	612,61	Bloco rolado	Estrada de terra a leste da GO-472	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
3	17/07/2023	431.288,00	8.167.097,00	612,64	Bloco rolado	Estrada de terra a leste da GO-473	Córrego do Santo Antônio	NP1	Anfibolito fino
4	17/07/2023	431.773,00	8.167.024,00	629,13	Ponto de Controle	Estrada de terra a leste da GO-474	Córrego do Santo Antônio	NP1	Anfibolito fino
5	17/07/2023	432.056,00	8.167.107,00	613,82	Pilha de blocos soltos	Próximos ao Cór. da Matinha	Morro do Baú	NP1ðmb	Anfibolito média com veios
6	17/07/2023	432.239,00	8.167.174,00	606,34	Bloco rolado	Próximo a Estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Anfibolito + Qz-Epido
7	17/07/2023	432.202,00	8.167.003,00	611,7	Pilha de blocos soltos	Próximo a Estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Anfibolito fino + Hbl Gabro
8	17/07/2023	432.990,00	8.167.178,00	559,47	Corte na drenagem	Cór. da Matinha	Morro do Baú	NP1ðmb	Hornblendito
9	17/07/2023	433.119,00	8.167.200,00	557,24	Blocos in situ e rolados	Cór. da Matinha	Morro do Baú	NP1ðmb	Diorito
10	17/07/2023	433.223,00	8.167.061,00	561,31	Blocos rolados	Cór. da Matinha	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro
11	17/07/2023	432.957,00	8.166.791,00	569	Blocos rolados	Próximo a Estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Metagranito
12/APA28	17/07/2023	432.984,00	8.166.649,00	567,65	Blocos in situ	Cór. da Matinha	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro
13	17/07/2023	433.304,00	8.166.548,00	582,13	Blocos in situ e rolados	Estrada de terra a leste da GO-483	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro grosso
14	17/07/2023	433.545,00	8.166.502,00	587,68	Blocos in situ	Próximo a Estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro médio
15	17/07/2023	433.799,00	8.166.510,00	600,02	Blocos in situ	Próximo a Estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro fino
16	17/07/2023	434.241,00	8.166.996,00	586,01	Blocos in situ	Próximo a Estrada de terra	Gnaisse Arenópolis	NP1ðmb	Gnaisse
17	17/07/2023	434.424,00	8.167.068,00	573,57	Afloramento em perfil	Próximo a Estrada de terra	Contato Morro do Baú - Gnaisse Arenópolis	-	Quartzo de falha
18	17/07/2023	434.543,00	8.167.117,00	564,53	Blocos in situ e rolados	Cór. Queixada	Gnaisse Arenópolis	NP1yna	Gnaisse
19	17/07/2023	435.136,00	8.167.043,00	596,22	Blocos in situ e rolados	Estrada de terra a leste da GO-489	Gnaisse Arenópolis	NP1yna	Veio de Quartzo
20	17/07/2023	435.590,00	8.166.943,00	604,08	Ponto de Controle	Estrada de terra a leste da GO-490	Gnaisse Arenópolis	NP1yna	-
21/APA17	17/07/2023	436.161,00	8.167.302,00	559,56	Blocos in situ	Ao lado da fábrica de laticínios	Contato Córrego da Onça/Morro do Baú	NP1ðmb	Anfibolito Fino/Xisto
22	18/07/2023	425.893,00	8.166.574,00	615,82	Ponto de Controle		-		
23	18/07/2023	426.257,00	8.166.606,00	601,92	Bloco rolado	Próximo a estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	-	Laterita
24	18/07/2023	426.387,00	8.166.668,00	599,29	Bloco rolado	Próximo a estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	-	Laterita
25	18/07/2023	426.659,00	8.166.619,00	596,27	Blocos in situ	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
26	18/07/2023	426.786,00	8.166.635,00	590,87	Blocos rolados	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto + Anf. fino + Qz
27	18/07/2023	426.943,00	8.166.566,00	581,76	Blocos rolados	Drenagem próximo a Faz. Vera Cruz	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito fino a médio
28	18/07/2023	427.023,00	8.166.562,00	582,02	Blocos rolados	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
29	18/07/2023	427.192,00	8.166.649,00	579,29	Blocos rolados	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Quartzo
30/28	18/07/2023	427.139,00	8.166.963,00	586,87	Blocos rolados	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Est-Grd-Xisto
31	18/07/2023	427.096,00	8.167.288,00	561,21	Blocos rolados	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Veio de quartzo

32	18/07/2023	427.004,00	8.167.305,00	570,73	Afloramento in situ	Próximo a estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica + Msc xisto (Contato)
33	18/07/2023	427.318,00	8.167.438,00	537,94	Blocos rolados	Na beira da estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hbl-gabro médio
34	18/07/2023	427.527,00	8.167.353,00	533,22	Blocos in situ	Na estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
35	18/07/2023	428.232,00	8.167.410,00	539,54	Blocos in situ	Na estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
36	18/07/2023	428.305,00	8.167.166,00	543,61	Blocos rolados	Na fazenda	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
37/APA27	18/07/2023	428.590,00	8.166.727,00	555,38	Blocos in situ	Na estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
38	18/07/2023	428.895,00	8.166.545,00	542,91	Afloramento in situ	Pedreira Montividiu	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
39	18/07/2023	429.831,00	8.166.334,00	548	Blocos rolados	Na estrada GO-472, próximo ao Cór. Sto Antônio	Córrego do Santo Antônio	NP1apam	Mármore
40	18/07/2023	430.316,00	8.166.907,00	578,76	Afloramento in situ	Próximo a estrada GO-472	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
41	19/07/2023	423.849,00	8.167.455,00	511	Ponto de Controle	Sede Fazenda Sucuri	-	-	-
42	19/07/2023	423.582,00	8.167.858,00	530,26	Afloramento in situ	Córrego Sucuri	Gnaíse Ribeirão Água Limpa	NP2yal	Bt-gnaíse
43	19/07/2023	423.455,00	8.167.947,00	547	Blocos rolados	Na beira da mata	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
44	19/07/2023	423.274,00	8.167.923,00	556,3	Blocos rolados	Próximo a mata	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
45	19/07/2023	423.204,00	8.168.027,00	547,2	Afloramento in situ	Próximo a mata	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
46	19/07/2023	422.966,00	8.167.917,00	554,5	Blocos rolados	Topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	QZ-Msc-xisto
47	19/07/2023	422.843,00	8.167.982,00	559,1	Blocos in situ	Próximo ao topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito fino a médio
48	19/07/2023	422.641,00	8.168.049,00	559,5	Blocos rolados	Morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	QZ-Msc-xisto
49	19/07/2023	422.618,00	8.167.582,00	535,1	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Quartzito
50	19/07/2023	422.565,00	8.167.488,00	520,2	Afloramento in situ	Trilha descendo o morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
51	19/07/2023	422.388,00	8.167.446,00	499,1	Blocos rolados	Subindo o morro na mata fechada	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
52	19/07/2023	422.507,00	8.168.188,00	549,2	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
53	19/07/2023	422.340,00	8.168.465,00	575,7	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-xisto
54	19/07/2023	422.098,00	8.168.497,00	538,7	Blocos rolados	Próximo a drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Quartz de falha
55	19/07/2023	422.063,00	8.168.588,00	529,7	Afloramento in situ	Mata fechada	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-xisto
56	19/07/2023	421.703,00	8.169.187,00	461,4	Ponto de Controle	Trilha	Córrego do Santo Antônio		
57	19/07/2023	421.528,00	8.168.949,00	472,1	Bloco rolado	Trilha da F. Campo do Meio	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito fino a médio
58	20/07/2023	439.534,00	8.165.276,00	600,3	Ponto de Controle	Drenagem na borda leste da bacia	Furnas		
59	20/07/2023	439.280,00	8.165.204,00	598,24	Ponto de Controle	Drenagem na borda leste da bacia	Furnas		
60	20/07/2023	439.342,00	8.165.545,00	620,14	Afloramento in situ	Borda leste da bacia	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
61	20/07/2023	439.295,00	8.165.528,00	633,89	Afloramento in situ	Borda leste da bacia	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
62	20/07/2023	439.263,00	8.165.555,00	639,9	Ponto de Controle	Córrego Bocaina	-	-	Areia branca inconsolidade
63	20/07/2023	438.818,00	8.165.444,00	602,6	Ponto de Controle	Córrego Bocaina	-	-	Areia branca inconsolidade
64	20/07/2023	437.817,00	8.165.746,00	636,8	Afloramento in situ	Borda leste da bacia	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
65	20/07/2023	437.134,00	8.165.671,00	638,9	Afloramento in situ	Borda oeste da bacia	Furnas	D1f	Arenito Grosso Subanguloso (5m) com arenito arcoseano na base (70cm) com fina camada de pelito micáceo
66	20/07/2023	437.205,00	8.165.895,00	639,7	Afloramento in situ	Borda oeste da bacia	Furnas	D1f	Arenito arcoseano na base
67	20/07/2023	437.339,00	8.166.225,00	634,7	Afloramento in situ	Borda oeste da bacia	Furnas	D1f	Arenito grosso intercalado com arenito arcoseano

68	20/07/2023	437.373,00	8.166.536,00	623,5	Afloramento in situ	Borda oeste da bacia	Furnas	D1f	Pelito micáceo
69	20/07/2023	437.217,00	8.166.713,00	606,2	Afloramento in situ	Estrada de chão próximo a porção norte da bacia	Córrego da Onça	NP1õmb	Clo-Tre-Xisto
70	20/07/2023	437.152,00	8.166.820,00	606,9	Afloramento in situ	Próximo a estrada de terra	Córrego da Onça	NP1õmb	Clo-Tre-Xisto
71	20/07/2023	437.315,00	8.167.065,00	601,2	Ponto de Controle	Córrego da Mata-Grande	-	-	-
72	20/07/2023	437.010,00	8.167.533,00	591,6	Blocos rolados	Bifurcação da estrada de terra	Córrego da Onça	NP1	Chert intercalado com Gondito
73	20/07/2023	437.028,00	8.167.888,00	586,07	Ponto de Controle	Estrada de terra	-	-	Blocos de Quartzo
74	20/07/2023	437.849,00	8.167.361,00	618,3	Afloramento in situ	Estrada de terra	Alcalina	NP1	Clo-Tre-Xisto e Alcalina
75	20/07/2023	438.030,00	8.167.222,00	622,7	Contato litológico	100m da estrada de terra a leste	Córrego da Onça/Furnas	NP1/D1f	Areia e solo avermelhado de ultramáfica
76	20/07/2023	439.022,00	8.170.361,00	571,6	Blocos in situ	Fazenda Buritizal	Granito Tatu	NP1õna	Msc-Granito (Gnaisse)
77	20/07/2023	438.892,00	8.170.666,00	578,8	Blocos in situ	Próximo a estrada de terra e passa pelo Córrego Ribeirão	Gnaisse Arenópolis	NP1õna	Msc-Granito Grosso (Gnaisse)
78	21/07/2023	431.701,00	8.164.078,00	744,2	Ponto de Controle	Fazenda Morro da Mesa	-	-	-
79	21/07/2023	431.804,00	8.164.059,00	744,4	Afloramento in situ	100m da porteira na estrada de terra	Furnas	D1f	Arenito médio a fino
80	21/07/2023	432.198,00	8.165.479,00	890,3	Ponto de Controle	Topo do Morro da Mesa ao lado da antena	Ponta Grossa	Dpg	Solo acinzentado
81	21/07/2023	432.058,00	8.164.865,00	875	Afloramento in situ	Início da descida do Morro da Mesa	Ponta Grossa	Dpg	Arenito ferruginoso
82	21/07/2023	431.996,00	8.164.806,00	863,9	Afloramento in situ	-	Ponta Grossa	Dpg	Arenito médio
83	21/07/2023	432.014,00	8.164.841,00	869,9	Afloramento in situ	-	Ponta Grossa	Dpg	Arenito Médio a grosso intercalado com níveis de silte
84	21/07/2023	432.008,00	8.164.749,00	848,3	Afloramento in situ	-	Ponta Grossa	Dpg	Argilito
85	21/07/2023	432.011,00	8.164.716,00	832,3	Afloramento in situ	-	Ponta Grossa	Dpg	Arenito médio a fino
86	21/07/2023	431.996,00	8.164.641,00	804,5	Afloramento in situ	-	Ponta Grossa	Dpg	Siltito
87	21/07/2023	431.898,00	8.164.516,00	770,2	Blocos rolados	Fim da descida do Morro da Mesa	Ponta Grossa	Dpg	Arenito Conglomerático ferruginoso
88	21/07/2023	431.413,00	8.165.683,00	764,4	Blocos rolados	Início da descida da bacia	Furnas	D1f	Siltito cinza esbranquiçado (1m) + Arenito Conglomerático
89	21/07/2023	431.423,00	8.165.404,00	739,6	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
90	21/07/2023	431.407,00	8.165.732,00	730,95	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático intercalado com areia média
91	21/07/2023	431.386,00	8.165.733,00	729,2	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito médio
92	21/07/2023	431.367,00	8.165.820,00	708,9	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito médio
93	21/07/2023	431.367,00	8.165.859,00	695,2	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito Médio - Conglomerático
94	21/07/2023	431.364,00	8.165.930,00	668,5	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito médio a grosso
95	21/07/2023	431.345,00	8.166.028,00	646,5	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito fino a médio
96	21/07/2023	431.283,00	8.166.208,00	626,16	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático
97	21/07/2023	431.036,00	8.166.216,00	597,8	Afloramento in situ	-	Furnas	S1vm	Ritrito
98	21/07/2023	431.188,00	8.166.416,00	616,62	Afloramento in situ	-	Furnas	D1f	Siltito
99	21/07/2023	431.155,00	8.166.554,00	613,6	Afloramento in situ	Fim da descida da bacia	Furnas	S1vm	Ritrito
100	21/07/2023	430.738,00	8.166.544,00	606,66	Blocos in situ	Próximo a entrada da trilha de subida da bacia	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto

101	22/07/2023	436.275,00	8.167.338,00	563,08	Blocos in situ	Próximo a estrada de terra do Laticíneo	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro
102	22/07/2023	436.254,00	8.167.324,00	561,7	Blocos in situ	Próximo a estrada de terra do Laticíneo	Morro do Baú	NP1ðmb	Hbl Gabro
103	22/07/2023	432.653,00	8.166.699,00	582,5	Blocos rolados	Estrada de terra na frente do Morro da mesa	Morro do Baú	NP1ðmb	Gabro/Diorito recristalizado
104	22/07/2023	431.130,00	8.167.504,00	600,9	Blocos in situ	Lagoa do Córrego Barreirinho	Mármore	NP1apam	Mármore com diques alcalinos
105	22/07/2023	430.618,00	8.166.447,00	586,8	Blocos in situ	Vila Maria da pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Metariolito? Calcissilicática?
106	22/07/2023	430.682,00	8.166.457,00	597,8	Blocos in situ	Vila Maria da pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto e Est-Msc-Xisto
107	22/07/2023	420.987,00	8.167.256,00	599,6	Afloramento in situ	Próximo a Faz. Capim Branco ao lado da BR-158	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
108	22/07/2023	420.890,00	8.166.681,00	600,4	Ponto de Controle	Estrada de terra secundária ao lado da BR-157	Furnas	D1f	
109	22/07/2023	421.109,00	8.166.534,00	594,3	Blocos rolados	Estrada de terra secundária ao lado da BR-158	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático ferruginoso
110	22/07/2023	421.694,00	8.166.380,00	598,1	Ponto de Controle	Estrada de terra secundária ao lado da BR-159	Furnas	D1f	
111	22/07/2023	421.801,00	8.165.655,00	595,8	Ponto de Controle	Estrada de terra secundária ao lado da BR-160	Furnas	D1f	
112	22/07/2023	421.760,00	8.165.336,00	594,4	Ponto de Controle	Estrada de terra secundária ao lado da BR-161	Furnas	D1f	
113	22/07/2023	424.541,00	8.164.418,00	555,3	Blocos rolados	Afloramento em planta e blocos ao lado de estrada GO-472	Furnas	D1f	Arenito fino
114/APA 18	22/07/2023	424.643,00	8.164.798,00	533,4	Afloramento in situ	Córrego sucuri próximo a estrada de terra	Gnaiss Ribeiro Água Limpa	NP1apa	Metadiorito recristalizado
115	22/07/2023	424.788,00	8.165.089,00	551,9	Afloramento in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Riolito/Metagrauvaca (?)
116	22/07/2023	425.140,00	8.165.872,00	571,8	Blocos in situ	Próximo a estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Máfica? Anfibolito
117	22/07/2023	424.887,00	8.167.787,00	578,9	Blocos in situ	Estrada de terra próxima a Faz. Sucuri	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático ferruginoso
118	22/07/2023	425.364,00	8.167.175,00	606,4	Ponto de Controle		Furnas	D1f	
119	23/07/2023	424.327,00	8.169.109,00	582,6	Ponto de Controle	Início do caminhamento em Fazenda	-		
120	23/07/2023	424.511,00	8.169.126,00	587,8	Blocos in situ	200m da Fazenda	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Metagabro/Hbl Gabro
121	23/07/2023	424.812,00	8.169.179,00	598,4	Blocos rolados	300m do ponto anterior	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Veios de Qz
122	23/07/2023	424.867,00	8.169.180,00	602,8	Blocos rolados	Na drenagem Córrego do Capim Branco	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
123	23/07/2023	425.120,00	8.169.400,00	605,2	Blocos rolados	300m do ponto anterior	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Veios de Qz + Anfibolito
124	23/07/2023	425.398,00	8.169.283,00	598,08	Blocos rolados	300m do ponto anterior	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
125	23/07/2023	425.474,00	8.169.242,00	592,1	Afloramento in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
126	23/07/2023	425.800,00	8.169.029,00	566,1	Blocos in situ	Morro ao lado da estrada	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Tlc-Clo-Tre Xisto
127	23/07/2023	426.174,00	8.168.983,00	542,7	Afloramento in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
128	23/07/2023	426.430,00	8.168.942,00	537,02	Afloramento in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
129	23/07/2023	426.566,00	8.169.030,00	536,04	Afloramento in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Clo-Tre Xisto + Msc-Xisto
130	23/07/2023	426.577,00	8.169.054,00	532,2	Afloramento in situ	Corte na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
131	23/07/2023	426.669,00	8.169.373,00	479,09	Blocos in situ	Na estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Mármore + Gabro

132	23/07/2023	426.803,00	8.169.409,00	455,7	Afloramento in situ	Drenagem Córrego Sto. Antônio	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto e Est-Msc-Xisto
133	23/07/2023	426.849,00	8.169.267,00	455,7	Blocos in situ	Drenagem Córrego Sto. Antônio	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Quartzo boudinado
134	23/07/2023	426.935,00	8.169.264,00	458,08	Blocos in situ	Drenagem Córrego Sto. Antônio	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Tonalito
135	23/07/2023	427.054,00	8.169.071,00	465,4	Blocos in situ	A 60m da drenagem Córrego Sto. Antônio	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Metamáfica
136	23/07/2023	427.178,00	8.168.943,00	486,8	Ponto de Controle		-		
137	23/07/2023	427.245,00	8.168.978,00	490,04	Ponto de Controle		-		
138	25/07/2023	438.786,00	8.167.871,00	588,8	Ponto de Controle		-		
139	25/07/2023	436.566,00	8.168.605,00	597,04	Ponto de Controle	Início do caminhamento	-		
140	25/07/2023	436.479,00	8.168.539,00	593,6	Blocos rolados	Ao lado de estrada de terra	-		Veio de Qz com brechas
141	25/07/2023	436.386,00	8.168.507,00	579,3	Afloramento in situ	Próximo a drenagem Córrego da Pedra	Córrego da Onça	NP1	Clo-Tre Xisto
142	25/07/2023	436.026,00	8.168.164,00	547,2	Blocos in situ	Drenagem Córrego da Pedra	Morro do Baú	NP1ðmb	Gabro
143	25/07/2023	436.130,00	8.168.054,00	554,8	Blocos in situ	Amontoados em árvores	Morro do Baú	NP1ðmb	Gabro
144	25/07/2023	436.168,00	8.167.981,00	561,1	Blocos in situ	Amontoados em árvores	Morro do Baú	NP1ðmb	Gabro
145	25/07/2023	435.989,00	8.167.859,00	555,9	Blocos in situ	Próximo a drenagem Córrego da Pedra	Gnaissse Ribeirão	NP1ðna	Gnaissse
146	25/07/2023	435.848,00	8.167.956,00	555,5	Blocos in situ e amontoados	Bifurcação de estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito Epidotizado
147	25/07/2023	435.376,00	8.168.501,00	554,7	Blocos rolados	Na estrada de terra	Gnaissse Ribeirão	NP1ðna	Gnaissse
148	25/07/2023	435.153,00	8.168.610,00	566,6	Blocos in situ	Ao lado de estrada de terra	Gnaissse Ribeirão	NP1ðna	Gnaissse
149	25/07/2023	434.738,00	8.168.513,00	583,03	Blocos rolados	Ao lado de estrada de terra	Gnaissse Arenópolis	NP1ðna	Veio de Qz cinza
150	25/07/2023	434.622,00	8.168.505,00	569,7	Blocos rolados	Na trilha	Gnaissse Ribeirão	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
151	25/07/2023	434.475,00	8.168.507,00	552,9	Afloramento in situ	Na trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
152	25/07/2023	434.268,00	8.168.267,00	533,8	Afloramento in situ	Drenagem Córrego Queixada	Gnaissse Ribeirão	PPðr	Diorito + Bt gnaissse + Veios de Qz
153	25/07/2023	434.006,00	8.168.201,00	554,7	Blocos rolados		-		Veio de Qz branco
154	25/07/2023	433.300,00	8.168.124,00	539,4	Afloramento em corte de estrada	Drenagem Córrego da Matinha	Gnaissse Arenópolis	PPðr	Gnaissse
155	25/07/2023	433.513,00	8.168.378,00	562,4	Blocos rolados	Morrote	Gnaissse Ribeirão	PPðr	Gnaissse
156	25/07/2023	433.139,00	8.168.126,00	541,3	Blocos rolados	Próximo a estrada de terra	Morro do Baú	NP1ðmb	Rocha verde e vermelha
157	25/07/2023	433.080,00	8.168.115,00	544,7	Afloramento in situ	Próximo a trilha	Morro do Baú	NP1ðmb	Hornblendito
158	25/07/2023	432.900,00	8.168.103,00	546,6	Blocos rolados	Trilha próximo a fazenda	-		Gabro
159	26/07/2023	430.303,00	8.168.954,00	604,6	Ponto de controle	Início do caminhamento	-		Arenito grosso - veios de qz
160	26/07/2023	429.916,00	8.168.858,00	584,9	Blocos rolados	Mata fechada	-		Quartzo - arenito - laterita
161	26/07/2023	429.995,00	8.168.534,00	584,6	Blocos rolados	Próximo a mata	-		Quartzo fraturado
162	26/07/2023	430.001,00	8.168.440,00	567,8	Blocos rolados	Próximo a mata	-		Xisto?
163	26/07/2023	430.094,00	8.168.504,00	589,2	Blocos rolados	Mata fechada	-		Arenito grosso
164	26/07/2023	430.283,00	8.168.350,00	608,8	Blocos amontoados	Ao lado de trilha	-		Quartzo
165	26/07/2023	430.436,00	8.167.945,00	612,1	Blocos amontoados	Ao lado de trilha	-		Quartzo cinza + mármore
166	26/07/2023	430.304,00	8.167.822,00	596,9	Afloramento in situ	Trilha próximo a mata fechada	-		Grd-Qz-Msc-Xisto
167	26/07/2023	430.029,00	8.167.864,00	537,3	Ponto de controle	Próximo a mata fechada	-		Solo avermelhado
168	26/07/2023	429.801,00	8.167.928,00	576,1	Blocos amontoados	Mata	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert
169	26/07/2023	429.443,00	8.167.869,00	578,8	Blocos rolados	Topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert

170	26/07/2023	429.418,00	8.167.742,00	578,7	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
171	26/07/2023	429.388,00	8.167.658,00	574,7	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
172	26/07/2023	429.253,00	8.167.721,00	588,6	Blocos rolados	Topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert
173	26/07/2023	429.332,00	8.167.838,00	578,8	Blocos rolados	Topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
174	26/07/2023	429.349,00	8.167.915,00	577,8	Blocos rolados	Morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert
175	26/07/2023	429.274,00	8.167.910,00	578,2	Blocos rolados	Descendo o morrote	-		Quartzo
176	26/07/2023	429.173,00	8.167.971,00	582,4	Ponto de controle	Entrada na mata fechada próximo ao Córrego Sto. Antônio	-		
177	26/07/2023	429.045,00	8.168.055,00	574,5	Blocos rolados	Trilha na mata	-		Quartzo
178	26/07/2023	428.863,00	8.168.069,00	593,4	Ponto de controle	Trilha na mata	-		Solo amarelado - sem quartzo
179	26/07/2023	428.817,00	8.168.037,00	597,8	Blocos rolados	Trilha na mata	-		Quartzo
180	26/07/2023	428.773,00	8.168.036,00	600,2	Afloramento in situ	Trilha na mata	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
181	26/07/2023	428.702,00	8.168.053,00	611,8	Blocos rolados	Topo do morro	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
182	26/07/2023	429.874,00	8.168.021,00	576,2	Blocos rolados	Borda de morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
183	26/07/2023	429.948,00	8.167.996,00	573,7	Blocos rolados	100m do ponto anterior	-		Anfibolito
184	26/07/2023	432.094,00	8.167.927,00	606,3	Afloramento in situ	Próximo a fazenda com represa	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Máfica
185	26/07/2023	432.929,00	8.168.006,00	588,8	Blocos in situ	Ao lado de estrada de terra	Morro do Baú	NP1õmb	Gabro + Hornblendito
186	26/07/2023	432.478,00	8.168.105,00	585,4	Blocos in situ	Ao lado de estrada de terra	Morro do Baú	NP1õmb	Gabro
187	26/07/2023	432.576,00	8.168.170,00	576,2	Blocos rolados	Morrote	Morro do Baú	NP1õmb	Hornblendito
188	26/07/2023	432.639,00	8.168.243,00	578,8	Afloramento in situ	Em corte na estrada de terra	Morro do Baú + Córrego Santo Antônio	NP1õmb - NP1apa	Contato Tremolítico + Msc Xisto
189	26/07/2023	432.706,00	8.168.201,00	570,9	Blocos rolados	Próximo a estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
190	26/07/2023	432.840,00	8.168.229,00	562,3	Afloramento in situ	Estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
191	26/07/2023	432.894,00	8.168.142,00	550,8	Blocos rolados	Estrada de terra na frente da fazenda	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Diorito?
191	26/07/2023	432.943,00	8.168.070,00	550	Blocos rolados	Estrada de terra na entrada da Fazenda	-		Diorito?
192	27/07/2023	430.468,00	8.167.063,00	602,9	Afloramento in situ	Corte de estrada próximo a bifurcação da pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto
192	27/07/2023	430.468,00	8.167.063,00	602,9	Afloramento in situ	Corte de estrada próximo a bifurcação da pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto
193	27/07/2023	428.334,00	8.167.184,00	546,1	Ponto de Controle	Início do caminhamento	-		
194	27/07/2023	428.022,00	8.166.832,00	560,3	Blocos rolados	Ao lado de trilha próxima a fazenda	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert
195	27/07/2023	427.918,00	8.166.733,00	551,01	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto
195	27/07/2023	427.918,00	8.166.733,00	551,01	Afloramento in situ	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Grd-Msc-Xisto
196	27/07/2023	427.935,00	8.166.704,00	552,3	Blocos rolados	Trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica
197	27/07/2023	427.823,00	8.166.695,00	532,5	Blocos rolados	Base de morrote ao lado da trilha	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Clo-Tlc-Tre Xisto
198	27/07/2023	427.912,00	8.166.314,00	563,3	Blocos rolados	Base de morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Chert
199	27/07/2023	427.960,00	8.166.231,00	553,02	Afloramento in situ	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
199	27/07/2023	427.960,00	8.166.231,00	553,02	Afloramento in situ	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
200	27/07/2023	427.985,00	8.166.189,00	550,5	Blocos rolados	A esquerda do ponto anterior	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Clo-Tlc-Tre Xisto

201	27/07/2023	427.887,00	8.166.218,00	549,4	Afloramento in situ	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
201	27/07/2023	427.887,00	8.166.218,00	549,4	Afloramento in situ	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
202	27/07/2023	427.823,00	8.166.305,00	548,1	Afloramento in situ	Descendo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
202	27/07/2023	427.823,00	8.166.305,00	548,1	Afloramento in situ	Descendo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Qz-Msc-Xisto
203	27/07/2023	427.753,00	8.166.308,00	538,6	Blocos rolados	Ao lado de drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito + Riolito
204	27/07/2023	427.759,00	8.166.256,00	537,5	Afloramento in situ	Drenagem encurvada	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Dacito
205	27/07/2023	427.598,00	8.166.257,00	545,4	Blocos rolados	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica
206	27/07/2023	427.500,00	8.166.279,00	563,1	Afloramento in situ	Morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
206	27/07/2023	427.500,00	8.166.279,00	563,1	Afloramento in situ	Morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Msc-Xisto
207	27/07/2023	427.256,00	8.166.253,00	554,3	Blocos rolados	Drenagem seca com blocos diversos	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
208	27/07/2023	427.195,00	8.166.165,00	571,09	Blocos rolados	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
209	27/07/2023	427.122,00	8.166.104,00	580,07	Blocos rolados	Subindo morrote	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Hornblendito
210	27/07/2023	427.056,00	8.166.022,00	580,8	Blocos in situ	Drenagem	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica
211	27/07/2023	426.806,00	8.166.037,00	590,8	Afloramento in situ	Subindo morrote	Furnas	D1f	Arenito Conglomerático ferruginoso
212	27/07/2023	426.591,00	8.166.061,00	612,2	Afloramento in situ	Subindo morrote	Furnas	D1f	Arenito
213	27/07/2023	426.181,00	8.165.996,00	589,5	Afloramento in situ	Descendo morrote de solo esbranquiçado arenoso	Furnas	D1f	Arenito
214	27/07/2023	426.077,00	8.165.994,00	583,8	Afloramento in situ	Subindo morrote	Furnas	D1f	Arenito ferruginoso
215	27/07/2023	425.806,00	8.166.229,00	590,3	Afloramento in situ	Descendo morrote de solo esbranquiçado arenoso	Furnas	D1f	Arenito
216	27/07/2023	425.489,00	8.166.848,00	624,2	Afloramento in situ	Estrada de terra da Fazenda Sucuri	Furnas	D1f	Conglomerado
217	27/07/2023	425.524,00	8.167.057,00	617,8	Ponto de Controle	Blocos rolados de granito rosa			Granito
218	27/07/2023	425.270,00	8.167.133,00	600,4	Afloramento in situ	Próximo a drenagem seca	Furnas	D1f	Arenito
219	27/07/2023	425.394,00	8.167.289,00	602,7	Blocos rolados	A leste da estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
220	27/07/2023	425.404,00	8.167.380,00	599,8	Blocos rolados	A leste da estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica
221	27/07/2023	425.435,00	8.167.382,00	600,5	Blocos rolados	A leste da estrada de terra	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Anfibolito
222	28/07/2023	428.673,00	8.166.638,00	600	Afloramento in situ	Pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Mármore
223/233	28/07/2023	428.703,00	8.166.554,00	556	Afloramento in situ	Pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Mármore
224	28/07/2023	428.621,00	8.166.624,00	560	Afloramento in situ	Pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Mármore
225	28/07/2023	430.119,00	8.165.549,00	577	Blocos in situ	Mata fechada ao lado de pedreira	Córrego do Santo Antônio	NP1apa	Ultramáfica
226	28/07/2023	436.007,00	8.167.192,00	573	Blocos in situ	Antes da ponte da Fazenda Cór. da Pedra	Gnaisse Arenópolis	NP1õna	Gnaisse
227	28/07/2023	436.270,00	8.167.139,00	526	Blocos in situ	Depois da ponte da Fazenda Cór. da Pedra	Morro do Baú	NP1õmb	Gabro

Unidade	Numero da amostra	omenclatura Fin	Area	Litologia	Observações	X	Y	STATUS
Granito Rio Caiapó	A1D7P5	TF23-I-P5(D7)	1	Granito	-	442489	8202759	Prontas UNB
Granito Rio Caiapó	A1D9P7	TF23-I-P7(D9)	1	Mingling (rapakivi)	-	435201	8202377	Prontas UNB
Gnaiss Arenópolis	AID4P15	TF23-AI-P15(D4)	1	Gnaiss Tonalítico	-	429004	8201536	<Null>
Sequência Vulcânica Alcalina de Iporá	A1D13P9	TF23-AI-P13(D9)	1	Basanita	-	434883	8203311	Prontas Recife
Gnaiss Arenópolis	II-140	TF23-II-P140	2	Calciossilicática	-	428851	8198754	Laminando
Granito Rio Caiapó	II-27	TF23-II-P27	2	Mingling	-	432888	8199763	Laminando
Granito Serra do Tatu	TF23-II-103	TF23-II-P103	2	Granito	-	428692	8200660	Prontas Recife
Gnaiss Arenópolis	II-146	TF23-II-P146	2	Anfibolito	-	428718	8199141	Prontas UNB
Gnaiss Arenópolis	II-147	TF23-II-P147	2	Granito Milonítico	-	428847	8199981	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	II-42	TF23-II-P42	2	Tonalito	-	417932	8199277	Prontas UNB
Sequência Plutônica Alcalina de Iporá	II-67	TF23-II-P67	2	Gabro Alcalina	-	441147	8197137	Prontas UNB
Granito Rio Caiapó	II-68	TF23-II-P68	2	Mingling	-	440828	8197176	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	II-84	TF23-II-P84	2	Ultramáfica	-	421970	8200965	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF23-AIII-P85	TF23-III-P85	3	Mingling	-	426507,03	8195925,67	Laminando
Granito Serra do Iran	TF23-AIII-P86	TF23-III-P86	3	Anfibolito	-	426237,91	8195977,82	Laminando
Gnaiss Arenópolis	APA8	APA8	3	Ortognaisse Bandado	-	432440,98	8194698,05	APA
Córrego do Horácio	TF23-AVIII-P196	TF23-III-P196	3	Riolito	-	425551,36	8193852,32	Prontas Recife
Gnaiss Arenópolis	TF23-III-107	TF23-III-P107	3	Anfibolito fino hidrotermalizado	-	435025,94	8193694,78	Prontas Recife
Granito Rio Caiapó	TF23-AIII-P114	TF23-III-P114	3	Granodiorito	-	435836,91	8193673,71	Prontas UNB
Granito Rio Caiapó	TF23-III-15	TF23-III-P15	3	Biotita Granito milonítico	tada em zona de	439660,33	8195281,3	Prontas Recife
Sequência Plutônica Alcalina de Iporá	TF23-III-P157	TF23-III-P157	3	Ultramáfica	-	441156,25	8194748,89	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF23-AIII-P157	TF23-III-P157	3	Granito Grosso - Fino	ORIENTADA	427450,3	8194110,79	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF-23-A3-168	TF23-III-P168	3	Fácies intermediárias: Qtz dioritos, tonalidos, dioritos.	-	429798	8193589	Prontas UNB
Ribeirão Água Limpa	TF23-AIII-P228	TF23-III-P228	3	Gnaiss	-	414985,42	8195084,15	Prontas UNB
Granito Rio Caiapó	TF23-AIII-P251	TF23-III-P251	3	Granito	-	439354,24	8193528,46	Prontas UNB
Sequência Plutônica Alcalina de Iporá	TF23-AIII-P261	TF23-III-P261	3	Gabro Alcalina	-	441002,25	8193113,17	Prontas Recife
Granito Serra do Iran	TF-23-AIII-P48	TF23-III-P48	3	Vulcânica Félsica	-	428967,96	8196436,99	Prontas UNB
Sequência Plutônica Alcalina de Iporá	TF23-AIII-P8	TF23-III-P8	3	Sianito Nefelinico	-	440273,5	8194759,3	Prontas UNB
Ribeirão Água Limpa	AIV-P48	TF23-IV-P48	4	Bt-gnaiss	-	417099	8189564	Laminando
Granito Serra do Iran	TF23-IV-65	TF23-IV-65	4	Sienogranito	-	427197	81889407	Prontas Recife
Granito Rio Caiapó	TF23-IV-189	TF23-IV-P189	4	Hidrotermalito (epidosito)	-	437475	8190262	Prontas Recife
Granito Rio Caiapó	AIVP201	TF23-IV-P201	4	Mingling	-	439657	8192164	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF-AIV-P67	TF23-IV-P67	4	Fácies intermediárias: Qtz dioritos, tonalidos, dioritos.	-	426965	8190319	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	AIVP78	TF23-IV-P78	4	Vulcânica Félsica	-	424981	8189686	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF23-AV-P143	TF23-V-P143	5	Mingling	-	431738	8186962	Laminando
Córrego do Santo Antônio	TF23-AV-P54C	TF23-V-P54C	5	Metatufo	-	416571	8188283	Prontas Recife
Córrego do Santo Antônio	TF23-AV-P109A	TF23-V-P109A	5	Calciossilicática	-	424359	8188237	Prontas UNB

Granito Serra do Iran	TF23-AV-P138	TF23-V-P138	5	Fácies intermediárias: Qtz dioritos, tonalidos, dioritos.	-	430942	8186739	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF23-AV-P138B	TF23-V-P138B	5	Vulcânica Félsica	-	430942	8186739	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF23-AV-P15	TF23-V-P15	5	Granito Grosso - Fino	-	432520	8189085	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-AV-P181	TF23-V-P181	5	Ultramáfica	-	432009	8185130	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-V-191	TF23-V-P191	5	Anfibolito	-	423626	8188537	Prontas Recife
Gnaissé Arenópolis	TF23-AV-P74	TF23-V-P74	5	Bt-gnaissé	-	435840	8187665	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-AV-P81B	TF23-V-P81B	5	Ultramáfica	-	435601	8186097	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-AV-P83D	TF23-V-P83D	5	Clorita xisto	-	435563	8185718	Prontas UNB
Granito Serra do Iran	TF-AV-P93	TF23-V-P93	5	Fácies intermediárias: Qtz dioritos, tonalidos, dioritos.	-	429954	8185487	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-V-P99	TF23-V-P99	5	Anfibolito	-	428950	8185087	Prontas UNB
Córrego da Onça	P119A6-A	TF23-VI-P119	6	Hornblendito	-	431587,8791	8182719,037	Laminando
Córrego do Santo Antônio	APA1*	APA1	6	Hornblendito alterado	-	423496	8183834	APA
Granito Serra do Tatu	TF23A6-P101	TF23-VI-P101	6	Granito Milonítico	-	434664	8184129	Prontas UNB
Córrego da Onça	P119A6 -B	TF23-VI-P119B	6	Vulcânicas Félsicas	-	431584	8182702	Prontas UNB
Córrego da Onça	P120A6	TF23-VI-P120	6	Calciossilicática	-	431498	8182533	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	P138A6	TF23-VI-P138	6	Anfibolito	ORIENTADA	419645	8184058	Prontas UNB
Córrego da Onça	P206A6	TF23-VI-P206	6	Vulcânicas Félsicas	-	433751	8181213	Prontas UNB
Gnaissé Ribeirão	P271A6	TF23-VI-P271	6	<Null>	-	431046	8184641	Prontas UNB
Ribeirão Água Limpa	P303A6	TF23-VI-P303	6	Granito Porfírtico	-	417410	8184388	Prontas UNB
Gnaissé Arenópolis	TF23-VII-P92	TF23-VII-P92	7	<Null>	-	436306	8179119	Laminando
Gnaissé Arenópolis	TF23-VII-P94	TF23-VII-P94	7	<Null>	-	436196	8179193	Laminando
Gnaissé Arenópolis	APA12A	APA12A	7	Gnaissé	-	437496	8178807	APA
Córrego do Horácio	APA33A	APA33A	7	Riolito	-	434488	8177652	APA
Córrego do Horácio	APA33B	APA33B	7	Andesito	-	434488	8177652	APA
Córrego do Horácio	TF23-AVIII-P64A	TF23-VIII-P64A	7	Igimbrito	-	435676	8177909	Prontas Recife
Córrego da Onça	TF23-VII-104A	TF23-VII-104A	7	Gnaissé	-	434533	8179518	Prontas Recife
Córrego do Horácio	TF23-VII-143	TF23-VII-143	7	Riolito	-	435670	8177903	Prontas Recife
Córrego do Santo Antônio	AVII-P162-A	TF23-VII-P162A	7	Mármore	-	424702	8178810	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-P202-VII	TF23-VII-P202	7	Quartzo xisto	-	433012	8178907	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	AVII-04	TF23-VII-P4	7	Gabro	-	425548	8180415	Prontas UNB
Granito Serra do Tatu	AVII-77	TF23-VII-P77	7	Granito grosso porfírtico	-	436931	8179997	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-AVIII-P43A	TF23-VIII-P43A	8	Mármore calcissilicático	-	428192	8173595	Laminando
Gnaissé Arenópolis	APA15	APA15	8	Gnaissé	-	440436,4	8175293,56	APA
Córrego da Onça	VIII-P115-B	TF23-VIII-P115B	8	Anfibolito	-	438019	8173653	Prontas UNB
Córrego da Onça	VIII-P35-A	TF23-VIII-35A	8	Anfibolito	-	434358	8173321	Prontas Recife
Granito Serra do Tatu	TF23-AVIII-P127A	TF23-VIII-P127A	8	Fonolito ou dacito	-	437654	8176221	Prontas Recife
Granito Serra do Tatu	TF23-VIII-P128	TF23-VIII-P128	8	Granito	-	437588	8176387	Prontas Recife
Córrego do Santo Antônio	TF23-VIII-P27A	TF23-VIII-P27A	8	Anfibolito	-	420067	8175757	Prontas UNB

Ribeirão Água Limpa	TF23-VIII-P28A	TF23-VIII-P28A	8	Granito	-	420701	8175350	Prontas UNB
Gnaisse Ribeirão	VIII-P31-A	TF23-VIII-P31A	8	<Null>	-	434049	8173172	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-VIII-P36A	TF23-VIII-P36A	8	Granito intrudindo no córrego da onça	-	434552	8173499	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-VIII-P3A	TF23-VIII-P3A	8	Gabro	-	427853	8175446	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-072	TF23-IX-P72	9	Granito médio equigranular	-	429972	8172196	Laminando
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-016	TF23-IX-P16	9	Calciossilicática	-	434999	8169583	Laminando
Córrego da Onça	TF23-IX-086-G	TF23-IX-086-G	9	Anfibolito	-	434704	8173011	Laminando
Córrego da Onça	APA17	APA17	9	Grt-ms-xisto	-	439087	8170346	APA
Ribeirão Água Limpa	APA19	APA19	9	Granito	-	419569,34	8170912,76	APA
Córrego do Santo Antônio	APA21	APA21	9	Hbl Gabro	-	421676,02	8171243,48	APA
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-060	TF23-IX-060	9	Mármore	-	425667	8171168	Prontas Recife
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-38A	TF23-IX-38A	9	Serpentinito orientado	-	423385	8169336	Prontas Recife
Córrego da Onça	TF23-IX-086-EF	TF23-IX-86E	9	Diorito	ORIENTADA	434704	8173011	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-P086F	TF23-IX-P086F	9	Anfibolito	-	434704	8173011	Prontas UNB
Gnaisse Arenópolis	TF23-IX-009	TF23-IX-P09	9	Calciossilicática	-	433671	8169429	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-097B	TF23-IX-P097B	9	Ultramáfica	-	435715	8171918	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-124A	TF23-IX-P124A	9	Anfibolito	-	438505	8170322	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-139	TF23-IX-P139	9	Vulcânicas Félsicas	-	436491	8171205	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-172	TF23-IX-P172	9	Anfibolito	-	432403	8170595	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	IX-216B	TF23-IX-P216B	9	Ultramáfica - Cloritita	-	425460	8169901	Prontas UNB
Granito Serra do Tatu	TF23-IX-226	TF23-IX-P226	9	Granito Milonítico	-	427570	8170901	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-231	TF23-IX-P231	9	Ultramáfica - Hornblendito	-	425097	8171111	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-IX-236A	TF23-IX-P236A	9	Xistos Metassedimentares	-	427894	8172548	Prontas UNB
Córrego da Onça	TF23-IX-086D	TF23-IX-P86D	9	Vulcânicas Félsicas	-	434704	8173011	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	APA18	APA18	10	Riolito	-	424773	8164719	APA
Córrego do Santo Antônio	APA27	APA27	10	Carbonato com sulfato	-	428667	8166801	APA
Morro do Baú	APA28	APA28	10	Meta tonalito	-	432986	8166660	APA
Córrego do Santo Antônio	TF23-X-P10	TF23-X-P10	10	Anfibolito	-	433223	8167061	Prontas UNB
Morro do Baú	TFXP101	TF23-X-P101	10	Gabro	-	436275	8167338	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF-X-106	TF23-X-P106	10	Xistos Metassedimentares	-	430682	8166457	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF-X-233	TF23-X-P233	10	Mármore	-	428621	8166624	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-X-32	TF23-X-P32	10	Ultramáfica - Cloritita actinolita xisto	-	427004	8167305	Prontas UNB
Ribeirão Água Limpa	TF-23-X-P42	TF23-X-P42	10	Bt gnaisse	-	423582	8167858	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-X-220	TF23-X-220	10	Ultramáfica	-	425408	8167336	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-X-28	TF23-X-28	10	Est-Grd-Bt Xisto	-	427139	8166963	Prontas UNB
Córrego do Santo Antônio	TF23-X-203	TF23-X-203	10	Dacito	-	427753	8166308	Prontas Recife
Morro do Baú	TF23-X-14	TF23-X-14	10	Gabro	-	433545	8166502	Prontas Recife