

Universidade de Brasília

Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

TF 2025 - Projeto Aurilândia

Área II

Raphael Santos de Lima

Rodrigo de Faria Tomé

Brasília, 2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL
TF 2025 - Projeto Aurilândia
Área II

Raphael Santos de Lima

Rodrigo de Faria Tomé

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

Banca Examinadora

Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho _____

Prof. Dr. Elder Yokoyama _____

Dr. Pedro Luiz Gomes Martins _____

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL
TF 2025 - Projeto Aurilândia
Área II

Raphael Santos de Lima
Rodrigo de Faria Tomé

Coordenador
Prof. Dr. Elton Luiz Dantas

Vice-coordenador
Prof. Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira

Orientadores
Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros Jimenez
Prof. Dr. Henrique Llacer Roig
Prof. Dr. Marcelo Henrique Leão Santos
Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho
Prof. Dr. Tiago Luis Reis Jalowitzki
Prof. Dr. Valmir da Silva Souza

Dedicatórias

Dedico este trabalho àqueles que caminharam comigo com amor, paciência e fé na minha trajetória.

Raphael Santos de Lima

Dedico este trabalho à minha família e a todos que participaram da minha jornada até aqui.

Rodrigo de Faria Tomé

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, Marinelha e Valdir, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei de mim. Sem o exemplo, a dedicação e o incentivo de vocês, esta conquista não seria possível. Agradeço também à minha irmã, Ana Carolina, que tanto pedi aos meus pais que viesse ao mundo. Apesar de chata, te amo muito.

À minha noiva e futura esposa, Caroline, agradeço pela paciência, compreensão e por estar ao meu lado em cada etapa desta jornada. Seu carinho e apoio diário tornaram o caminho mais leve e me motivaram a seguir em frente.

Aos meus avós que sempre demonstraram preocupação, zelo e jamais faltaram com amor.

Aos meus amigos, em especial minha dupla de TF, Rodrigo (pop), que desde o momento que falamos que íamos formar juntos lá em 2023, mantivemos esse acordo e cá estamos! Aos meus amigos do Debs Geo, Abdu, Fer, Deb do mal e Deb do pior. Sem vocês essa jornada teria sido praticamente impossível! Agradeço também à minha amiga cientista ambiental Karol que é um dos meus maiores apoios há uns bons anos. Agradeço imensamente aos demais colegas e amigos de graduação (não cabe todos) que contribuíram com companheirismo, conversas, risadas e apoio emocional nos momentos mais desafiadores. Cada um, à sua maneira, fez parte da construção deste trabalho.

A todos os professores, sobretudo os coordenadores Elton Luís Dantas e Claudinei Gouveia de Oliveira, e os orientadores Drs. Federico Alberto Cuadros Jimenez, Henrique Llacer Roig, Marcelo Henrique Leão Santos, Nilson Francisquini Botelho, Tiago Luis Reis Jalowitzki e Valmir da Silva Souza. Agradeço pelo conhecimento compartilhado, pela orientação, pela exigência que me fez crescer e pela inspiração que reforçou minha escolha profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta trajetória, deixo aqui meu sincero agradecimento.

Raphael Santos de Lima

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à Deus, por me proporcionar estar concluindo uma fase a mais da minha vida. Aos meus pais, Airton Tomé Junior e Meire Teresinha de Faria Tomé, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e nunca me fizeram desistir desse caminho, além de sempre me oferecerem uma ótima educação e um suporte sempre que necessário. À minha irmã Renata, que esteve comigo desde o momento de ingressão do curso. À minha avó Maria Celeste, que infelizmente partiu antes de me ver formar mas que sempre me deu conselhos incríveis. Ao meu avô Airton Tomé, que desde criança me apoia nos melhores momentos e que também é presença fundamental na minha trajetória.

Em especial, gostaria de agradecer meu amigo e dupla de TF, Raphael Santos de Lima, que sempre me apoiou desde que nós começamos a estudar juntos em meados de 2023 e me proporcionou inúmeros momentos de risadas, dicas, brincadeiras e apoios durante essa trajetória. Também aos meus amigos e colegas de graduação Gustavo D'Amore Heer, Cláudia da Silva Xavier, Pedro Tossin Noleto, Arthur Ribeiro Magalhães, Letícia Albernaz Brotherhood, Mateus Souza Monici, Cecília Rabelo Quirino Rodrigues, Pedro Simon Antonius, Lucas Cunha Moreira, Augustto Vinícius Alves Resende, Wanderley Gonçalves Mesquita Júnior e muitos outros, por estarem juntos durante toda a graduação e proporcionaram diversos momentos divertidos e desesperadores, ao mesmo tempo de muita amizade e auxílio.

Também agradeço ao Professor Dr. Elton Luiz Dantas pela coordenação deste projeto, assim como aos Professores Claudinei Gouveia de Oliveira, Federico Alberto Cuadros Jimenez, Henrique Llacer Roig, Marcelo Henrique Leão Santos, Nilson Francisquini Botelho, Tiago Luis Reis Jalowitzki e Valmir da Silva Souza, pela orientação, tempo e disposição de corrigir e auxiliar na elaboração do trabalho. Por fim, também agradeço aos Professores Vinicius Vasconcelos de Souza, Eliza Inez Nunes Peixoto, Luis Gustavo Ferreira Viegas, Caio Arthur Santos, Natalia Hauser, Maria Emília Schutesky, Gabriela Bielefeld Nardotto e tantos outros, por todas as contribuições e ensinamentos da minha vida profissional.

Rodrigo de Faria Tomé

RESUMO

O Projeto Aurilândia representa o Trabalho Final de Graduação em Geologia do ano de 2025, realizado pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Este projeto integra dados de campo, petrografia, geofísica e análise estrutural para construir um arcabouço tectônico robusto da região. O trabalho teve como objetivo principal produzir um mapa geológico na escala 1:50.000 da região de Aurilândia e São Luís de Montes Belos, localizado na porção central do estado de Goiás. O Projeto Aurilândia abrange parte do Arco Magmático de Goiás (AMG), inserido no contexto do Orógeno Brasília, especificamente no Segmento Arenópolis, no setor sudoeste do orógeno. Trata-se de uma zona de acresção de crosta juvenil neoproterozoica formada por dois principais eventos magmáticos: um arco insular entre 920–800 Ma e um arco continental entre 670–620 Ma (Pimentel et al., 2004; Laux et al., 2004, 2005). A área de estudo engloba duas unidades tectono-estratigráficas neoproterozoicas: o Bloco Sanclerlândia e o Bloco Turvânia, e, na Área II, inclui unidades como o Ortognaisse Sanclerlândia, corpos de Anfibolitos, a Sequência Serra da Bandeira, o Granito Planura Verde e a Suíte São Luís de Montes Belos. A integração entre os dados de campo, as análises petrográficas e os estudos estruturais permitiu reconhecer três eventos deformacionais relacionados à evolução do arco magmático, refletindo processos típicos de convergência, como cavalgamentos, reorganização magmática e deformação progressiva. Além disso, a região apresenta expressivo potencial metalogenético, com sistemas pórfiro, ouro orogênico, depósitos de vermiculita e recursos minerais utilizados como remineralizadores. Já no contexto da Área II, foi possível realizar um mapa da área na escala 1:50.000 que auxiliou na interpretação do mapa geológico final do projeto, além de determinar as litologias e as estruturas que compõem o modelo evolutivo da região e a sua história de formação.

Palavras chave: Orógeno Brasília, Arco Magmático de Goiás, Orógeno Brasília, Sequência Anicuns-Itaberaí, Sequência Serra da Bandeira, Ortognaisse Sanclerlândia, Suíte São Luís de Montes Belos, Granito Planura Verde, Neoproterozóico.

Sumário

1. INTRODUÇÃO 2
1.1. Objetivo 2
1.2. Localização e vias de acesso 3
1.3. Materiais e métodos 4
1.3.1. Etapa pré-campo 5
1.3.2. Etapa de campo 5
1.3.3. Etapa pós-campo 7
1.4. Aspectos Fisiográficos 8
1.4.1. Clima 8
1.4.2. Vegetação 9
1.4.3. Geomorfologia 12
1.4.4. Pedologia 14
1.4.5. Hidrografia 16
2. GEOLOGIA REGIONAL 19
2.1. O Orógeno Brasília 20
2.1.1. Unidade Cratônica 21
2.1.2. Unidade Externa 22
2.1.3. Unidade Interna 22
2.1.4. Maciço De Goiás 22
2.1.5. Arco Magmático De Goiás 22
2.2. Unidades tectono-estratigráficas associadas à Área de estudo 23
5.1.1. Bloco Sanclerlândia 24
5.1.2. Bloco Turvânia 25
3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOFÍSICA COMPLEMENTARES À CARTOGRAFIA GEOLÓGICA 27

3.1. Sensoriamento remoto 27
3.1.1. Natureza dos dados 28
3.1.2. Produtos e interpretações 31
3.2. Geofísica aplicada 34
3.2.1. Magnetometria 36
3.2.2. Gamaespectrometria 47
4. GEOLOGIA DO PROJETO AURILÂNDIA 60
4.1. Ortognaisses Tonianos 63
4.1.1. Ortognaisse Aurilândia (NP1γoa) 63
4.1.2. Ortognaisse Sanclerlândia (NP1γos) 64
4.1.3. Anfibolitos (NP1an) 64
4.2. Sequência Serra da Bandeira (Tectonitos metamórficos) 65
4.2.1. Unidade Gnáissica (NP1g) 65
4.2.2. Unidade Xistos (NP1x) 66
4.2.3. Unidade Aluminosa (NP1a) 67
4.3. Granito Planura Verde (NP2γpv) 68
4.4. Ortognaisse Turvânia (NP2γot) 69
4.5. Granito Queixada (NP3γqd) 69
4.6. Granito Santa Luzia (NPγsl) 70
4.7. Suíte São Luís de Montes Belos (NP3δsl) 71
4.8. Bacia do Paraná 72
4.8.1. Formação Aquidauana (C2P1a) 72
5. LITOESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA DA ÁREA II 74
5.1.1. Ortognaisse Sanclerlândia (NP1γos) 76
5.1.2. Anfibolitos (NP1an) 81
5.1.3. Sequência Serra da Bandeira 84
5.1.4. Granito Planura Verde (NP2γpv) 89

5.1.5. Suíte São Luís de Montes Belos (NP3δsl) 91
6. GEOLOGIA ESTRUTURAL 95
6.1. Geologia Estrutural do Projeto 95
6.1.1. Domínio Estrutural Carmolândia 98
6.1.2. Domínio Estrutural Aurilândia 99
6.1.3. Domínio Estrutural São Luís de Montes Belos 100
6.1.4. Fases Deformacionais 102
6.2. Arcabouço Estrutural da Área II 103
6.2.1. Arcabouço Estrutural Dúctil 105
6.2.2. Zonas de Cisalhamento 116
6.2.3. Arcabouço Estrutural Rúptil 117
7. GEOLOGIA ECONÔMICA 123
7.2. Ocorrências Minerais da Área II 129
7.2.1. Remineralizador potássico (flogopita xisto) 129
7.2.2. Vermiculita 131
7.2.3. Uso industrial 131
7.2.4. Rochas ornamentais 132
8. EVOLUÇÃO TECTÔNICA 135
8.1. Evolução Tectônica do Arco Magmático Goiás - Porção Sul 135
8.1.1. Evolução tectônica do Projeto Aurilândia 137
8.2. Discussões 147
9. CONCLUSÕES 151
9.1. Recomendações 154
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 156

Lista de Figuras

Figura 1.1: Mapa de Localização do Projeto Aurilândia, com as vias de acesso para chegar nas áreas de trabalho. 3

Figura 1.2: Mapa do trajeto rodoviário de Brasília até a cidade de São Luís de Montes Belos. 4

Figura 1.3: Mapa de pontos da Área II. As diferentes cores diferenciam os dias de caminhamento realizado. 7

Figura 1.4: Dados climatológicos do município de São Luís de Montes Belos (GO) no decorrer do ano (Fonte dos dados: CLIMATEMPO, 2025). 9

Figura 1.5: Mapa de vegetação da região do Projeto Aurilândia. 11

Figura 1.6: Mapa geomorfológico da região do Projeto Aurilândia..... 13

Figura 1.7: Mapa de classificação pedológica do Projeto Aurilândia. 15

Figura 1.8: Mapa de Hidrografia da região do Projeto Aurilândia..... 17

Figura 2.1: Mapa esquemático da Província Tocantins no Brasil Central. As setas indicam as vergências dos cinturões supracrustais. Linhas pontilhadas indicam limites das áreas cratônicas (Modificado de Almeida, 1992). 19

Figura 2.2: A) Província Tocantins, Faixa Dobrada Brasília em cinza. B) Mapa geológico da Faixa Dobrada Brasília (adaptado de Pimentel et al., 2004; Fuck et al., 2014 e Praxedes, 2015) (Macedo, 2018)..... 21

Figura 2.3: Mapa geológico da região de Mossâmedes-Moiporá, com a divisão dos Blocos Sanclerlândia e Turvânia (Adaptado de Macedo et al., 2018). 24

Figura 3.1: Luz ultravioleta, visível e infravermelha com comprimentos de onda aproximados em nanômetros (nm) (Casana & Ferwerda, 2024). 28

Figura 3.2: Mapa de lineamentos estruturais e hidrográficos traçados com o auxílio do Hillshade. 32

Figura 3.3: Mapa hipsométrico da área do Projeto Aurilândia e da Área II. 33

Figura 3.4: Mapa de contorno da Área II (em vermelho) e relação com o hillshade da Área total do Projeto..... 34

Figura 3.5: Mapa de domínios magnetométricos do Projeto Aurilândia. 39

Figura 3.6: Mapa de lineamentos magnéticos do Projeto Aurilândia.....41

Figura 3.7: Mapa dos produtos de Magnetometria gerados a partir dos dados do IGRF e da empresa Brasil Minérios S.A., sendo TILT, GRT e Dz2. 43

Figura 3.8: Produtos Magnéticos com os Lineamentos Magnéticos já gerados e interpretados a partir dos dados de magnetometria de escala de 100 metros.....44

Figura 3.9: Domínios Magnéticos das Áreas I, II e III do Projeto Aurilândia, segundo as interpretações dos corpos magnéticos da região.....45

Figura 3.10: Padrão RGB da distribuição dos elementos K, Th e U utilizados na interpretação gamaespectrométrica ao longo do projeto. 48

Figura 3.11: Mapa de composição ternária RGB gerado a partir de dados aerogamaespectrométricos da área do Projeto Aurilândia. Destacam-se domínios separados por cor e morfologia, enumerados de 1 a 25.....51

Figura 3.12: Mapas de RGB e de CMY da Área II do Projeto Aurilândia, com os dados provenientes da gamaespectrometria de 500 metros. 52

Figura 3.13: Mapa com os Domínios Gamaespectrométricos nas Áreas I, II e III com a imagem RGB. 54

Figura 3.14: Mapa com os Domínios Gamaespectrométricos nas Áreas I, II e III com a imagem CMY. 55

Figura 3.15: Mapa geológico preliminar realizado através de interpretações de dados gamaespectrométricos e magnetométricos 58

Figura 4.1: Mapa simplificado do Projeto Aurilândia. 61

Figura 4.2: A) Mapa geológico do contexto regional da área de estudo, incluindo as principais unidades de ortognaisses e sequências metavulcano-sedimentares (modificado de Lacerda et al., 2000 e Araújo, 2012), destacado em vermelho observa-se o contato do Ortognaisse Turvânia com o Ortognaisse Sanclerlândia. B) Imagem da amplitude do sinal analítico (nT/m) da área destacada. C) Seção geológica esquemática correspondente a C-C' destacado no mapa. (Extraído e modificado de Macedo et al., 2018). 62

Figura 4.3: Mapa de amplitude de sinal analítico, em que se tem a leste evidenciado pela linha pontilhada amarela (São Luís de Montes Belos Fault) o contato entre o Ortognaisse

Sanclerlândia e o Ortognaisse Turvânia, em que este apresenta alta anomalia magnética. Extraído de Macedo et. al, 2018. 62

Figura 5.1: Mapa geológico simplificado da Área II do Projeto Aurilândia, em escala 1:50000. 75

Figura 5.2: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas da unidade Ortognaisses Sanclerlândia: (A) Afloramento de blocos in situ e paredões no ponto TF25_A2_P41; (B) Afloramento in situ na beira do Rio da Fartura, no ponto TF25_A2_P88; (C) Afloramento in situ e de blocos rolados no ponto TF25_A2_P41; (D) Afloramento em Corte de estrada no ponto TF25_A2_P197. 77

Figura 5.3: Amostras de campo ilustrando a variação petrográfica dos Ortognaisses: (A) Tonalito deformado apresentando leve orientação e elevada concentração de micas escuras (ponto TF25_A2_P17); (B) Tonalito deformado, sem orientação definida, exibindo dois domínios texturais contrastantes — um micáceo e outro quartzo-feldspático (ponto TF25_A2_P24); (C) Tonalito deformado com abundantes agregados de quartzo, caracterizados por formas sigmoidais indicativas de deformação dúctil (ponto TF25_A2_P141); (D) Tonalito intensamente deformado, com mineralogia de grão fino, sugerindo forte recristalização sob condições de alta deformação (ponto TF25_A2_P197). 78

Figura 5.4: (A) Amostra de mão TF25_A2_P11, representando um tonalito típico, levemente deformado e com orientação incipiente; (B) Amostra de mão TF25_A2_P42, caracterizando um tonalito mais intensamente deformado e orientado, indicando maiores condições de deformação; (C) Arranjo mineral em trama fracamente orientada na amostra TF25_A2_P11, com quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) envolvendo os cristais micáceos; (D) Muscovita (Ms) intercrescida com quartzo na amostra TF25_A2_P11; (E) Granada (Grt) apresentando bordas alteradas e parcial liberação de ferro na rocha TF25_A2_P197; (F) Domínios intercalados de biotita (Bt) e muscovita crescendo de forma concomitante na amostra TF25_A2_P42. 80

Figura 5.5: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas da Suíte São Luís de Montes Belos: (A) Blocos in situ e blocos rolados; (B) Blocos em lascas in situ. 81

Figura 5.6: Prancha de fotos com aspecto geral dos corpos anfibolíticos em meso e micro escala: (A) Foto da amostra de mão retirada do ponto TF25_A2_P54 com a escala centimétrica de escala; (B) Amostra de anfibolito no campo, com uma concentração maior de minerais félsicos em faixas centimétricas; (C) Foto da micrografia da amostra TF25_A2_P54 com faixas de

quartzo recristalizado, hornblendas e epidotos orientados; (D) Trama original da amostra TF25_A2_P54, com uma deformação extensa mas sem uma segregação de minerais marcante; (E) Trama original do Anfibolito visto no ponto TF25_A2_P96, com concentrações de epidoto no interior dos espaços intersticiais deixados pelos cristais de quartzo e hornblenda, bem orientada e deformada. 83

Figura 5.7: Tipos de afloramentos característicos da Unidade Gnaissica: (A) Blocos in situ e rolados observado no ponto TF25_A2_P58; (B) Blocos in situ em beira de rio observados no ponto TF25_A2_P65; (C) Blocos in situ observados no ponto TF25_A2_P83; (D) Afloramento em lajedo observado no ponto TF25_A2_P206. 85

Figura 5.8: (A) Amostra de mão TF25_A2_P83, representativa do muscovita-cianita xisto, contendo muscovita (Ms) e cianita (Ky); (B) Amostra de mão TF25_A2_P206, correspondente ao gnaisse com granada (Grt); (C) Lâmina da rocha TF25_A2_P58, evidenciando hornblenda (Hbl) com inclusões de quartzo (Qz); (D) Feição tipo mica fish acompanhando a deformação original, marcada pelos cristais de muscovita (Ms), plagioclásio (Pl) e biotita (Bt) na amostra TF25_A2_P65B; (E) Associação de granada (Grt), biotita (Bt) e quartzo (Qz) na lâmina TF25_A2_P65B; (F) Cianita (Ky) deformada e rotacionada em resposta ao campo de esforços na amostra TF25_A2_P83; (G) Arranjo típico dos cristais de quartzo (Qz), muscovita (Ms) e cianita (Ky) característico da amostra TF25_A2_P83; (H) Granada (Grt) fraturada e rotacionada durante a deformação, com cristais de muscovita (Ms) envolvendo o mineral na amostra TF25_A2_P206. 88

Figura 5.9: Tipos de afloramentos característicos da unidade Muscovita-Xistos, Quartzitos e Granada Xistos: (A) Corte de estrada observado no ponto TF25_A2_P168; (B) Blocos de rocha in situ dispostos sobre o solo, registrados no ponto TF25_A2_P171..... 89

Figura 5.10: Afloramento do ponto TF25_A2_P179, representativo da unidade Metamonzogranitos–Granodioritos na Área II: (A) Exposição em lajedo, acompanhada por blocos rolados; (B) Amostra de mão característica do ponto; (C) Trama primária observada a polarizadores cruzados, com distribuição heterogênea de quartzo (Qz), microclínio (KF), plagioclásio (Pl) e muscovita (Ms); (D) Muscovita (Ms) apresentando inclusões de plagioclásio, configurando textura poiquiloblástica. 90

Figura 5.11: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas dos da subunidade hidrotermalizada da Suíte São Luís de Montes Belos: (A) Afloramento de blocos rolados e blocos in situ; (B) Amostra de mão de um Biotitito no ponto TF25_A2_P28..... 91

Figura 5.12: (A) Amostra de mão TF25_A2_P28A, sendo o xisto rico em epidoto, bem deformado e orientado; (B) Amostra de mão TF25_A2_P28B, sendo o Biotitito, bem deformado e pouco orientado; (C) Disposição do diopsídio (Cpx), epidoto e biotita na amostra TF25_A2_P28A, com microinclusões de quartzo no diopsídio; (D) Diopsídio com microinclusões de quartzo na amostra TF25_A2_P28A; (E) Trama original da rocha TF25_A2_P28B, com biotita, tremolita e diopsídio; (F) Textura Poiquiloblástica de diopsídio inclusos em cristais maiores de biotita na amostra TF25_A2_P28B. 93

Figura 6.1: Mapa de Domínios Estruturais do Projeto Aurilândia com as imagens geofísicas GHT e TILT. Na figura, estão representadas as principais zonas de cisalhamento do projeto e os domínios com seus respectivos estereogramas de foliações e lineações. Em azul, estão representados os estereogramas do domínio Carmolândia; em vermelho, os estereogramas do domínio Aurilândia e, em verde, os estereogramas do domínio São Luís de Montes Belos. .. 97

Figura 6.2: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural Carmolândia. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 96 e 30. Além disso, suas atitudes máximas são 139/27 e 083/11. 98

Figura 6.3: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural Aurilândia. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 648 e 172. Além disso, suas atitudes máximas são 277/25 e 187/09. 100

Figura 6.4: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural São Luís de Montes Belos. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 804 e 105. Além disso, suas atitudes máximas são de foliação são de 105/45 e 281/43, enquanto de lineação é 187/09. 101

Figura 6.5: Mapa estrutural simplificado da Área II do Projeto Aurilândia, destacando as principais feições estruturais identificadas, bem como a distribuição e os limites dos domínios estruturais presentes na área de estudo. 104

Figura 6.6: Mapas estruturais da Área II destacando os lineamentos magnéticos extraídos a partir dos dados de gradiente horizontal total (GHT) (A) e do filtro TILT (B). 105

Figura 6.7: Afloramentos distribuídos ao longo da Área II. (A) Afloramento em corte de estrada no ponto TF25_A2_P56; (B) Afloramento em lajedo no ponto TF25_A2_P58; (C) Afloramento de blocos in situ no ponto TF25_A2_P41; (D) Afloramento em paredão no ponto TF25_A2_P197. 106

Figura 6.8: Afloramentos dos pontos TF25_A2_P41 (A) e TF25_A2_P65 (B), ilustrando, respectivamente, foliações de bandamento gnáissico bem desenvolvidas e foliações miloníticas associadas à deformação dúctil intensa. 107

Figura 6.9: Estereograma das disposições gerais das foliações ao longo da Área II. 107

Figura 6.10: Prancha de fotos representativa das feições deformacionais observadas nos pontos TF25_A2_P56 e TF25_A2_P65. (A) e (B) Amostras de mão correspondentes aos pontos TF25_A2_P56 e TF25_A2_P65, ambos da Unidade Gnaissica; (C) Sigmoide de deformação característico do ponto TF25_A2_P56, evidenciando cristais de quartzo recristalizados envolvidos por muscovita; (D) Estrutura do tipo mica-fish identificada no ponto TF25_A2_P65, onde cristais de muscovita e quartzo são alongados e reorganizados pela deformação, indicando um cisalhamento dextral no corte. 109

Figura 6.11: Superfícies de slickenside observadas em perfil no afloramento do ponto TF25_A2_P58, apresentadas sem interpretação (A) e com a interpretação estrutural correspondente (B). 110

Figura 6.12: Afloramento representativo do Domínio Carmolândia, de um Bt-Gnaisse com Grt no Ortognaisse Sanclerlândia, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp), observado no ponto TF25_A2_P197. 111

Figura 6.13: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio Carmolândia, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 082/14. 111

Figura 6.14: Afloramentos representativos do Domínio Aurilândia, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp). Exemplos observados nos pontos TF25_A2_P58 (A) e TF25_A2_P141 (B), ambas na Unidade Gnáissica da Sequência Serra da Bandeira. 112

Figura 6.15: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio Aurilândia, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 220/17. 112

Figura 6.16: Estereograma representativo das slickensides e slickenlines da Área II, evidenciando o regime compressivo atuante. O plano da superfície de deslizamento e a lineação de deslizamento indicam também o movimento compatível com deformação de caráter transpressivo frontal. 113

Figura 6.17: Afloramentos representativos do Domínio São Luís de Montes Belos, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp). Exemplos observados nos pontos TF25_A2_P29 (A) e TF25_A2_P40 (B), ambas do Ortognaisse Sanclerlândia. 113

Figura 6.18: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio São Luís de Montes Belos, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 223/11. . 114

Figura 6.19: Corte de estrada do ponto TF25_A2_P168, apresentando a dobra observada em saprólito (A) e sua respectiva interpretação estrutural (B). 115

Figura 6.20: Estereograma ilustrando a orientação do eixo e dos flancos da dobra registrada no ponto TF25_A2_P168. 115

Figura 6.21: Amostra de mão do ponto TF25_A2_P28, dentro da Suíte São Luís de Montes Belos, evidenciando as feições deformacionais presentes na rocha (A), e vista geral do afloramento associado (B). 117

Figura 6.22: Estereogramas representativos do setor leste das falhas de empurrão, evidenciando um regime de cisalhamento dextral, conforme observado nos pontos TF25_A2_P41 e TF25_A2_P58, localizados no Ortognaisse Sanclerlândia e Unidade Gnáissica, respectivamente. 119

Figura 6.23: Estereograma representativo do setor oeste das falhas de empurrão, indicando um cisalhamento de sentido sinistral, registrado no ponto TF25_A2_P141, dentro da Unidade Gnáissica. 119

Figura 6.24: (A) Estereograma representativo das fraturas ao longo da Área II mostrando a densidade dos polos; (B) Diagrama de roseta das fraturas da Área II, concentradas nos trends N-S e NW-SE. 120

Figura 6.25: Fraturas registradas no ponto TF25_A2_P58, localizado na Unidade Gnáissica, destacando-se as três orientações principais observadas (A) e sua correspondente interpretação estrutural (B). As fraturas estão distribuídas em três conjuntos: o conjunto representado em

vermelho, com atitude 131/83; o conjunto em azul, com orientação de 104/84; e o conjunto em amarelo, com atitude 087/47. 121

Figura 6.26: Fraturas observadas no ponto TF25_A2_P179, dentro do Ortognaisse Sanclerlândia, apresentadas na imagem original (A) e em sua correspondente interpretação estrutural (B). Foram identificados dois conjuntos principais: o conjunto destacado em amarelo, cuja orientação acompanha a foliação e as lineações de estiramento mineral; e o conjunto representado em azul, que se posiciona de forma discordante em relação aos veios de quartzo e às foliações da rocha. 121

Figura 7.1:Mapa geológico simplificado do Orógeno Brasília com os principais depósitos minerais do Arco Magmático de Goiás (modificado de Fuck et al., 1994; Dardenne, 2000), retirado e traduzido de Marques et al.,2019. 124

Figura 7.2: Mapa de localização das ocorrências de recursos minerais identificadas no âmbito do Projeto Aurilândia, elaborado sobre modelo de sombreamento (hillshade). 128

Figura 7.3: Diagrama ternário PKCa-Mg mostrando o agrupamento dos remineralizadores com base na concentração dos macronutrientes primários (P, K) e secundários (Ca e/ou Mg). O centro do diagrama é representado pelos remineralizadores integrais, identificados por concentrações elevadas de macronutrientes primários e secundários. 129

Figura 7.4: Biotitito, rocha ultramáfica enriquecida em potássio mediante processos hidrotermais (A); Afloramento de rocha ultramáfica que consiste em um corpo alongado com sentido N-S (B). 130

Figura 7.5: Solo com fragmentos de quartzito onde há presença de vermiculita (C); Vermiculita, produto de alteração hidrotermal ou intempérica local (D). 131

Figura 7.6: Afloramento de leucogranodiorito localizado no ponto TF25_A2_P179, ocorrendo a rocha com potencial para ornamentação em função da baixa densidade de fraturas (A); Leucogranodiorito (B). 133

Figura 8.1: Figura esquemática representando o arcabouço tectônico da a área do projeto, em vermelho, e das áreas adjacentes, em que é possível observar o transporte tectônico de sul para norte (setas azuis), referente ao estágio D1 e as transferências regionais de sentido NE-SW, relativas ao estágio D2. 138

Figura 8.2: Modelo tectônico esquemático sugerindo a migração para o norte dos magmas a partir de sistemas de rampas e flats. Propõe-se que magmas provenientes da base do arco vulcânico migrem do sul para o norte ao longo de falhas de empurrão de baixo ângulo. Extraído e modificado de Lupi et al., 2022 e Husain, 2014. 140

Figura 8.3**:** Diagrama esquemático e explicativo da transformação de protólitos tonalíticos em tectonitos. Adaptado de Selverstone et al.(1991). 144

Figura 8.4: Representação esquemática das Zonas I, II e III ao longo do perfil W-E (oeste-leste) da Serra de São Luís de Montes Belos, destacando variações na deformação, mineralogia e grau metamórfico, inspirada em Selverstone (1991). A Zona I corresponde ao ortognaisse tonalítico menos deformado; a Zona II representa o início da faixa milonítica, devido a presença de uma zona de cisalhamento compressional; e a Zona III reúne os xistos aluminosos miloníticos contendo granada, muscovita, quartzo e cianita. A figura mostra ainda o enriquecimento em SiO_2, Al_2O_3 e K_2O, e o aumento da deformação e recristalização de oeste para leste, a medida que se aproxima da Zona II. Os pontos TF25-A8-P128, TF25-A8-P31, TF25-A8-P54 e TF25-A8-P147 indicam as amostras representativas em que foram confeccionadas lâminas. Os tracejados representam a abundância de cada mineral ao longo no perfil, na qual os tracejados mais espaçados indicam a presença moderada, e os tracejados contínuos indicam grande abundância. 145

Figura 9.1: A) Mapa cartografado pela SGB na área do Projeto Aurilândia (Martins & Santos, 2020); B) Mapa geológico produzido pelo Projeto Aurilândia. 151

Lista de Tabelas

Tabela 1.1: Cronograma de atividades desenvolvidas ao logo de todo trabalho de mapeamento geológico final. 4

Tabela 3.1: Descrição da Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura, que tem como objetivo fornecer imagens com resolução panorâmica de 2m e resolução multiespectral de 8m simultaneamente na órbita do satélite. 29

Tabela 3.2: Especificações gerais do sensor PALSAR do satélite ALOS. 31

Tabela 3.3: Tabela com os dados do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 1ª Etapa: Arco Magmático de Arenópolis (2004). 35

Tabela 3.4: Tabela com os dados do aerolevantamento realizado pela empresa Aerocientífica Serviços Aéreos Especializados, retirada do Relatório Técnico realizado em 2022. 36

Tabela 3.5: Tabela de domínios magnetométricos com diferenças de intensidade e relevo. ... 38

Tabela 3.6: Tabela com os Domínios Magnéticos explicados e interpretados. 46

Tabela 3.7: Tabela com os Domínios Gamaespectrométricos explicados e interpretados. 56

Tabela 6.1: Fases deformacionais identificadas na área de estudo. 102

Tabela 7.1: Resumo de algumas características dos principais depósitos metálicos dos segmentos Mara Rosa, Arenópolis e Anicuns-Itaberaí. Retirado e traduzido de Silvia et al., 2014 125

Tabela 8.1: Síntese das fases de deformação, evolução e idade dos eventos tectônicos da porção sul do Arco Magmático de Goiás. 136

Lista de Abreviaturas e Siglas

AI	Sequência Anicuns-Itaberaí
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
AM	Anomalia Magnética
AMG	Arco Magmático de Goiás
AMS	Sequência Amorinópolis
ASA	Amplitude do Sinal Analítico
b	Eixo de dobra
BJ	Sequência Bom Jardim de Goiás
CA	Cráton Amazônico
CAST	Academia Chinesa de Tecnologia Espacial
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CMT	Campo Magnético Total
CMY	Cyan/Magenta/Yellow
CP	Cráton Paranapanema
CS-L	Sensor Magnetômetro Vapor de Césio
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Dx	Derivada Horizontal
Dz2	Segunda Derivada Vertical
MDE	Modelo Digital de Elevação
MUX	Câmera Multiespectral
N	Norte
NIR	Near Infrared
NE	Nordeste
NNE	Norte-nordeste
NNW	Norte-noroeste
PALSAR	Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar
Ppm	Partes por milhão
RAS	Sensor de Radar de Abertura Sintética
RGB	Red/Green/Blue
S	Sul
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
Sll	Slickenlines
Sls	Slickensides
Sn	Foliação
SSLMB	Suíte São Luís de Montes Belos
SW	Sudoeste

E	Evento deformacional
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
eTh	Equivalente de Tório
eU	Equivalente de Urânio
Fr	Fraturas
GHT	Gradiente Total Horizontal
IA	Sequência Iporá-Amorinópolis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGRF	Modelo Geomagnético Internacional
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
J	Sequência Jaupaci
LiDAR	Sensores de scanner a laser
Ln	Lineações
M	Sequência Mossâmides
Ma	Milhões de anos
SWIR	Short-Wave Infrared
TILT	Inclinação do Sinal Analítico
TIR	Termal Infrared
TTG	Tonalito-Trondhjemito-Granodiorito
UTM	Universal Transversal de Mercator
VIS	Visible
W	Oeste
WFI	Câmera Imageadora de Campo Largo
WMC	Western Mining Corporation
WPM	Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura
ZCA	Zona de Cisalhamento Aurilândia
ZCCO	Zona de Cisalhamento Córrego do Ouro
ZCRC	Zona de Cisalhamento Ribeirão Cerrado
ZCSB	Zona de Cisalhamento Serra da Bandeira

Anf	Anfibólio	Fsp	Feldspatos	Pb	Chumbo
Au	Ouro	Grt	Granada	Pl	Plagioclásio
Bt	Biotita	Hbl	Hornblenda	Qz	Quartzo
Cpx	Clinopiroxênio	K	Potássio	Th	Tório
Cu	Cobre	KF	Microclínio	Ti	Titânio
Ep	Epidoto	Ky	Cianita	U	Urânio
Fe	Ferro	Ms	Muscovita	V	Vanádio
Fgt	Fengita	Ni	Níquel	Vrm	Vermiculita
Fo	Forsterita	Op	Opacos	Zr	Zircão

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O Trabalho de Mapeamento Geológico Final do curso de graduação em Geologia, realizado pela primeira vez em 1968 na região de Iporá, é produzido sob gestão do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Este relatório apresenta o trabalho desenvolvido pela Área II do Projeto Aurilândia, que se trata de um mapeamento geológico de escala 1:50.000, realizado no Centro-Oeste do estado de Goiás no ano de 2025.

A área total do projeto abrange aproximadamente 1.090 km², subdivididos em sete subáreas com cerca de 102 km² e duas outras com cerca de 125 km². No total do projeto, participaram 19 discentes, que foram orientados pelo Professor Dr. Elton Luiz Dantas, coordenador do projeto, pelo Professor Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira, vice-coordenador, e por orientadores, que formam uma equipe composta pelos professores Drs. Federico Alberto Cuadros Jimenez, Henrique Llacer Roig, Marcelo Henrique Leão Santos, Nilson Francisquini Botelho, Tiago Luis Reis Jalowitzki e Valmir da Silva Souza.

O trabalho realizado tem como foco a porção meridional do Arco Magmático de Goiás, mais especificamente na porção sul, relacionando com a evolução das Unidades tectono-estratigráficas associadas ao Segmento Anicuns-Itaberaí.

1.1. Objetivo

No contexto geral do Trabalho de Mapeamento Geológico Final, o objetivo principal se trata da realização de um mapeamento geológico em escala 1:50.000, juntamente com a produção de um relatório final de campo, contendo totais detalhamentos da região de Aurilândia e São Luís de Montes Belos. Outros objetivos mais específicos são de evidenciar outras ocorrências minerais na região juntamente com seu potencial metalogenético, além de caracterizar com maior detalhe o Segmento Anicuns Itaberaí dentro do contexto do Arco Magmático de Goiás, que carece de mais estudos nesta região. Para isso, no relatório constará uma análise maior das estruturas evidenciadas em campo, uma realização de análise petrográfica das litologias da região, análise dos tipos de contatos entre as litologias e as unidades previamente descritas na literatura e uma adequação do modelo evolutivo tectônico da região.

1.2.Localização e vias de acesso

O projeto está localizado na região Centro-Oeste do estado de Goiás, tendo como base de trabalho a área urbana de São Luís de Montes Belos (Figura 1.1). O acesso principal à área parte do Distrito Federal pela rodovia BR-060 até as proximidades de Anápolis, seguindo pela GO-222, passando por Nerópolis e Inhumas. A partir de Araçu, o trajeto continua pela GO-154 até a GO-326, no sentido de Santa Bárbara de Goiás, e posteriormente pela GO-060, que dá acesso direto ao município de São Luís de Montes Belos (Figura 1.2). O acesso às áreas específicas do projeto é complementado por rodovias secundárias que atravessam os municípios de Aurilândia, São Luís de Montes Belos, Firminópolis, São João da Paraúna, Córrego do Ouro e Sanclerlândia.

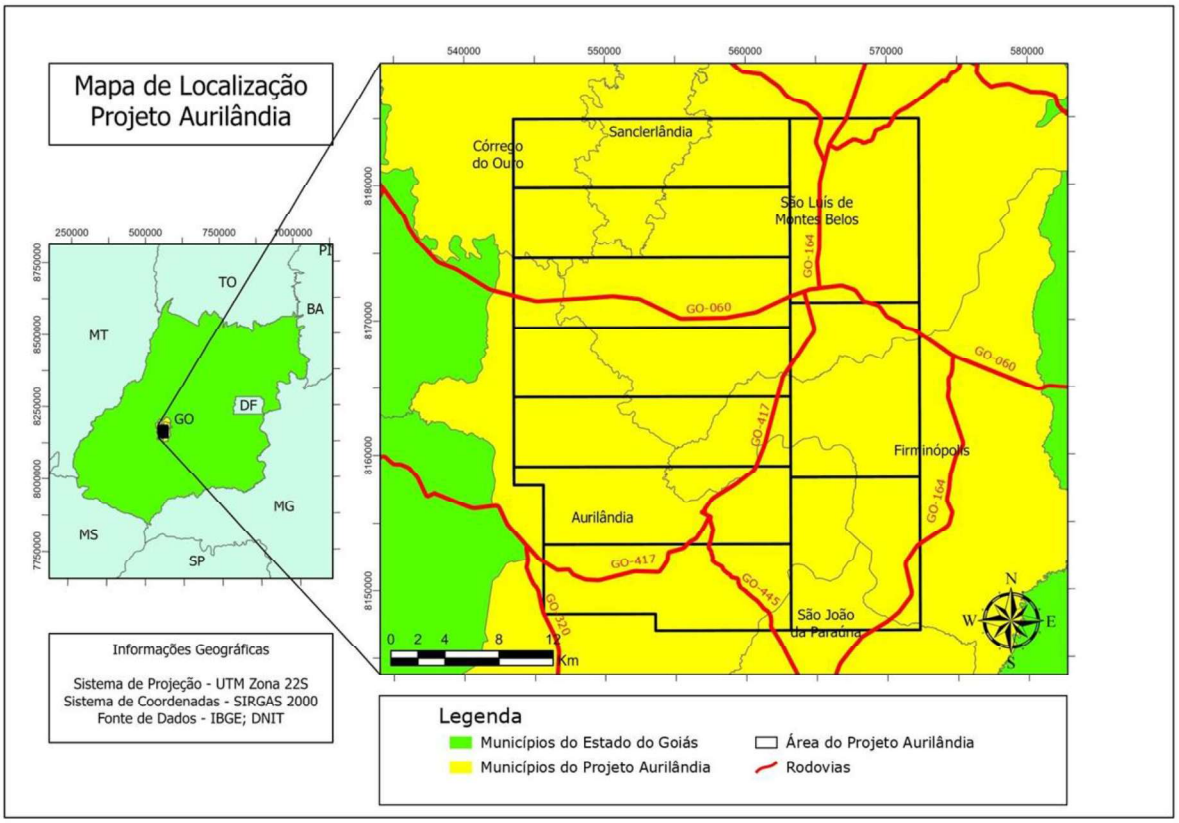


Figura 1.1: Mapa de Localização do Projeto Aurilândia, com as vias de acesso para chegar nas áreas de trabalho.

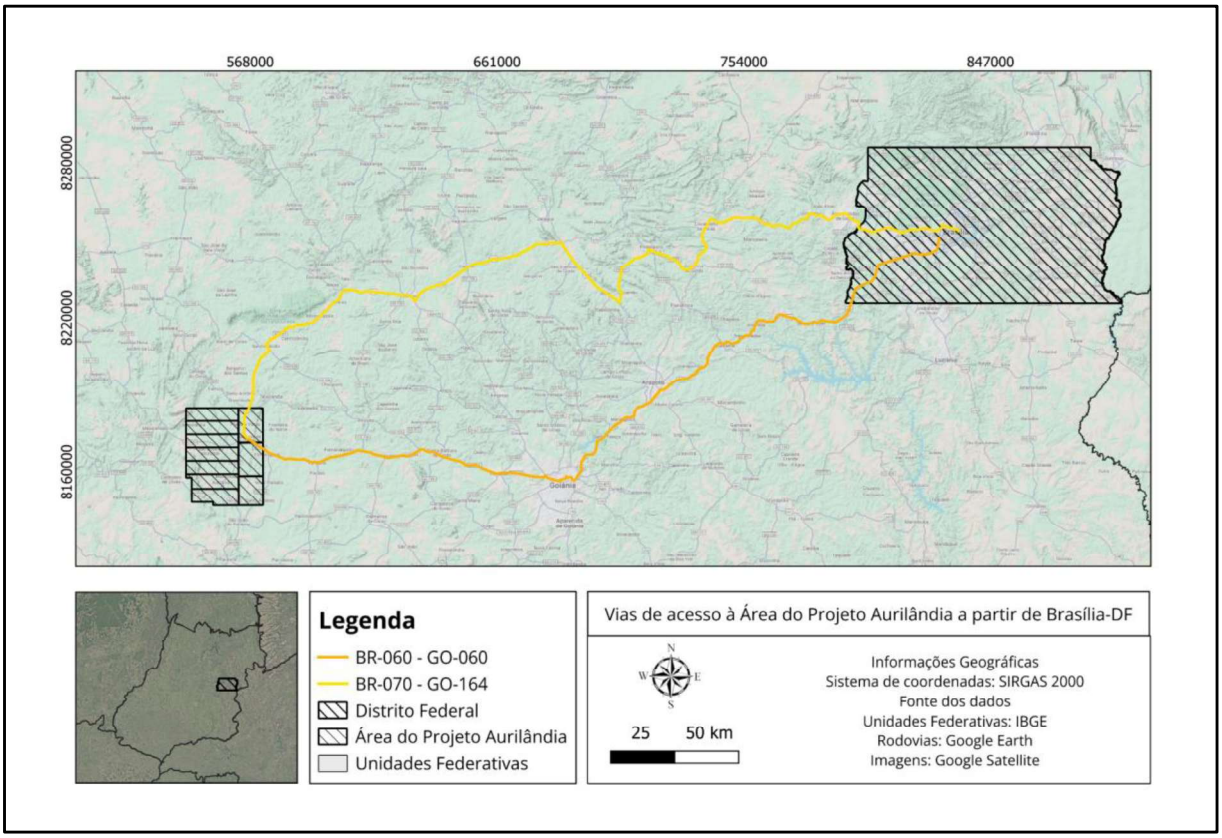


Figura 1.2: Mapa do trajeto rodoviário de Brasília até a cidade de São Luís de Montes Belos.

1.3.Materiais e métodos

O desenvolvimento do Trabalho de Mapeamento Geológico Final de 2025 (Projeto Aurilândia) foi realizado entre os meses de março e dezembro de 2025 e foi dividido em três etapas: pré-campo, campo e pós-campo, que foram organizadas conforme o cronograma de atividades disposto na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Cronograma de atividades desenvolvidas ao logo de todo trabalho de mapeamento geológico final.

Etapas	Atividades	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Pré-campo	Introdução				X						
	Geologia regional	X	X	X	X						
	Sensoriamento remoto e geofísica		X	X	X						

Etapas	Atividades	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
	Mapa planialtimétrico				X						
Campo	Mapeamento geológico					X	X				
Pós-campo	Confecção do mapa integrado						X	X	X	X	
	Geologia local								X		
	Geologia estrutural									X	
	Geologia econômica									X	
	Evolução tectônica									X	
	Entrega do relatório final										X
	Apresentação e defesa										X

1.3.1. Etapa pré-campo

A etapa pré-campo ocorreu durante o primeiro semestre do ano de 2025, entre as datas de 26 de março e 9 de julho, quando a equipe teve a última reunião antes de partir para a realização de trabalho de campo. Nessa etapa foi realizada a revisão bibliográfica de trabalhos publicados e mapas que serviram de auxílio para elaboração do capítulo de geologia regional. Também foi feita toda a confecção de produtos de sensoriamento remoto e de geofísica que tinham como finalidade, além de integrar o capítulo 3, servir de material para realização do trabalho de campo com a maior efetividade possível. Os produtos gerados nessa etapa consistiram em: mapa geológico preliminar, mapa planialtimétrico, mapa RGB e CMY e mapas de eTh e eU.

1.3.2. Etapa de campo

O trabalho de campo foi realizado entre os dias 19 de julho e 6 de agosto, onde foram realizados perfis que eram definidos com base nos produtos confeccionados na etapa de pré-campo. Para realização dos caminhamentos, contou-se com o auxílio de uma Kombi, três caminhonetes e um micro-ônibus que foram responsáveis pelo transporte de alunos e

professores entre suas respectivas áreas e o hotel, bem como apoio durante a realização das atividades de campo.

Os caminhamentos realizados na Área II foram, em sua maioria, realizados a pé. Eventualmente havia o auxílio de um veículo e acompanhamento de um dos professores. Os perfis escolhidos tinham como objetivo descrever o maior número de unidades litológicas possíveis e foram minuciosamente planejados com o auxílio dos produtos aerogeofísicos e de sensoriamento remoto que foram gerados durante a etapa anterior. A Área II possui muitas fazendas, e, portanto, muito pasto. Em função disso foi priorizado o mapeamento ao longo das margens de drenagens, onde a possibilidade de encontrar afloramentos era maior. Ao todo foram descritos 213 pontos, com diferentes variações litológicas, porém é possível observar alguns locais do mapa que não foram visitados. Isso se deve ao fato da não permissão de entrada por conta de alguns proprietários ou caseiros (Figura 1.3).

Para execução do trabalho de campo, foram utilizados mapas físicos e digitais, e equipamentos essenciais, dentre eles: bússola geológica tipo *Clar*, com declinação magnética de 21°W; receptor GNSS de navegação; rádio de comunicação; caderneta de campo; martelo e marreta geológicos; lupa de bolso; imã; ácido clorídrico; água oxigenada e aplicativos como *Avenza maps* e *FieldMove Clino*. Todas as medidas estruturais obtidas com a bússola foram obtidas em notação *dip direction/dip.*

Além dos dias de campo de fato, houveram dias de escritório, onde os integrantes discutiam sobre as amostras e medidas coletadas em campo a fim de elaborar um mapa geológico preliminar em escala 1:50.000.

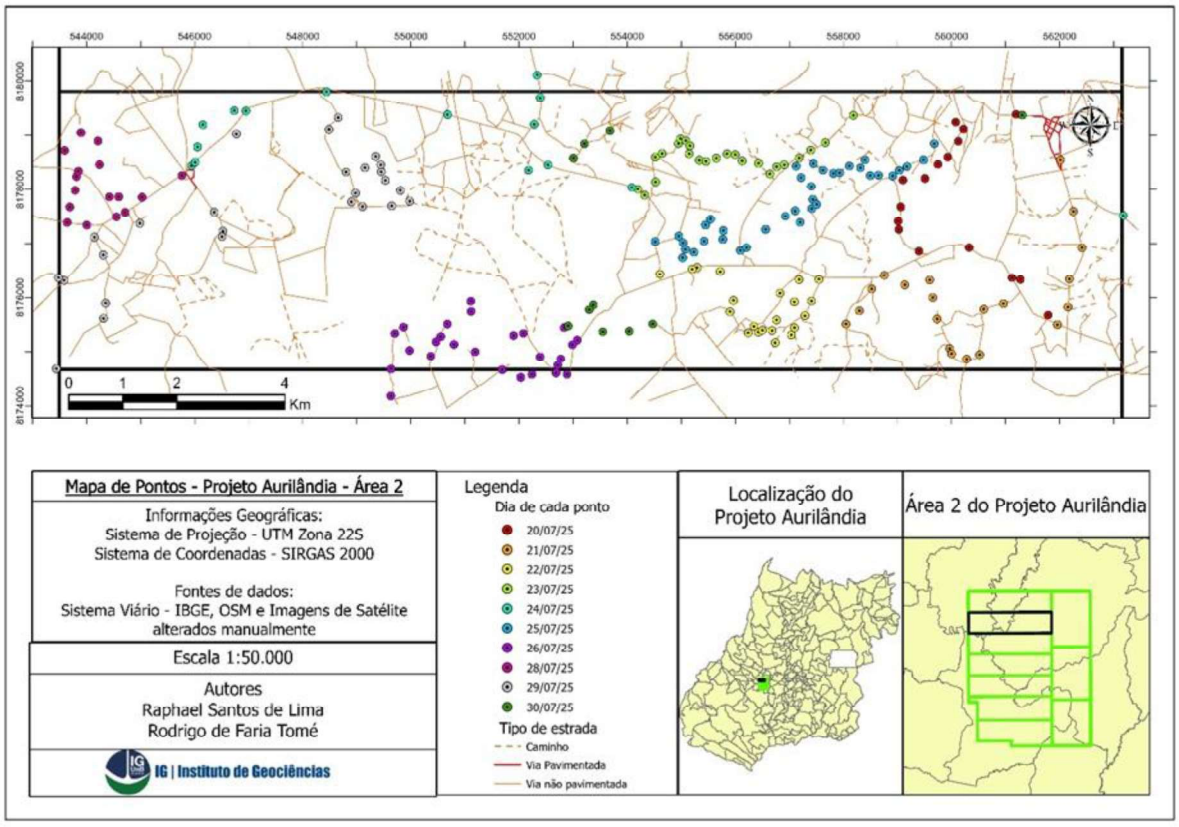


Figura 1.3: Mapa de pontos da Área II. As diferentes cores diferenciam os dias de caminhamento realizado.

1.3.3. Etapa pós-campo

A etapa pós-campo ocorreu no segundo semestre letivo da UnB de 2025, que começou no dia 18 de agosto e teve seu fim nos dias 8 e 9 de dezembro, com as apresentações dos relatórios finais de cada área. O principal objetivo dessa etapa foi fazer a organização e compilação dos dados obtidos em cada área a fim de refinar o mapa geológico preliminar realizado na etapa anterior.

Outro fator importante para o refinamento do mapa geológico foi a descrição e classificação das amostras coletadas a partir de descrições petrográficas, o que possibilitou a definição e detalhamento das unidades litológicas mapeadas. Foram selecionadas 16 amostras representativas das unidades mapeadas para compreensão da evolução geológica da região. Essas foram encaminhadas para o laboratório de laminação do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, onde foi feito o recorte em lâminas delgadas de 30 μm de espessura, que foram descritas com o auxílio de microscópios petrográficos de luz transmitida.

1.4. Aspectos Fisiográficos

Os aspectos fisiográficos de uma região resultam da interação entre os fenômenos naturais que moldam a superfície terrestre, como o intemperismo físico e químico, e as propriedades do substrato rochoso. Esses elementos influenciam diretamente a configuração do relevo e a dinâmica ambiental local. Por isso, a análise detalhada da geografia física de uma área é fundamental para o mapeamento geológico, pois fornece informações para a compreensão da distribuição das rochas e da evolução da paisagem. Neste contexto, este capítulo aborda os principais aspectos fisiográficos relacionados à área do Projeto Aurilândia, incluindo clima, vegetação, solo, geomorfologia e hidrografia.

1.4.1. Clima

O clima na região de São Luís de Montes Belos segundo a classificação de Köppen é classificado como tropical úmido, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, que ocorre geralmente entre os meses de outubro e abril, e uma seca, que se estende de maio a setembro. As temperaturas médias anuais giram em torno de 22 °C a 26 °C, com pequena amplitude térmica ao longo do ano. Os meses mais quentes costumam coincidir com o período chuvoso, enquanto os mais secos apresentam maior incidência de radiação solar e menor umidade relativa do ar. O volume anual de precipitação varia entre 1.300 e 1.600 mm, concentrado no verão, o que influencia fortemente a dinâmica dos solos e da vegetação nativa, típica do bioma Cerrado (Figura 1.4).

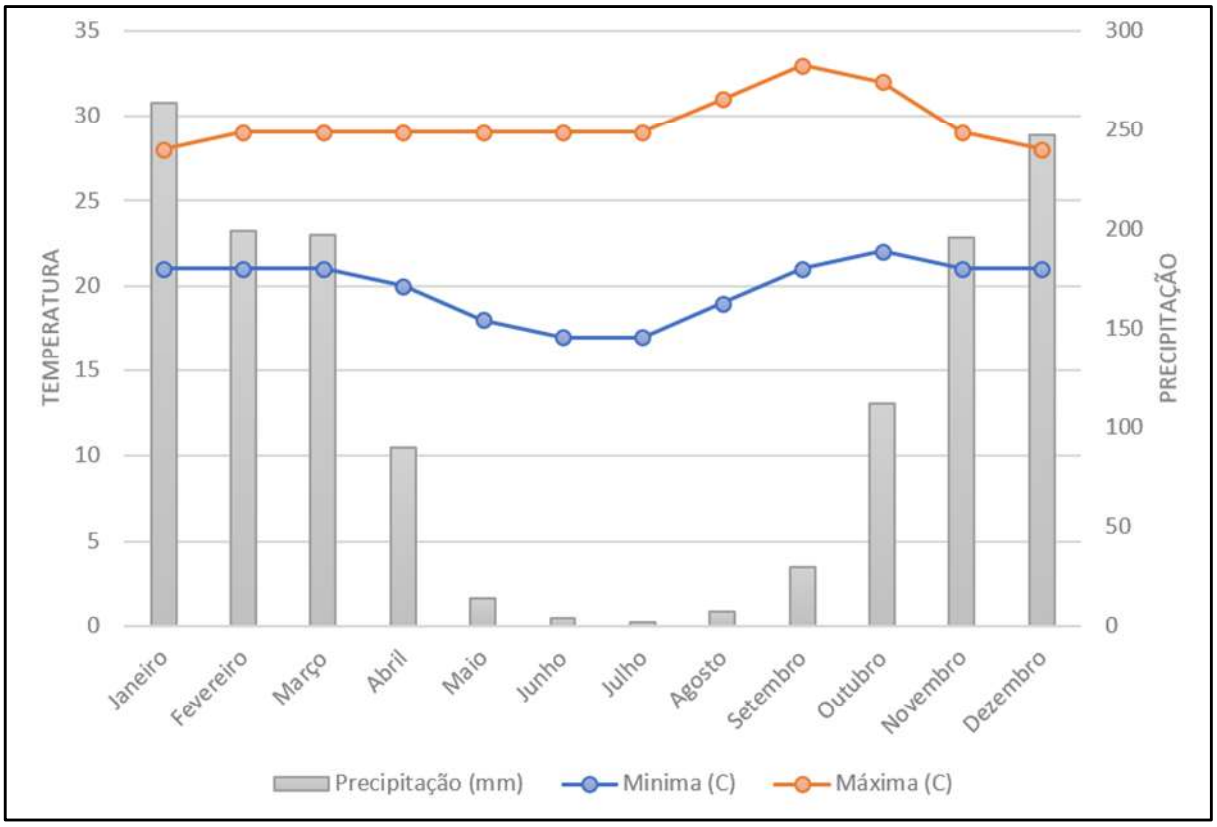


Figura 1.4: Dados climatológicos do município de São Luís de Montes Belos (GO) no decorrer do ano (Fonte dos dados: CLIMATEMPO, 2025).

1.4.2. Vegetação

A área do Projeto Aurilândia está situada no Bioma Cerrado, que corresponde a um complexo vegetacional, grande biossistema subcontinental, que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América Tropical, África e Austrália (Ribeiro; Walter, 1998). É o segundo maior bioma brasileiro em extensão geográfica e possui uma dinâmica acentuada em termos de sazonalidade e antropismo.

O Cerrado é um complexo vegetacional composto por três formações vegetais: campestre, que engloba áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, mas sem a presença de árvores na paisagem; savânicas, com presença de áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo; e florestais, com formação de dossel contínuo ou descontínuo e predomínio de espécies arbóreas (Ribeiro; Walter, 1998).

Em sentido fisionômico, o termo floresta representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há a formação de dossel, contínuo ou descontínuo. No Cerrado, existem

as seguintes formações florestais: Mata Seca, Mata de Galeria, Mata Ciliar e Cerradão. Na área do projeto, segundo Moraes (2014), a vegetação é recoberta por extensas atividades agrícolas, mas subdivididas em regiões de Floresta Estadual Decidual (típica de climas mais secos, sendo classificada como mata caducifólia), Savanas e Áreas de Tensão Ecológica (onde há o contato entre distintos tipos de vegetação) (Figura 1.5).

Outras características ambientais marcantes no Cerrado são o clima dominante, que é o tropical estacional, com invernos secos e verões chuvosos, a ocorrência de chapadões e relevos tabuliformes, com predomínio de solos lixiviados e profundos; e a presença dos divisores de água das principais bacias hidrográficas da América do Sul (Ab'Sáber, 2003; Lima; Silva, 2008). Em relação ao uso e ocupação do solo da área de estudo se dá principalmente por pastagens e cultivo de soja. Essa dinâmica de uso reflete a vocação econômica da região e acompanha as tendências de ocupação observadas em outras partes do Cerrado.

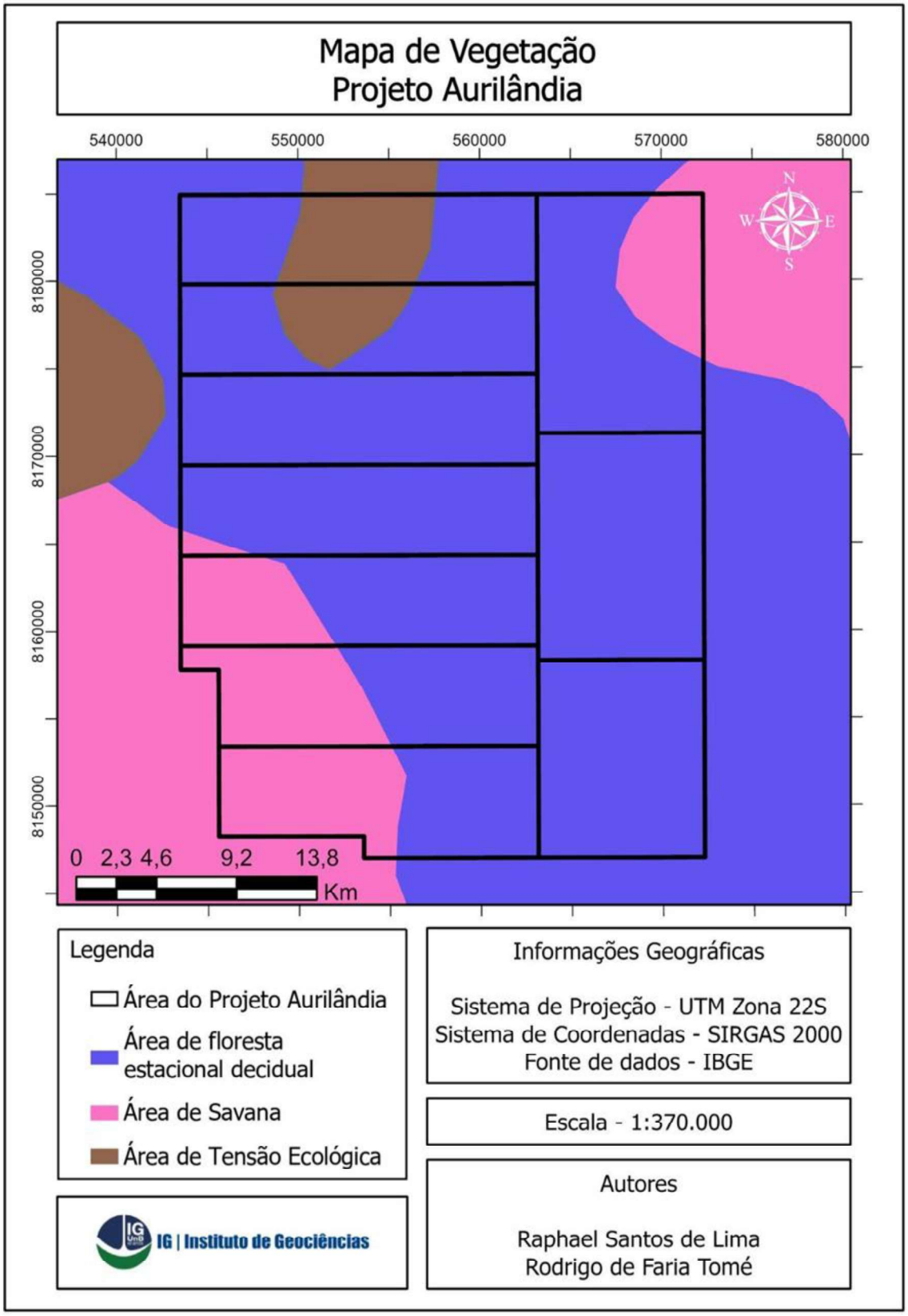


Figura 1.5: Mapa de vegetação da região do Projeto Aurilândia.

1.4.3. Geomorfologia

A região do Projeto Aurilândia apresenta uma grande variedade de formas de relevo, que refletem a complexa história geológica e geomorfológica da área. As depressões predominam em boa parte da região, configurando áreas rebaixadas entre os planaltos e as serras e funcionando como importantes corredores naturais de drenagem. As serras representam o segundo tipo de relevo mais expressivo, com seus alinhamentos de cristas que acentuam o contraste geomorfológico da paisagem.

Os patamares, por sua vez, correspondem a antigos níveis de erosão, formando degraus intermediários que enriquecem a compartimentação do relevo. As chapadas também se destacam na morfologia local, com seus topos planos que contrastam fortemente com as escarpas íngremes das serras, contribuindo para a diversidade geomorfológica da região.

Na área de estudo, a compartimentação geomorfológica, segundo a classificação do IBGE, é predominantemente caracterizada pelo Domínio de Colinas Amplas, marcado por baixa variação de declividade e por amplitudes altimétricas pouco expressivas. Associado a esse domínio, observa-se a ocorrência de Escarpas Serranas, localizadas principalmente no setor leste do projeto, onde se destaca a Serra de São Luís de Montes Belos, atuando como um divisor natural do relevo, bem como em porções do setor sudoeste da área. De forma mais restrita, identificam-se ainda Planaltos no extremo sudoeste e Domínios Montanhosos no limite noroeste da área de pesquisa. No que se refere especificamente à Área II do projeto, o relevo apresenta homogeneidade, sendo essencialmente composto pelo Domínio de Colinas Amplas, com uma ocorrência pontual de Domínios Montanhosos restrita ao extremo noroeste (Figura 1.6).

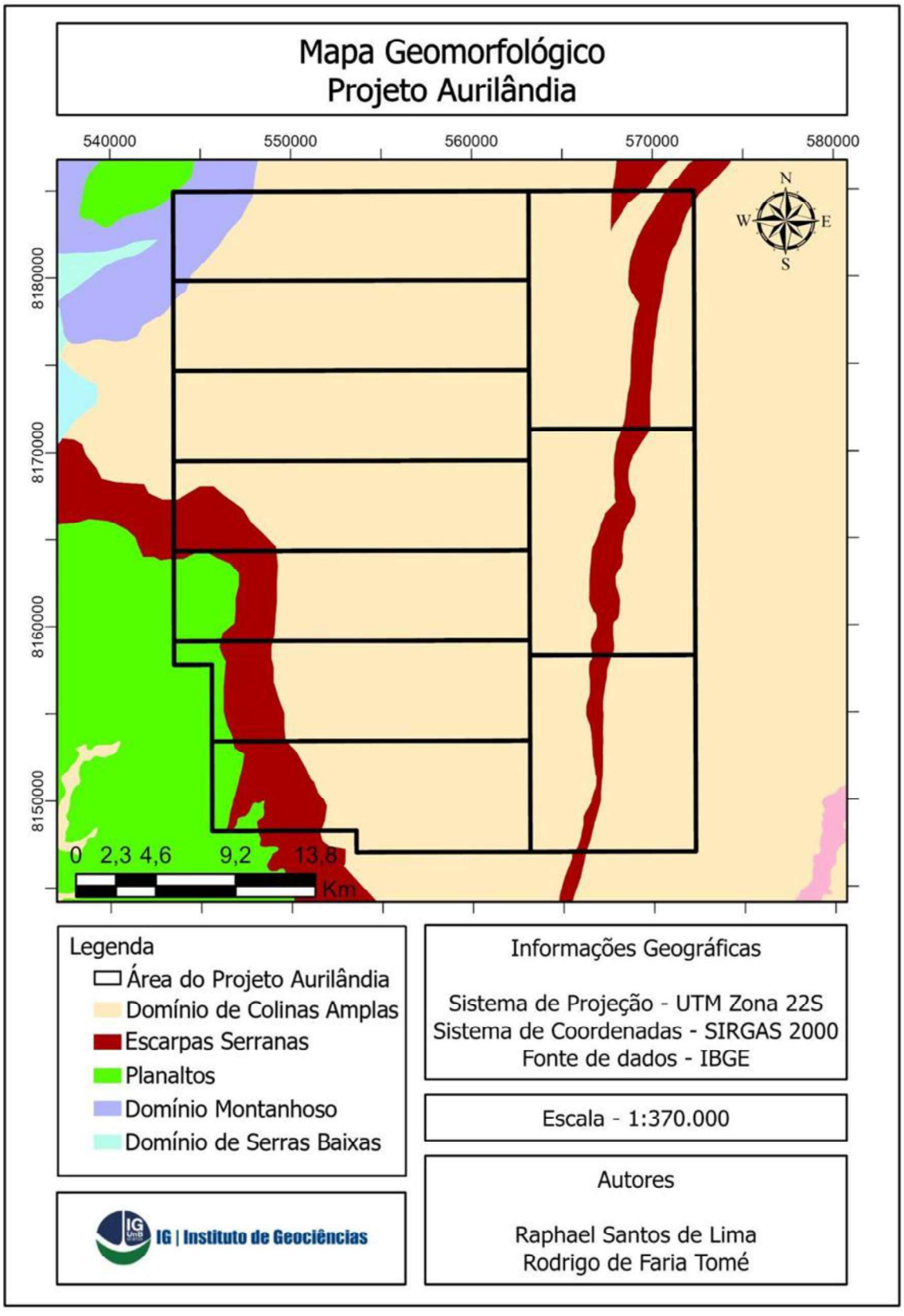


Figura 1.6: Mapa geomorfológico da região do Projeto Aurilândia.

1.4.4. Pedologia

Na região do Projeto Aurilândia, a cobertura pedológica é composta por Latossolos, Solos Podzólicos e Neossolos Litólicos (Figura 1.7). Os Latossolos são formados por material altamente intemperizado, o qual seu conceito inicial (Kellog, 1949) contemplava solos cujas características encontram-se fortemente relacionadas à intemperização e lixiviação intensas e responsáveis pelas baixas atividades das argilas (Ker, 1997). Hoje, segundo a Santos *et al*. (2025), latossolos são formados por material mineral, caracterizados pela presença de um horizonte B latossólico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, localizado até 200 cm da superfície ou até 300 cm quando o horizonte A possui espessura superior a 150 cm.

Já os Solos Podzólicos (ou também conhecidos como Argissolos) são caracterizados por apresentar um horizonte mais claro, subsuperficial e pela lixiviação de ferro e matéria orgânica, com uma camada mais cinza-clara abaixo da superfície. Argissolos possuem profundidade média a grande, com drenagem moderada, caracterizados pela presença de um horizonte B textural (horizonte diagnóstico que define a classe do solo), de coloração variando entre tons de vermelho e amarelo, e com textura argilosa, localizado abaixo de um horizonte A ou E mais claro e de textura arenosa ou intermediária, com baixos níveis de matéria orgânica (Santos *et al*., 2025).

Por fim, os Neossolos Litólicos são rasos, com o horizonte superficial (A) assentado diretamente sobre a rocha, com baixo desenvolvimento pedogenético e refletindo pouca evolução do material original. São solos minerais não hidromórficos, sendo simplificados e distribuídos em pequenas profundidades (Santos *et al*., 2025).

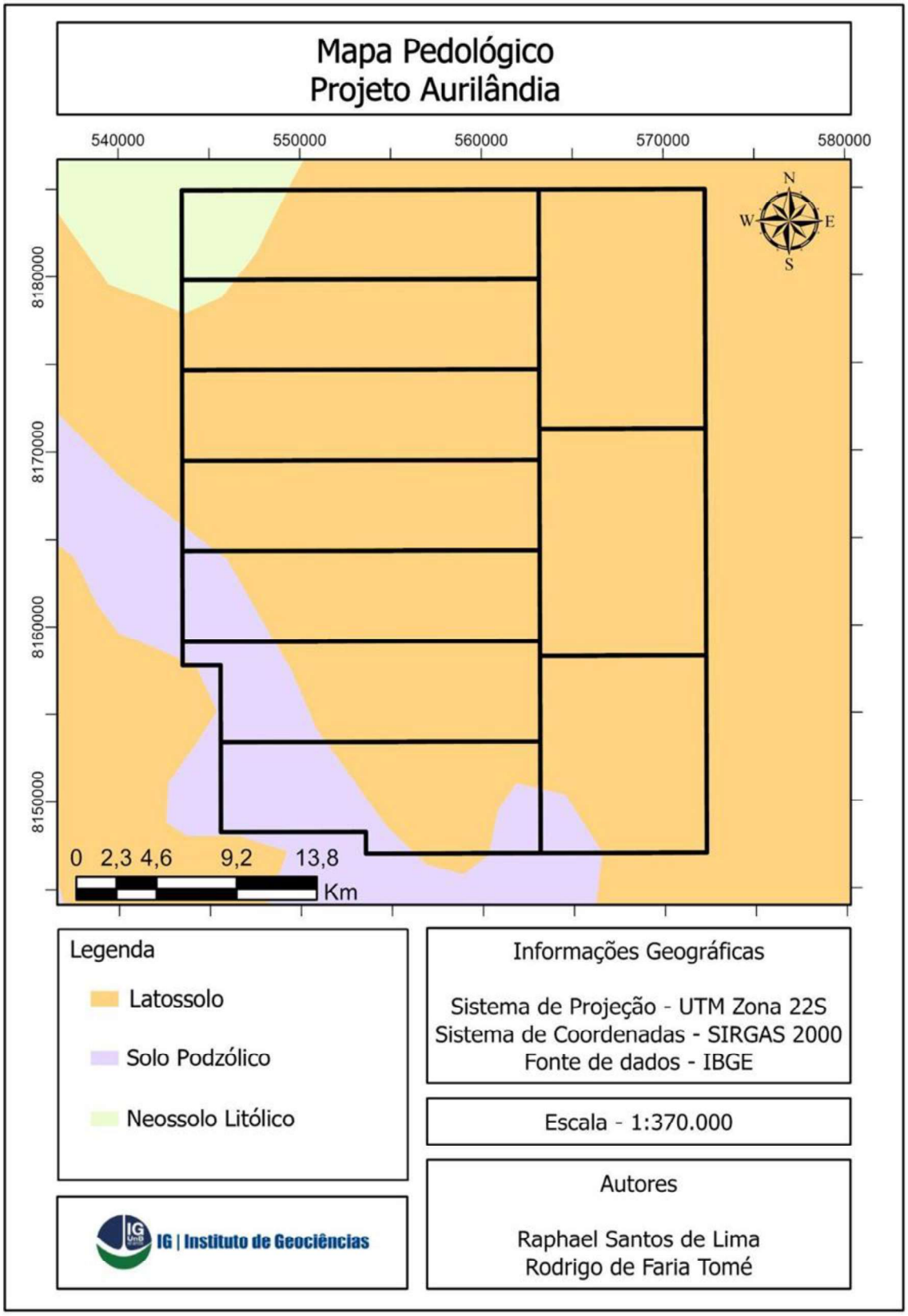


Figura 1.7: Mapa de classificação pedológica do Projeto Aurilândia.

1.4.5. Hidrografia

A região do Projeto está inserida no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio dos Bois. Esta bacia está localizada na Região Centro-Oeste, no sul do Estado de Goiás, fazendo limite com o Estado de Minas Gerais (Figura 1.8).

O Rio dos Bois, que dá nome à bacia, nasce na Serra do Congumé proximamente à Fazenda Quilombo, na cota 920 metros, dentro do município de Americano do Brasil, e percorre uma extensão de 606.266,81 metros, até desaguar na margem direita do rio Paranaíba, na cota de aproximadamente 380 Metros, a jusante do município de Gouvelândia. A bacia hidrográfica do Rio dos Bois pertence à bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. Destaca-se ainda como sub-afluentes principais o Rio Turvo e o Rio Verde, importantes tributários. A bacia em estudo ocupa uma área de 34.785,75 Km² e perímetro de 5.330,49 Km (Veiga *et al*., 2013).

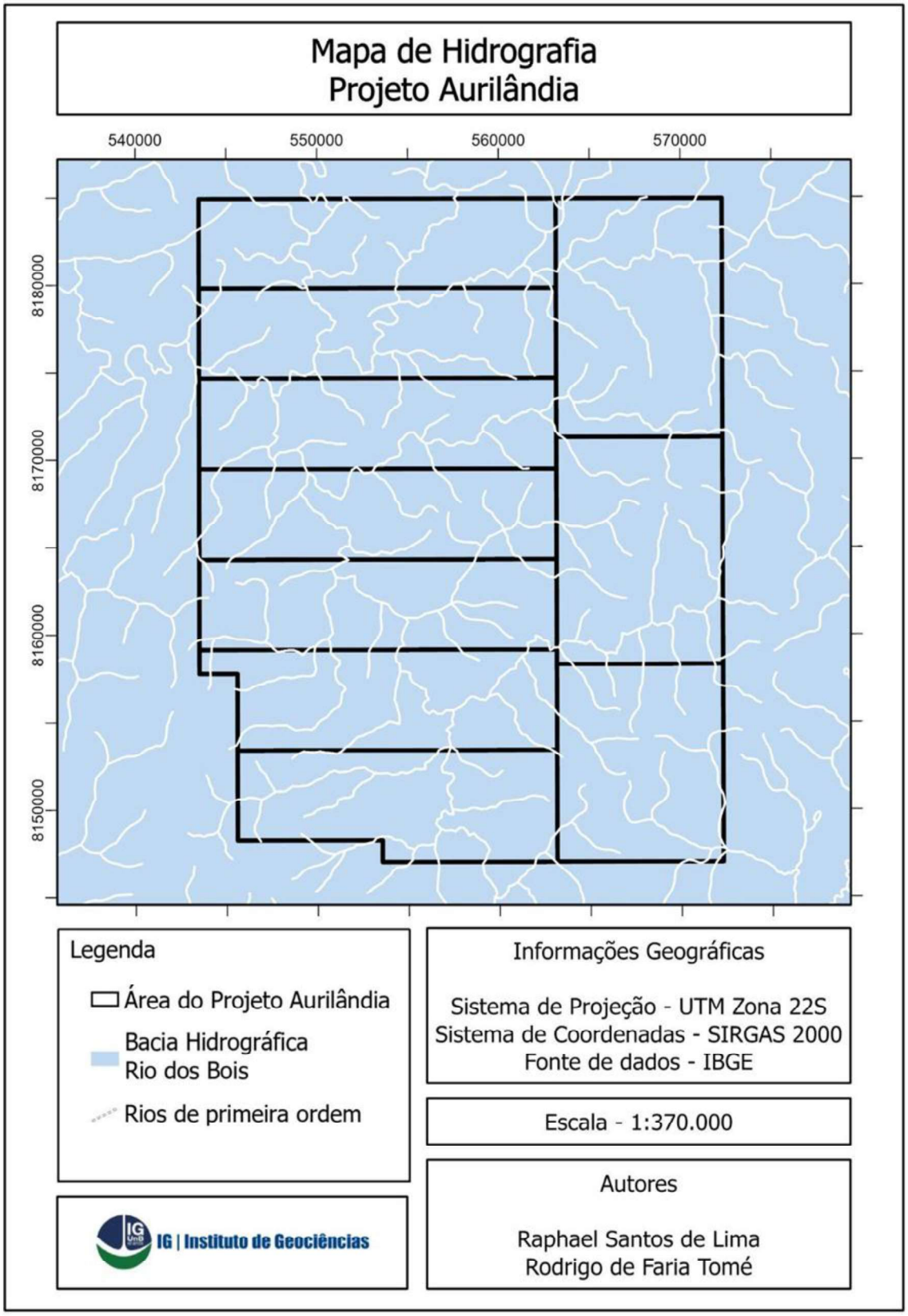


Figura 1.8: Mapa de Hidrografia da região do Projeto Aurilândia.

CAPÍTULO II

GEOLOGIA REGIONAL

2. GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo faz parte de um dos Sistemas Orogênicos neoproterozoicos gerados a partir da aglutinação do Gondwana ocidental, denominado Província Tocantins (Almeida *et al*., 1981; Marini *et al*., 1984), mais especificamente no setor sudoeste do Orógeno Brasília, na porção sul do Arco Magmático de Goiás, identificada como Segmento Arenópolis. A Província Tocantins, no Brasil Central (Figura 2.1), é um grande orógeno Brasiliano-Pan-Africano resultante da convergência e colisão de três grandes blocos continentais: o Cráton Amazônico a oeste, o Cráton São Francisco a leste e o bloco Paranapanema ao sul, atualmente coberto por rochas fanerozoicas da Bacia do Paraná (Fuck *et al*., 2014).

Três regiões estruturalmente distintas podem ser reconhecidas na Província do Tocantins: uma região central, correspondendo em sua maior parte ao maciço mediano de Goiás; uma região oriental, coincidindo aproximadamente com os Orógenos Uruaçu e Brasília; e uma região ocidental com os Orógenos Paraguai-Araguaia (Almeida *et al*., 1981) (Figura 2.2).

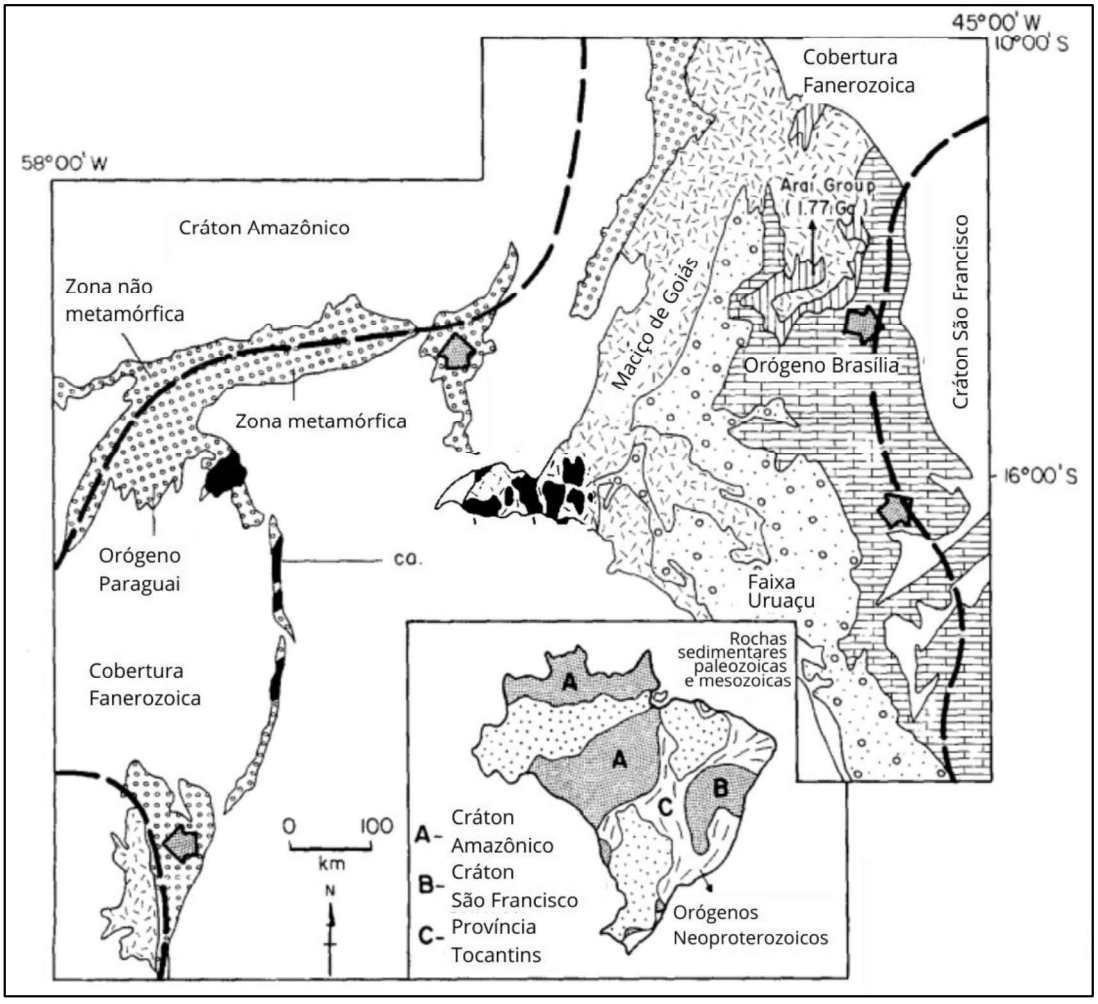


Figura 2.1: Mapa esquemático da Província Tocantins no Brasil Central. As setas indicam as vergências dos cinturões supracrustais. Linhas pontilhadas indicam limites das áreas cratônicas (Modificado de Almeida, 1992).

2.1. O Orógeno Brasília

O Orógeno Brasília compreende um sistema complexo de dobramentos e cavalgamentos de idade neoproterozoica com mais de 1.100 km de comprimento que se estende por partes dos estados de Minas Gerais, Goiás e Tocantins, com vergência estrutural para o Cráton do São Francisco (Pimentel *et al*., 2000). O Orógeno Brasília apresenta evolução possivelmente diacrônica (Uhlein, 2012), podendo ser dividido em porções meridional e setentrional pela Sintaxe dos Pirineus (Araújo Filho, 2000).

A porção meridional é caracterizada por um sistema de *nappes* de diferentes gradientes metamórficos, originado durante a colisão entre os paleocontinentes Paranapanema e do São Francisco durante o Neoproterozóico (Teixeira *et al.,* 2019). Esta parte do Orógeno apresenta, predominantemente, estruturação NNW (Uhlein *et al.,* 2011), além de ser caracterizada por deformação e metamorfismo intensos que apagaram as relações estratigráficas originais da porção (Dardenne, 2000; Valeriano *et al.,* 2004). Assim, a geometria é caracterizada por estruturas de lascas imbricadas, com grandes deslocamentos horizontais e idades de deformação que variam entre 650 e 580 Ma (Valeriano *et al.*, 2004).

A porção setentrional é caracterizada por padrões de dobras de deslizamentos flexurais, sequências de falhas rúpteis e dúcteis-rúpteis e metamorfismos de baixo a alto grau (Fuck & Marini, 1981; Fonseca *et al.,* 1995). Esta parte do Orógeno apresenta, predominantemente, estruturação NNE, além de falhas e zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais, que aumentam a intensidade e a frequência conforme se aproximam do Lineamento Transbrasiliano (Uhlein *et al.,* 2012). Diferentemente da porção meridional, esse segmento possui unidades metassedimentares pouco deformadas e apresentam relações estratigráficas originais ainda preservados (Dardenne, 2000).

Alguns estudos também dividem o Orógeno Brasília por unidades geotectônicas, sendo de leste para oeste descritas três unidades estruturais, cratônica, externa e interna, além do Maciço de Goiás e Arco Magmático de Goiás (Fuck *et al.,* 1994; Pimentel *et al.,* 2004; Uhlein *et al.,* 2012; Fuck *et al.,* 2014; Cordeiro & Oliveira, 2017). Essas unidades são detalhadas a seguir no intuito de reconstruir a formação do Orógeno.

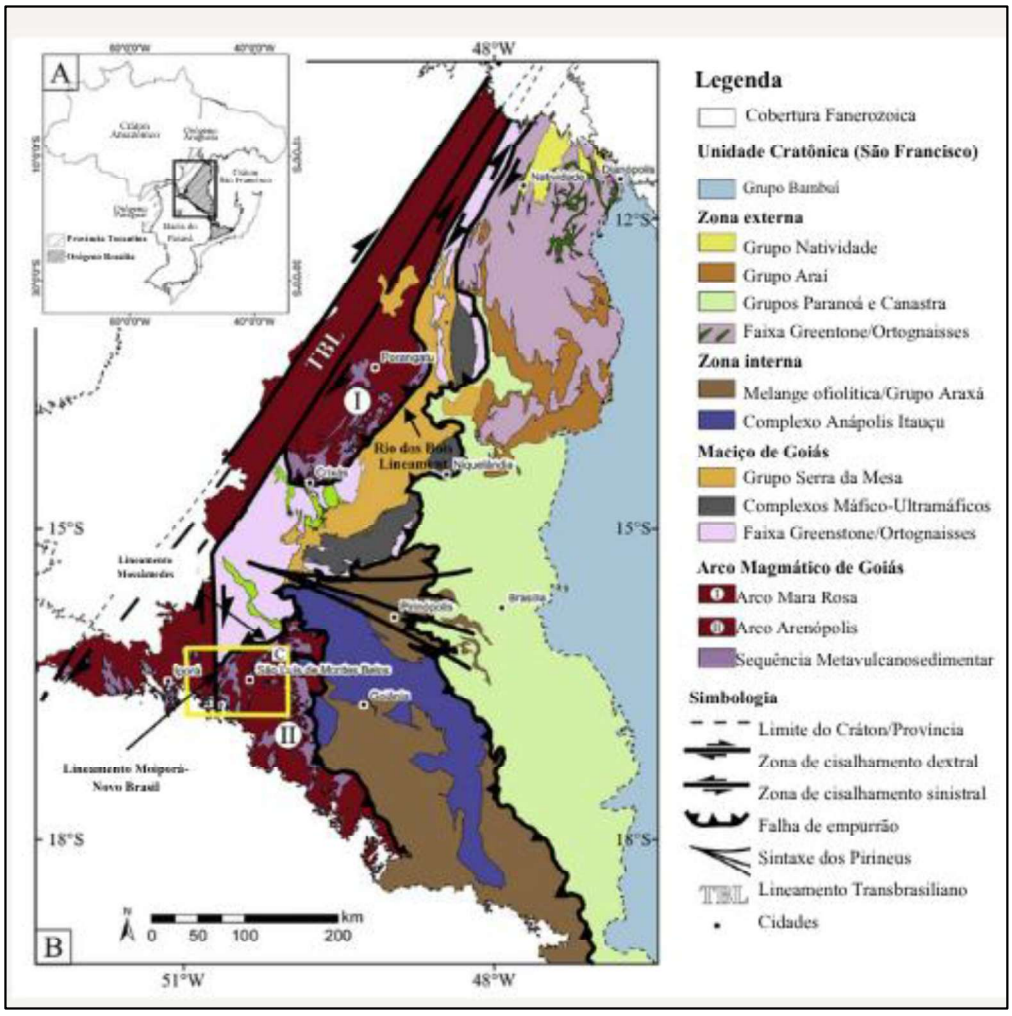


Figura 2.2: A) Província Tocantins, Faixa Dobrada Brasília em cinza. B) Mapa geológico da Faixa Dobrada Brasília (adaptado de Pimentel *et al*., 2004; Fuck *et al*., 2014 e Praxedes, 2015) (Macedo, 2018).

2.1.1. Unidade Cratônica

A zona cratônica, ou também descrita como zona de antepaís, localiza-se no extremo leste do Orógeno, sendo constituída pelos grupos Bambuí e Vazante, ou seja, representada por algumas exposições do embasamento, sedimentos argilo-carbonáticos e por extensas coberturas fanerozoicas e pré-cambrianas, cuja deformação, quando existente, é de caráter epidérmico (Dardenne, 1981; Fuck *et al.,* 1994; Fonseca *et al.,* 1995; Dardenne, 2000; Uhlein *et al.,* 2011). Essas rochas sedimentares do grupo Bambuí, caracterizadas por baixo grau de metamorfismo e deformação, recobrem o embasamento cristalino do Cráton do São Francisco, por meio de extensas falhas de cavalgamentos (Valeriano *et al.,* 2008).

2.1.2. Unidade Externa

A zona externa do Orógeno compreende as unidades metassedimentares associadas a sucessões carbonáticas depositadas em plataforma continental proximal (Valeriano *et al.,* 2008). Esta abrange os grupos Paranoá, Bambuí, Canastra e Ibiá, além da formação Vazante, todos estruturados em um cinturão de dobras e falhas de antepaís (Fonseca *et al.,* 1995; Campos *et al.,* 2013).

2.1.3. Unidade Interna

A zona interna do Orógeno é representada por rochas metassedimentares que compõem um sistema de empurrões em condições metamórficas que variam entre fácies xisto verde e granulito, apresentando grau metamórfico mais elevado que as outras unidades (Ferreira Filho *et al.,* 1998; Fischel *et al.,* 1998). Esta abrange os grupos Araí, Araxá, Serra da Mesa, Andrelândia e o Complexo Anápolis-Itauçu, que representam o núcleo metamórfico de alto grau relacionado à Orogenia Brasiliana, além de porções do embasamento situadas entre as faixas de rochas metavulcânicas e metassedimentares (Fonseca *et al.,* 1995; Piuzana *et al.,* 2003; Valeriano *et al.,* 2008).

2.1.4. Maciço De Goiás

O Maciço de Goiás ocorre na porção centro-oeste do Orógeno Brasília. Essa unidade abrange os terrenos TTGs (tonalito-trondhjemito-granodiorito) arqueanos, separados entre si por estreitas faixas de sequências do tipo greenstone belt (Jost *et al*., 2013), e os complexos máficoultramáficos acamadados e sequências metavulcanossedimentares associadas (Ferreira Filho *et al*., 1994; Correia *et al*., 2012). É limitado à sul pelo Arco Arenópolis, e à noroeste pelo Arco Mara Rosa, sendo determinado pela Falha Rio dos Bois e recoberto pelas rochas metassedimentares do Grupo Serra da Mesa (Marini *et al*., 1977).

2.1.5. Arco Magmático De Goiás

O Arco Magmático de Goiás é uma das unidades tectônicas mais importantes do Orógeno Brasília e representa um dos episódios mais expressivos de acreção crustal juvenil durante a formação do Gondwana. O Arco Magmático de Goiás é dividido em duas áreas principais, que são separadas pelo Bloco Arqueano de Goiás (Pimentel, 2015). A porção meridional do arco é denominada de Segmento Arenópolis, que representa um dos focos de estudo deste trabalho. Este possui um *trend* geral E-W, com inflexão NW-SE na parte mais a

leste. A porção setentrional é conhecida como Segmento Mara Rosa, que se estende por centenas de quilômetros na direção NNE (Pimentel, 2015). Este possui um *trend* geral NE-SW, é limitado a leste pela Falha Rio dos Bois e a oeste pelas zonas de cisalhamento relacionadas ao Lineamento Transbrasiliano.

Em ambos os segmentos, o arco iniciou sua evolução por volta de 900 Ma, formado por arcos de ilhas intraoceânicos (Pimentel & Fuck, 1992) e com o último evento magmático marcado entre aproximadamente 630 e 600 Ma, durante o fechamento do Oceano Goiás-Pharusiano (Cordani *et al*., 2013a).

Os segmentos em questão são compostos por ortognaisses cálcio-alcalinos formados principalmente em dois intervalos magmáticos distintos: ca. 900–800 Ma e ca. 650–600 Ma (Junges *et al*., 2002, 2003; Laux *et al*., 2004, 2005; Frasca, 2015). O grupo mais antigo apresenta composição tonalítica a granodiorítica, além de feições litoquímicas e isotópicas típicas de rochas geradas em ambientes de arco de ilha. Já as rochas metaplutônicas do intervalo de ca. 650–600 Ma exibem assinaturas isotópicas Sm–Nd que indicam origem a partir de retrabalhamento crustal, embora preservem características geoquímicas compatíveis com magmatismo de arco continental (Carneiro, 2019).

O Segmento Arenópolis compreende um conjunto de sequências metavulcano-sedimentares datadas de ca. 900 Ma a 600 Ma, organizadas sem um gradiente cronológico claro (Cordeiro, 2021). Essas sequências representam diferentes bacias relacionadas a arcos magmáticos e estão expostas em dois domínios estruturais, separados pelo Lineamento Moiporá–Novo Brasil (Santos *et al*., 2014). O domínio leste, denominado Segmento Anicuns-Itaberaí, e foco deste trabalho, abrange gnaisses tonalíticos calcio-alcalinos de Sanclerlândia (822 ± 7 Ma, Araújo, 2012) e intrusões máficas e graníticas de Choupana e Turvânia (630 ± 5 Ma, Laux *et al*., 2005), associadas a sequências metavulcano-sedimentares neoproterozoicas. O domínio oeste, denominado Segmento Arenópolis, consiste em uma janela erosiva da Bacia do Paraná, onde várias faixas de rochas supracrustais estão expostas entre ortognaisses com idades variando de ca. 900 Ma a 600 Ma. A deformação nesse setor é acomodada em zonas de cisalhamento NNW-SSE, enquanto o limite mais ocidental é marcado pelo Lineamento Transbrasiliano, de orientação NE-SW (Seer, 1985; Curto *et al*., 2014).

2.2. Unidades tectono-estratigráficas associadas à Área de estudo

A área de estudo está inserida no contexto do Segmento Anicuns-Itaberaí, na regioão de Mossâmedes-Moiporá, que foi dividido em duas unidades, sendo elas: o Bloco Sanclerlândia

e o Bloco Turvânia. Macedo *et al*. (2018) definem que a área de estudo está situada entre estes dois blocos crustais distintos. O Bloco Sanclerlândia, composto por dioritos, tonalitos e granodioritos intensamente deformados e metamorfizados em fácies anfibolito (ca. 822 ± 7 Ma) e o Bloco Turvânia, marcado pela presença da Suíte Máfica-Ultramáfica Americano do Brasil e pelas unidades do Ortognaisse Turvânia, que se trata de um gnaisse biotítico em faixas com texturas miloníticas bem desenvolvidas, com uma idade de interceptação superior de 630 ± 5 Ma (Laux, 2004) (Figura 2.4). Outro aspecto que diferencia claramente esses dois blocos é o contraste em suas respostas magnéticas. O Bloco Turvânia apresenta valores elevados de magnetização, compatíveis com a presença de rochas máficas e ultramáficas. Em contraste, o Bloco Sanclerlândia exibe resposta magnética significativamente menor, refletindo sua composição dominada por rochas félsicas a intermediárias (Figura 2.3). Esse contraste geofísico reforça a distinção estrutural e litológica entre os blocos.

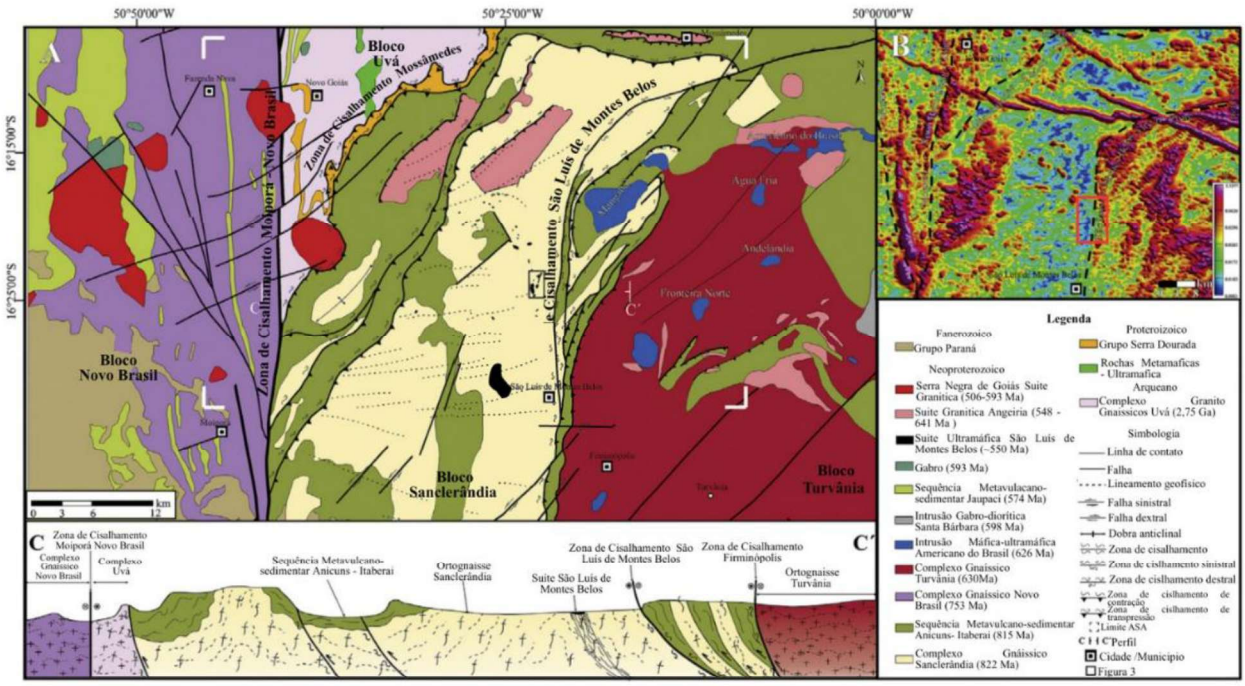


Figura 2.3: Mapa geológico da região de Mossâmedes-Moiporá, com a divisão dos Blocos Sanclerlândia e Turvânia (Adaptado de Macedo *et al*., 2018).

5.1.1. Bloco Sanclerlândia

A unidade Sanclerlândia apresenta composição de diorito, tonalito a granodiorito, metamorfizado em condições de fácies anfibolito. Os dados litogeoquímicos de rocha total sugerem um protólito metaluminoso, de baixo K, cálcico a cálcio-alcalino, comparável aos

granitos do tipo M, que são típicos de um arco de ilhas intraoceânico (Pimentel *et al*., 1996). Datações recentes de zircão por U-Pb revelam uma idade de cristalização de 822 ± 7 Ma (Motta de Araújo, 2012).

A sequência metavulcano-sedimentar Anicuns–Itaberaí (815 ± 10 Ma; Laux *et al*., 2004, Tabela 1) compreende uma unidade metavulcânica (equivalentes metamórficos de rochas vulcânicas máficas a félsicas) e uma unidade metassedimentar, representada por rochas metapelíticas a metapsamíticas, além de mármores, metacherts, rochas calcissilicáticas e xistos grafitosos (Baêta Junior e Moreton, 1999). Essas rochas de fácies anfibolito registram um retrometamorfismo pervasivo, porém heterogêneo, para condições de fácies xisto-verde.

5.1.2. Bloco Turvânia

O bloco Turvânia é caracterizado pela unidade ortognaíssica Turvânia e pela Suíte máfico-ultramáfica Americano do Brasil.

Os ortognaisses Turvânia são rochas deformadas contendo hornblenda–epidoto e biotita, variando de diorito a tonalito em composição, apresentando idades de cristalização de 630 ± 5 Ma e valores de εNd variando de –1,7 a +1,9. Os gnaisses derivam de um protólito ígneo metaluminoso, com composições que variam de cálcicas a cálcio-alcalinas, características semelhantes às do ortognaisse Sanclerlândia (Pimentel e Fuck, 1986; Laux *et al*., 2005).

A suíte máfico-ultramáfica consiste em um conjunto de corpos acamadados com afinidades toleíticas, como as intrusões Mangabal, Santa Bárbara e Americano do Brasil. Os conteúdos de forsterita (Fo(na olivina são elevados, chegando a 88, o que é indicativo de um magma primitivo. Essa suíte hospeda diversas mineralizações ortomagmáticas de Ni-Cu(-PGE) e Fe-Ti-V (Candia, 1983; Nilson *et al*., 1986; Laux *et al*., 2004; Mota e Silva *et al*., 2011, Tabela 1). No entanto, a petrogênese e a geocronologia dessas intrusões ainda são pouco definidas na literatura, e as idades U–Pb variam entre ~670 e 590 Ma (Laux *et al*., 2004). Apesar disso, essas intrusões foram metamorfoseadas em condições de fácies anfibolito (Candia, 1983; Nilson *et al*., 1986; Silva, 1991), o que estabelece uma idade máxima de cristalização para essas rochas em ~630 Ma.

CAPÍTULO III

SENSORIAMENTO REMOTO E GEOFÍSICA COMPLEMENTARES À CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

3. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOFÍSICA COMPLEMENTARES À CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

Neste capítulo são descritos os métodos e as ferramentas de geoprocessamento empregados no Projeto Aurilândia, bem como os produtos resultantes de sua aplicação. Tendo em vista que se trata de tecnologias e metodologias atuais, sua utilização é essencial para evidenciar os avanços na resolução de dados geológicos e na aplicação de ferramentas voltadas ao mapeamento geológico, ademais, tais recursos contribuem significativamente para a compreensão dos processos envolvidos na geração dos produtos disponibilizados pelo projeto.

Por meio de técnicas de processamento de dados de sensoriamento remoto, foram gerados diferentes produtos que permitiram a inferência das características físicas da superfície e a identificação de possíveis feições estruturais na área de estudo. Na etapa de pré-campo, as imagens orbitais foram empregadas para a geração desses produtos e para a seleção de outros elementos de interesse, como vias de acesso, drenagem, uso e ocupação do solo e aspectos morfológicos, de modo a otimizar a logística do trabalho de campo. A partir desse conjunto de informações, foi possível elaborar tanto o mapa base quanto um mapa geológico preliminar.

Com o emprego dos dados aerogeofísicos, em conjunto com as imagens orbitais coletadas e analisadas, foi possível realizar uma caracterização preliminar das rochas que compõem a área de estudo, bem como dos materiais inconsolidados (solo e sedimentos) que a recobre. Durante a etapa de pré-campo, essas imagens foram utilizadas na geração de mapas temáticos destinados à caracterização de propriedades físicas e químicas dos materiais de superfície, além da identificação de feições estruturais relevantes. Essas informações preliminares serviram de base para a identificação de variações litológicas e orientaram a execução do trabalho de campo, contribuindo para a interpretação integrada e para a elaboração do mapa geológico final.

3.1. Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto pode ser definido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos, por meio da utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves ou plataformas orbitais (De Moraes, 2002; Novo, 2010). A partir das características espectrais da superfície podem ser gerados produtos que refletem as

variações composicionais, estruturais e geomorfológicas da área de estudo. Quando aplicado ao mapeamento geológico, o sensoriamento remoto além de ajudar a delimitar espacialmente as áreas do projeto, também contribui para mapear áreas de risco como drenagens e declividades, localizar vias de acesso, pontos de apoio e áreas urbanas anteriormente à visita de campo.

3.1.1. Natureza dos dados

3.1.1.1. Imagens multiespectrais

Os sensores imageadores multiespectrais são instrumentos eletro-óptico capazes de obter múltiplas imagens simultâneas da superfície terrestre, desde o comprimento de onda da luz visível azul, até a região termal. A maior parte dos programas espaciais possui como sensor o sistema de imageamento multiespectral com bandas no visível (VIS), infravermelho próximo (NIR), infravermelho de ondas curtas (SWIR) e infravermelho termal (TIR) (Figura 3.1). A eficiência dos sensores imageadores multiespectrais são justificadas pelos seguintes motivos: (i) os dados são em formato digital; (ii) podem ser operados de plataformas espaciais por meio de satélites, permitindo a tomada de imagens de forma repetitiva ao longo de vários anos; e (iii) as imagens podem ser obtidas num amplo intervalo de comprimento de onda, com dezenas a centenas de bandas espectrais (Meneses e Almeida, 2012) . Neste trabalho foram utilizadas imagens multiespectrais dos sensores CBERS 04A WPM, disponibilizadas no portal do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

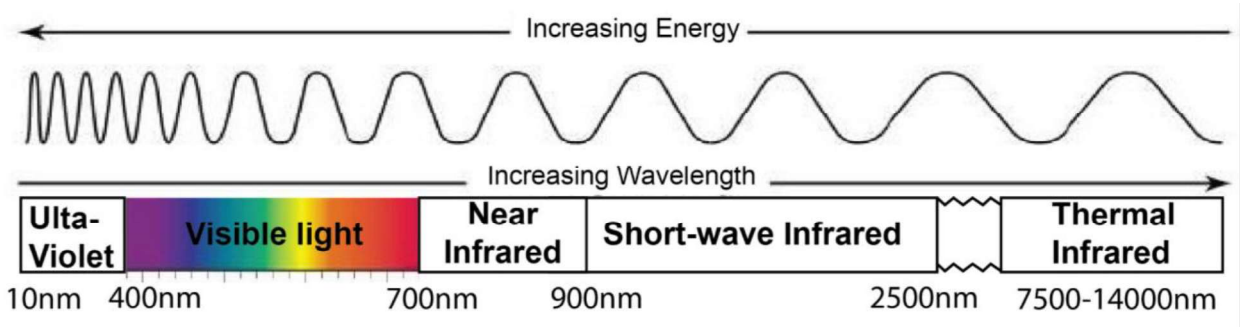


Figura 3.1: Luz ultravioleta, visível e infravermelha com comprimentos de onda aproximados em nanômetros (nm) (Casana & Ferwerda, 2024).

Os satélites do programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellites*) são resultados de uma parceria sino-brasileira firmada em 6 de julho de 1988 envolvendo o INPE e

a CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial). Em 20 de dezembro de 2019, foi lançado o sexto satélite do programa, o CBERS 04A, que trouxe melhorias na câmera imageadora chinesa, em relação à resolução geométrica e espectral disponível nas versões anteriores. O satélite possui três câmeras: a Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), a Câmera Multiespectral (MUX) e a Câmera Imageadora de Campo Largo (WFI). As imagens produzidas pelas câmeras do CBERS 04A são distribuídas em 2 níveis de processamento: nível 2 (L2) com correção radiométrica e correção geométrica de sistema; e nível 4 (L4) que possuem correção radiométrica e correção geométrica de sistema refinada pelo uso de pontos de controle e de um modelo digital de elevação do terreno. As imagens L4 são as mais procuradas pois estão prontas para uso, sem necessidade de procedimentos adicionais por parte dos usuários. As imagens utilizadas para a realização do projeto são do tipo WPM (Tabela 3.1), e foram retiradas entre os meses de julho e agosto de 2024, com menos de 5% de cobertura de nuvens, para manter a qualidade do dado e evitar interferência atmosférica.

Tabela 3.1: Descrição da Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura, que tem como objetivo fornecer imagens com resolução panorâmica de 2m e resolução multiespectral de 8m simultaneamente na órbita do satélite.

Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM)	
Característica	Informações
Bandas Espectrais	P: 0,45 - 0,90 µm B1: 0,45 - 0,52 µm B2: 0,52 - 0,59 µm B3: 0,63 - 0,69 µm B4: 0,77 - 0,89 µm
Largura da Faixa Imageada	92 km
Resolução Espacial	2 m (pancromática) 8 m (multiespectral)

3.1.1.2. Modelo Digital de Elevação

Os modelos digitais de elevação (MDE) são formados por pontos ou células de grade com três coordenadas: X e Y, que representam a localização geográfica (latitude e longitude), e Z, que indica a elevação. A partir dele, podem ser gerados dois tipos principais de modelos: o Modelo Digital de Terreno (MDT), também chamado de terreno nu, que corresponde ao modelo aerogeofísico que representa as principais características do relevo sem considerar os objetos sob ele (vegetação e construções), sendo gerados através de curvas de nível e pontos

altimétricos (Carvalho & Vieira, 2003; Araki, 2005) e o Modelo Digital de Superfície (MDS), que inclui todas as elevações presentes, abrangendo tanto o relevo natural quanto a cobertura vegetal e as estruturas artificiais.

Utilizam-se três tipos de sensores digitais que coletam dados usados para derivar medições de elevação: o sensor de imagem óptica, o sensor de radar de abertura sintética (RAS) ou sensores de scanner a laser (LiDAR). Os dados do LiDAR são mais frequentemente coletados por aeronaves (incluindo drones), enquanto os sensores ópticos podem ser transportados por satélites, aviões, helicópteros e drones. Devido ao seu tamanho relativamente grande, os sistemas SAR geralmente operam em aeronaves ou satélites maiores.

Ao avaliar a adequação de um Modelo Digital de Elevação (MDE) para um determinado projeto ou aplicação, é fundamental considerar três tipos principais de resolução: a resolução espacial, a resolução vertical e a resolução temporal. A resolução espacial refere-se à distância entre os pontos amostrais utilizados na construção do MDE. Essa distância pode ser relativamente uniforme, como ocorre em imagens estereoscópicas obtidas por sensores RADAR ou LiDAR, ou pode apresentar grande variabilidade, como nos MDEs gerados a partir de métodos manuais. A resolução vertical, por sua vez, é um dos aspectos mais críticos de um MDE, pois está diretamente relacionada à sua precisão em termos de altitude. Define-se como a diferença possível entre a elevação representada no modelo e a elevação real da superfície. Diferentes métodos de aquisição de dados, como radar, LiDAR ou fotogrametria, resultam em diferentes níveis de precisão vertical. Entre esses, o LiDAR tende a oferecer as melhores resoluções, tanto espaciais quanto verticais. Por fim, a resolução temporal diz respeito à atualidade dos dados utilizados na geração do MDE. Esse fator é particularmente relevante em análises que envolvem mudanças ao longo do tempo ou em aplicações voltadas ao estudo de elementos com grande variabilidade temporal, como a vegetação ou a expansão urbana.

Os dados utilizados no Projeto são provenientes do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), que utiliza o sensor PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*). O PALSAR é um radar de abertura sintética que opera na Banda L, capaz de obter imagens diurnas ou noturnas em quaisquer condições atmosféricas (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Especificações gerais do sensor PALSAR do satélite ALOS.

Sensor	Canais/ Bandas Espectrais	Frequência	Ângulo de Visada	Resolução Espacial	Resolução Radiométrica	Área Imageada
PALSAR	Fine - single	1270 MHz (Banda L)	8º - 60º	7 - 44 m	5 bits	40 - 70 km
	Fine - dual			14 - 88 m		
	ScanSAR		18º - 43º	100 m		250 - 350 km
	Polarimetric		8º - 30º	24 - 89 m	3 a 5 bits	- 65 km

3.1.2. Produtos e interpretações

A partir dos produtos gerados, foi possível interpretar e analisar as informações de relevo obtidas através do modelo digital de elevação. Os principais produtos gerados a partir do MDE do ALOS PALSAR são o hillshade e a hipsometria, que têm como finalidade realçar as variações altimétricas e texturais do terreno. O hillshade auxiliou no processo de traçamento dos lineamentos estruturais e da rede hidrográfica (Figura 3.2).

Os lineamentos de relevo apresentam direção preferencial N-S e NE-SW, e os lineamentos de drenagem muitas vezes seguem o mesmo padrão, já que a água tende a seguir pelas zonas de fraqueza do relevo que são representadas por falhas e juntas. As drenagens, de uma maneira geral, apresentam graus de integração e de continuidade médios, com variações de densidade que vai de alta a baixa. Essa variação de densidade é muitas vezes regida pelo relevo. A sinuosidade das drenagens é mista, tendo em vista que há muitas anomalias resultantes de controles estruturais.

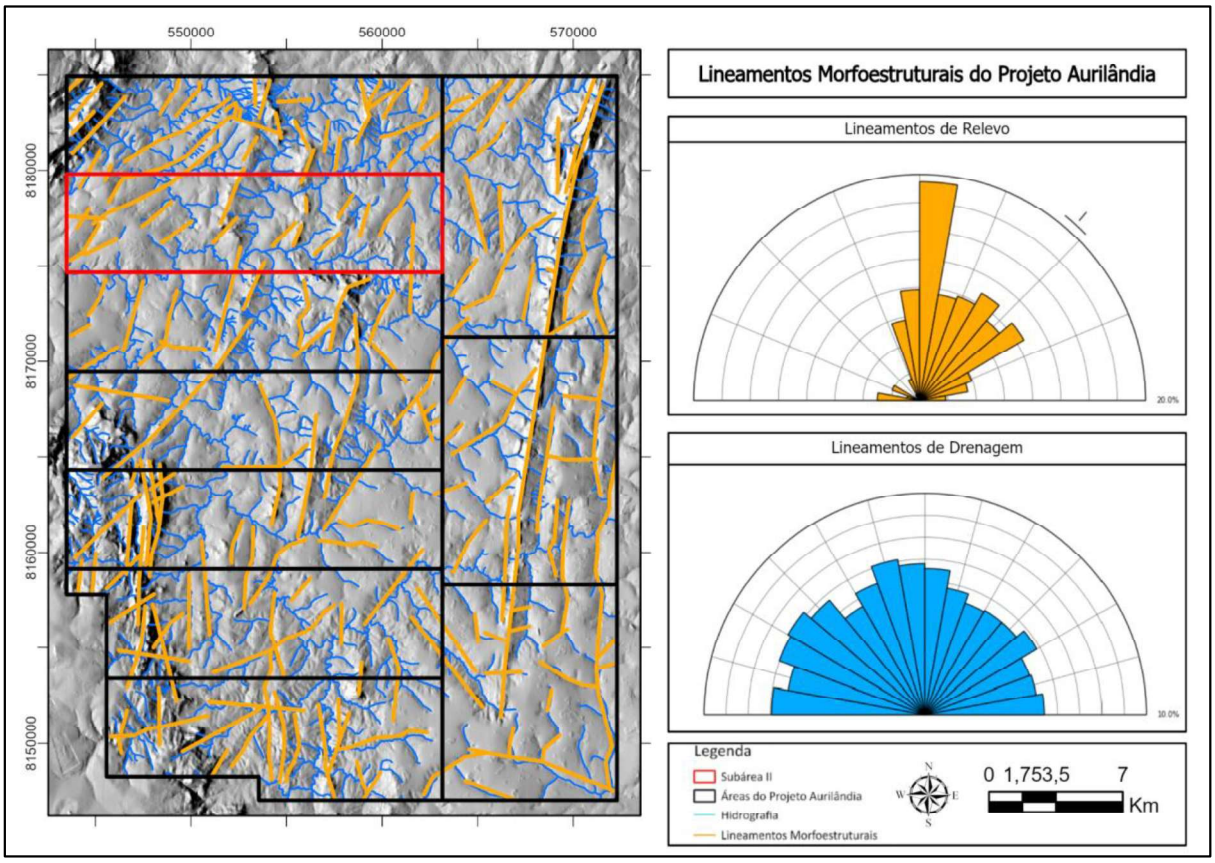


Figura 3.2: Mapa de lineamentos estruturais e hidrográficos traçados com o auxílio do Hillshade.

O mapa hipsométrico é uma representação cartográfica que expressa a variação altimétrica de uma superfície terrestre por meio de intervalos de elevação. Esses intervalos são diferenciados por gradações de cores, nas quais as cotas mais elevadas são usualmente representadas por tonalidades avermelhadas, enquanto as cotas mais baixas são indicadas por tonalidades azuladas (Figura 3.3). Esse recurso visual permite identificar, de maneira contínua e comparativa, as mudanças de altitude no relevo, constituindo um produto que sintetiza a distribuição espacial das cotas topográficas e subsidia análises geológicas, geomorfológicas e ambientais.

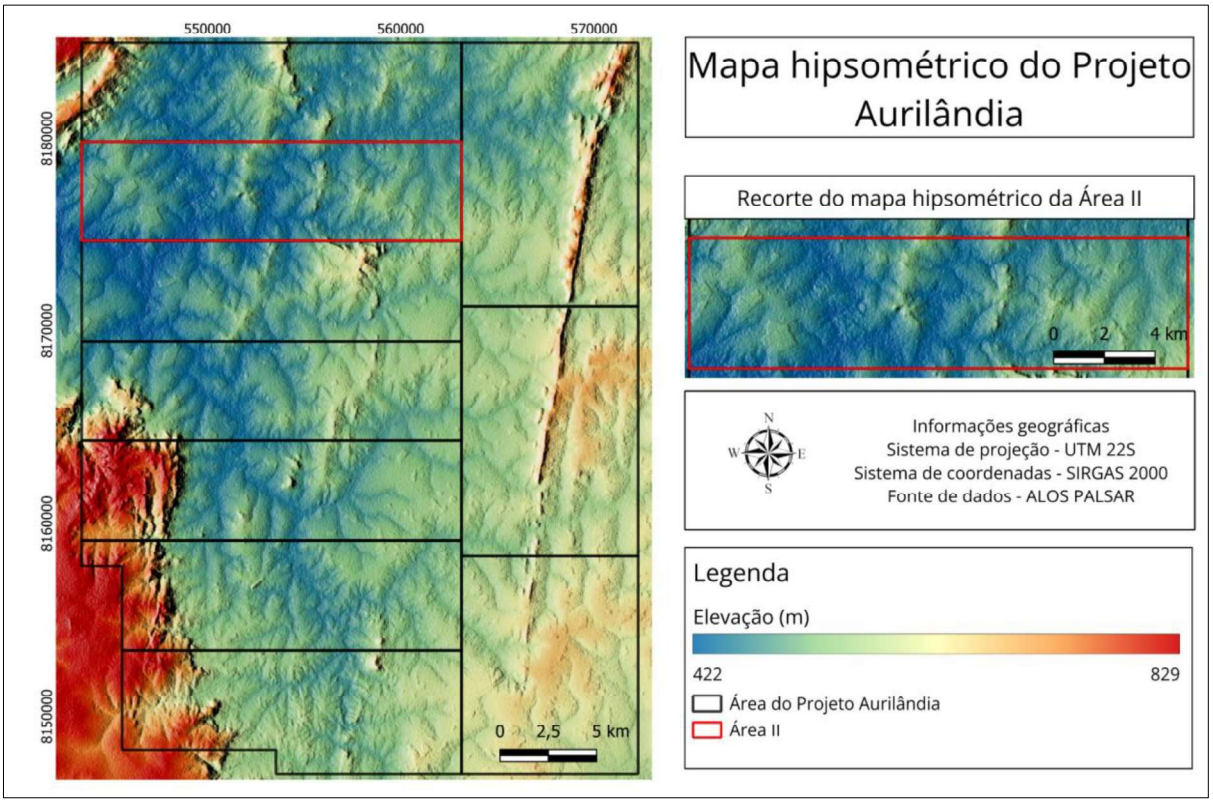


Figura 3.3: Mapa hipsométrico da área do Projeto Aurilândia e da Área II.

As curvas de nível constituem representações cartográficas fundamentais para a compreensão do relevo, delimitando linhas que conectam pontos de igual altitude. A partir dos modelos de elevação derivados do ALOS PALSAR, foi possível gerar um hillshade (sombras de relevo) que aprimorou a percepção das feições topográficas e orientou a definição mais precisa das cotas (Figura 3.4). Esse sombreamento auxiliou na identificação de gradientes altimétricos, rupturas de declive e padrões morfoestruturais, permitindo que as curvas de nível fossem elaboradas com maior fidelidade ao relevo real. Trata-se, portanto, de um produto cartográfico que, aliado ao *hillshade*, oferece uma leitura detalhada da compartimentação altimétrica da área de estudo.

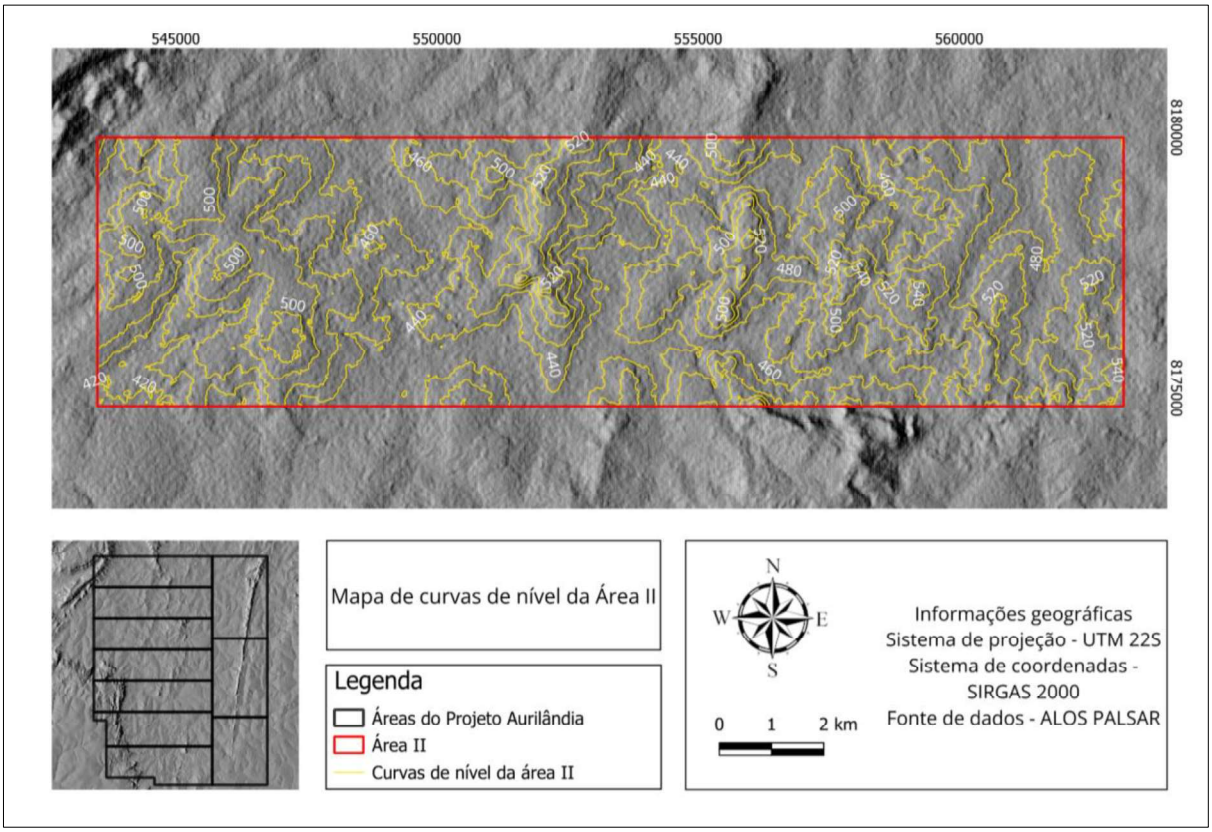


Figura 3.4: *Mapa de contorno da Área II (em vermelho) e relação com o hillshade da Área total do Projeto.*

3.2. Geofísica aplicada

Os métodos geofísicos podem ser utilizados na superfície ou próximos a ela no estudo das propriedades físicas do interior da terra, variando lateralmente e verticalmente, caracterizada pela multidisciplinaridade (Ernesto & Ussami, 2002; Kearey, 2009). Assim, a partir da medida das propriedades físicas das rochas, podem-se identificar diferenças na litologia do subsolo, uma vez que elas estão relacionadas às características geológicas como litologias, grau de alteração, falhamentos e fraturas (Kearey, 2009).

Neste trabalho, os dados utilizados foram obtidos por meio de levantamentos aerogeofísicos. Os métodos potenciais aerotransportados configuram-se como uma alternativa eficiente por apresentarem custo relativamente baixo, alta resolução espacial e baixo impacto ambiental, permitindo a aquisição de dados de alta qualidade em grandes áreas. Além de sua aplicação no mapeamento geológico, esses métodos são amplamente utilizados em diversas áreas das geociências, como prospecção mineral, hidrogeologia, geotecnia, entre outras.

No Projeto Aurilândia, foram empregados dados aerogeofísicos magnetométricos e radiométricos, correspondentes às técnicas de magnetometria e gamaespectrometria, com o objetivo de subsidiar a interpretação geológica e a elaboração de mapas geofísicos voltados ao planejamento da etapa de campo. Tais informações permitem a identificação preliminar de litologias e de estruturas tectônicas na área de estudo, orientando, de forma prévia, a investigação direta em superfície. Os levantamentos geofísicos contemplaram diferentes escalas de resolução espacial: 500 metros para todo o Projeto, e linhas de voo com espaçamento de 100 metros com cobertura total das áreas I e II e parcial da área III.

Os dados de menor detalhe (500 metros) foram provenientes do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 1ª Etapa: Arco Magmático de Arenópolis (2004), cujo foi realizado pela LASA Engenharia e Prospecções.

Tabela 3.3: Tabela com os dados do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 1ª Etapa: Arco Magmático de Arenópolis (2004).

Parâmetro	**Valor**
Direção das linhas de voo	0º / 180º
Espaçamento entre as linhas de voo	500 m
Direção das linhas de controle	90º / 270º
Espaçamento entre as linhas de controle	5.000 m
Intervalo entre medições magnéticas consecutivas	0,1 s
Intervalo entre medições gamaespectrométricas consecutivas	1,0 s
Altura média de voo	100 m
Velocidade média de voo	294 km/h (PT-FZN)
	286 km/h (PT-WOT)

Os dados de maior detalhe (100 metros) foram disponibilizados pela empresa Brasil Minérios S.A., a partir de campanhas aerogeofísicas realizadas pela Aerocientífica Serviços Aéreos Especializados. Na escala de maior detalhe, os sistemas utilizados foram aeronaves do modelo EMB-820C da Embraer, com aeromagnetômetro *Scintrex CS-L* e

aerogamaespectrômetro *Radiation Solution Inc. RS-500*. A Tabela 3.4 demonstra os demais parâmetros do aerolevantamento realizado.

Tabela 3.4: Tabela com os dados do aerolevantamento realizado pela empresa Aerocientífica Serviços Aéreos Especializados, retirada do Relatório Técnico realizado em 2022.

Parâmetro	**Valor**
Direção das linhas de voo	90° / 270°
Espaçamento entre as linhas de voo	100 m
Direção das linhas de controle	0° / 180°
Espaçamento entre as linhas de controle	1.000 m
Intervalo entre medições magnéticas consecutivas	0,1 s – 7,5 m
Intervalo entre medições gamaespectrométricas consecutivas	1,0 s – 75 m
Altura média de voo	80 m
Velocidade média de voo	270 km/h

3.2.1. Magnetometria

O método de magnetometria foi originado a partir de medidas das propriedades magnéticas de certos minerais e rochas. O primeiro trabalho científico sobre o assunto só foi apresentado no ano de 1600, quando William Gilbert fez uma analogia do comportamento da Terra a um grande ímã. Em 1640, na Suécia, fez-se um trabalho de prospecção, com o propósito de se achar depósitos ferríferos com o uso de bússolas náuticas. Tais medidas obtidas consistiam na variação da declinação magnética (Luiz Gouveia & Silva, 1995; Souza, 2006). Mais pra frente, no século XIX, outras descobertas e invenções de novos instrumentos foram capazes de medir variações das componentes horizontal e vertical do campo magnético e sua inclinação (Souza, 2006). Assim, a evolução continua até os tempos atuais, gerando equipamentos de

maior capacidade e tecnologia de ponta, que são desenvolvidos para adaptar e melhorar a obtenção e qualidade dos dados.

O método magnético tem muitas aplicações, uma vez que as anomalias induzidas pelo campo indicam a geometria e a profundidade de corpos magnetizados na crosta terrestre, os quais funcionam como fonte para as variações do campo magnético (Lowrie, 1997; Souza, 2011). Em escala macroscópica, existem dois tipos de magnetização, a induzida e a remanescente ou remanente (Souza, 2011).

A magnetização induzida é causada pelo campo geomagnético atual que atua nos minerais ferromagnéticos, na presença do campo magnético da Terra, que acontece um ordenamento magnético nos materiais ferromagnéticos na mesma direção do campo externo (Luiz Gouveia & Silva, 1995; Souza, 2011). Em campos magnéticos com magnitude comparável ao campo magnético da Terra, a relação entre magnetização induzida e o campo externo aplicado é essencialmente linear e a susceptibilidade magnética é constante. Por outro lado, Souza (2011) defende que a magnetização remanente é adquirida ao longo da história da rocha. E é resultado de três fatores: 1) estrutura atômica do mineral; 2) estrutura cristalográfica do mineral; 3) composição química da rocha; 4) história geológica da rocha; 5) história tectônica da rocha e 6) história térmica da rocha (Nagata, 1961).

3.2.1.1. Produtos Aeromagnetométricos (Linhas de 500 m)

Os produtos interpretados a partir dos dados magnetométricos foram delimitação de domínios e a extração de lineamentos.

Os domínios magnéticos do Projeto Aurilândia foram delimitados utilizando o Gradiente Horizontal Total (GHT), visto que esse produto evidencia as diferentes intensidades das assinaturas magnéticas. Os produtos extraídos foram utilizados para confeccionar a Tabela 3.5 e o mapa de domínios magnetométricos da área do Projeto Aurilândia (Figura 3.5).

Os domínios ajudam na identificação de unidades geológicas, estruturas tectônicas e zonas com anomalias magnéticas associadas à concentração de minerais magnéticos. Na área do projeto Aurilândia ocorre predominância do domínio 2, indicando uma alta intensidade magnética.

Também é possível notar três grandes feições com assinaturas magnéticas altas, duas com direção aproximadamente N-S e outra ao norte da área NE-SW. Essas feições podem ser atribuídas a grandes zonas de cisalhamento.

Tabela 3.5: Tabela de domínios magnetométricos com diferenças de intensidade e relevo.

Domínio	**Intensidade**	**Relevo**
1	Muito alta	Rugoso
2	Alta	Rugoso
3	Média	Rugoso moderado
4	Baixa	Liso

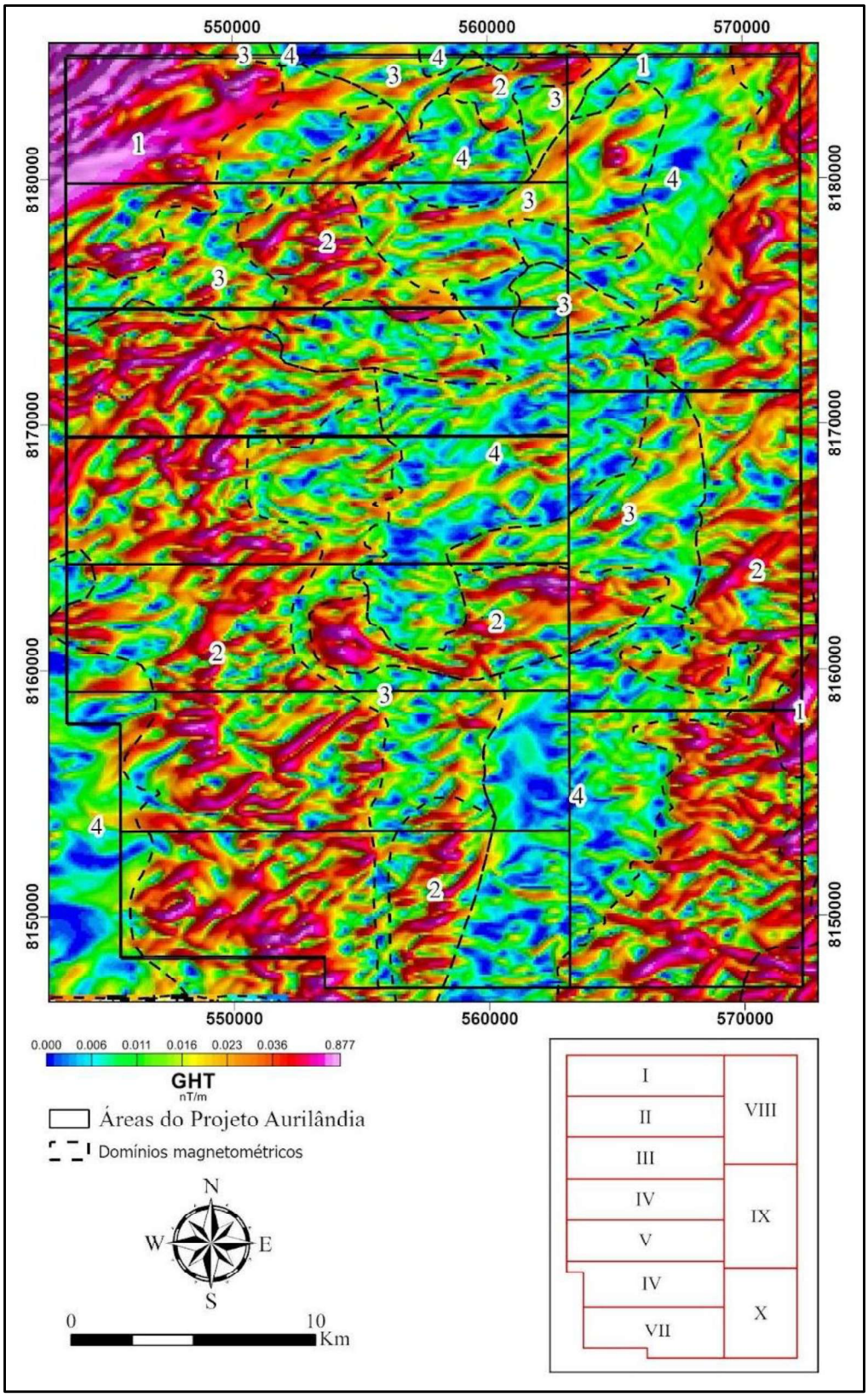


Figura 3.5: Mapa de domínios magnetométricos do Projeto Aurilândia.

Os lineamentos magnéticos do Projeto Aurilândia foram delimitados a partir do produto Tilt Derivative (TILT), que realça contrastes laterais no campo magnético anômalo, tornando mais nítidos os contatos litológicos e as zonas estruturais. Por ser sensível às variações de suscetibilidade e magnetização das rochas, o método magnético permite reconhecer descontinuidades relacionadas a falhas e fraturas que afetam o campo geomagnético. O uso do TILT aprimora essa visualização ao normalizar o sinal e reduzir o efeito da amplitude magnética, favorecendo a vetorização e a interpretação estrutural dos lineamentos identificados. Os produtos extraídos foram utilizados para confeccionar o mapa de lineamentos da área do Projeto Aurilândia (*Figura 3.6*).

Os lineamentos apresentam um padrão bem marcado NE–SW, refletido por lineamentos de diferentes extensões, também é possível notar que estruturas de direção N–S são pouco expressivas no Projeto Aurilândia. Essa menor representatividade pode estar relacionada ao arranjo de aquisição aerogeofísica, uma vez que as linhas de voo em direção N–S e o espaçamento de 500 m entre elas tendem a subamostrar feições magnéticas alinhadas na mesma direção, reduzindo sua expressão no resultado final.

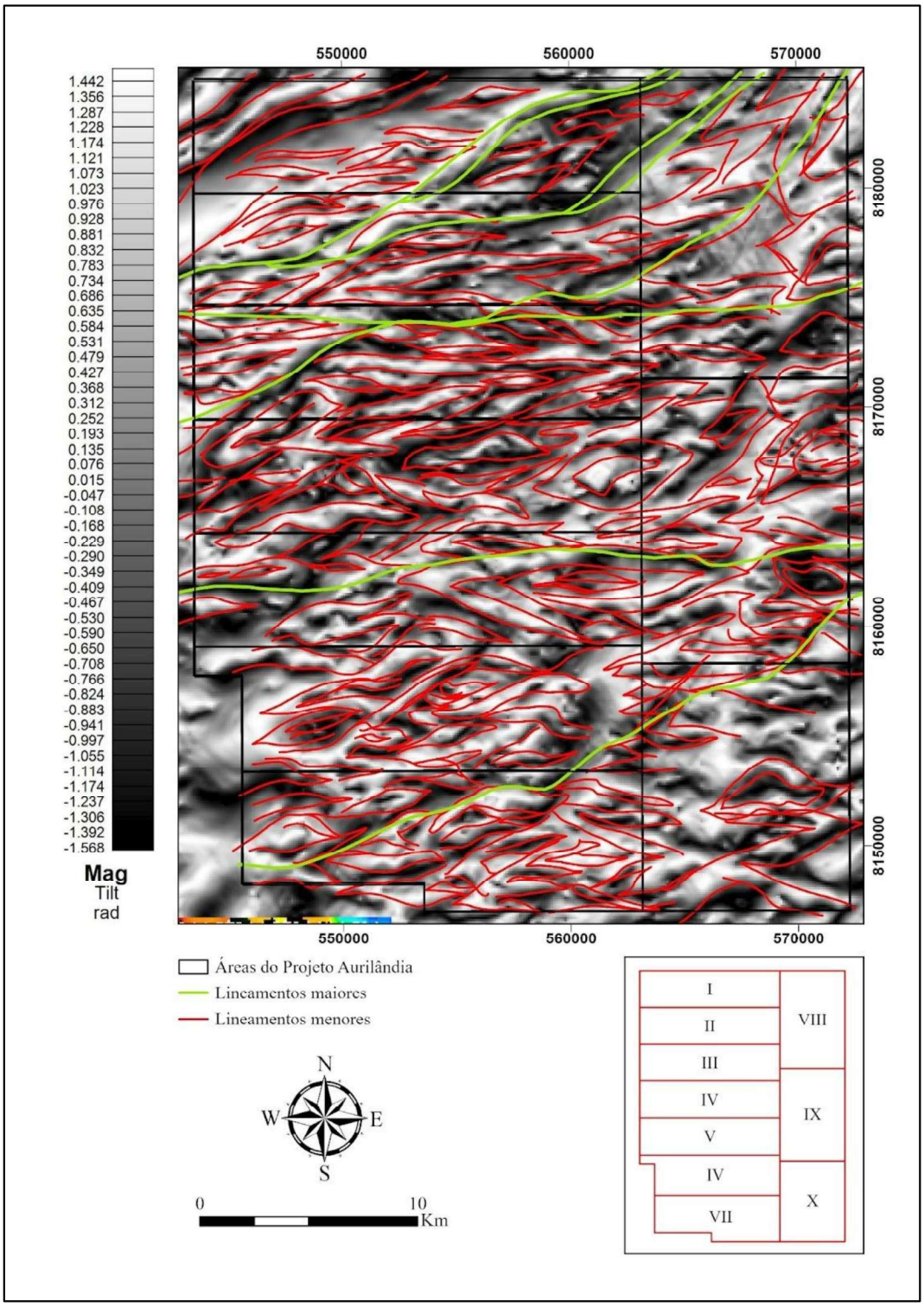


Figura 3.6: Mapa de lineamentos magnéticos do Projeto Aurilândia.

3.2.1.2. Produtos Aeromagnetométricos (Linhas de 100 m)

No âmbito do Projeto Aurilândia, os dados ajustados ao Modelo Geomagnético Internacional (IGRF) permitiram a geração de produtos que se mostraram fundamentais para a identificação de estruturas em diferentes profundidades, contribuindo para uma interpretação mais integrada do arcabouço estrutural da área.

A Figura 3.5 apresenta os principais produtos obtidos a partir do processamento magnetométrico referentes à Área II do Projeto Aurilândia, dentre os quais se destacam a Segunda Derivada Vertical (Dz2) e a Inclinação do Sinal Analítico (*TILT*), empregados na delimitação de feições estruturais em diferentes escalas. A integração desses produtos possibilitou não apenas a identificação de estruturas regionais relevantes, mas também a definição das principais direções tectônicas de interesse para o projeto.

A Dz2 consiste no cálculo da curvatura da superfície, permitindo identificar variações na forma do relevo e distinguir áreas convexas, côncavas e planas. No projeto, auxilia a realçar as estruturas que os produtos anteriores já apresentavam, sendo as feições lineares do relevo, zonas de inflexão topográfica, entre outros lineamentos estruturais e também ajudando a determinar contatos litológicos.

Já o *TILT* corresponde a uma técnica matemática de filtragem aplicada digitalmente aos dados coletados nos levantamentos aerogeofísicos, auxiliando a definir a localização horizontal exata dos limites das fontes das anomalias magnéticas, independentemente da profundidade ou da inclinação magnética da área estudada, facilitando a interpretação geológica e destacando feições estruturais em subsuperfície.

Além desses produtos, também mediu-se o gradiente total, ou amplitude do sinal analítico, que correspondem a um filtro aplicado sobre dados magnetométricos, obtido a partir das combinações das derivadas espaciais do campo magnético nas direções x, y e z (Figura 3.7). Esse filtro realça as anomalias magnéticas diretamente sobre suas fontes, permitindo a delimitação mais precisa de contatos litológicos, falhas e intrusões ígneas, por exemplo.

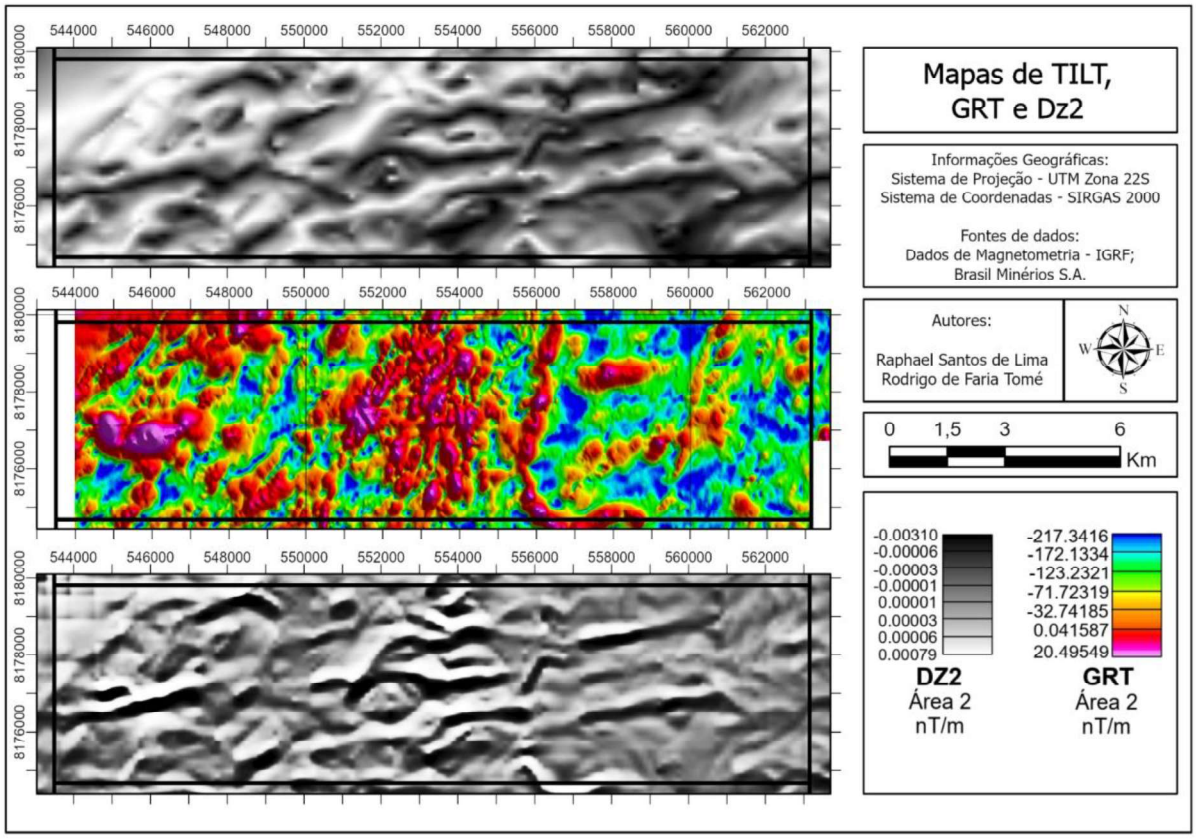


Figura 3.7: Mapa dos produtos de Magnetometria gerados a partir dos dados do IGRF e da empresa Brasil Minérios S.A., sendo TILT, GRT e Dz2.

3.2.1.3. Interpretação dos produtos de magnetometria

A partir dos produtos gerados, foi possível realizar uma interpretação prévia das principais feições estruturais da área de estudo, estabelecendo um arcabouço estrutural preliminar a ser verificado e refinado durante a etapa de campo. Nessa análise, o produto derivado da segunda derivada vertical do campo magnético (Dz2) se mostrou mais eficaz para a identificação e delimitação de lineamentos estruturais, fornecendo informações consistentes para o reconhecimento de corpos e tendências estruturais regionais.

Para as áreas I, II e III, os produtos gerados de Magnetometria com maior resolução foram importantes para auxiliar a interpretação dos corpos magnéticos e das estruturas da região. A Figura 3.8 mostra a disposição das estruturas em diferentes produtos magnéticos nestes dados de maior resolução, sendo os dados de Derivada Vertical (Dz), Inclinação do Sinal Analítico (TILT), Derivada Horizontal (Dx), Gradiente Total (GHT) e Amplitude do Sinal Analítico (ASA).

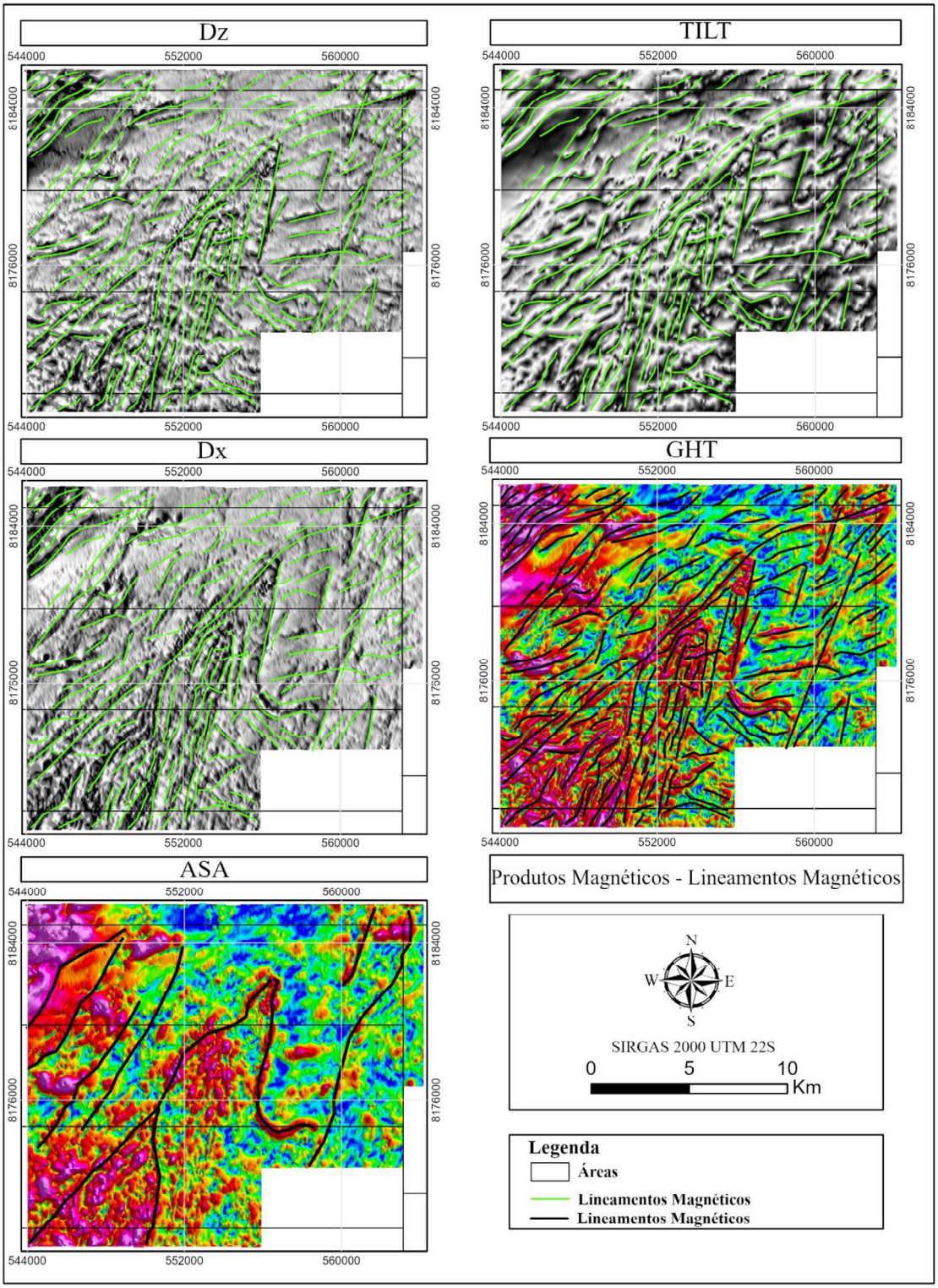


Figura 3.8: Produtos Magnéticos com os Lineamentos Magnéticos já gerados e interpretados a partir dos dados de magnetometria de escala de 100 metros.

A partir da interpretação do comportamento das estruturas magnéticas da área de estudo, foi possível elaborar um mapa de domínios magnéticos, no qual se encontram

representados os corpos magnetizados organizados de acordo com suas orientações preferenciais. Esse produto cartográfico possibilitou não apenas a individualização dos diferentes domínios magnéticos, mas também sua correlação com as possíveis litologias regionais, oferecendo um suporte adicional para a compreensão do arcabouço geológico do projeto (Figura 3.9). Em complemento, a Tabela 3.6 apresenta uma descrição detalhada de cada domínio identificado, destacando suas principais especificidades e características, de forma a consolidar a interpretação das unidades estruturais e litológicas inferidas.

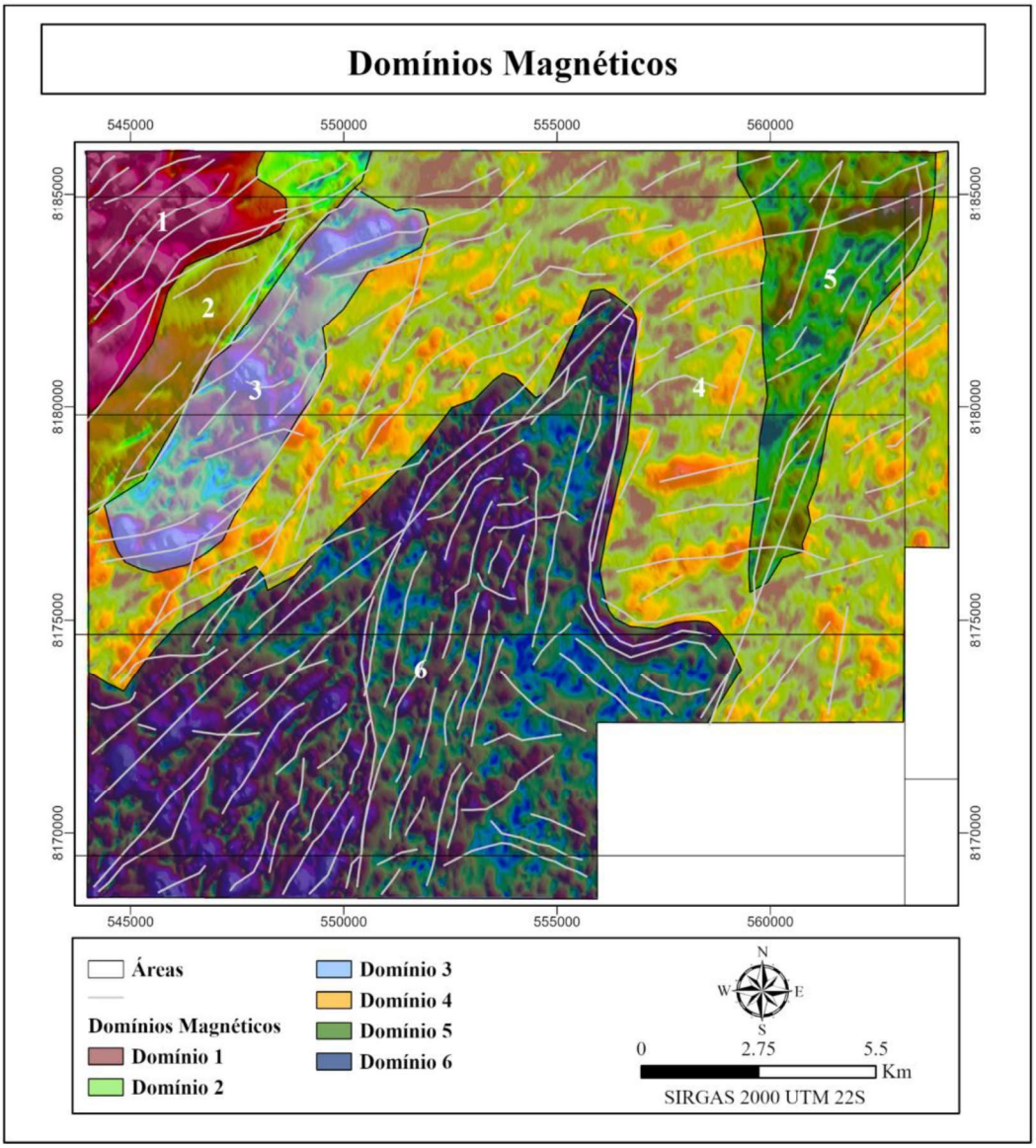


Figura 3.9: Domínios Magnéticos das Áreas I, II e III do Projeto Aurilândia, segundo as interpretações dos corpos magnéticos da região.

Tabela 3.6: Tabela com os Domínios Magnéticos explicados e interpretados.

Domínio Magnético	**Descrição**
1	Definido por alta intensidade do gradiente da amplitude do sinal analítico e associado a ocorrência de lineamentos magnéticos na direção NE-SW, podendo apresentar zonas de cisalhamentos. Pode ser correlacionado à corpos graníticos da região e ocupa cerca de 5% da área estudada.
2	Caracterizado por média-alta intensidade do gradiente da amplitude do sinal analítico e associado à ocorrência de cristais magnéticos de direção NE-SW. Apresenta lineamentos magnéticos na direção NE-SW e está delimitado por dois grandes lineamentos com direção NE-SW, que podem simbolizar zonas de cisalhamento. Pode ser relacionado à sequência metavulcanossedimentar da região e ocupa 5% da área estudada.
3	Caracterizado por três corpos com alta intensidade do gradiente da amplitude do sinal analítico, que pode ser associado à possíveis corpos graníticos. Os lineamentos presentes nesse domínio apresentam orientações que variam entre NE-SW e ENE-WNW. O domínio ocupa cerca de 7% da área estudada.
4	Domínio com variação entre média e baixa intensidade do gradiente da amplitude do sinal analítico. Este domínio representa 37% da área estudada. Apresenta lineamentos magnéticos variando entre NE-SW, ENE-WSW, podendo apresentar zonas de cisalhamentos delimitados pela amplitude do sinal analítico (ASA) na porção leste desse domínio. O domínio pode estar associado aos gnaisses tonianos.
5	Domínio caracterizado por pequenos corpos alinhados na direção NNE-SSW com intensidade alta do gradiente do sinal analítico. O domínio pode ser relacionado aos corpos máficos-ultramáficos e ocupa 8% da região estudada.
6	Definido por alta intensidade do gradiente do sinal analítico, este domínio apresenta lineamentos que variam entre NNE-SSW, majoritariamente, e NW-SE na porção sudeste. Por meio dos produtos ASA, Dz, Dx e GHT é possível inferir que o domínio é marcado por uma dobra com eixo de direção NE. O domínio pode ser relacionado aos gnaisses tonianos e os granitóides da região e ocupa cerca de 38% das áreas I, II e III.

As interpretações relacionadas às estruturas de maior porte, notadamente dobras e falhas, foram aprimoradas por meio da análise integrada dos produtos de magnetometria e gamaespectrometria no âmbito da Área II do projeto. A associação entre esses dois métodos mostrou-se particularmente eficaz, uma vez que, além de evidenciar feições estruturais, a gamaespectrometria forneceu subsídios para a diferenciação litológica, permitindo correlações mais precisas entre unidades geológicas e suas respostas geofísicas. Essa integração possibilitou a identificação de deslocamentos e descontinuidades em determinados conjuntos litológicos, previamente descritos na literatura, mas que, a partir dos novos produtos, foram realçados e melhor delimitados. Assim, a análise comparativa entre magnetometria e gamaespectrometria não apenas confirmou interpretações já existentes, como também intensificou a definição de contatos e estruturas, oferecendo maior robustez ao modelo estrutural da área de estudo.

3.2.2. Gamaespectrometria

Segundo Hildenbrand (2014), os levantamentos gamaespectrométricos ou radiométricos, se fundamentam no princípio de que as propriedades físicas das rochas que compõem a crosta terrestre diferem rapidamente à medida que, espacialmente, são alteradas as características geológicas pela variação da litologia, estrutura e geometria dos corpos subjacentes. A propriedade física em que se apoia o método é a radioatividade natural das rochas e dos solos resultantes da ação do intemperismo sobre o estrato rochoso (Roos, 2017).

O método gamaespectrométrico é útil no mapeamento geológico, pois diferentes tipos de rochas possuem assinatura radioativa distinta (Moxham, 1963; Pires & Harthill, 1989). Segundo Roos (2017), Sua fundamentação se baseia na detecção das radiações gama, emitidas como resultado da desintegração radioativa de elementos contidos a até 45 cm da camada de solo, ou diretamente das rochas aflorantes. O levantamento radiométrico é empregado na pesquisa dos depósitos necessários a essa aplicação e também dos depósitos não radioativos associados a elementos radioativos, como o Ti e Zr. Os levantamentos radiométricos são úteis no mapeamento geológico, pois diferentes tipos de rocha podem ser reconhecidos por sua distinta assinatura radioativa.

Existem mais de 50 isótopos radioativos de ocorrência natural, mas a maioria é rara ou fracamente radioativa. Os elementos de maior interesse, no entanto, são o Potássio (K^{40}) e os produtos de desintegração da série do Urânio (U^{238}) e Tório (Th^{232}). O isótopo de potássio é bastante comum em rochas ricas no elemento homônimo, que podem não estar associadas a concentrações de urânio e tório. O potássio pode, assim, mascarar a presença de depósitos

economicamente importantes e constitui uma forma de ‘ruído’ geológico nesse tipo de levantamento.

Com relação ao projeto, foram utilizadas duas fontes de dados com diferentes espaçamentos de linhas de voo. Para a cobertura de toda a extensão das áreas do Projeto Aurilândia, foi utilizado dados de linhas de voo com espaçamento de 500 metros. a aerogamaespectrometria auxiliou na interpretação de possíveis variações litológicas, tanto previamente à etapa de campo quanto durante a realização do campo, delimitando possíveis contatos litológicos e variações nas composições das rochas que existem na região. Alguns produtos foram mais utilizados na interpretação, analisando a variação na resposta de potássio, tório e urânio principalmente nas rochas, sendo K em porcentagem e Th e U em porcentagem por milhão (ppm) em um padrão RGB da distribuição desses elementos (Figura 3.10).

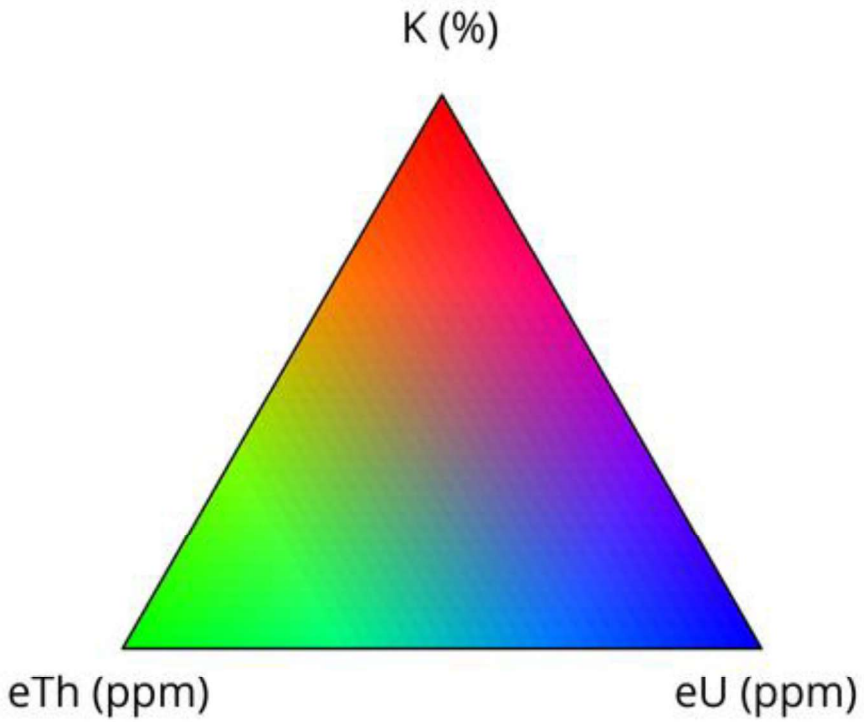


Figura 3.10: Padrão RGB da distribuição dos elementos K, Th e U utilizados na interpretação gamaespectrométrica ao longo do projeto.

3.2.2.1. Produtos Aerogamaespectrométricos (Linhas de 500 m)

Com base no produto ternário RGB (K–Th–U), aliado aos canais individuais de potássio, tório e urânio e à análise das feições morfológicas, foram elaborados os mapas de domínios radiométricos para o Projeto Aurilândia, situado na porção sudoeste do Estado de

Goiás. A interpretação foi integrada às informações litológicas e estruturais descritas por Araújo (2012) para o Arco Magmático de Arenópolis, o que permitiu correlacionar os padrões radiométricos às unidades geológicas regionais. A delimitação dos domínios considerou principalmente: o teor relativo dos radioelementos K, eTh e eU, a textura e geometria das assinaturas radiométricas, a relação com as unidades litológicas conhecidas na região (ortognaisses, metassedimentos, granitos tardios, anfibolitos, etc.) e o posicionamento em relação aos lineamentos estruturais regionais, como os sistemas Messianópolis–Novo Brasil, Mossâmedes e São Luís de Montes Belos.

Ao todo, foram individualizados 25 domínios gamaespectrométricos distintos na área do Projeto Aurilândia. A caracterização qualitativa desses domínios encontra-se sintetizada na no Apêndice VIII.

Os domínios 1, 4, 8, 15, 19 e 24 apresentam teores médios a elevados de K e Th e padrões morfológicos coerentes com unidades de maior rigidez e homogeneidade interna. Esses domínios foram correlacionados às rochas do arco magmático continental neoproterozoico, representadas principalmente pelos ortognaisses tonalítico–granodioríticos do bloco Sanclerlândia, conforme descrito por Araújo (2012).

Os domínios 2 e 13 exibem assinaturas mais discretas, com K mais baixo e geometrias estreitas e lineares, sugerindo corpos mais antigos e deformados. Tais feições foram associadas ao embasamento arqueano retrabalhado, correlacionado ao Complexo Uvá (TTG), que constitui parte dos terrenos mais antigos envolvidos na evolução crustal da região.

Já os domínios 3, 6, 11, 12, 16, 18, 21 e 22 apresentam variações importantes em Th e U, com heterogeneidade interna marcante e geometrias compatíveis com faixas dobradas ou alongadas. Essas características foram vinculadas às sequências vulcano-sedimentares neoproterozoicas, que constituem parte relevante da cobertura supracrustal do Arco de Arenópolis.

Os domínios 5, 10, 17 e 20, caracterizados por baixos valores de K e assinaturas radiométricas azuladas, foram relacionados às rochas máficas do arco, tais como anfibolitos e metabásicas, que são recorrentes na região e que desempenham papel importante na arquitetura crustal local.

Por sua vez, os domínios 7, 14 e 23 exibem altos teores de K e respostas radiométricas mais homogêneas, frequentemente associadas a corpos intrusivos tardios. Esses domínios foram atribuídos ao magmatismo granítico pós-colisional de alto-K, descrito por Araújo (2012).

O domínio 25, de assinatura fraca e homogênea, representa áreas de coberturas sedimentares pós-orogênicas, constituídas por depósitos inconsolidados que recobrem discordantemente as unidades neoproterozoicas.

Por fim, os domínios 9 e 22 foram interpretados como setores transicionais, nos quais diferentes assinaturas radiométricas se sobrepõem e sugerem zonas de contato estrutural entre ortognaisses, supracrustais e granitos tardios, refletindo a complexa história tectônica da região de Aurilândia.

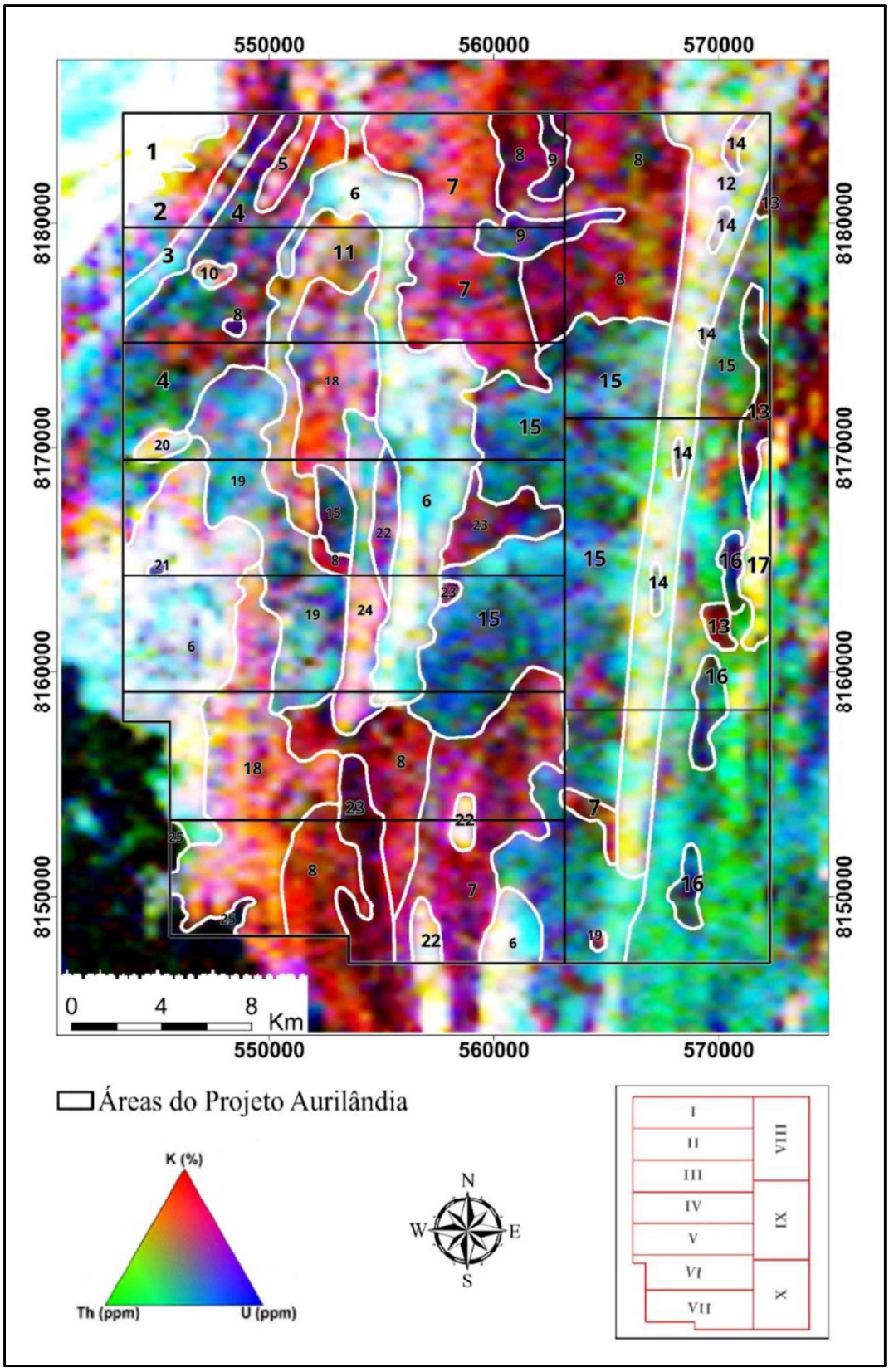


Figura 3.11: Mapa de composição ternária RGB gerado a partir de dados aerogamaespectrométricos da área do Projeto Aurilândia. Destacam-se domínios separados por cor e morfologia, enumerados de 1 a 25.

No contexto regional do Projeto Aurilândia, foram elaborados produtos de gamaespectrometria na forma de composições RGB, representando a distribuição espacial dos principais elementos radiométricos, conforme o padrão ilustrado na Figura 3.10. Além disso, foi gerado um mapa composicional de caráter regional, voltado à caracterização da disposição litológica ao longo de todas as áreas investigadas. Esses produtos se mostraram fundamentais para a interpretação preliminar das unidades geológicas, subsidiando a elaboração de um mapa geológico inicial. Posteriormente, tais informações foram integradas às observações de campo, contribuindo de maneira significativa para a definição e o refinamento das unidades finais do mapeamento geológico do projeto.

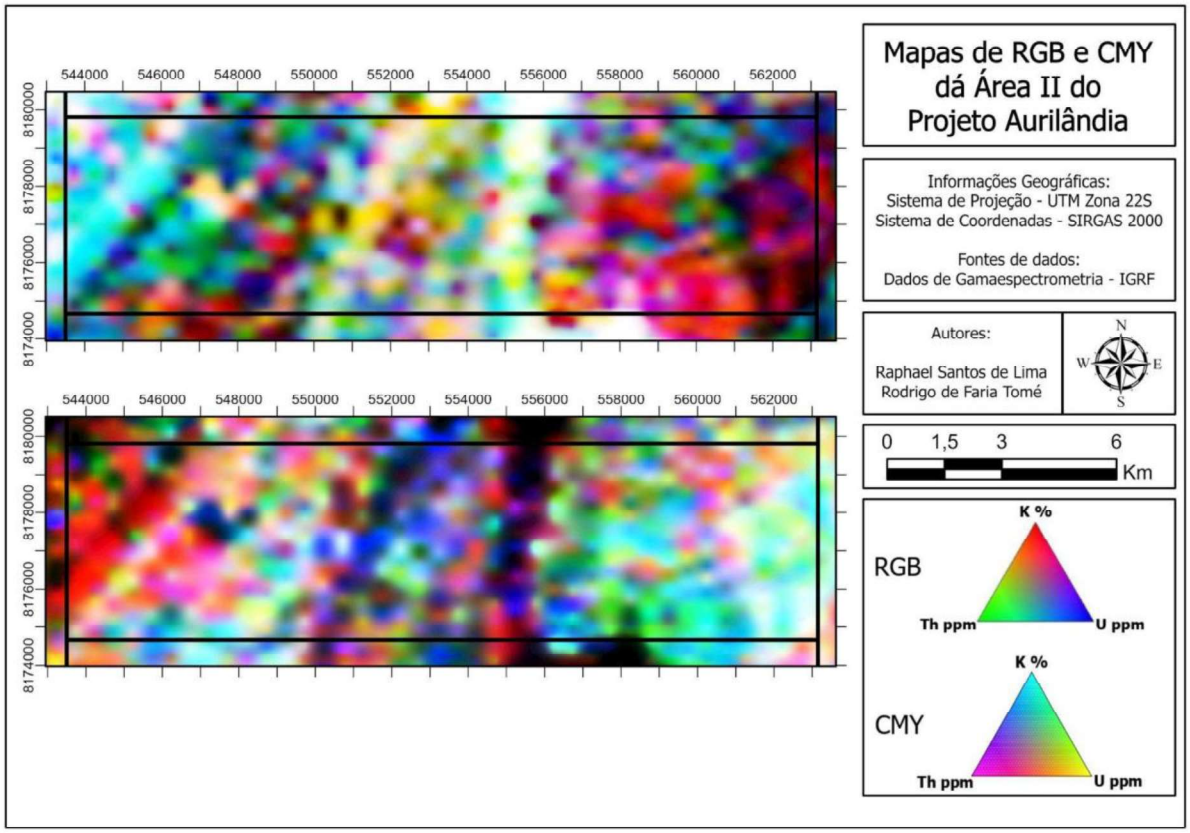


Figura 3.12: Mapas de RGB e de CMY da Área II do Projeto Aurilândia, com os dados provenientes da gamaespectrometria de 500 metros.

3.2.2.2. Produtos Aerogamaespectrométricos (Linhas de 100 m)

A partir dos dados de maior detalhe espacial, foram elaborados produtos radiométricos de composição RGB, os quais possibilitaram uma representação mais refinada da distribuição dos radioelementos na área de estudo. Essa melhoria na resolução resultou em uma delimitação mais precisa das variações litológicas, permitindo distinguir contatos e heterogeneidades com

maior clareza em comparação aos produtos de menor detalhamento. A ampliação do nível de precisão cartográfica proporcionada por esses dados contribuiu significativamente para o entendimento das variabilidades geológicas locais, oferecendo subsídios mais robustos para a interpretação integrada e para o planejamento das etapas subsequentes do mapeamento.

Os produtos derivados da gamaespectrometria mostraram-se particularmente eficazes na diferenciação litológica, uma vez que refletem variações na composição química das rochas e suas respectivas afinidades com os elementos radioativos. Nas Áreas I, II e III, foram utilizados tanto os compósitos em RGB quanto em CMY, o que possibilitou uma representação mais abrangente das variações radiométricas regionais. A partir desses dados, foi possível propor a delimitação de novos domínios gamaespectrométricos, definidos com base na concentração relativa de Potássio (K), Tório (Th) e Urânio (U) em cada setor investigado (Figuras 3.12 e 3.13). Esses resultados forneceram subsídios adicionais para a interpretação geológica, contribuindo para a correlação entre unidades litológicas e seus padrões radiométricos característicos.

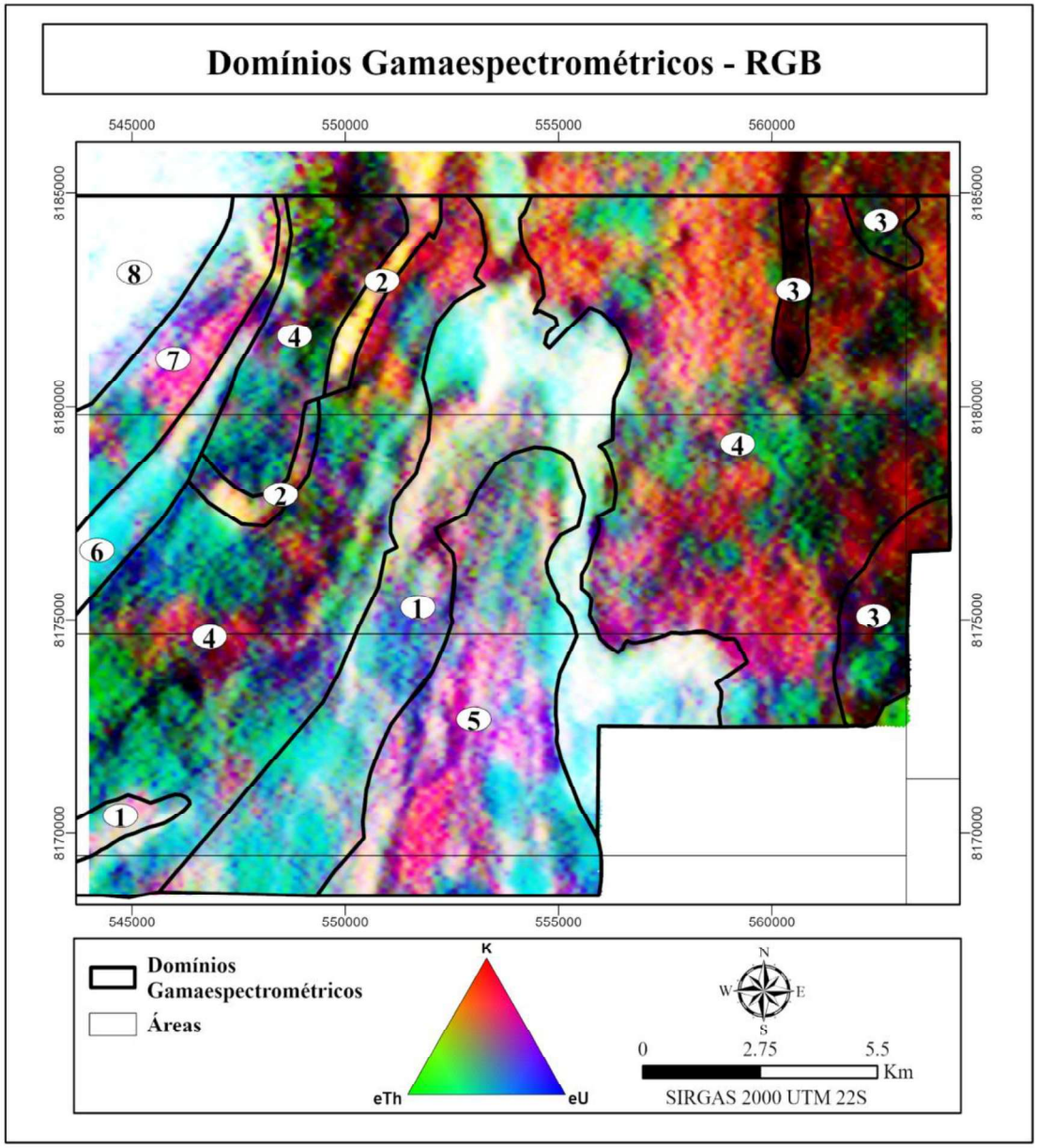


Figura 3.13: Mapa com os Domínios Gamaespectrométricos nas Áreas I, II e III com a imagem RGB.

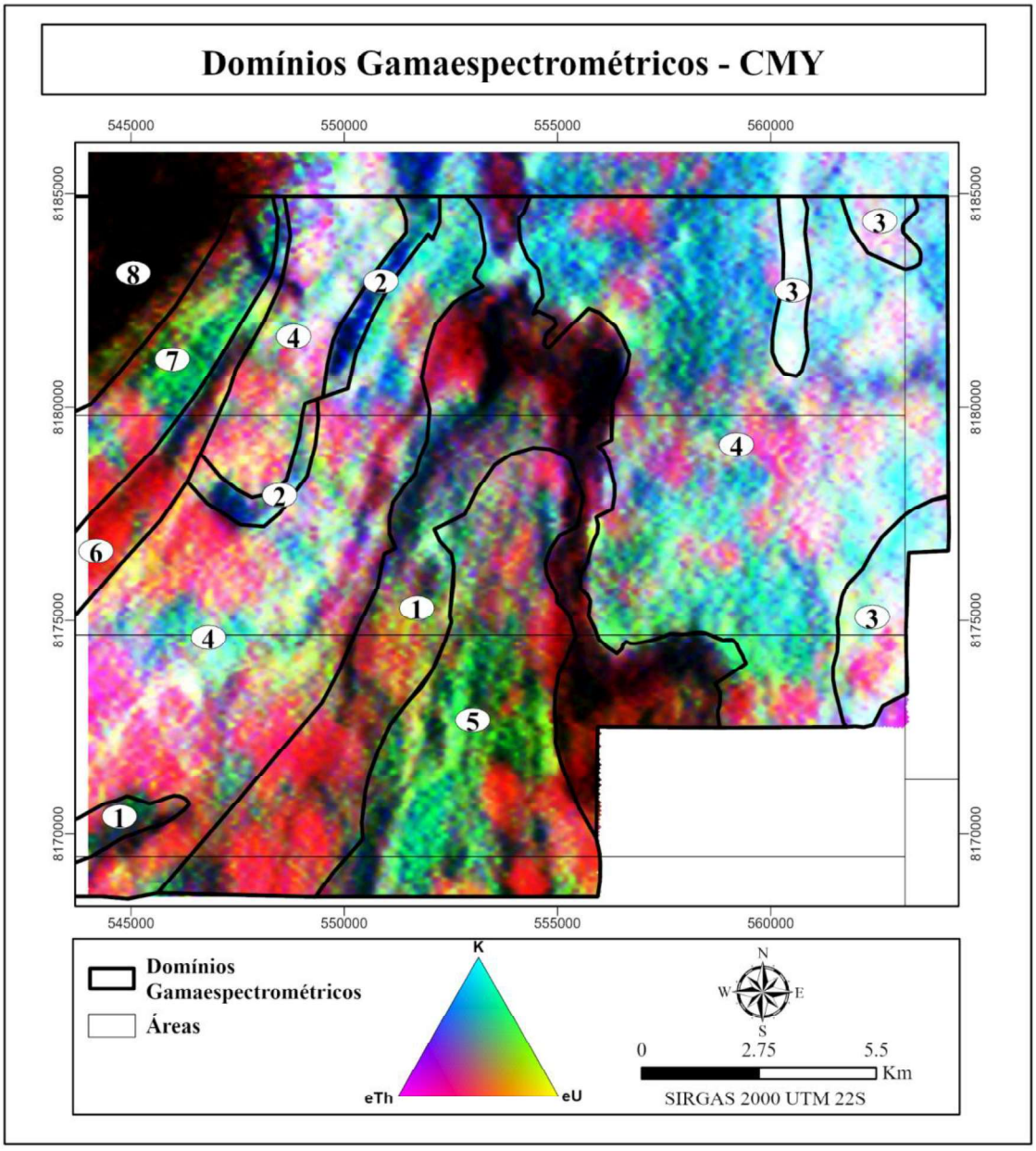


Figura 3.14: Mapa com os Domínios Gamaespectrométricos nas Áreas I, II e III com a imagem CMY.

Em complemento, a Tabela 3.6 apresenta uma descrição detalhada de cada domínio identificado, destacando suas principais especificidades e características, de forma a consolidar a interpretação das unidades litológicas inferidas.

Tabela 3.7: Tabela com os Domínios Gamaespectrométricos explicados e interpretados.

Domínios Gama	**K**	**U**	**Th**	**Interpretação Litológica**
1	Médio a Alto	Médio a Alto	Médio a Alto	Granitóides e Ortognaisses
2	Médio	Baixo	Médio	Ortognaisses
3	Baixo	Baixo	Baixo	Corpos Máfico-Ultramáficos
4	Médio a Alto	Baixo	Médio a Alto	Paragnaisses, Ortognaisses e Xistos
5	Médio a Alto	Médio	Médio	Paragnaisses
6	Baixo	Médio	Médio	Paragnaisses e rochas metavulcanossedimentares
7	Médio a Alto	Médio	Baixo	Paragnaisses e rochas metassedimentares
8	Baixo	Médio	Médio	Paragnaisses e rochas metavulcanossedimentares

Os domínios gamaespectrométricos definidos a partir dos produtos radiométricos foram empregados como base interpretativa para a elaboração de um mapa geológico preliminar abrangendo todo o Projeto Aurilândia (Figura 3.15). Esse procedimento permitiu destacar as unidades que apresentavam maior concordância em escala regional, estabelecendo uma primeira aproximação da compartimentação litológica da área. Durante a etapa de campo, tais informações mostraram-se de grande utilidade, uma vez que auxiliaram na delimitação de contatos geológicos e na correlação com as litologias identificadas em afloramento. Desse modo, a gamaespectrometria não apenas subsidiou a fase inicial de interpretação, mas também

desempenhou papel relevante na construção do mapa geológico final, ao integrar as observações diretas de campo com as evidências radiométricas previamente obtidas.

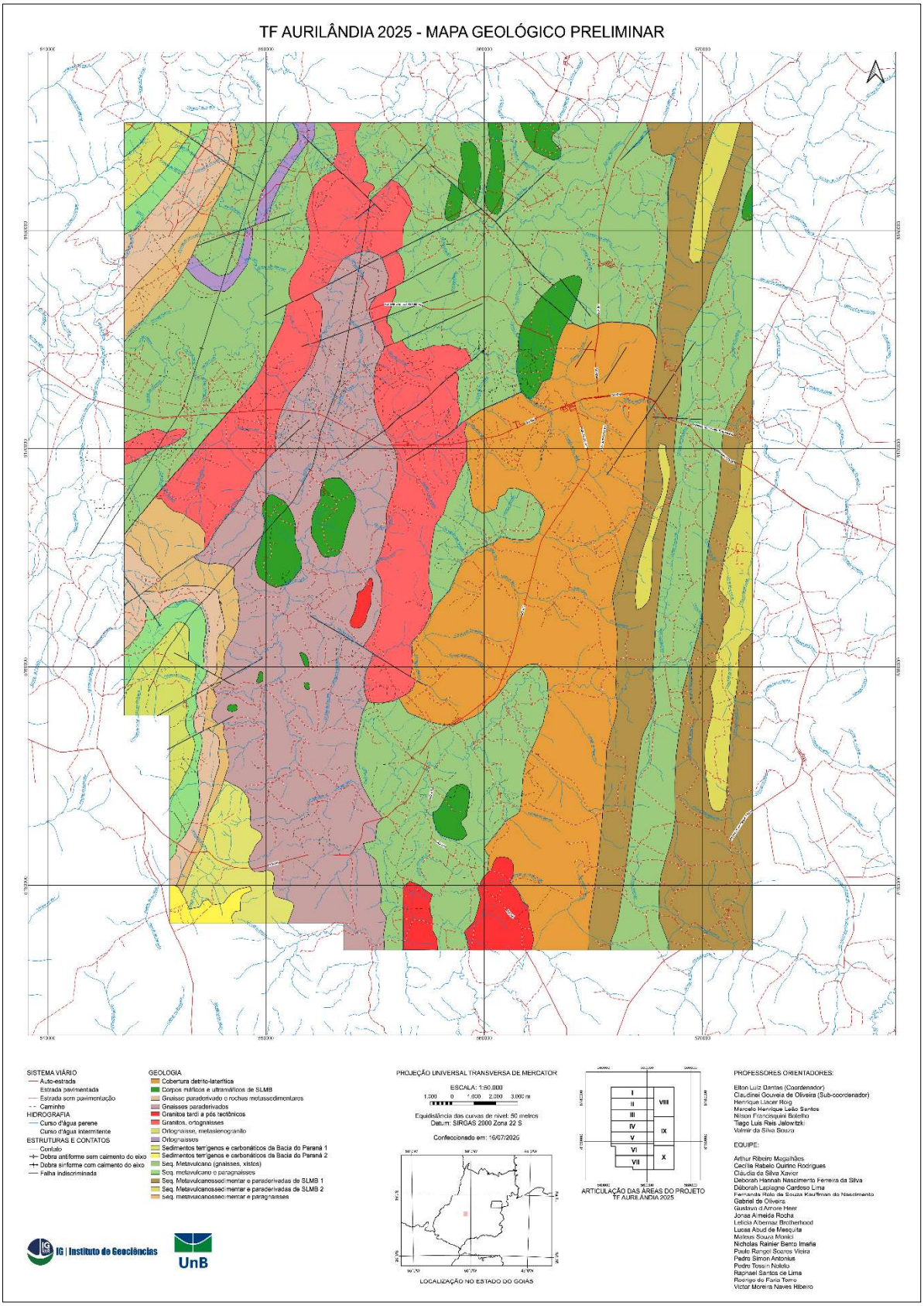


Figura 3.15: Mapa geológico preliminar realizado através de interpretações de dados gamaespectrométricos e magnetométricos

CAPÍTULO IV

GEOLOGIA DO PROJETO AURILÂNDIA

4. GEOLOGIA DO PROJETO AURILÂNDIA

O mapeamento geológico realizado no âmbito do Projeto Aurilândia, em escala 1:50.000, permitiu reconhecer diferentes unidades geológicas, definidas com base em critérios petrográficos, deformacionais, metamórficos e geocronológicos (Figura 4.1). Na área mapeada, composta por 9 subáreas, afloram unidades litoestratigráficas pertencentes ao Arco Magmático Goiás, representativo da porção sul, Arco Magmático Arenópolis, localizado a leste do lineamento Moiporá-Novo Brasil (Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel *et al*., 2000; Araújo, 2012).

Algumas unidades já haviam sido identificadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), porém, devido à ausência de um mapa na escala 1:50.000, o Projeto atual estabeleceu novas divisões litoestratigráficas e aprimorou aquelas previamente descritas. As unidades tectonoestratigráficas do Projeto Aurilândia foram definidas com base em dados obtidos em campo, descrições petrográficas, produtos aerogeofísicos e bibliografia. Ao todo foram determinadas 12 unidades, sendo elas: Ortognaisse Aurilândia, Ortognaisse Sanclerlândia, Anfibolitos, Tectonitos metamórficos vinculados à Sequência Serra da Bandeira (Unidade Gnáissica, Unidade Xisto e Unidade Aluminosa), Granito Planura Verde, Ortognaisse Turvânia, Granito Queixada, Granito Santa Luzia, Suíte São Luís de Montes Belos e Formação Aquidauana da Bacia do Paraná.

Uma das principais diferenças do Mapeamento Geológico do Projeto Aurilândia para as cartas preliminares desenvolvidas pela SGB consiste na separação do que está descrito como Metatonalito Sanclerlândia. Após a integração de dados obtidos em campo com a bibliografia, foi possível definir três unidades de ortognaisses: Ortognaisses Aurilândia, Ortognaisse Sanclerlândia e outro ortognaisse mais jovem, que foi definido a partir de estudos bibliográficos, denominado Ortognaisse Turvânia (Figura 4.2 e Figura 4.3).

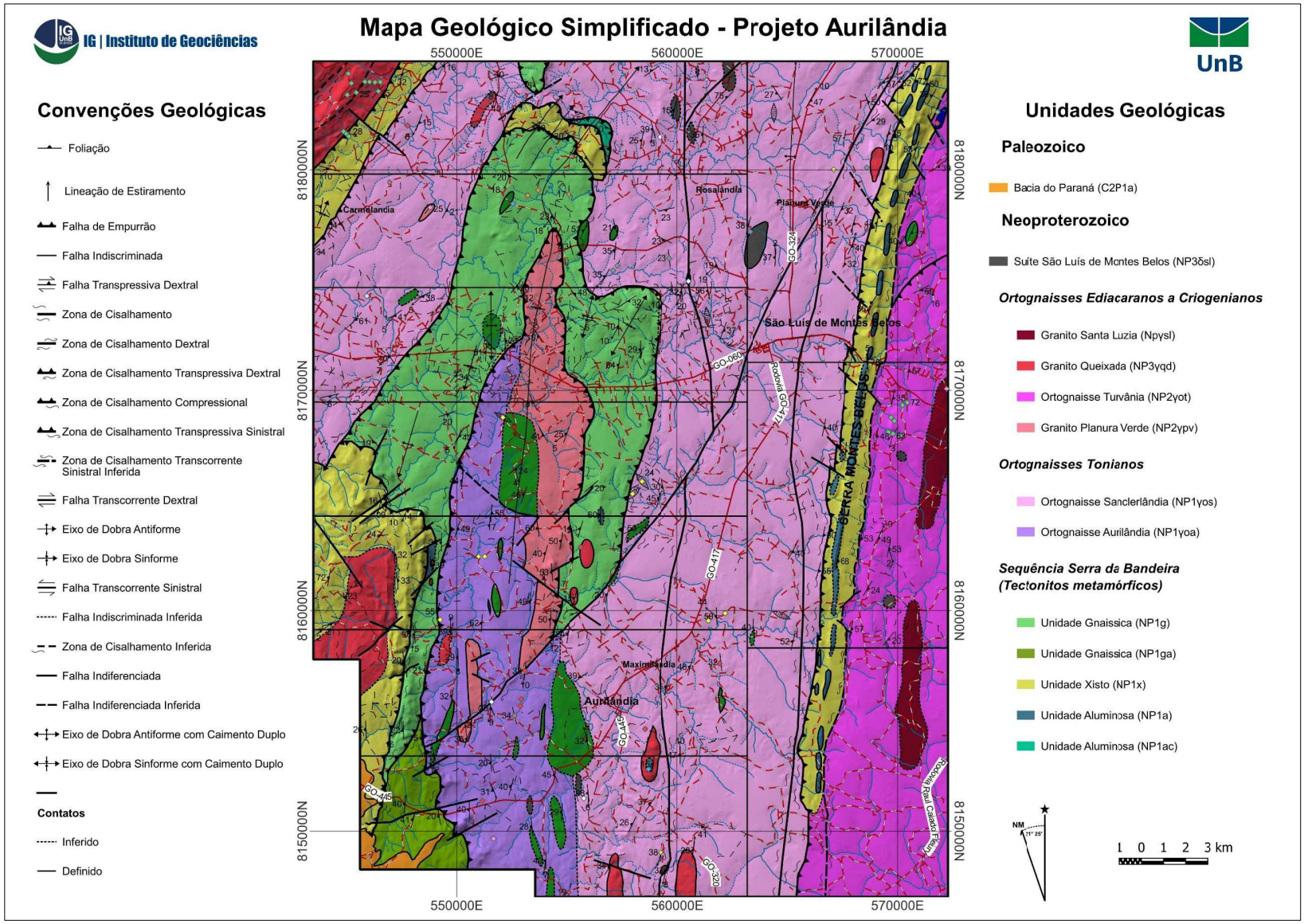


Figura 4.1: Mapa simplificado do Projeto Aurilândia.

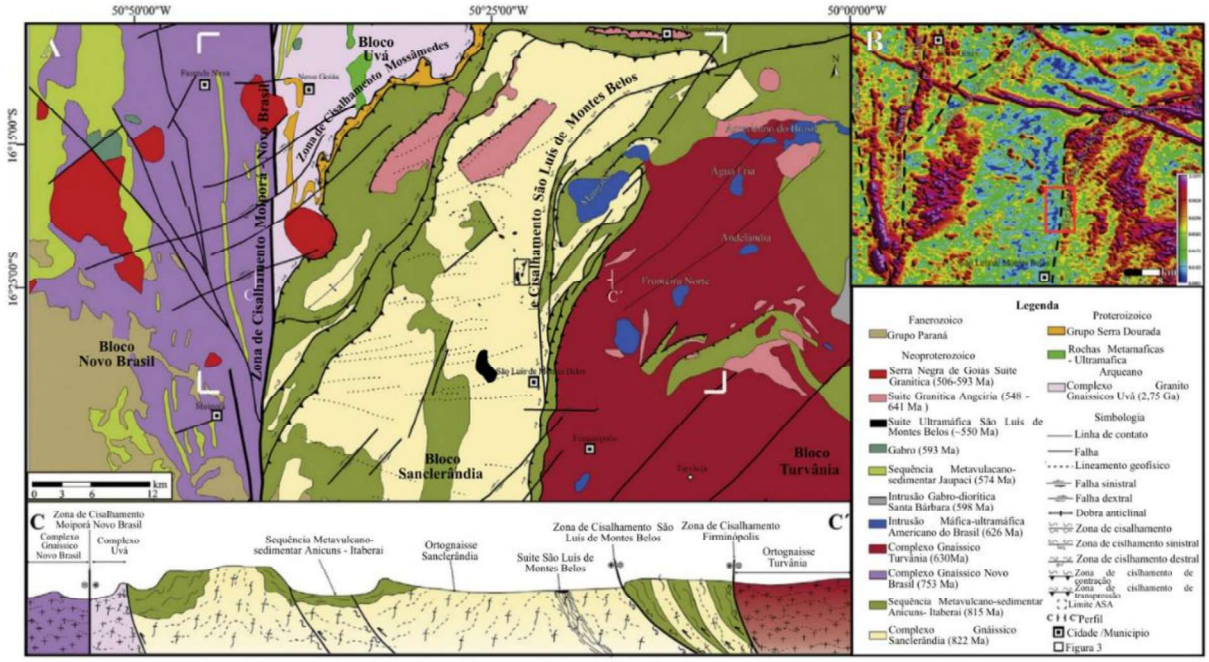


Figura 4.2: A) Mapa geológico do contexto regional da área de estudo, incluindo as principais unidades de ortognaisses e sequências metavulcano-sedimentares (modificado de Lacerda et al., 2000 e Araújo, 2012), destacado em vermelho observa-se o contato do Ortognaisse Turvânia com o Ortognaisse Sanclerlândia. B) Imagem da amplitude do sinal analítico (nT/m) da área destacada. C) Seção geológica esquemática correspondente a C-C' destacado no mapa. (Extraído e modificado de Macedo et al., 2018).

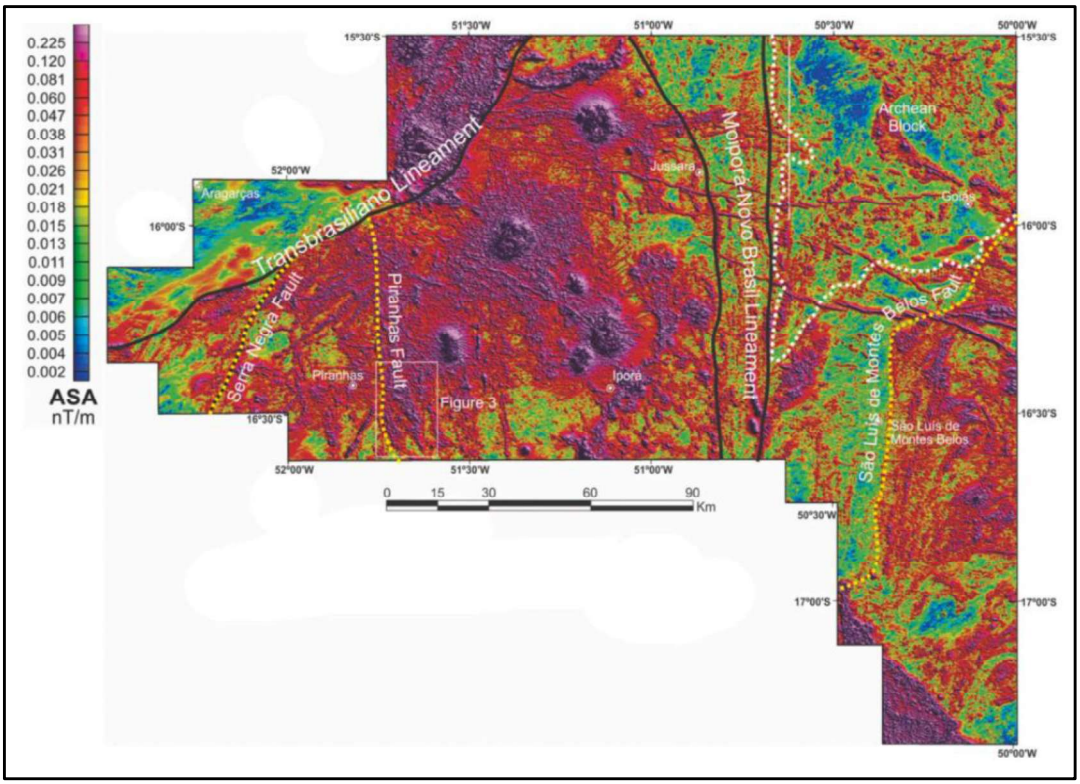


Figura 4.3: Mapa de amplitude de sinal analítico, em que se tem a leste evidenciado pela linha pontilhada amarela (São Luís de Montes Belos Fault) o contato entre o Ortognaisse Sanclerlândia e o Ortognaisse Turvânia, em que este apresenta alta anomalia magnética. Extraído de Macedo et. al, 2018.

4.1. Ortognaisses Tonianos

A área de estudo é dominada por diversos corpos ortognaissicos neoproterozoicos que compõem o embasamento regional e registram diferentes episódios magmáticos e deformacionais associados ao Arco Magmático de Goiás. As principais unidades mapeadas incluem a Ortognaisse Aurilândia (NP1γoa), Ortognaisse Sanclerlândia (NP1γos).

Em conjunto, essas unidades descrevem a diversidade composicional e estrutural do embasamento neoproterozoico da região do Projeto Aurilândia e constituem o alicerce geológico para a evolução tectônica local. Além disso, encontram-se corpos anfibolíticos encaixados nestes ortognaisses, nesse sentido, estes corpos anfibolíticos são descritos como xenólitos de crosta oceânica, semelhantes ao modelo proposto por Ferreira (2025), na região do Arco Magmático Mara Rosa. Sendo assim, infere-se que esses corpos são mais antigos que os Ortognaisses Aurilândia e Sanclerlândia.

4.1.1. Ortognaisse Aurilândia (NP1γoa)

O Ortognaisse Aurilândia (862 ± 2 Ma, Melo *et al*., 2025) ocupa aproximadamente 8,5% da área total, aflora predominantemente na porção sudoeste da área de estudo, abrangendo as subáreas III, IV, V, VI e VII e está limitada a leste pela Zona de Cisalhamento Serra da Bandeira e a oeste pela Zona de Cisalhamento São Luís dos Montes Belos. Em campo, os afloramentos mostram direções estruturais preferenciais entre N–S e NW–SE, com mergulho médio (30°–50°). As rochas são comumente observadas em blocos basculados, lajedos e baixos topográficos próximos a drenagens, sendo recobertas por vegetação de cerrado mais densa, em contraste com os campos de pastagem adjacentes.

Este ortognaisse apresenta variações tonalíticas, e as rochas associadas afloram como corpos lenticulares ou circulares de anfibolito, indicando coexistência magmática e tectônica durante a evolução do terreno. Petrográfica e estruturalmente, o ortognaisse tonalítico constitui o litotipo predominante, subdividido em duas fácies distintas, definidas principalmente pelo conteúdo modal de biotita e hornblenda.

As rochas exibem granulação média a grossa e coloração cinza-clara a cinza-escura, sendo compostas essencialmente por plagioclásio, quartzo, biotita e, subordinadamente, hornblenda e muscovita. Os litotipos presentes são: hornblenda-biotita tonalito, biotita tonalito, biotita-granada tonalito e muscovita-hornblenda-biotita tonalito.

4.1.2. Ortognaisse Sanclerlândia (NP1γos)

A Subunidade Ortognaisse Sanclerlândia (822 ± 7 Ma; Araújo, 2012) representa a principal unidade litoestratigráfica reconhecida no Projeto Aurilândia, ocupando cerca de 484 km² ao longo da área de estudo, o que corresponde a aproximadamente 46% do território. Apesar de sua expressiva extensão, a subunidade apresenta variação significativa quanto à exposição em superfície. Por toda extensão da área mapeada, os afloramentos são relativamente abundantes, ocorrendo sob a forma de blocos in situ, blocos rolados, lajedos, cortes de estrada, valas e paredões. Já nas Áreas IV e V, a ocorrência é mais restrita, devido ao intenso recobrimento por coberturas lateríticas e à presença de extensas áreas de uso agropecuário, sendo observados apenas raros afloramentos in situ e blocos rolados, geralmente associados à vegetação nativa do tipo cerrado.

Esta unidade trata-se de gnaisses de composição essencialmente tonalítica, com granulação variando de fina a grossa, apresentando bandas discretas em tons de cinza e branco, cuja orientação é conferida pelas micas (biotita e muscovita). A assembleia mineral típica é formada por plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita e epidoto. Logo, encontram-se hornblenda-biotita tonalitos, biotita-granada tonalitos, muscovita-hornblenda-biotita tonalitos, com variações pontuais quanto a modal destas rochas.

No contato entre a Unidade Ortognaisse Sanclerlândia e a Sequência Serra da Bandeira, observa-se variações mineralógicas decorrentes da interação das rochas com fluidos através de zonas de cisalhamentos ou empurrões.

4.1.3. Anfibolitos (NP1an)

Os anfibolitos ocorrem de maneira heterogênea na área do Projeto Aurilândia. Distribuem-se em todas as áreas, ocupando cerca de 21 km², o que corresponde a aproximadamente 2% da área total. As rochas dessa unidade dispõem-se sob a forma de corpos intrusivos alongados com sentido N–S. A exposição superficial ocorre em afloramentos in-situ, blocos basculados e, pontualmente, ao longo de pequenas drenagens. Destacam-se ainda pequenos morrotes recobertos por vegetação do tipo cerradão, que contrasta com os pastos que dominam o entorno. São encontrados encaixados nos Ortognaisses Aurilândia e Sanclerlândia e na Sequência Serra da Bandeira, frequentemente cortados por veios de quartzo, diques leucocráticos e pegmatitos compostos por quartzo, feldspato potássico, muscovita e biotita, com turmalina preta (schorlita) em ocorrência acessória.

Apresentam índices de cor melanocráticos a mesocráticos, resultantes da variação da razão plagioclásio/minerais máficos (anfibólio e biotita). As variedades petrográficas identificadas incluem epidoto-anfibolito com apatita e anfibolito com epidoto. Como minerais acessórios, ocorrem apatita, titanita e zircão.

4.2. Sequência Serra da Bandeira (Tectonitos metamórficos)

A Sequência Serra da Bandeira reúne um conjunto de litotipos descritos em diferentes áreas mapeadas. Esses litotipos são classificados como tectonitos metamorfizados, resultantes da transformação de protólitos tonalíticos inseridos em zonas de alta deformação (Selverstone *et al*., 1991; Sassier et. al, 2006).

A Sequência Serra da Bandeira é composta por três fácies principais: (1) Unidade gnáissica, amplamente distribuídos nas porções centro-leste e oeste, onde incluem rochas quartzo-feldspáticas e micáceas com granada; (2) Unidade Xistos, que ocorrem de forma contínua ao longo das serras de São Luís de Montes Belos e da Bandeira, com variações composicionais controladas pela proximidade das zonas de cisalhamento; (3) Unidade Aluminosa, presentes sobretudo nas cristas mais elevadas da Serra de São Luís de Montes Belos e como uma lente subordinada na porção centro-norte e da Área V, além de uma subunidade em que se tem xistos com cianita e cloritóide, restritos à Área I e encaixados tectonicamente entre falhas de empurrão de baixo ângulo;

4.2.1. Unidade Gnáissica (NP1g)

A Unidade Gnáissica representa uma das principais unidades litoestratigráficas reconhecidas na área de estudo, ocorrendo tanto na porção centro-leste quanto no extremo oeste, no sopé da Serra da Bandeira, representando 13,6% da área de estudos e abrangendo as Áreas I, II, III, IV, V, VI e VII. As unidades adjacentes incluem o Ortognaisse Sanclerlândia,Granito Planura Verde, Unidade Xisto e anfibolito.

Na porção central, esta unidade encontra-se limitada a oeste e a leste pela Zona de Cisalhamento Serra da Bandeira, a qual, a leste das Áreas IV e V, transiciona para uma região recoberta por extensas coberturas lateríticas. Já no extremo oeste, as ocorrências são delimitadas por esta mesma zona de cisalhamento, a qual marca estruturalmente os flancos da Serra da Bandeira.

Estruturalmente, a unidade define um trend N-S bem estabelecido, reconhecido em ambas as porções da área mapeada. Os afloramentos ocorrem sob a forma de blocos in situ,

blocos rolados e lajedos, com coloração cinza a acinzentada, granulação fina a média e foliação ou bandamento bem definidos. As rochas são compostas por quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita e granada, podendo conter microclínio e cianita subordinado, como observado nos pontos TF25-A5-P95 e TF25-A1-P158, respectivamente. Apresentam variações milimétricas a centimétricas na granulação dos cristais de granada e cristais de quartzo com formas sigmoidais de dimensões centimétricas a decimétricas. Quando preservadas in situ, as foliações apresentam direção N-S a NW-SE, com mergulho baixo a médio (~10° a 25°).

Esta unidade constitui-se de maneira heterogênea. Os litotipos descritos incluem granada-biotita-gnaisse, biotita-muscovita-gnaisse, granada-biotita-muscovita-gnaisse. Pode apresentar parcialmente migmatizado e com presença de veios de quartzo concordantes com a foliação, granada xisto, muscovita-quartzo xisto e granada-biotita xisto encontrados sob a forma de blocos in situ, blocos rolados e lajedos.

Além disso, tem-se uma subunidade composta por hornblenda-biotita-granada gnaisse, que aflora no sudoeste do Projeto Aurilândia, a qual ocorre nas áreas VI e VII, compondo uma unidade de ocorrência restrita, porém bem exposta ao longo dos setores onde o embasamento aflora de forma contínua. Os afloramentos ocorrem tanto como blocos in situ, blocos rolados e lajedos, quanto em cortes de estrada e pequenas elevações, caracterizando uma distribuição relativamente concentrada nessa porção da área de estudo.

Litologicamente, trata-se de um gnaisse composto essencialmente por quartzo, plagioclásio, hornblenda, biotita e granada. Os porfiroblastos de granada ocorrem como núcleos com inclusões de foliação relicta, cuja orientação diverge da foliação da matriz, além de apresentarem inclusões de minerais opacos. O epidoto ocorre tanto como inclusões prismáticas na biotita quanto como cristais que a seccionam transversalmente, sugerindo múltiplos estágios de cristalização para esse mineral, destaca-se ainda a ocorrência de clorita advinda da alteração da biotita.

4.2.2. Unidade Xistos (NP1x)

A unidade xisto ocorre de maneira contínua ao longo das serras de São Luís de Montes Belos (leste) e da Bandeira (oeste), representando 9,3% da área do projeto. Seus afloramentos são intensamente intemperizados, exibem coloração avermelhada e contêm porfiroblastos de granada de granulação variada. Esta fácies é limitada na porção sudoeste (extremo oeste da área V) por um corpo granítico intrusivo e, a leste (áreas VIII e IX), pela Zona de Cisalhamento Montes Belos, sustentando os altos topográficos de ambas as serras mais expressivas da área

do projeto. Seus afloramentos exibem mergulhos de ~10° a 25°, concordantes com a estruturação dobrada regional.

A mineralogia é dominada por quartzo, granada, muscovita e, pontualmente, biotita, com variações proporcionais ao longo das serras. De maneira geral predominam os litotipos muscovita xisto, granada-muscovita-xisto, quartzito, muscovita quartzito, muscovita-quartzo-xisto, granada-muscovita-quartzo-xisto, biotita-granada-muscovita-xisto e granada-muscovita-biotita-xisto. Já próximo às zonas de cisalhamento, como na Área III, predominam xistos ricos em muscovita, além de intercalações de quartzitos micáceos e biotita–granada–muscovita xistos.

Na Serra de São Luís, entre 550 e 750 m de altitude, observa-se a alternância entre quartzitos micáceos, muscovita–quartzo xistos com biotita e granada xistos na base da serra, enquanto litotipos mais aluminosos, como os xistos com cianita, tornam-se mais frequentes em maiores altitudes. Na Serra da Bandeira dominam granada–quartzo–muscovita xistos, localmente milonitizados, com veios de quartzo que controlam o relevo e ocorrem como boudins próximos às zonas de cisalhamento.

4.2.3. Unidade Aluminosa (NP1a)

A subunidade representa 0,7% da área de estudo. Ocorre principalmente ao longo das cristas da Serra de São Luís de Montes Belos, abrangendo as Áreas VIII e IX. Os litotipos observados em campo são dominados por sericita-muscovita xisto com biotita e cianita, além de cianita-quartzo xisto. O litotipo mais fresco corresponde a este último, encontrado no topo da serra, onde exibe evidências de intensa deformação. Sua mineralogia é composta essencialmente por quartzo e cianita, cujos cristais apresentam forte orientação e alongamento, configurando textura nematoblástica. O domínio quartzoso inclui cristais sigmoidais de granulação média e cristais finos a muito finos, indicando recristalização significativa nos xistos com cianita dessa porção elevada da serra.

Na Área V, esta fácies ocorre de forma pontual, configurando uma lente encaixada na unidade Xistos, situada na porção centro-norte da área e em contato direto com a Área IV. Do ponto de vista morfológico e geofísico, não se observam distinções claras entre esta fácies e sua encaixante, embora a assembleia mineralógica mais aluminosa, marcada pela presença de cianita, permita diferenciá-la.

As rochas desta subunidade afloram predominantemente na forma de blocos basculados, evidenciando variações granulométricas dentro de uma mesma litologia. São

litotipos foliados a bandados, de coloração cinza e granulação média a grossa, compostos por quartzo, muscovita, biotita, plagioclásio, granada e cianita. Destacam-se feições sigmoidais na fração micácea envolvendo porfiroclastos centimétricos de granada, indicando deformação progressiva e reorganização mineral.

Nota-se o indício de uma subunidade de xistos com cloritóide que ocorre exclusivamente na Área I, está confinada entre duas falhas de empurrão de baixo ângulo que a colocam em contato tectônico com o Ortognaisse Sanclerlândia. É representada pelo litotipo cloritóide-clorita-cianita xisto, cuja distribuição é restrita e descontínua.

Os afloramentos manifestam-se em blocos de até 1 metro, geralmente isolados e parcialmente intemperizados, localizados nas bordas de áreas de maior altitude e associados a vegetação densa. A rocha apresenta coloração cinza clara, granulação média e forte grau de deformação, é composta predominantemente por cristais maiores, orientados por uma foliação crenulada, de cianita e clorita imersos em uma matriz de cristais finos de mica branca com quartzo e feldspato.

A presença conjunta de cianita e cloritóide indica condições de alta pressão e temperatura moderada a alta (Selverstone *et al*, 1991), coerentes com o regime compressivo registrado pelas foliações crenuladas e pela estruturação tectônica em zonas de empurrão.

4.3. Granito Planura Verde (NP2γpv)

A unidade aflora de forma expressiva na porção central da Área de estudo, correspondendo a cerca de 3,6% da área total, com disposição preferencial N–S, limitada por zonas de cisalhamento regionais. Em superfície, essas rochas se destacam por morros alongados de direção NNW–SSE. Em campo, são observados tanto afloramentos in situ quanto blocos rolados, representando variações composicionais entre monzogranitos e granodioritos, sem que haja uma diferenciação mapeável entre essas fácies.

A unidade é composta predominantemente por rochas de composição monzogranítica a granodiorítica, que afloram sob distintas fácies texturais, variando de isotrópicas a foliadas e bandadas, de aspecto gnáissico. Macroscopicamente, essas rochas exibem coloração cinza-clara a cinza-escura, localmente com tonalidades bege, e granulação média a grossa, por vezes heterogêneas. Sendo assim, tem-se as seguintes rochas compondo esta unidade: hornblenda-biotita metagranodiorito, biotita metagranodiorito, biotita metagranodiorito, hornblenda-biotita metamonzogranito, biotita metamonzogranito.

A variação composicional é marcada pela alternância entre domínios leucocráticos, ricos em quartzo, plagioclásio e microclínio, e níveis melanocráticos compostos essencialmente por biotita e hornblenda, conferindo à rocha um bandamento composicional bem definido, responsável pela foliação observada em campo. Em alguns afloramentos, ocorrem porções de granulação grossa enriquecidas em feldspato potássico e quartzo, com feições pegmatíticas e cristais centimétricos de hornblenda, biotita e plagioclásio, que se dispõem de maneira irregular, por vezes cortando a foliação principal.

4.4. Ortognaisse Turvânia (NP2γot)

Esta unidade distribui-se nas Áreas VIII e IX, ocupando cerca de 123,5 km², o que corresponde a aproximadamente 11,65% da área total do projeto. O conjunto de ortognaisses situado a leste da Zona de Cisalhamento São Luís de Montes Belos é composto por hornblenda gnaisses e biotita gnaisses de composição diorítica a tonalítica, com idade de 630 ± 5 Ma (Laux et. al, 2005). Seus protólitos são ígneos metaluminosos a peraluminosos, com afinidade cálcica a cálcio-alcalina, semelhantes ao Ortognaisse Sanclerlândia. A exposição ocorre em lajedos decamétricos e blocos rolados, principalmente em áreas de pasto e cultivo, com melhor desenvolvimento ao longo de drenagens N–S.

Litologicamente, predominam biotita ortognaisses e biotita–hornblenda ortognaisses mesocráticos a leucocráticos, localmente com granada e porfiroblastos centimétricos de feldspato. As rochas exibem foliação bem desenvolvida, granulação fina a grossa e bandamento descontínuo marcado por lentes e boudins quartzosos paralelos à foliação. A granada ocorre preferencialmente em faixas N–S próximas às zonas de cisalhamento e à Serra de São Luís de Montes Belos, sugerindo influência de deformação e possível circulação de fluidos.

4.5. Granito Queixada (NP3γqd)

A unidade distribui-se de maneira heterogênea ao longo da área de estudo, ocorrendo como corpos intrusivos de dimensões variadas encaixados na Sequência Serra da Bandeira e na Unidade Ortognaisse Sanclerlândia, representando aproximadamente 3% da área total. Os corpos mais volumosos concentram-se no núcleo da dobra da Serra da Bandeira, abrangendo a região central, no extremo oeste, entre as áreas V e VI, com continuidade para o setor noroeste da área mapeada, abrangendo a área I. Um segundo conjunto, de menor expressão, ocorre na porção centro-sul, entre as áreas VI e VII.

As rochas desta unidade afloram preferencialmente em drenagens, lajedos e blocos basculados, apresentando coloração cinza-rosada, granulação grossa a muito grossa e foliação variando de difusa a bem marcada, com evidente estiramento da assembleia máfica. A mineralogia essencial é composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e biotita, ocorrendo localmente anfibólio e/ou muscovita, além de variações na proporção da fração quartzo-feldspática. Essas características sustentam a classificação predominante dessas rochas como monzogranitos a sienogranitos.

Em observação macroscópica, as rochas apresentam foliação bem definida pela orientação preferencial de muscovita e biotita, são fracamente magnéticas e exibem raros cristais milimétricos de magnetita. Identificam-se pequenos domínios enriquecidos em quartzo e plagioclásio, com granulação milimétrica. O magnetita-biotita-plagioclásio milonito não apresenta paragênese que indique diretamente um protólito ígneo; contudo, sua associação espacial com magnetita-biotita gnaisse monzogranítico e magnetita-biotita-muscovita protomilonito, especialmente em áreas com zonas de cisalhamento, sugere que correspondem a monzogranitos milonitizados, cuja evolução textural resultou de intensa deformação associada à percolação de fluidos. A ausência de feldspato potássico impede sua classificação direta como monzogranitos, mas é compatível com a alta suscetibilidade desse mineral à desestabilização hidrotermal e metamórfica, geralmente resultando em formação de muscovita. Por essa razão, optou-se por classificá-los de forma interpretativa como milonitos.

São frequentes porções pegmatíticas associadas aos corpos graníticos, caracterizadas por domínio quartzo-feldspático enriquecido em microclínio, com granulação centimétrica a decimétrica e cristais de muscovita de mesma dimensão. Também ocorrem veios aplíticos, compostos por quartzo e feldspatos, interpretados como fases tardias relacionadas ao mesmo sistema magmático. Nas bordas dos corpos centrais observam-se rochas cinza, foliadas a bandadas, compostas por quartzo, plagioclásio, biotita, anfibólio, granada e epidoto, sendo estes minerais finais geralmente cristalizados em veios discordantes. Nos corpos menores da porção oeste ocorrem, além dos pegmatitos, rochas isotrópicas de coloração cinza-azulada compostas por quartzo, muscovita, cianita e turmalina, interpretadas como rochas de alteração hidrotermal.

4.6. Granito Santa Luzia (NPγsl)

A ocorrência do Granito Santa Luzia corresponde a aproximadamente 1% da área mapeada, estando restrita à Área IX, onde se encontra encaixado no Ortognaisse Turvânia. Seus afloramentos se apresentam como blocos métricos expostos em áreas abertas, e sua mineralogia

essencial inclui quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e muscovita, permitindo classificá-lo como um sienogranito. A unidade exibe foliação milimétrica e penetrativa com direção preferencial E–W e mergulho entre 40° e 60°. Trata-se de um granito de origem anatética, formado por fusão parcial associada à deformação, resultando na geração de um neossoma granítico, que inicialmente ocorre como septo concordante com a rocha encaixante e evolui para corpos graníticos de pequeno a médio volume.

4.7. Suíte São Luís de Montes Belos (NP3δsl)

Os corpos ultramáficos do Projeto Aurilândia distribuem-se principalmente nas Áreas I, II, VI, VII, VIII e IX, ocupando cerca de 4 km², o que corresponde a aproximadamente 0,4% da área total do projeto. Embora representem volumes restritos, essas ocorrências possuem grande relevância geológica dentro do contexto regional, por registrarem importantes processos magmáticos e metamórficos associados à evolução do Arco Magmático Goiás.

Ao norte e em porções a sul da área afloram metapiroxenitos, que ocorrem como corpos alongados e foliados. Em geral, apresentam foliação bem desenvolvida, especialmente nas bordas dos corpos, enquanto as porções centrais são mais maciças e de granulação ligeiramente mais grossa. As variações texturais e estruturais observadas refletem diferentes intensidades de deformação, possivelmente associadas a zonas de cisalhamento de direção N–S. Também ocorrem pequenas lentes de rochas metaultramáficas alinhadas à estruturação regional NE–SW, sob a forma de blocos in situ e blocos rolados. Também na porção norte da área do Projeto, aflora uma lente de biotitito composta essencialmente por biotita, clinopiroxênio, epidoto, tremolita, com titanita, quartzo, plagioclásio e microclínio subordinados. Embora não apresente orientação preferencial, a rocha exibe evidências de deformação intensa, possivelmente associada a uma zona de cisalhamento próxima. Outro corpo metaultramáfico, localizado a leste, foi classificado como um actinolitito com magnetita, caracterizado por granulação fina a média e ausência de foliação visível.

Ao sul da área destaca-se um corpo de hornblenda ortopiroxenito exposto na porção leste, onde aflora sob a forma de um bloco maciço de dimensões métricas, interpretado como uma intrusão ultramáfica. A rocha apresenta coloração melanocrática, textura maciça a porfirítica e granulação fina a média.

A assembleia mineral, as texturas metamórficas e as feições de alteração observadas sugerem que esses corpos estão geneticamente relacionados à Suíte São Luís de Montes Belos

(SSLMB), composta por peridotitos e piroxenitos tectonicamente encaixados nos Ortognaisses Sanclerlândia e Ortognaisses Turvânia.

4.8. Bacia do Paraná

4.8.1. Formação Aquidauana (C2P1a)

No extremo sudoeste da área do Projeto Aurilândia, inserido no contexto da Subárea VII, ocupando cerca de 0,4% da área total do projeto, ocorrem unidades sedimentares da Formação Aquidauana, representadas por conglomerados polimíticos e arenitos de granulação média, que estabelecem contato tectônico por empurrão com a Sequência Serra da Bandeira. Associam-se a esses litotipos brechas de textura amigdaloide, interpretadas como produtos de deformação associada ao soerguimento cenozoico da Bacia do Paraná. Completa a assembleia sedimentar a ocorrência de depósitos coluviais, em setores rebaixados do relevo.

CAPÍTULO V

LITOESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA DA ÁREA II

5. LITOESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA DA ÁREA II

Este capítulo apresenta a caracterização litoestratigráfica e petrográfica das unidades geológicas mapeadas na Área II do Projeto Aurilândia. Essa caracterização baseia-se nas observações de campo e nas análises petrográficas das amostras coletadas, integradas aos produtos de sensoriamento remoto e aos dados geofísicos. Foram empregados produtos gamaespectrométricos em composições RGB, além de atributos magnetométricos, como os filtros TILT e Primeira Derivada Vertical, que auxiliaram na distinção de litotipos, no realce de contrastes estruturais e na delimitação mais precisa das unidades em setores de baixa exposição aflorante.

A integração dessas informações permitiu a elaboração do mapa geológico da Área II na escala 1:50.000. A Figura 5.1 apresenta uma versão simplificada desse produto cartográfico, destacando as unidades de mapeamento inseridas no recorte espacial correspondente à área de estudo.

As análises petrográficas contemplaram 16 seções delgadas produzidas a partir de amostras representativas das principais litologias da área. Essas análises detalham a assembleia mineralógica, as texturas e as microestruturas, fornecendo elementos essenciais para a correlação entre os dados de campo, os padrões observados em sensoriamento remoto e os sinais geofísicos. As fichas petrográficas estão reunidas no Apêndice VI, enquanto o mapa geológico completo da Área II encontra-se disponível no Apêndice V e o mapa de disposição das lâminas da Área II no Apêndice II juntamente com o mapa de pontos.

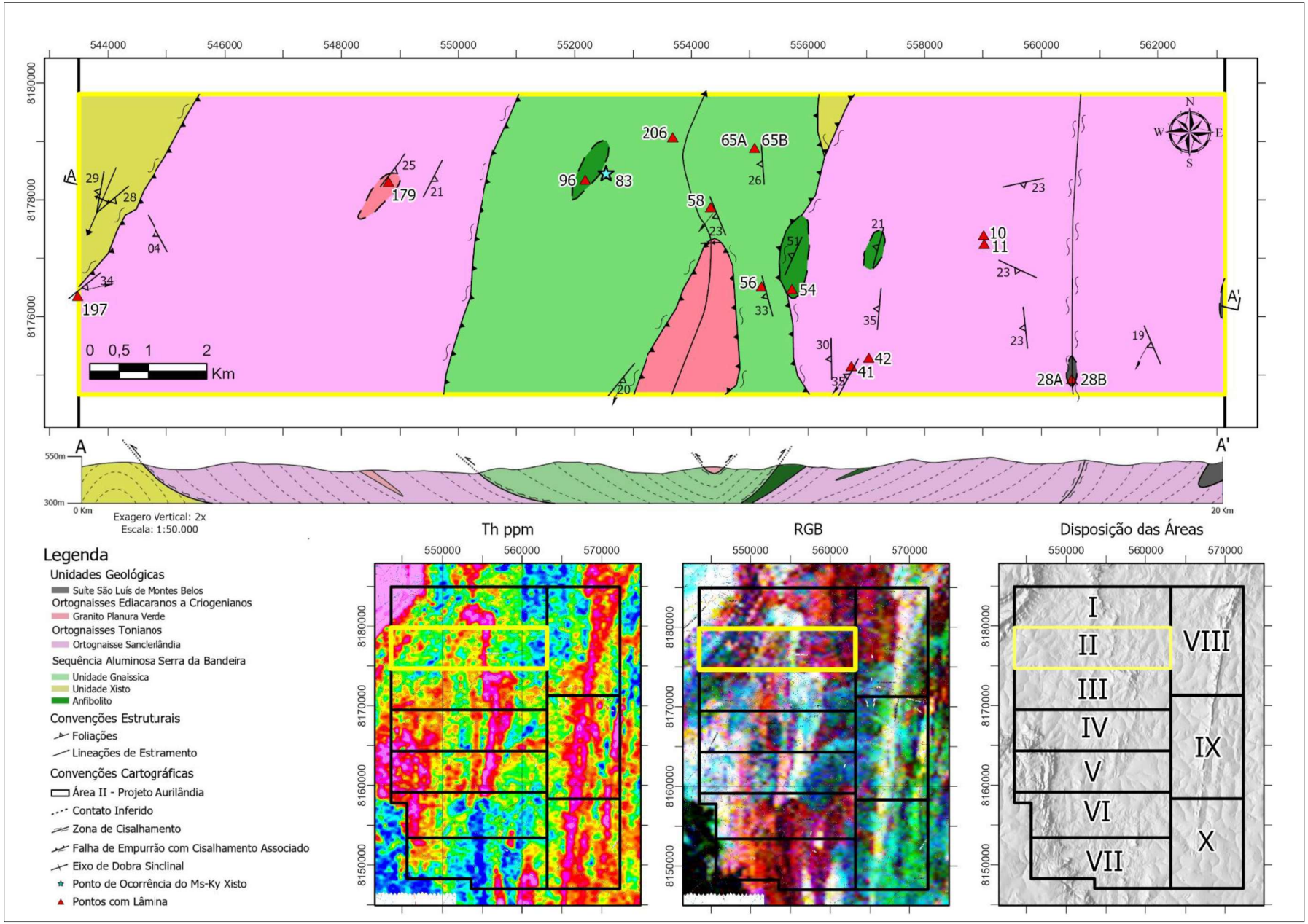


Figura 5.1: Mapa geológico simplificado da Área II do Projeto Aurilândia, em escala 1:50000.

As unidades descritas na Área II incluem: Ortognaisse Sanclerlândia; Anfibolitos; as Unidades Gnáissica e Xisto, pertencentes aos tectonitos da Sequência Serra de Bandeira; O Granito Planura Verde e a Suíte São Luís de Montes Belos. Os subcapítulos seguintes descrevem cada unidade de forma detalhada, onde são integradas informações petrográficas, estruturais, geofísicas e de sensoriamento remoto para compor um modelo geológico robusto e coerente para a Área II.

5.1.1. Ortognaisse Sanclerlândia (NP1γos)

Os Ortognaisses Sanclerlândia consistem na principal unidade litoestratigráfica do Projeto Aurilândia, ocupando pouco menos de 68 km² da Área II, o que representa 67% do território. Produtos aerogamaespectrométricos geram uma resposta alta em potássio na porção leste da área, e resposta alta de equivalentes de Tório (eTh) na porção oeste. Em afloramento, esta unidade ocorre predominantemente sob a forma de blocos in situ, blocos rolados, exposições em cortes de estrada, valas, paredões e em lajedos (Figura 5.2). Essas ocorrências estão geralmente associadas a latossolos amarelos e avermelhados, além de argissolos amarelos, refletindo condições intensas de alteração superficial. Do ponto de vista geomorfológico, os afloramentos distribuem-se em setores topograficamente variados, porém com maior predominância em áreas baixas e suavemente aplainadas, onde as condições de exposição favorecem a preservação parcial das feições primárias das rochas.



Figura 5.2: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas da unidade Ortognaisses Sanclerlândia: (A) Afloramento de blocos in situ e paredões no ponto TF25_A2_P41; (B) Afloramento in situ na beira do Rio da Fartura, no ponto TF25_A2_P88; (C) Afloramento in situ e de blocos rolados no ponto TF25_A2_P41; (D) Afloramento em Corte de estrada no ponto TF25_A2_P197.

A principal rocha que compõe esta unidade consiste em hornblenda-biotita-gnaisses de composição tonalítica, que apresenta granulação média a grossa com bandas discretas com cores que alternam entre cinza e branco (Figura 5.3).

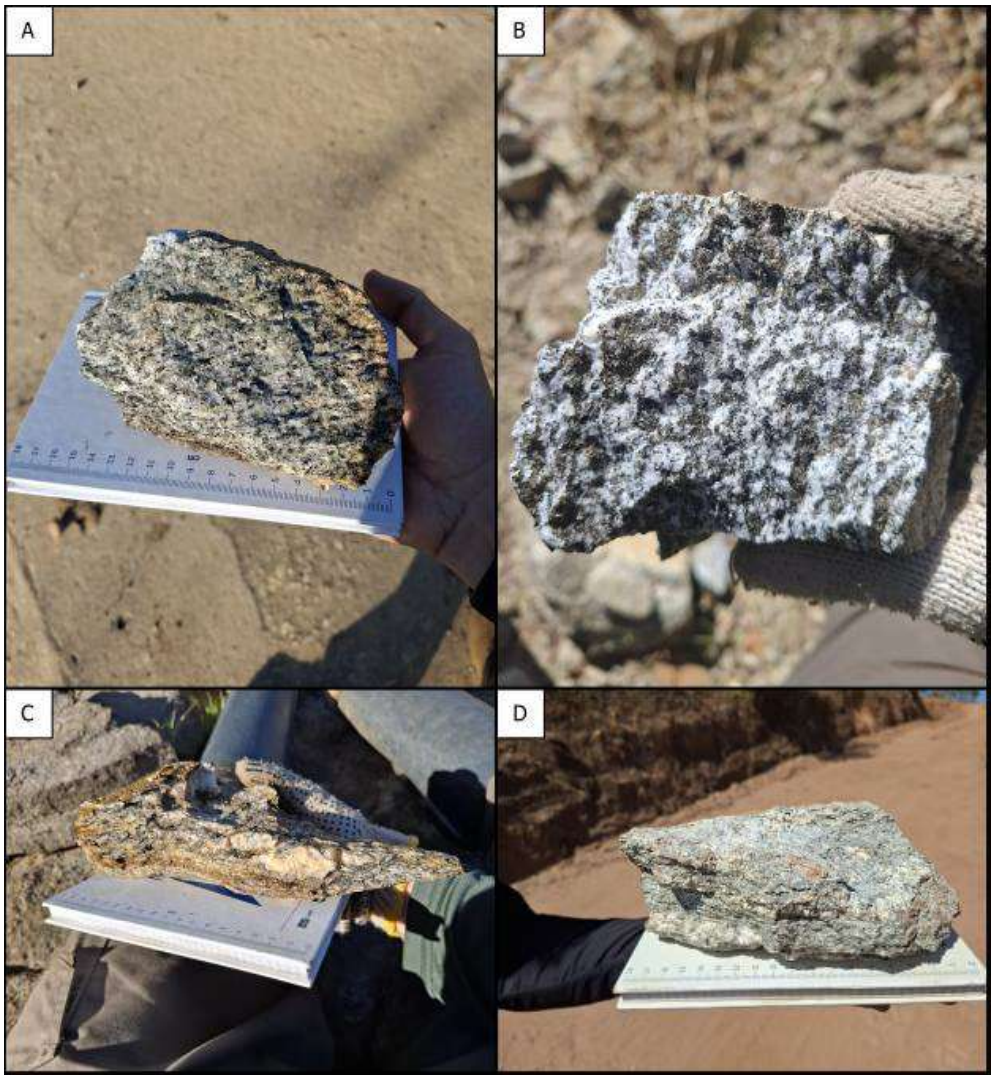


Figura 5.3: Amostras de campo ilustrando a variação petrográfica dos Ortognaisses: (A) Tonalito deformado apresentando leve orientação e elevada concentração de micas escuras (ponto TF25_A2_P17); (B) Tonalito deformado, sem orientação definida, exibindo dois domínios texturais contrastantes — um micáceo e outro quartzo-feldspático (ponto TF25_A2_P24); (C) Tonalito deformado com abundantes agregados de quartzo, caracterizados por formas sigmoidais indicativas de deformação dúctil (ponto TF25_A2_P141); (D) Tonalito intensamente deformado, com mineralogia de grão fino, sugerindo forte recristalização sob condições de alta deformação (ponto TF25_A2_P197).

Em lâmina, as rochas dessa unidade descritas na área, são compostos essencialmente por plagioclásio (30%), quartzo (15%), biotita (25%) e muscovita (25%), além de outros minerais acessórios ou secundários que compõem cerca de 5% dessas rochas. São rochas inequigranulares, com textura lepidogranoblástica conferida pela alternância entre as micas e cristais de quartzo e plagioclásio. Em relação aos minerais que compõem o domínio lepidoblástico é possível descrever as duas micas: a biotita, mineral primário, tem tamanhos que variam de 0,2 a 3 mm quando bem preservadas; e a muscovita, sobretudo aquela que não está próxima a zonas de cisalhamento ou empurrão, apresenta lamelas de tamanho médio e pleocroísmo, o que indica que ela tem origem ígnea.(Figura 5.4F). A porção granoblástica da

rocha é definida pela presença de plagioclásio e quartzo que apresentam contatos irregulares entre si. O quartzo, que aparece em menor proporção, apresenta extinção ondulante, característica marcante do metamorfismo da rocha. Além disso, o plagioclásio raramente preserva suas maclas, que também é um indício forte de recristalização da rocha.

Contudo, esta rocha não é homogênea em todo o contexto da Área II. No contato do empurrão da Unidade Ortognaisse Sanclerlândia sobre a Unidade Xisto da Sequência Serra da Bandeira, há variação mineralógica e textural desses tonalitos. A diferença consiste na presença de granada e no aumento do tamanho dos cristais de muscovita. Essas variações podem ser observadas na rocha localizada no ponto TF25_A2_P197. Em lâmina, a muscovita (15%) não apresenta pleocroísmo e aparece em tamanhos bem maiores que a biotita (5%). A granada (4%) apresenta bordas consumidas e fraturas preenchidas por óxido de ferro, além disso ocorre em equilíbrio com a muscovita (Figura 5.4E)

Essa diferença entre as rochas associadas a este contexto de contato entre unidades em relação às demais rochas da Unidade Sanclerlândia na Área II sugere que a granada e a muscovita são minerais secundários fruto de alteração hidrotermal associada a zonas de cisalhamento. As feições observadas na granada e as relações de contato com a muscovita, indicam origem pré a sin-tectônica, ocorre de forma pontual, com presença de óxidos em suas fraturas, enquanto a muscovita apresenta crescimento associado à circulação de fluidos durante a deformação. Esses fluidos, provavelmente canalizados pelas zonas de cisalhamento, favoreceram a remobilização ou a introdução de alumínio no sistema, desencadeando reações que consumiram biotita e plagioclásio e promoveram o desenvolvimento adicional de muscovita. O enriquecimento em alumínio confere caráter metassomático aluminoso às rochas. A granulação mais grossa da muscovita sugere a recristalização em condições hidratadas, compatível com a atuação desses fluidos durante o metamorfismo regional.

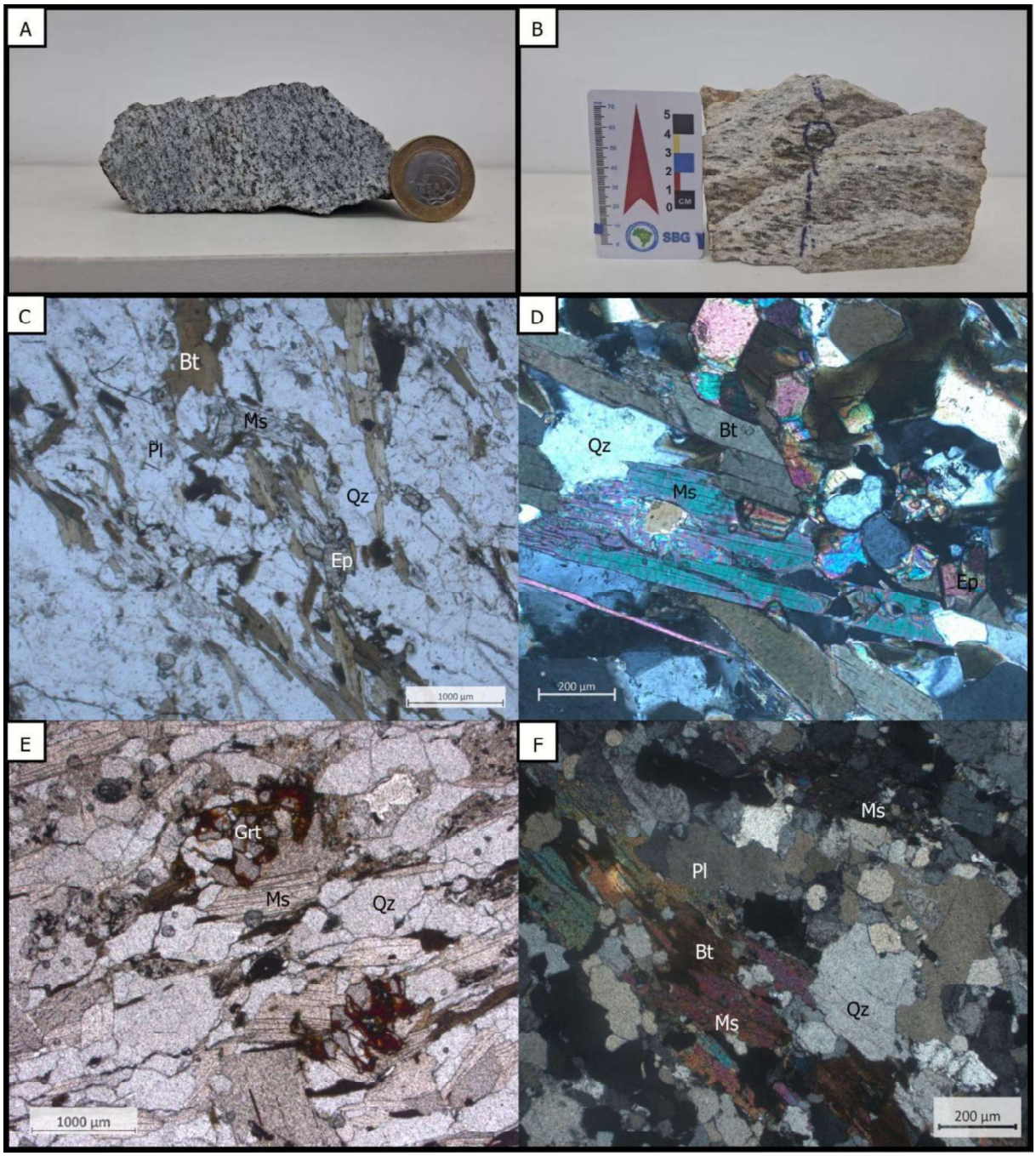


Figura 5.4: (A) Amostra de mão TF25_A2_P11, representando um tonalito típico, levemente deformado e com orientação incipiente; (B) Amostra de mão TF25_A2_P42, caracterizando um tonalito mais intensamente deformado e orientado, indicando maiores condições de deformação; (C) Arranjo mineral em trama fracamente orientada na amostra TF25_A2_P11, com quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) envolvendo os cristais micáceos; (D) Muscovita (Ms) intercrescida com quartzo na amostra TF25_A2_P11; (E) Granada (Grt) apresentando bordas alteradas e parcial liberação de ferro na rocha TF25_A2_P197; (F) Domínios intercalados de biotita (Bt) e muscovita crescendo de forma concomitante na amostra TF25_A2_P42.

5.1.2. Anfibolitos (NP1an)

No contexto geológico da Área II esta unidade ocupa cerca de 1 km², totalizando 1% da área. Está em contato com a Unidade Gnáissica da Sequência Serra da Bandeira e com a Unidade Ortognaisse Sanclerlândia sob a forma de pequenos corpos lenticulares. Em afloramento, manifesta-se predominantemente sob a forma de blocos e matacões (Figura 5.5), e, de maneira subordinada, em lascas, geralmente associados a argissolos vermelhos.

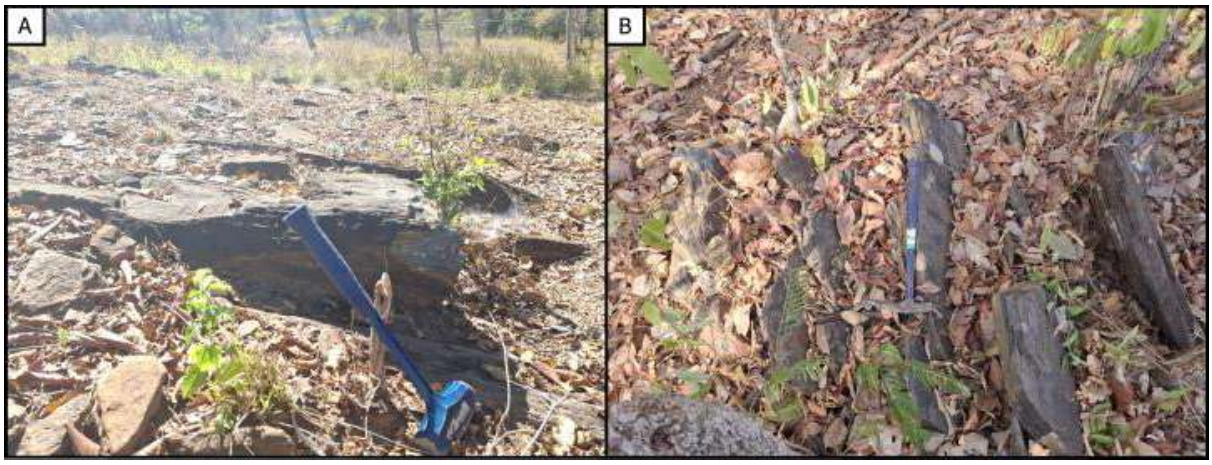


Figura 5.5: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas da Suíte São Luís de Montes Belos: (A) Blocos in situ e blocos rolados; (B) Blocos em lascas in situ.

Os anfibolitos são rochas foliadas, com índice de cor melanocrático e granulação grossa a fina. Sua foliação consiste em bandas centimétricas máficas e bandas félsicas de espessura milimétrica que são conferidas, respectivamente, por anfibólio e plagioclásio (Figura 5.6A). Ao todo foram descritos três anfibolitos que, em tamanho de amostras de mão, são semelhantes, mas em seção delgada apresentam diferenças mineralógicas. Em função disso as descrições petrográficas desta unidade serão detalhadas de forma individual.

O ponto TF25_A2_54 está localizado no contato caracterizado pelo empurrão da Unidade Gnáissica sobre o Ortognaisse Sanclerlândia. Em lâmina, é possível observar que os minerais estão intensamente deformados devido a localização que se encontram. A textura nematoblástica é conferida pelos cristais subédricos de hornblenda verde (65%) que quando em tamanhos maiores, apresentam inclusões de quartzo. O plagioclásio ocorre em poucas proporções, sendo responsável apenas por 5% da composição da rocha. O quartzo (10%) apresenta-se sob a forma de cristais estirados em meio à hornblenda. Além disso, possui extinção ondulante e contatos irregulares entre si. O epidoto (20%) está presente nas bandas milimétricas da rocha, e apresenta granulação fina (0,1 - 0,8 mm), além de contatos irregulares. O anfibolito do ponto TF25_A2_65A está em contato com a Unidade Gnáissica sob a forma de lentes. Em lâmina é possível notar a granulação que varia de média a fina, e a textura

nematoblástica que é conferida pelos cristais de hornblenda marrom (75%) com tamanhos de ca. 2,0 mm. Os cristais subédricos de plagioclásio (20%) apresentam-se alojados entre as foliações de hornblenda. O quartzo tem baixa ocorrência na rocha (<5%), e ocorre de forma estirada. Nesta rocha também é possível observar a presença de titanita (<5%), que tende a formar agrupamentos ("clusters") de pequenos grãos arredondados, padrão típico em rochas metamórficas. A rocha do ponto TF25_A2_96 tem granulação que varia de média a fina e encontra-se sob forma de lentes na Unidade Gnáissica. Em lâmina, apresenta textura nematoblástica conferida pelos cristais de hornblenda verde (55%) e de actinolita (<5%). As bandas de coloração mais clara e com tamanho milimétrico são compostas por pequenos cristais de epidoto (30%) que possui tamanhos que variam de 0,06 a 0,5 mm), e por cristais de quartzo (10%) com extinção ondulante, que ocorre em pequenos aglomerados com contatos irregulares entre si (Figura 5.6)

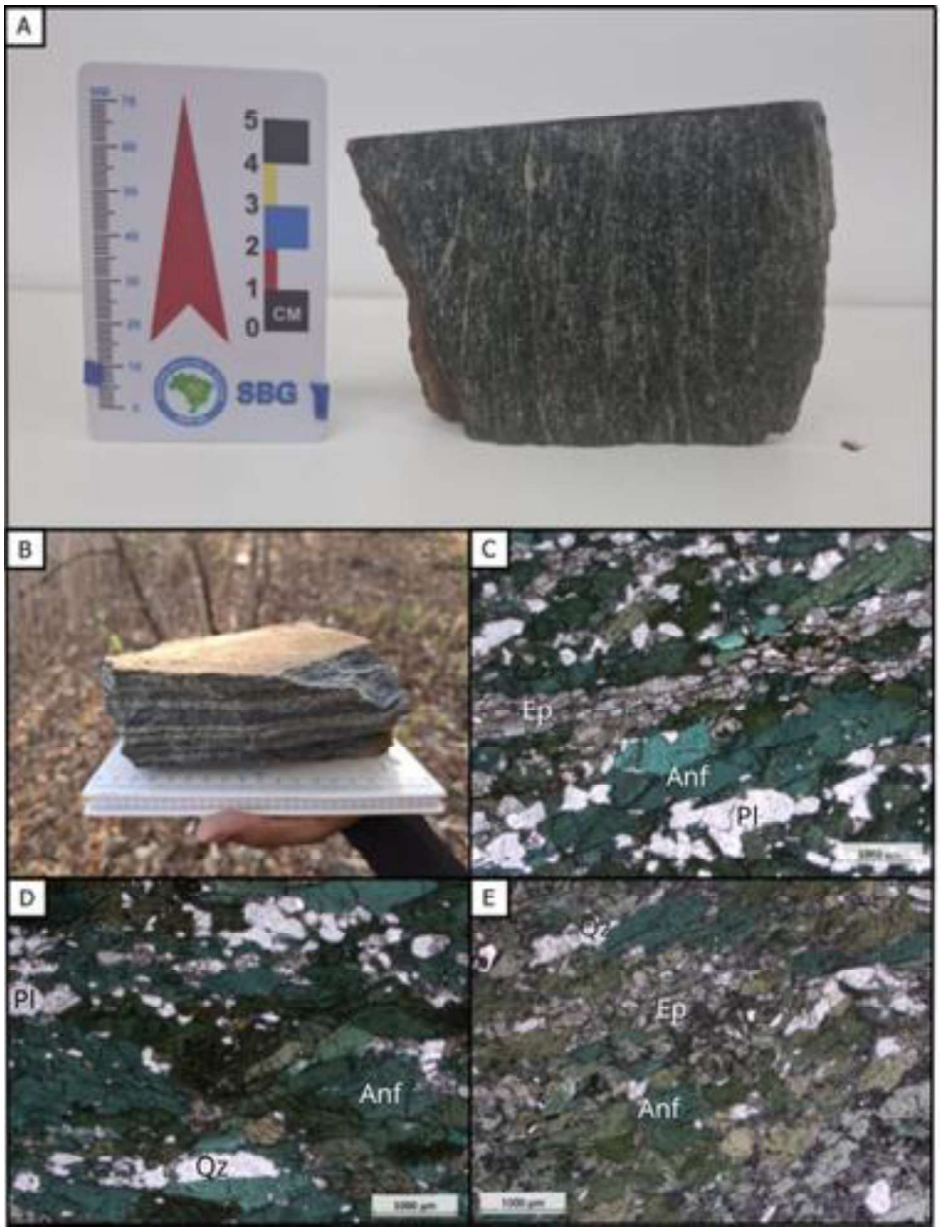


Figura 5.6: Prancha de fotos com aspecto geral dos corpos anfibolíticos em meso e micro escala: (A) Foto da amostra de mão retirada do ponto TF25_A2_P54 com a escala centimétrica de escala; (B) Amostra de anfibolito no campo, com uma concentração maior de minerais félsicos em faixas centimétricas; (C) Foto da micrografia da amostra TF25_A2_P54 com faixas de quartzo recristalizado, hornblendas e epidotos orientados; (D) Trama original da amostra TF25_A2_P54, com uma deformação extensa mas sem uma segregação de minerais marcante; (E) Trama original do Anfibolito visto no ponto TF25_A2_P96, com concentrações de epidoto no interior dos espaços intersticiais deixados pelos cristais de quartzo e hornblenda, bem orientada e deformada.

O anfibolito do ocorre em lentes no contato de empurrão entre a Unidade Gnáissica e o Ortognaisse Sanclerlândia, mostrando forte ligação entre metamorfismo e deformação tectônica. Em lâmina, a rocha exibe textura nematoblástica definida pelo alinhamento de cristais de hornblenda, enquanto o quartzo aparece em baixos teores e em cristais estirados com extinção ondulante, indicando deformação dúctil e recristalização dinâmica. Interpreta-se que

o protólito trata-se de um diabásio que passou por processos onde o clinopiroxênio instável reagiu com fluidos hidratados formando hornblenda e liberando sílica, a qual precipitou localmente como quartzo intersticial. A ocorrência marcante de epidoto nas bandas milimétricas, associada à reduzida abundância de plagioclásio, sugere alteração/saussuritização do feldspato e atuação de fluxos de fluidos durante ou após o metamorfismo. A presença pontual de actinolita e a preservação de texturas reativas e pseudomórficas indicam variação do grau metamórfico e retrometamorfismo localizado. Em conjunto, as observações apontam para um evento metamórfico de fácies anfibolito com forte influência de fluidos e crescimento sin-tectônico de anfibólios durante o empurrão, seguido por recristalização e retrometamorfismo localizado

5.1.3. Sequência Serra da Bandeira (tectonitos metamórficos)

No contexto da Área II, a Sequência Serra da Bandeira ocupa pouco mais de 29 km², compondo 29% da área. O contraste em relação ao Ortognaisse Sanclerlândia é marcante tanto por sensoriamento remoto quanto por aerogeofísica. As imagens de satélite e as bandas obtidas através do sensor PALSAR do satélite ALOS marcam fortemente a diferença de relevo entre as unidades. Produtos aerogamaespectrométricos geraram uma resposta com altos valores de K, Th e U.

5.1.3.1. Unidade Gnaissica (NP1g)

Esta é a unidade de maior variação litológica da Área II. Compreende uma área de cerca de 25 km², que corresponde a 25% da área total. Em função dessa grande variação, a resposta gamaespectrométrica é de altos valores de K, Th e U. Está em contato com o Ortognaisse Sanclerlândia, Granito Planura Verde, Suíte São Luís de Montes Belos e Unidade Xisto por meio de falhas de empurrão e zonas de cisalhamento. Na Área II foram encontradas rochas como biotita xisto, hornblenda-biotita-gnaisse, biotita-milonito, cianita-muscovita xisto e gnaisses com granada com os afloramentos dispostos em forma de blocos *in situ*, blocos rolados e lajedos (Figura 5.7).



Figura 5.7: Tipos de afloramentos característicos da Unidade Gnaissica: (A) Blocos in situ e rolados observado no ponto TF25_A2_P58; (B) Blocos in situ em beira de rio observados no ponto TF25_A2_P65; (C) Blocos in situ observados no ponto TF25_A2_P83; (D) Afloramento em lajedo observado no ponto TF25_A2_P206.

No ponto TF25_A2_P56 aflora o biotita-gnaisse, rocha composta principalmente por muscovita (30%), biotita (20%), quartzo (40%) e plagioclásio (10%). A rocha apresenta textura lepidoblástica a granolepidoblástica, com foliação bem marcada, definida pela orientação preferencial das lâminas de muscovita e biotita. A muscovita ocorre em cristais subédricos a euédricos, com tamanhos entre 1,2 e 2,0 mm. Os cristais estão fortemente orientados, definindo a xistosidade principal. A biotita ocorre em cristais subédricas, com tamanhos de 0,6 a 0,9 mm e estão paralelos à muscovita, contribuindo para a formação da textura lepidoblástica da rocha. O quartzo apresenta extinção ondulante e contatos irregulares entre si. Mas sua ocorrência se dá por duas maneiras na rocha: a primeira é de maneira distribuída de forma regular, definindo a porção granoblástica juntamente com o plagioclásio; e a segunda em forma de sigmoides formados em conjunto com a mica que o circunda. Nos sigmoides os cristais de quartzo que apresentam tamanhos maiores que o que não está englobado.

O hornblenda-biotita-gnaisse aflora ao longo de aproximadamente 780 metros na região do Ribeirão Cerrado, onde ocorre como uma rocha de composição tonalítica rica em

biotita, registrada no ponto TF25_A2_P58. O afloramento apresenta numerosos veios de quartzo intensamente deformados, refletindo a atuação dos eventos tectônicos que afetaram a área. A análise petrográfica revelou uma assembleia mineral composta por quartzo (25%), plagioclásio (40%), biotita (20%), hornblenda (<5%), epidoto (<5%) e titanita (<5%). A rocha apresenta textura granolepidoblástica, com bandamento composicional definido por alternância entre níveis quartzofeldspáticos e de biotita. O domínio granoblástico é definido pelos cristais de plagioclásio e quartzo, que apresentam contatos irregulares entre si. Além disso, o quartzo possui extinção ondulante, característica marcante em toda a região do Projeto Aurilândia. O domínio lepidoblástico é conferido pelas bandas finas e irregulares de biotita. A hornblenda tem coloração verde escura e tamanhos que se destacam em relação aos demais minerais (ca. 4 mm), além disso é notável uma relação de consumição do quartzo em relação a ela (Figura 5.8C).

No ponto TF25_A2_P65B, em contato com o Anfibolito, é possível observar um biotita-milonito. Em lâmina há forte anisotropia textural, onde a assembleia mineral consiste em muscovita (30%), biotita (25%), quartzo (20%), plagioclásio (20%) e granada em proporções diferentes em cada porção da lâmina. A primeira porção tem textura granolepidoblástica fina onde a parte mais lepidoblástica é controlada pelos cristais subédricos de biotita (1,2 – 0,4 mm) e de muscovita (0,72 – 1,4 mm). A porção granoblástica é constituída majoritariamente por quartzo (0,2 – 1,2 mm). Há também a presença de plagioclásio (0,48 – 1,2 mm). O contato entre os minerais é irregular. Nessa porção também há a presença de pequenos cristais disseminados de granada de cerca de 0,2 mm. A segunda porção tem textura lepidogranoblástica grossa em relação a outra porção. A parte mais lepidoblástica é controlada pela muscovita e pela biotita. A muscovita compõe grande parte da porção lepidoblástica e está dobrada e em muitas seções. Há domínios reliquiares quartzofeldspáticos que indicam recristalização da rocha. Além disso, há a presença de sigmoides, *micafish* e feições semelhantes a "cauda de peixe" na muscovita (Figura 5.8E).

O cianita-xisto é o único expoente da Unidade Aluminosa na Área II, sendo considerada apenas uma ocorrência contida na Unidade Gnáissica. Ocorre em um afloramento alongado com cerca de 375 metros de comprimento na porção norte da área entre o Rio Fartura e o Ribeirão Cerrado, localizado no ponto TF25_A2_P83. A rocha apresenta coloração cinza a azulada conferida principalmente pelos cristais de cianita. Sua estruturação é marcada pela forte deformação e orientação (Figura 5.8A). Em lâmina, os cristais de cianita (45%) ocorrem com hábitos tabulares, incolores e com granulação média, variando de 1,3 a 1,8 mm. Estas se

apresentam em agregados na rocha, possuindo contatos com outros cristais de cianita, quartzo (30%) ou de muscovita, com contatos retilíneos e serrilhados. Os cristais de muscovita (20%) apresentam granulação média, similar à da cianita, com tamanhos que variam de 1,1 a 1,6 mm, além de apresentar microinclusões de quartzo no interior dos cristais (Figura 5.8G).

A rocha do ponto TF25_A2_206, localizado na porção norte da Área II, é composta por muscovita (25%), biotita (10%), quartzo (25%), plagioclásio (30%) e grandes porfiroblastos de granada (10%). A rocha apresenta textura granolepidoblástica, com bandamento composicional bem definido por alternância entre níveis micáceos e quartzofeldspáticos. Na porção lepidoblástica da rocha, é notável que a muscovita, além de ocorrer em maior proporção, apresenta tamanhos maiores que da biotita. A granada ocorre principalmente rotacionada e sobrecrescida sobre a muscovita, onde também é possível observar suas fraturas acompanhando o plano de clivagem do filossilicato. É notável também a presença de inclusões de quartzo e muscovita, além de bordas parcialmente consumidas (Figura 5.8H).

A análise integrada das rochas descritas revela um conjunto de processos metamórficos e deformacionais fortemente controlados pela circulação de fluidos ao longo de zonas de cisalhamento, resultando em heterogeneidade textural e mineralógica entre os afloramentos. Nos biotita-xistos e gnaisses quartzo-feldspáticos, a presença de muscovita em cristais maiores que a biotita, frequentemente dobrada e associada a sigmoides, mica-fish e "caudas de peixe", indica crescimento sin- a pós-tectônico sob condições hidratadas, compatível com percolação de fluidos que favoreceram a muscovitização e a fixação de alumínio na estrutura das micas. Esse enriquecimento local em alumínio, acompanhado pela possível mobilização de sílica, explica o desenvolvimento de domínios lepidoblásticos mais grossos, a formação de cristais maiores de muscovita e o aparecimento de microinclusões de quartzo em algumas micas. No cianita-xisto, a abundância de cianita e a muscovita com microinclusões de quartzo refletem condições de maior pressão combinadas com reorganização textural induzida por fluidos durante a deformação. Por fim, a rocha com granada rotacionada e sobrecrescida sobre muscovita indica nucleação e crescimento de porfiroblastos durante o cisalhamento, incorporando inclusões e apresentando bordas consumidas que refletem variações locais na atividade de fluidos e na composição do sistema. Em conjunto, os dados apontam para um regime metamórfico dominado por deformação dúctil e por fluxos de fluido canalizados, que promoveram recristalização, muscovitização, reorganização de fases aluminosas e desenvolvimento de microestruturas indicativas de cisalhamento progressivo.

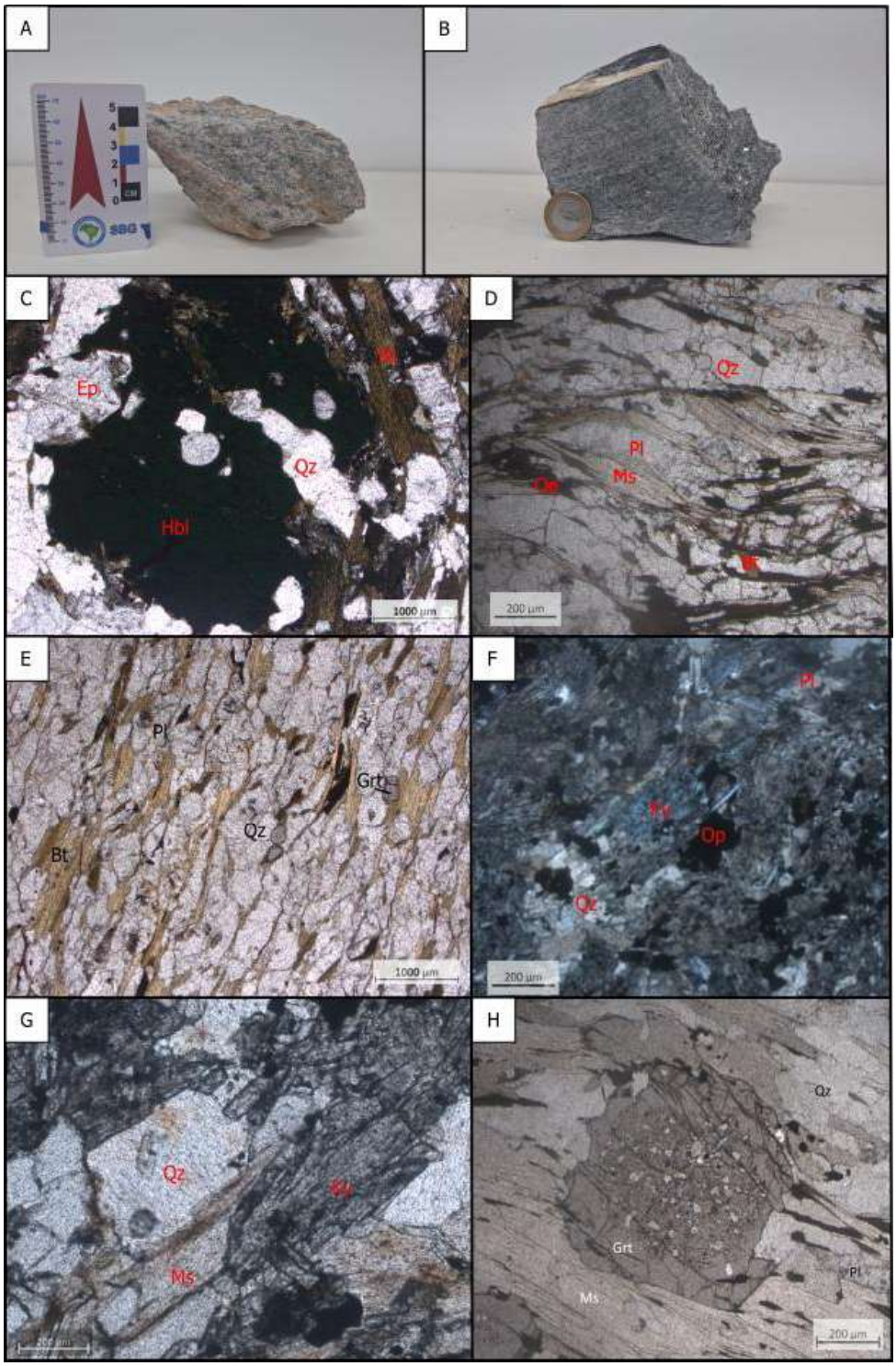


Figura 5.8: (A) Amostra de mão TF25_A2_P83, representativa do muscovita-cianita xisto, contendo muscovita (Ms) e cianita (Ky); (B) Amostra de mão TF25_A2_P206, correspondente ao gnaisse com granada (Grt); (C) Lâmina da rocha TF25_A2_P58, evidenciando hornblenda (Hbl) com inclusões de quartzo (Qz); (D) Feição tipo mica fish acompanhando a deformação original, marcada pelos cristais de muscovita (Ms), plagioclásio (Pl) e biotita (Bt) na amostra TF25_A2_P65B; (E) Associação de granada (Grt), biotita (Bt) e quartzo (Qz) na lâmina TF25_A2_P65B; (F) Cianita (Ky) deformada e rotacionada em resposta ao campo de esforços na amostra TF25_A2_P83; (G) Arranjo típico dos cristais de quartzo (Qz), muscovita (Ms) e cianita (Ky) característico da amostra TF25_A2_P83; (H) Granada (Grt) fraturada e rotacionada durante a deformação, com cristais de muscovita (Ms) envolvendo o mineral na amostra TF25_A2_P206.

5.1.3.2. Unidade Xisto (NP1x)

Esta subunidade ocupa aproximadamente 3,8 km², correspondendo a cerca de 4% da área mapeada. No contexto da Área II, ocorre no limite com a Área I, especialmente na porção noroeste, onde está em contato com o Ortognaisse Sanclerlândia por falhas de empurrão. Também aparece na porção norte a nordeste, em contato tanto com o Ortognaisse Sanclerlândia quanto com a Unidade Gnáissica.

As rochas desta unidade apresentam mergulhos de baixo a médio ângulo e uma orientação concordante com a estruturação dobrada regional. Essa disposição confere destaque topográfico ao conjunto em relação às demais unidades da área de estudo, as quais são discutidas detalhadamente no Capítulo de GEOLOGIA ESTRUTURAL Estrutural da Área II. (Figura 5.9).

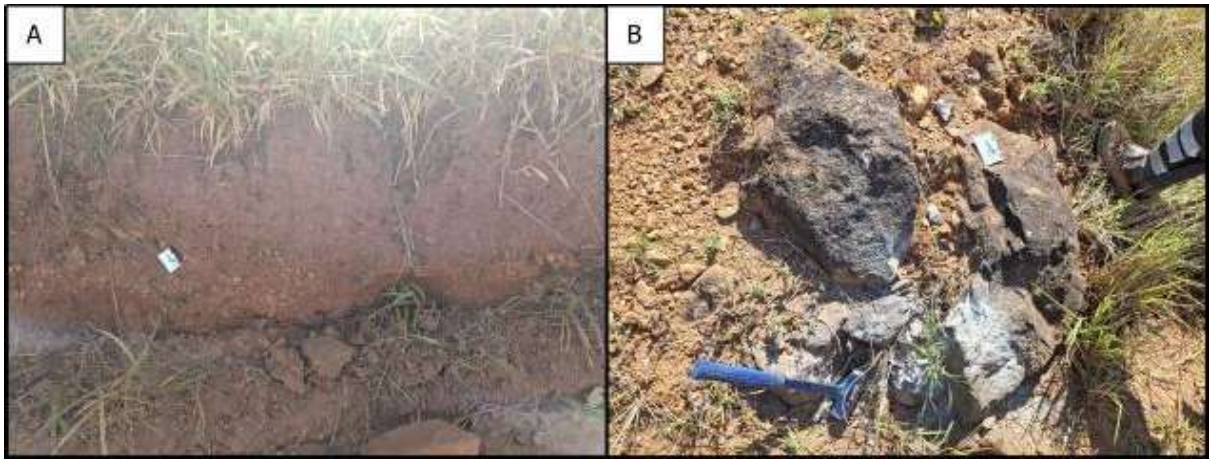


Figura 5.9: Tipos de afloramentos característicos da unidade Muscovita-Xistos, Quartzitos e Granada Xistos: (A) Corte de estrada observado no ponto TF25_A2_P168; (B) Blocos de rocha in situ dispostos sobre o solo, registrados no ponto TF25_A2_P171.

As rochas desta unidade ocorrem principalmente em afloramentos *in situ* expostos em cortes de estrada e drenagens, além de aparecerem pontualmente como blocos rolados provenientes das porções quartzíticas. De modo geral, apresentam forte alteração intempérica e evidências marcantes de oxidação, especialmente nos níveis xistosos, que adquirem coloração vermelha a cinza-avermelhado. A granulação varia de fina a média, e a orientação da fração micácea define uma foliação xistosa bem desenvolvida.

5.1.4. Granito Planura Verde (NP2γpv)

Na Área II, esta unidade tem ocorrência na porção centro-sul com extensão até a Área V – possuindo contato com a Unidades Gnaissica e Suíte São Luís de Montes Belos a partir de falhas de empurrão e zonas de cisalhamento – e como corpos plutônicos intrusivos no Ortognaisse Sanclerlândia, com dimensão total de 3,2 km², que corresponde a cerca de 3% da

área de estudo. Os afloramentos desta unidade ocorrem como lajedos e blocos de coloração clara (Figura 5.10A).

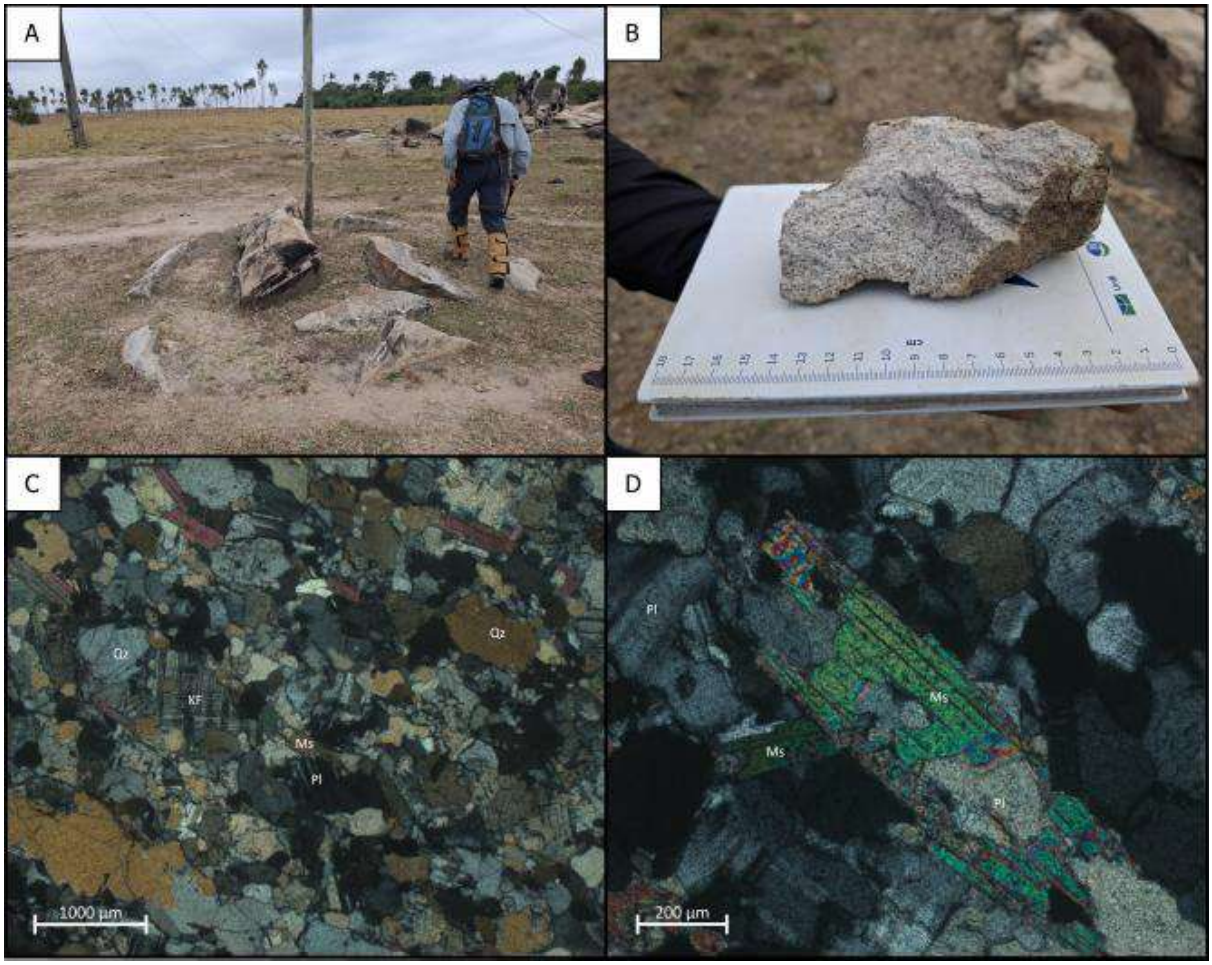


Figura 5.10: Afloramento do ponto TF25_A2_P179, representativo da unidade Metamonzogranitos–Granodioritos na Área II: (A) Exposição em lajedo, acompanhada por blocos rolados; (B) Amostra de mão característica do ponto; (C) Trama primária observada a polarizadores cruzados, com distribuição heterogênea de quartzo (Qz), microclínio (KF), plagioclásio (Pl) e muscovita (Ms); (D) Muscovita (Ms) apresentando inclusões de plagioclásio, configurando textura poiquiloblástica.

A rocha associada a esta unidade é leucocrática, holocristalina, fanerítica, com granulação que varia de média a fina e tamanho relativo dos cristais sendo inequigranular seriado. Em relação a assinatura geométrica dos minerais, predominam aqueles com formas anedrais, ou seja, assinatura alotriomorfica (Figura 5.10B).

Análises de seção delgada permitem observar um leucogranodiorito, que é definido essencialmente por quartzo (45%), plagioclásio (25%), muscovita (15%) e microclínio (15%), além de apresentar textura granoblástica, tamanho relativo dos cristais sendo inequigranular e orientação fraca. Os cristais da amostra possuem contatos curvos nos domínios granolepidoblásticos e irregulares nos domínios lepidoblásticos. O quartzo, que por vezes tem extinção ondulante, apresenta hábito granular, contatos irregulares e granulação muito fina a

grossa. O plagioclásio ocorre como cristais prismáticos, com contatos retilíneos ou irregulares, composição próxima a oligoclásio e granulação fina a média, também exibindo zonação em alguns exemplares. A muscovita aparece com hábito lamelar, contatos retilíneos ou irregulares e pleocroísmo de incolor a rosado. O microclínio ocorre com hábito granular ou prismático, contatos irregulares e granulação fina a média, apresentando zonação em alguns casos e microinclusões de quartzo. A biotita, por sua vez, aparece com hábito lamelar, pleocroísmo de cores amarela no eixo X e marrom no eixo Y, além de contatos irregulares entre os cristais (Figura 5.10C e D).

5.1.5. Suíte São Luís de Montes Belos (NP3δsl)

Os corpos metaultramáficos da Suíte São Luís de Montes de Belos corresponde a menos de 1% da Área II. A resposta gamaespectrométrica dessas lentes é de baixos valores de urânio (U), tório (Th) e potássio (K), característica marcante em corpos ultramáficos. Em afloramento, manifesta-se predominantemente sob a forma de blocos in situ e, subordinadamente, de blocos rolados (Figura 5.11), geralmente associados a argissolos amarelos e a setores topograficamente elevados, como encostas e morros. Sua ocorrência está relacionada à presença de lentes de rochas metaultramáficas, que exibem forte deformação e evidências de alteração hidrotermal.



Figura 5.11: Tipos de afloramentos mais comuns de rochas dos da subunidade hidrotermalizada da Suíte São Luís de Montes Belos: (A) Afloramento de blocos rolados e blocos in situ; (B) Amostra de mão de um Biotitito no ponto TF25_A2_P28.

No contexto da Área II, ocorrem duas lentes ultramáficas alinhadas à estruturação regional NE–SW do Projeto. A lente localizada no setor sudeste apresenta duas litologias com

assembleias minerais semelhantes, porém em proporções distintas. Na lâmina TF25-A2-28A, a rocha é um clinopiroxênio-biotita-xisto com epidoto, composta essencialmente por epidoto (50%) e biotita (30%), ambos minerais secundários, além de menores proporções de quartzo (5%) e clorita (<5%), também interpretados como produtos de alteração. A mineralogia primária preservada é representada por diopsídio (10%) e actinolita (<5%). A rocha apresenta coloração verde-escura, granulação fina e dobramentos bem marcados. No mesmo afloramento, a lâmina TF25-A2-28B registra uma rocha dominada por biotita secundária (>80%), com ocorrência subordinada de tremolita (<10%), enquanto os minerais primários preservados são diopsídio (>5%) e plagioclásio (<5%). Devido ao predomínio de biotita, esta rocha foi classificada como um biotitito (Figura 5.12).

O conjunto dessas litologias indica intensa alteração hidrotermal, responsável pela formação abundante de biotita, epidoto, clorita e tremolita, todos minerais típicos de transformações metasomáticas em protólitos ultramáficos ou máficos. A presença ainda identificável de diopsídio e plagioclásio evidencia que a alteração não consumiu totalmente a mineralogia original. A ocorrência de dobras e a intensa orientação mineral indicam que esses processos hidrotermais foram acompanhados — e possivelmente intensificados — por forte deformação tectônica, sugerindo que circulação de fluidos foi canalizada ao longo de zonas de cisalhamento que atravessam a lente ultramáfica.

O segundo corpo metaultramáfico da área está localizado na Área VIII e foi inferida sua ocorrência na Área II em função das respostas aerogamaespectrométricas de baixos valores de K, Th e U. A rocha, classificada como actinolitito com magnetita, é composta por minerais que não apresentam orientação preferencial e exibem granulação que varia de fina a média. Os cristais anédricos de actinolita apresentam contatos irregulares com os cristais de cummingtonita e magnetita. A cummingtonita, com hábitos prismáticos subédricos de granulação fina a média, faz contatos poligonais com os demais minerais. Por vezes os cristais de cummingtonita se encontram tanto intercrescidos paralelamente à clivagem, como podem ocorrer fora de cristais de actinolita. A magnetita geralmente ocorre intercrescida com os cristais de actinolita, mas também encontram-se dispersa pela rocha.

A assembleia mineral e os processos de alteração observados em microscopia indicam que esses corpos estão associados à Suíte de São Luís de Montes Belos (SSLMB), que consiste em um conjunto de intrusões diferenciadas tectonicamente incluídas na unidade Metagranito Sanclerlândia (Baêta Jr., 1999). A SSLMB consiste em peridotitos e piroxenitos afetados por processos hidrotermais. Quando em contato com pegmatitos, essa suíte pode estar associada com a formação de vermiculita a partir da alteração da flogopita (Silva, 2006). Embora haja a

ocorrência de vermiculita na região, os corpos ultramáficos da Área II estão em contato apenas com o Ortognaisse Sanclerlândia e não possuem qualquer mineralização associada.

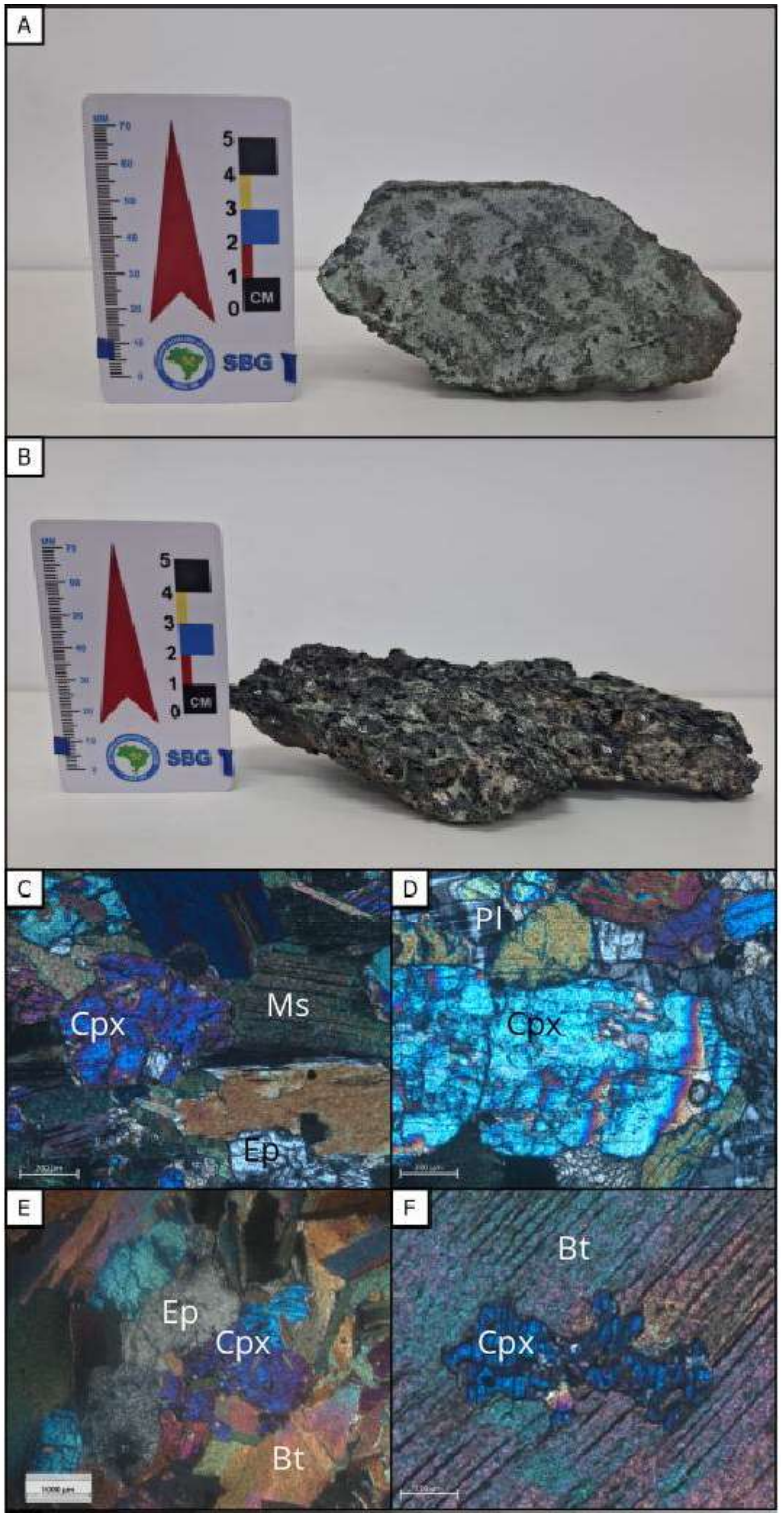


Figura 5.12: (A) Amostra de mão TF25_A2_P28A, sendo o xisto rico em epidoto, bem deformado e orientado; (B) Amostra de mão TF25_A2_P28B, sendo o Biotitito, bem deformado e pouco orientado; (C) Disposição do diopsídio (Cpx), epidoto e biotita na amostra TF25_A2_P28A, com microinclusões de quartzo no diopsídio; (D) Diopsídio com microinclusões de quartzo na amostra TF25_A2_P28A; (E) Trama original da rocha TF25_A2_P28B, com biotita, tremolita e diopsídio; (F) Textura Poiquiloblástica de diopsídio inclusos em cristais maiores de biotita na amostra TF25_A2_P28B.

CAPÍTULO VI

GEOLOGIA ESTRUTURAL

6. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Este capítulo apresenta a caracterização do dos domínios estruturais do Projeto Aurilândia, bem como do arcabouço estrutural da Área II, que foi construída a partir da integração entre dados de campo, análises petrográficas e produtos derivados de sensoriamento remoto e geofísica. Essa abordagem integrada possibilitou reconhecer e descrever as principais estruturas que organizam o arranjo geológico local, bem como compreender a distribuição e o comportamento das feições deformacionais nas diferentes unidades litoestratigráficas. Em diversos projetos de mapeamento geológico, o Arcabouço Estrutural foi extremamente importante para a caracterização e auxílio do mapa geológico final (Cruz *et al.,* 2007; Figueiredo *et al.,* 2013) ou para a análise da evolução tectônica de alguma região (Miranda *et al.,* 2008), além de utilizarem bastante os dados de geofísica para sua delimitação (Blum *et al.,* 2001; Gomes *et al.,* 2015, Auler, 2016; Barbosa, 2018).

Em um contexto regional, o Projeto Aurilândia foi compartimentado em três domínios estruturais principais, definidos com base na combinação de informações geológicas, geofísicas e geomorfológicas. Esses domínios representam setores com características estruturais distintas, sendo apresentados inicialmente neste capítulo para fornecer o enquadramento geral antes da descrição detalhada da Área II. Nos tópicos seguintes, são descritos detalhadamente os principais elementos estruturais identificados que moldaram o arcabouço tectônico tanto do projeto como da referida área.

6.1. Geologia Estrutural do Projeto

Esta seção tem como objetivo a apresentação e descrição dos domínios estruturais do Projeto Aurilândia. Estes domínios foram delimitados de maneira integrada, tendo como base a análise dos dados estruturais coletados em campo, bem como a correlação deles com estruturas identificadas nos produtos derivados dos levantamentos aerogeofísicos e de sensoriamento remoto. Três domínios estruturais foram definidos, sendo eles de oeste para leste: (I) Domínio Carmolândia, (II) Domínio Aurilândia e (III) Domínio São Luís de Montes Belos (Figura 6.1). Para a visualização destes domínios, levou-se em consideração essencialmente o padrão geométrico das estruturas planares e lineares mapeadas.

Os estereogramas com as densidades das medidas de foliações e lineações coletadas em campo foram gerados utilizando o software Open Stereo. A projeção estereográfica utilizada foi a de Schmidt, que representa o hemisfério inferior da esfera e uma rede dividida em áreas iguais. O método de interpolação utilizado para os contornos de densidade foi o

método exponencial de Kamb, que leva em conta a quantidade de desvios padrão (σ) de medidas aleatórias que poderiam variar do banco de dados, influenciando no tamanho dos círculos dos contornos (Vollmer, 1995). Dessa forma, quanto maior a quantidade de desvios padrão, mais suavizado e maiores as áreas dos contornos, sendo que a suavização escolhida para os estereogramas de pólos de foliação foi de 3σ e para os de lineação, de 2σ. A descrição sintetizada de cada domínio é apresentada a seguir, levando em consideração suas especificidades próprias.

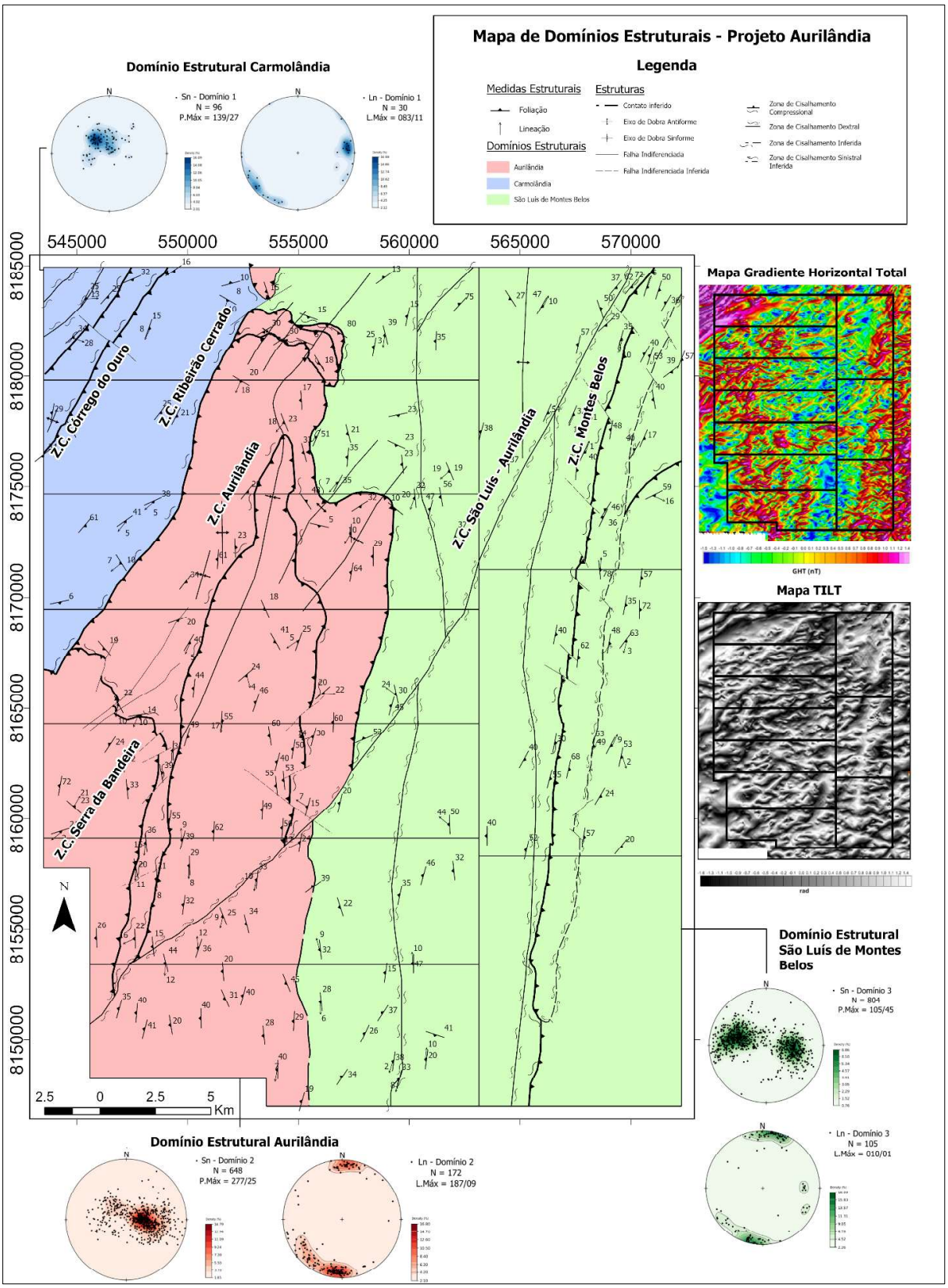


Figura 6.1: Mapa de Domínios Estruturais do Projeto Aurilândia com as imagens geofísicas GHT e TILT. Na figura, estão representadas as principais zonas de cisalhamento do projeto e os domínios com seus respectivos estereogramas de foliações e lineações. Em azul, estão representados os estereogramas do domínio Carmolândia; em vermelho, os estereogramas do domínio Aurilândia e, em verde, os estereogramas do domínio São Luís de Montes Belos.

6.1.1. Domínio Estrutural Carmolândia

O Domínio Estrutural Carmolândia situa-se na região noroeste da área do projeto, incluindo as áreas 1, 2 e 3 e correspondendo a cerca de 15% desta área. Essa porção é caracterizada por rochas da unidade xisto da Sequência Serra da Bandeira e Granito Queixada.

Esse domínio define-se por uma certa homogeneidade da distribuição das estruturas planares, representadas por foliações do tipo bandamento gnáissico (esta representando a maior parte das estruturas planares) e xistosidade com direção preferencial NE-SW e mergulhos moderados para SE - com atitude máxima de 139/27. As lineações são representadas por lineações de estiramento mineral que possuem baixo caimento e direção predominantemente ENE-WSW - com atitude máxima de 083/11 (Figura 6.2). O transporte tectônico indicado por estas estruturas é representado pela direção ENE-WSW.

Este domínio também é representado por conter, ao longo das áreas 1 e 2, a Zona de Cisalhamento Compressional Córrego do Ouro (ZCCO) com direção NE-SW. Sua constatação foi feita a partir da ocorrência de planos de foliação milonítica e o desenvolvimento de rochas miloníticas a protomiloníticas, principalmente na região que compreende à área 1. A ZCCO é representada por marcar o contato entre as unidades - xistos da Sequência Serra da Bandeira e ortognaisses Sanclerlândia.

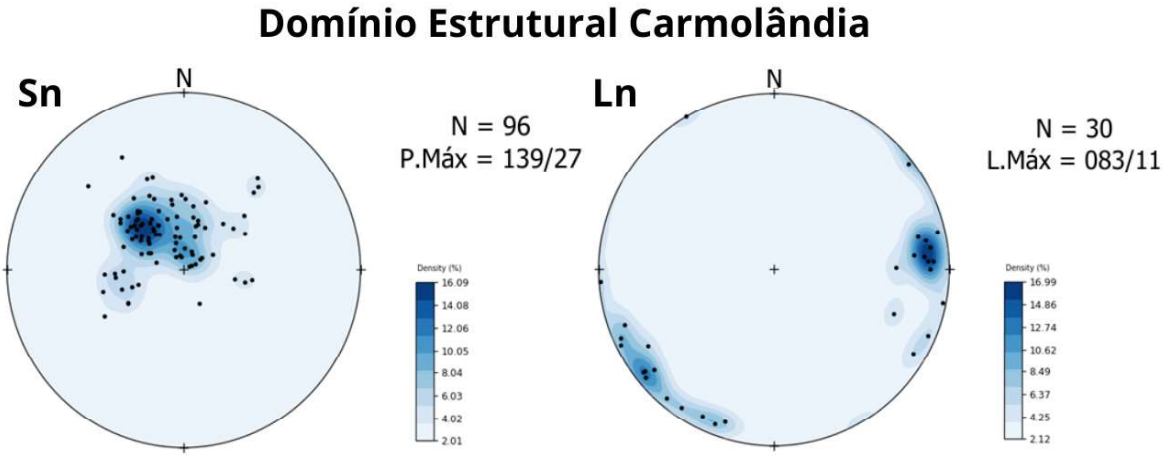


Figura 6.2: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural Carmolândia. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 96 e 30. Além disso, suas atitudes máximas são 139/27 e 083/11.

6.1.2. Domínio Estrutural Aurilândia

O Domínio Estrutural Aurilândia contempla grande parte da área do projeto, representando cerca de 40% de sua totalidade. Sua extensão compreende às áreas de oeste do projeto, de 1 a 7, e é caracterizada por estar contido ao longo das unidades: Suíte São Luís de Montes Belos, Sequência Serra da Bandeira, Ortognaisse Aurilândia, Ortognaisse Turvânia e região oeste do ortognaisse Sanclerlândia. Ainda, estão inclusos Granitos Planura Verde e Queixada e Anfibolitos.

Esse domínio apresenta variações marcantes nas estruturas planares, incluindo foliações S-C nas áreas 1, 3 e 5, *slickensides* nas áreas 2 e 5 e xistosidade distribuída por todo o setor analisado, com sigmoides indicando cinemática dextral na área 3. As foliações exibem orientação dominante N–S, com mergulhos suaves voltados para E ou W, atingindo valores máximos de 277/25 (Figura 3). As lineações identificadas compreendem lineações de estiramento mineral e *slickenlines* desenvolvidas nos planos de falha das áreas 2 e 5. Estas lineações mostram baixo caimento, orientam-se preferencialmente na direção N–S e apresentam caimento quase horizontal, alcançando atitude máxima de 187/09 (Figura 6.3). De modo geral, o conjunto dessas estruturas indica um sentido de transporte tectônico predominantemente N–S.

Este domínio é limitado ao norte pela Falha Ribeirão Cerrado, apresentando um eixo de dobra que pode ser acompanhado desde a área 6 até a área 1. Esta também está associada à uma Zona de Cisalhamento ao longo de sua extensão. Na área 1, há indícios que sugerem o fechamento da dobra, evidenciado pelo deslizamento das lineações de estiramento mineral, que formam uma rampa frontal associada às foliações. A interpretação da cinemática das falhas, contudo, não pôde ser definida de forma conclusiva. As lineações de estiramento constituíam os principais indicadores disponíveis para essa análise, porém seu padrão de movimento apresentava variações que permitiam interpretações divergentes, dificultando a definição de um sentido de deslocamento único e consistente ao longo das estruturas. Na área 3, foram interpretadas outras duas dobras adicionais, definidas a partir da variação sistemática nas atitudes das foliações. Essas estruturas afetam diretamente a Falha Ribeirão Cerrado, que já se encontrava deformada nesse setor e, consequentemente, registra dois novos eixos de dobra subsequentes. Ambos os eixos apresentam orientação NE–SW, estendendo-se até pequena porção da área 2.

No sistema dúctil-rúptil, foram identificadas três zonas de cisalhamento associadas às grandes falhas principais relacionadas: a Z.C. Ribeirão Cerrado, já descrita

anteriormente, a Zona de Cisalhamento Aurilândia, que se estende da área 6 até seu fechamento na área 2 e a Zona de Cisalhamento Serra da Bandeira, que se estende da área 6 até o fechamento na área 4. Ambas apresentam cinemática compatível com regimes compressivos. Além dessas estruturas, ocorrem diversas fraturas distribuídas ao longo do domínio, incluindo fraturas de alívio e pequenas falhas transcorrentes que cortam tanto as grandes estruturas quanto as diferentes unidades litológicas presentes na área.

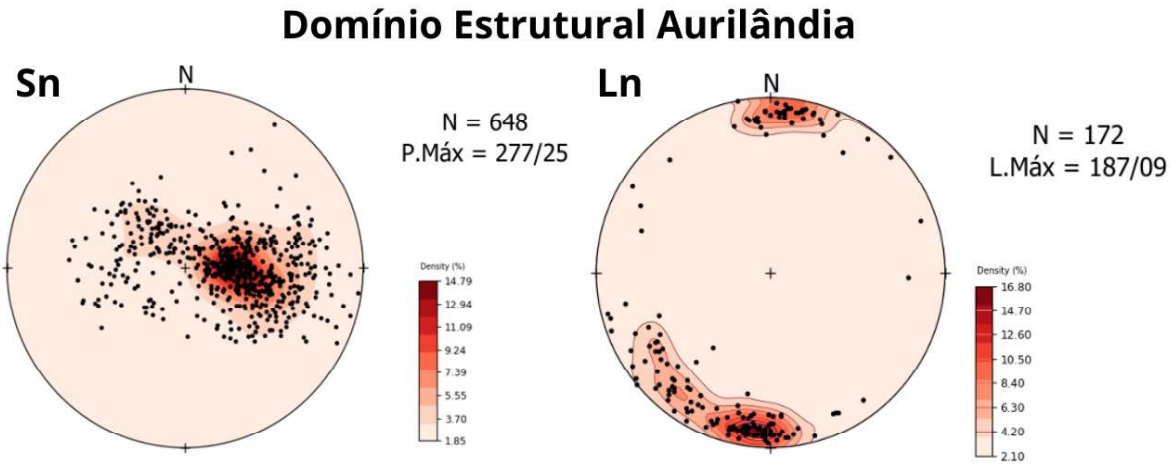


Figura 6.3: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural Aurilândia. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 648 e 172. Além disso, suas atitudes máximas são 277/25 e 187/09.

6.1.3. Domínio Estrutural São Luís de Montes Belos

O Domínio Estrutural São Luís de Montes Belos compreende principalmente às regiões leste das áreas de 1 a 7 do projeto e a totalidade das áreas 8 e 9. Sua representatividade na área do projeto é de aproximadamente 45%.

Esse domínio define-se por uma consistência nas medidas planares de foliação e lineação extraídas em campo. As medidas de estruturas planares são representadas principalmente por planos de bandamento gnáissico das rochas das unidades de ortognaisses Sanclerlândia (sua região leste) e Turvânia, Anfibolitos, Granito Santa Luzia e Queixada e as rochas da Sequência Serra da Bandeira que afloram ao longo da Serra de São Luís de Montes Belos. Também, ainda sim, ocorrem planos de xistosidade em menor quantidade por parte das estruturas de xistos da serra. Quanto a estas medidas, nota-se a predominância de duas principais atitudes existentes nessas rochas, caracterizadas pelos mergulhos predominantes para ESE e para WNW. O estereograma mostra que dentro das medidas coletadas, predominam as atitudes máximas de 105/45 e 281/43, revelando que o domínio está em grande parte

dobrado, exibindo dobras simétricas com flancos mergulhando para ESE e WNW e eixos com caimentos subhorizontais para N-S. Em relação às atitudes coletadas de lineação de *slickenlines* e estiramento mineral ao longo do domínio, principalmente nas áreas 8 e 9. Essas estruturas se caracterizam pelo caimento subhorizontal e atitude máxima de 010/01 (Figura 6.4), indicando transporte tectônico na direção NNE-SSW.

Dentro do domínio, ocorrem as seguintes zonas de cisalhamento: (I) Zona de Cisalhamento Dextral São Luís-Aurilândia, que ocorre desde a área 6, 5, 4 e chega até a área 8, diagnosticada em campo devido à mergulhos altos de foliação em regiões onde ela ocorre e evidências de cinemática dextral em sigmoides de quartzo; (II) Zona de Cisalhamento Planura Verde, com direção N-S e de ocorrência ao longo das áreas 8 e 9, interpretada em campo pela existência de boudins de quartzo; (III) Zona de Cisalhamento Compressional Montes Belos, inferida em campo como o contato oeste da Serra de São Luís. Sua ocorrência é interpretada devido às foliações de alto ângulo nesta região, a existência de xistos aluminosos com porfiroblastos centimétricos de granada e sigmoides de quartzo; (IV) Zona de Cisalhamento Sinistral Empedrado, inferida em campo como contato leste da Serra de São Luís. Sua ocorrência é interpretada, principalmente, pelas foliações de alto ângulo desta região; (V) Zona de Cisalhamento Compressional Água Branca constatada na área 8 como sendo um empurrão com topo para NE na região a leste da Serra de São Luís; (VI) Zona de Cisalhamento Rosalândia, identificada desde a área 1 até a área 7. Essa zona é marcada por uma deformação intensa das rochas, que se apresentam fortemente modificadas, frequentemente acompanhada por alterações hidrotermais associadas ao próprio processo de cisalhamento.

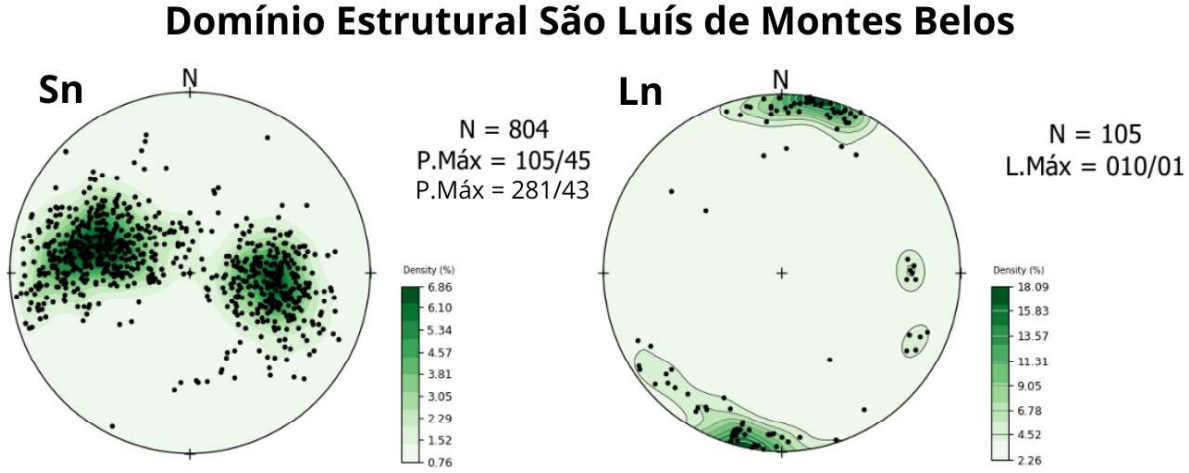


Figura 6.4: Estereogramas referentes ao Domínio Estrutural São Luís de Montes Belos. Na imagem, estão dispostos os estereogramas de foliações (Sn) e de lineações (Ln) encontradas ao longo da extensão do domínio. O número de foliações e lineações medidas foi, respectivamente, igual a 804 e 105. Além disso, suas atitudes máximas são de foliação são de 105/45 e 281/43, enquanto de lineação é 187/09.

6.1.4. Fases Deformacionais

A deformação na área do projeto pode ser separada em três fases distintas: as duas primeiras como sendo compressionais, progressivas e contínuas, enquanto a mais recente, é marcada por eventos extensionais, como indicado na Tabela 6.1 As duas primeiras fases, D1 e D2, estão relacionadas, respectivamente, a: (I) evento compressional com sentido de movimento do topo de sul para norte, evidenciado por zonas de cisalhamento compressionais com cinemática reversa observadas ao longo da Zona de Cisalhamento Ribeirão Cerrado; (II) evento transpressional, promovendo a geração de zonas de cisalhamento sinistrais com direção N-S, como a Serra de São Luís de Montes Belos. O evento D3 é marcado por uma deformação predominantemente rúptil, pouco profunda, marcando uma fase distensiva e reativação de de estruturas pré-existentes.

Tabela 6.1: Fases deformacionais identificadas na área de estudo.

Fase	**Características**	**Feições Geológicas**	**Regime**	**Metamorfismo**
D1	Empurrão com sentido de movimento de Sul para Norte	Lineações de estiramento mineral com caimento subhorizontal para S e cavalgamento de rochas da Sequência Serra da Bandeira sobre os ortognaisses Sanclerlândia.	Compressional	Fácies Anfibolito
D2	Movimento transpressivo com direção N-S e componente NE	Zonas de cisalhamento com cinemática sinistral e direção N-S com componente NE, como a Serra de São Luís de Montes Belos	Transpressivo	Fácies Anfibolito a Xisto Verde

Fase	Características	Feições Geológicas	Regime	Metamorfismo
D3	Alívio de pressão e geração de falhas e fraturas com duas principais famílias de direção, NE-SW e NW-SE.	Falhas/Fraturas, veios de qua3rtzo sulfetados e pegmatitos.	Falhas e fraturas extensionais	Fácies Xisto Verde

6.2. Arcabouço Estrutural da Área II

Neste capítulo, são apresentadas e discutidas as principais feições estruturais identificadas nessa área, enfatizando as características que distinguem cada domínio e sua relação com os eventos deformacionais reconhecidos no projeto. A análise detalhada dessas estruturas permite compreender melhor a organização interna da área, bem como sua inserção no contexto geológico mais amplo do Projeto Aurilândia.

As feições deformacionais observadas na Área II manifestam-se em regimes dúcteis e rúpteis, apresentando variações significativas ao longo da área de estudo. Essas diferenças estão diretamente relacionadas às unidades litológicas e aos domínios estruturais em que ocorrem, refletindo a resposta distinta das rochas durante os diferentes episódios deformacionais. Em função dessas variações, foram obtidos e analisados dados estruturais representativos, incluindo foliações (Sn), lineações de estiramento mineral (Ln), fraturas (Fr), eixos de dobra (b), superfícies de deslizamento ("*slickensides*" – Sls) e lineações de deslizamento ("*slickenlines*" – Sll).

Além dos levantamentos em campo, foram empregados produtos de alta resolução de sensoriamento remoto e dados aeromagnetométricos, que auxiliaram na identificação de lineamentos, na delimitação de contatos estruturais e na diferenciação entre domínios com padrões de deformação contrastantes. A integração desses elementos resultou em um modelo coerente do arcabouço estrutural da Área II e sua inserção no contexto mais amplo do Projeto Aurilândia (Figura 6.5).

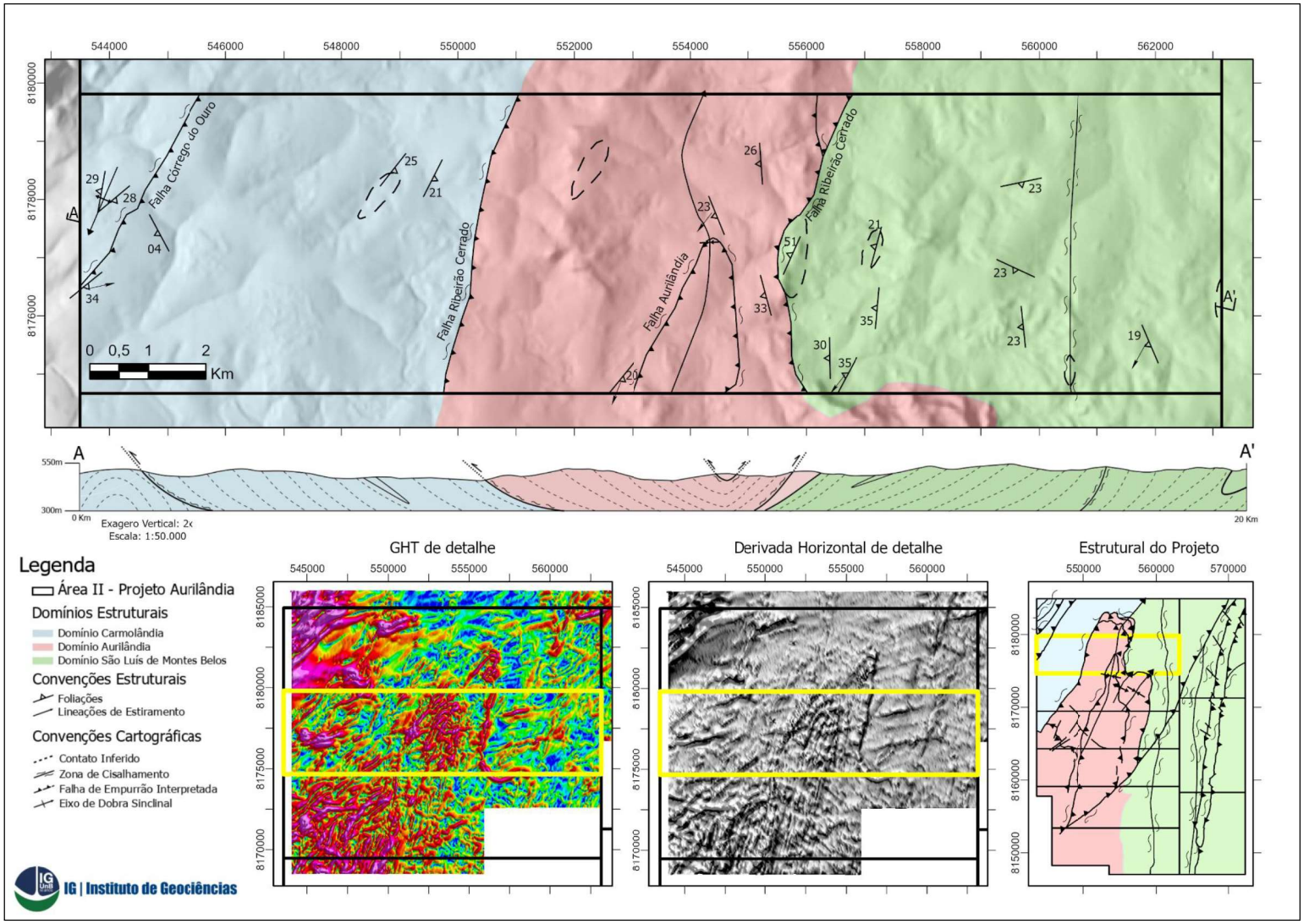


Figura 6.5: Mapa estrutural simplificado da Área II do Projeto Aurilândia, destacando as principais feições estruturais identificadas, bem como a distribuição e os limites dos domínios estruturais presentes na área de estudo.

Os principais produtos magnetométricos utilizados na identificação e interpretação dos lineamentos estruturais foram os dados de Gradiente Horizontal Total (GHT) de alta resolução e o atributo de Inclinação do Campo Magnético (TILT) (Figura 6.6). A partir desses produtos, os lineamentos foram traçados com base nas anomalias magnéticas de maior expressão, resultando na delimitação de oito estruturas orientadas preferencialmente segundo NE–SW, interpretadas como correspondentes tanto a contatos litológicos quanto a zonas de falha e fratura presentes na área. Além disso, foi identificado um lineamento com direção E–W, que auxiliou na interpretação de dobras de mesoescala, e dois lineamentos orientados N–S, associados tanto ao contato entre diferentes unidades quanto à interpretação da Zona de Cisalhamento Rosalândia.

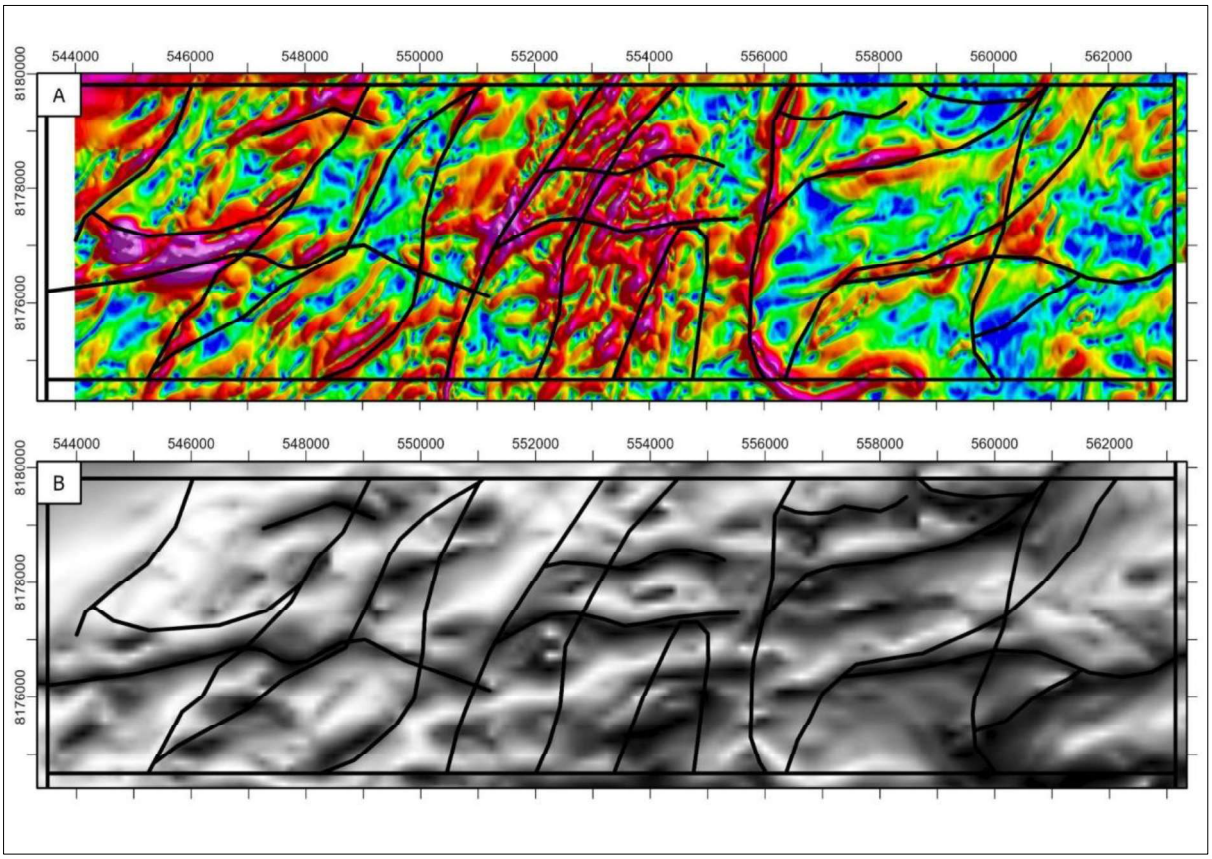


Figura 6.6: Mapas estruturais da Área II destacando os lineamentos magnéticos extraídos a partir dos dados de gradiente horizontal total (GHT) (A) e do filtro TILT (B).

6.2.1. Arcabouço Estrutural Dúctil

No contexto do arcabouço estrutural de caráter dúctil, destacam-se como principais feições as foliações e lineações e os eixos de dobra observados no campo e posteriormente amostras em laboratório, que em conjunto caracterizam o comportamento deformacional das rochas na área de estudo.

6.2.1.1. Foliações

As foliações que compõem o arcabouço estrutural da Área II apresentam dois padrões principais, identificados em afloramentos distribuídos ao longo de cortes de estrada, lajedos, paredões e blocos in situ (Figura 6.7). A maioria dessas foliações foi classificada como xistosidade, embora também tenham sido reconhecidos planos de bandamento gnáissico, especialmente nos gnaisses da unidade Ortognaisse Sanclerlândia, e foliações miloniticas, como observado no ponto TF25_A2_P65 (Figura 6.8). Essas características estruturais refletem a compartimentação interna da área e a influência dos três domínios estruturais definidos no projeto.



Figura 6.7: Afloramentos distribuídos ao longo da Área II. (A) Afloramento em corte de estrada no ponto TF25_A2_P56; (B) Afloramento em lajedo no ponto TF25_A2_P58; (C) Afloramento de blocos in situ no ponto TF25_A2_P41; (D) Afloramento em paredão no ponto TF25_A2_P197.

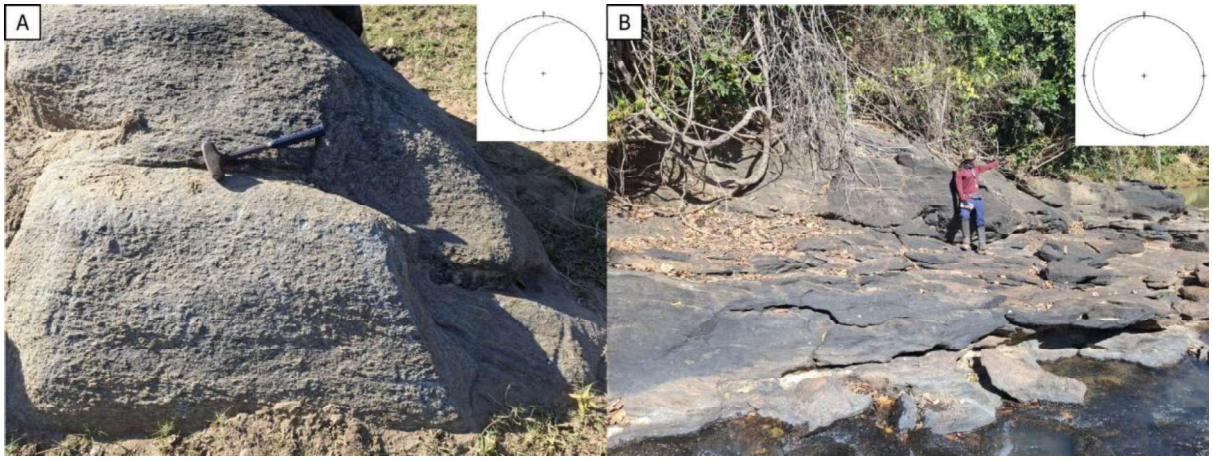


Figura 6.8: Afloramentos dos pontos TF25_A2_P41 (A) e TF25_A2_P65 (B), ilustrando, respectivamente, foliações de bandamento gnáissico bem desenvolvidas e foliações miloníticas associadas à deformação dúctil intensa.

Em termos gerais, na Área II foram obtidas 136 medidas de foliação, todas caracterizadas por mergulhos baixos e direções de mergulho variando entre ESE e WSW, o que indica a presença de uma dobra assimétrica que se estende por toda a área. O valor mais frequente entre as medidas é 265/20, onde além desse padrão predominante, também foram registradas foliações com mergulhos intermediários, em torno de 45º (Figura 6.9).

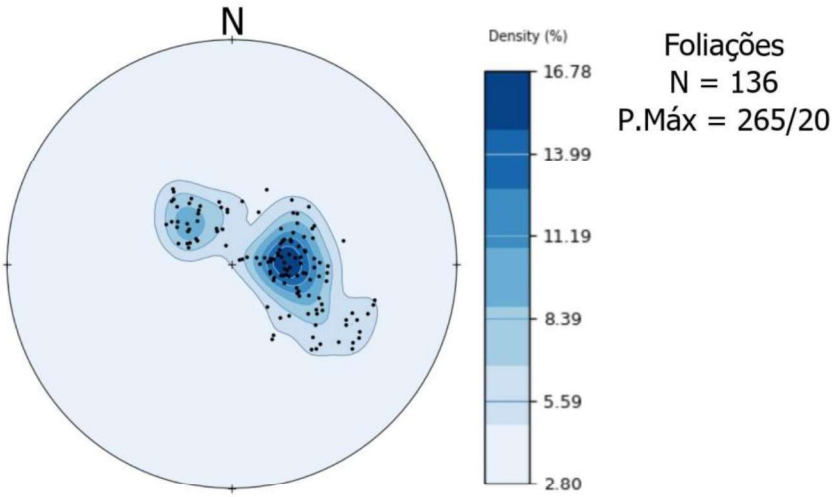


Figura 6.9: Estereograma das disposições gerais das foliações ao longo da Área II.

Na porção oeste, correspondente ao Domínio Carmolândia, as foliações da unidade Ortognaisse Sanclerlândia apresentam direção de mergulho preferencial para SW, com valores médios em torno de 269/25. No extremo oeste, ainda neste domínio, as rochas da unidade Muscovita Xistos, Quartzitos e Granada Xistos exibem maior variabilidade, incluindo atitudes voltadas para NW, mas mantendo coerência com o trend regional. Essa variação gera corpos

alongados orientados predominantemente para NE, configurando o padrão estrutural característico desse setor.

Na parte central da área, inserida no contexto do Domínio Aurilândia, as foliações passam a apresentar orientações preferenciais tanto para SW quanto para SE. Esse padrão mantém parcialmente o comportamento observado na porção ocidental do Domínio Carmolândia, mas evidencia mudanças importantes em sua extremidade leste, onde as atitudes começam a refletir características semelhantes àquelas do Domínio São Luís de Montes Belos. Nesse setor, predominam foliações de xistosidade e estruturas miloníticas, indicando um regime deformacional mais intenso, perceptível tanto em afloramento quanto nas análises petrográficas.

No ponto TF25_A2_P56, foram identificados sigmoides de deformação em cristais de quartzo recristalizados, associados a uma foliação xistosa, evidenciando a atuação de processos deformacionais nos xistos. Já no ponto TF25_A2_P65, a presença de estruturas do tipo mica-fish em protomilonitos sugere um grau ainda mais elevado de deformação, indicando um cisalhamento de caráter dextral vinculado às amostras desse local (Figura 6.10). A amostra não foi coletada de forma orientada, sendo possível identificar a cinemática apenas no corte da lâmina.

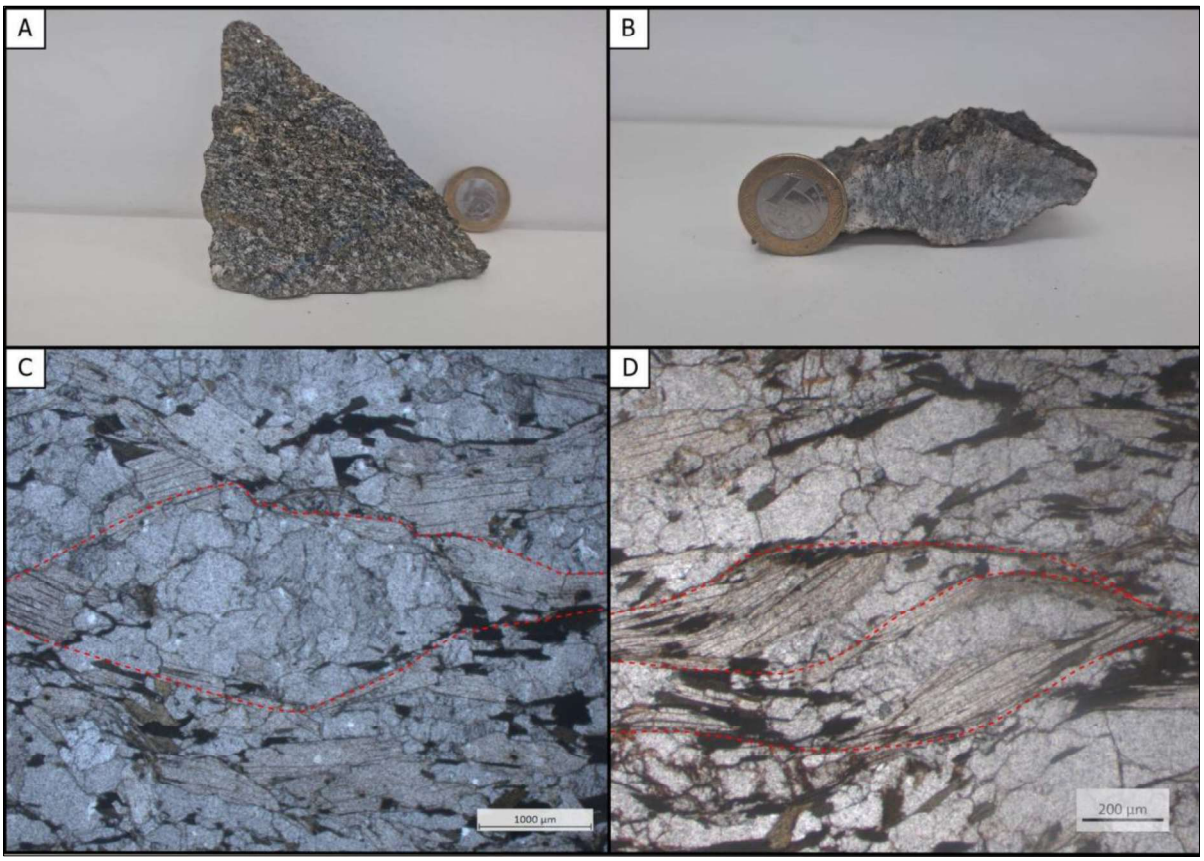


Figura 6.10: Prancha de fotos representativa das feições deformacionais observadas nos pontos TF25_A2_P56 e TF25_A2_P65. (A) e (B) Amostras de mão correspondentes aos pontos TF25_A2_P56 e TF25_A2_P65, ambos da Unidade Gnaissica; (C) Sigmoide de deformação característico do ponto TF25_A2_P56, evidenciando cristais de quartzo recristalizados envolvidos por muscovita; (D) Estrutura do tipo mica-fish identificada no ponto TF25_A2_P65, onde cristais de muscovita e quartzo são alongados e reorganizados pela deformação, indicando um cisalhamento dextral no corte.

Ainda no setor central da Área II, também foram identificadas superfícies de deslizamento (*slickensides*), tradicionalmente conhecidas como “espelhos de falha”. Por constituírem superfícies planares polidas e estriadas, essas estruturas permitem inferir a direção do movimento relativo entre os blocos rochosos, registrado pelo atrito durante o deslizamento (Figura 6.11).

No contexto regional do projeto, associado a um regime compressivo, os degraus observados indicam o sentido do transporte, voltado para SW, com atitudes em torno de 222/18, com as estrias apontam a direção do transporte, com direções de mergulho predominantemente de 217/14 (Figura 6.16). Esse padrão sugere o deslocamento do flanco oeste em relação ao possível eixo de dobra interpretado para essa porção da área, reforçando a organização estrutural inferida a partir das demais feições analisadas.

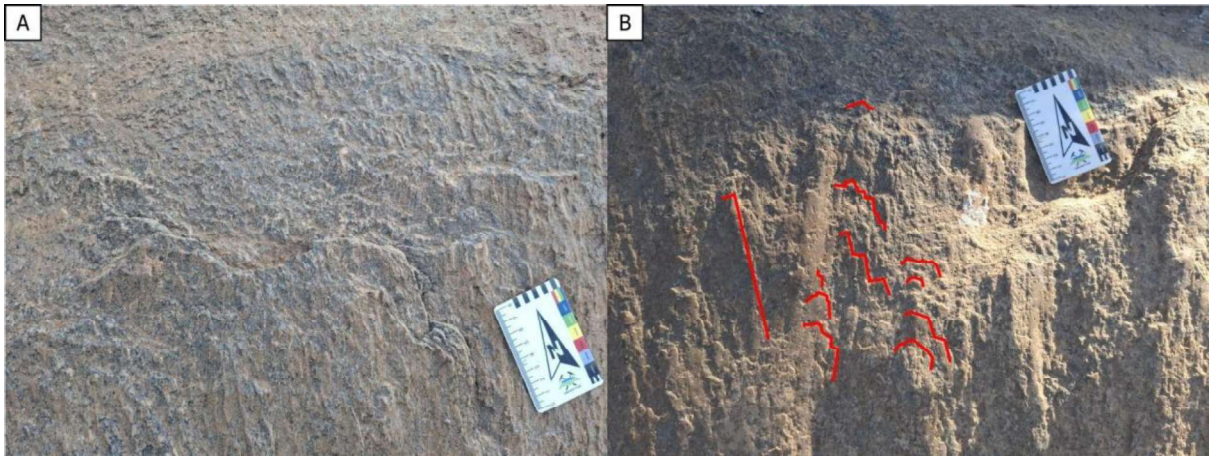


Figura 6.11: Superfícies de slickenside observadas em perfil no afloramento do ponto TF25_A2_P58, apresentadas sem interpretação (A) e com a interpretação estrutural correspondente (B).

Em escala regional, a distribuição das atitudes sugere a presença de uma dobra sinclinal centrada na porção intermediária da área, com eixo orientado aproximadamente para norte. No flanco oeste dessa estrutura, as foliações apresentam valores médios em torno de 131/19, enquanto no flanco leste predominam atitudes próximas de 256/23. Cabe destacar que a porção oeste deste setor possui lacunas de dados devido à dificuldade de acesso em propriedades privadas, resultando em apenas um ponto disponível contendo oito medidas de xistosidade.

Na porção leste da Área II, a distribuição das atitudes das foliações permanece relativamente constante, embora apresente variações pontuais com orientações voltadas para sul, como observado no ponto TF25_A2_P10. Essas mudanças sugerem possível rotação das estruturas ou a atuação de eventos deformacionais secundários que modificaram a orientação original das rochas. Além disso, nessa área também são identificadas foliações associadas a bandamentos gnáissicos, indicando que também ocorrem foliações em diferentes protólitos, como exemplificado no afloramento do ponto TF25_A2_P42 (Figura 5.7).

6.2.1.2. Lineações

As feições lineares que foram descritas na Área II incluem as lineações de estiramento mineral (Ln) e lineações de deslizamento - *Slickenlines* (Sll). No contexto geral, as lineações de estiramento ocorrem em todos os domínios do projeto. Já as lineações de deslizamento ficam apenas no Domínio Aurilândia.

No contexto da Área II, o Domínio Carmolândia apresenta exclusivamente lineações de estiramento mineral (*Ln*), marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo e feldspato presentes nos xistos (Figura 6.12). Essas lineações exibem orientação preferencial bem definida, com valores médios em torno de 082/14. Considerando o arcabouço estrutural

regional, essa configuração indica um regime compressivo com direção de transporte voltada para W, associado ainda a uma componente oblíqua de deformação, evidenciada em campo, especialmente nas zonas de cisalhamento, reforçada nos estereogramas (Figura 6.13).

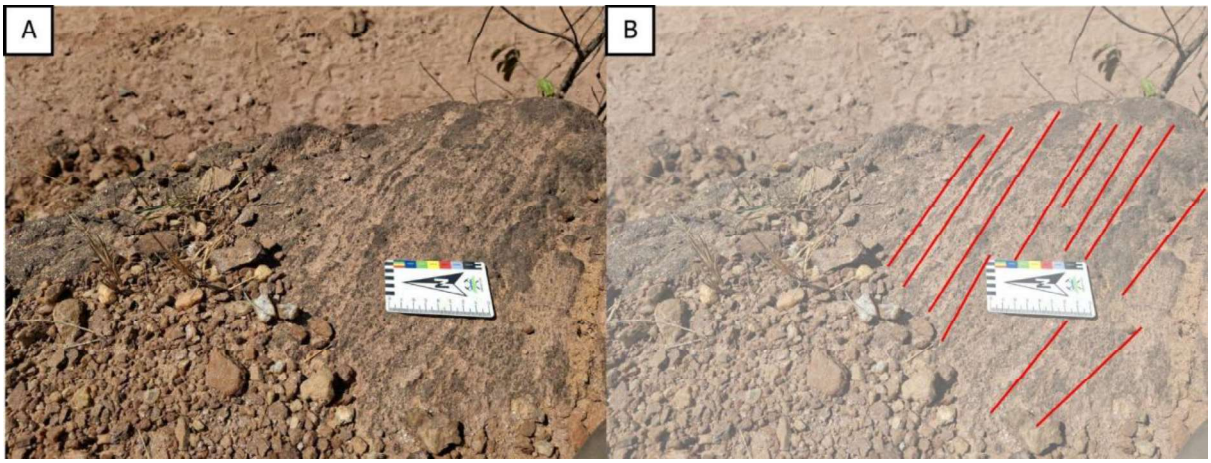


Figura 6.12: Afloramento representativo do Domínio Carmolândia, de um Bt-Gnaisse com Grt no Ortognaisse Sanclerlândia, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp), observado no ponto TF25_A2_P197.

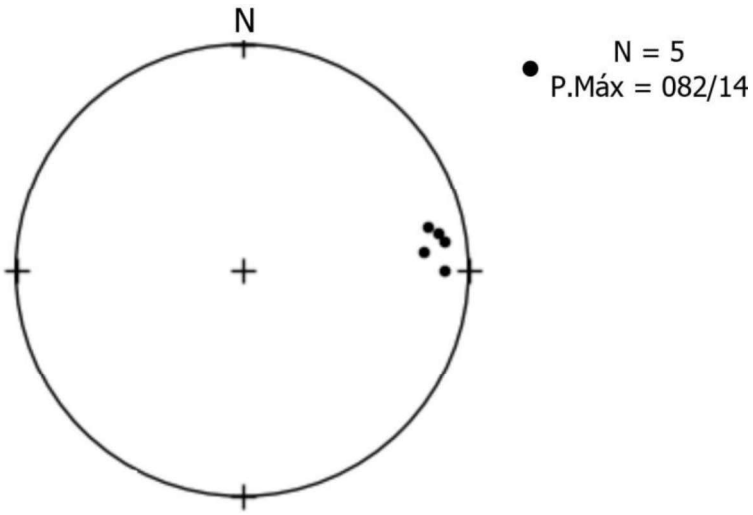


Figura 6.13: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio Carmolândia, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 082/14.

No Domínio Aurilândia, se tratando do contexto da Área II, as lineações observadas são predominantemente de estiramento mineral (*Ln*), embora também ocorram lineações de deslizamento (*slickenlines*). Assim como no Domínio Carmolândia, as *Ln* são caracterizadas pelo estiramento de cristais de quartzo e feldspatos, porém aqui ocorrem principalmente nos gnaisses da porção central da área (Figura 6.14). Diferentemente do padrão do Domínio Carmolândia, estas lineações apresentam orientação preferencial média de 220/17, sugerindo um regime compressional com direção de transporte voltada para NNE. Esse quadro estrutural

indica uma deformação de caráter transpressivo, corroborada pelas observações em campo (Figura 6.15).

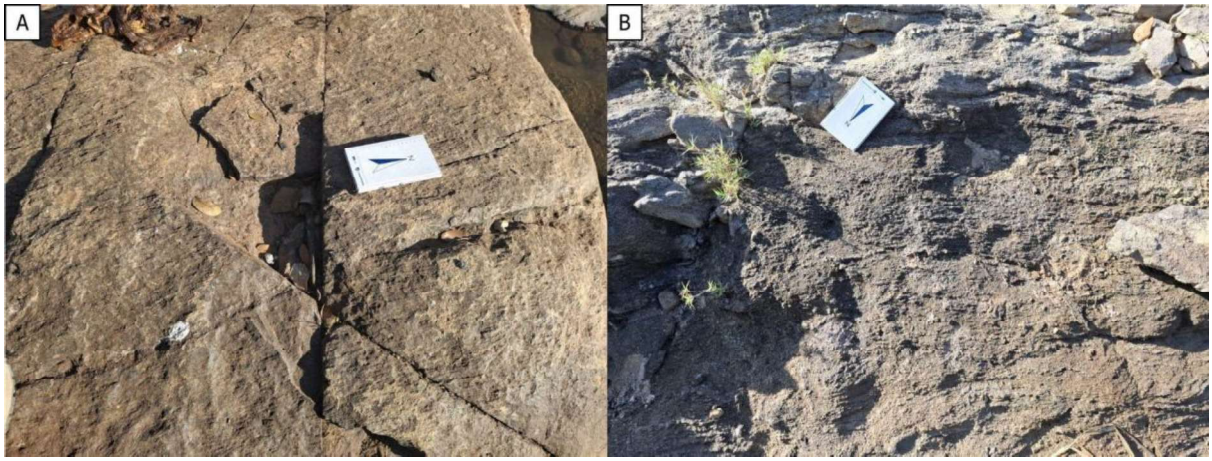


Figura 6.14: Afloramentos representativos do Domínio Aurilândia, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp). Exemplos observados nos pontos TF25_A2_P58 (A) e TF25_A2_P141 (B), ambas na Unidade Gnáissica da Sequência Serra da Bandeira.

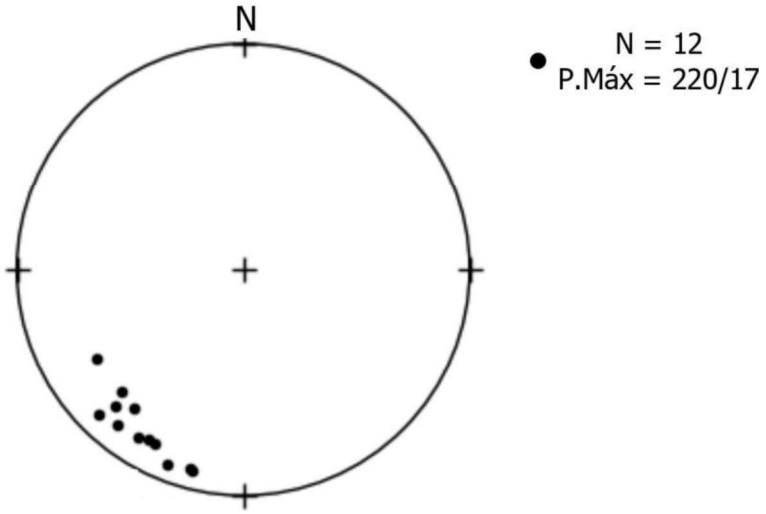


Figura 6.15: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio Aurilândia, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 220/17.

As *slickenlines* registradas nesse domínio ocorrem exclusivamente no ponto TF25_A2_P58, onde os riscos preservados em superfícies de falha resultam do atrito gerado pelo deslocamento relativo entre os blocos rochosos. Essas estrias permitem identificar a direção do movimento e os steps o sentido, que neste caso indica um regime compressivo com direção de transporte voltada para NNE. As atitudes dessa estrutura, registradas em 217/14, reforçam a interpretação de uma deformação de caráter transpressivo, conforme ilustrado no estereograma da Figura 6.16.

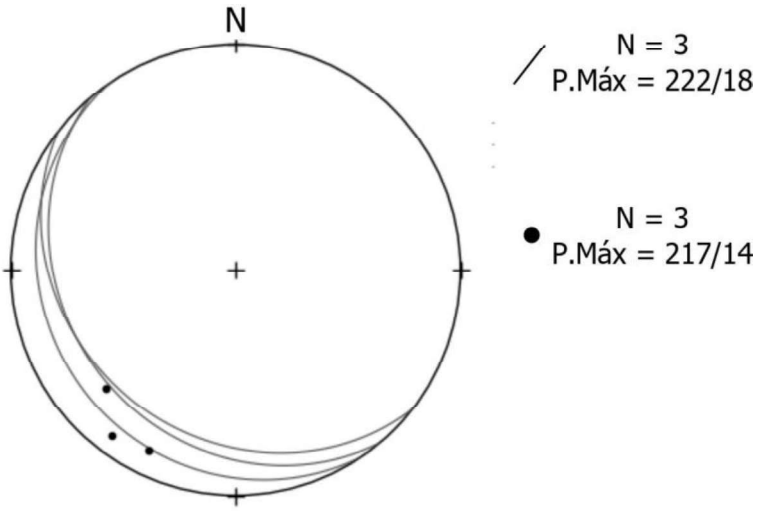


Figura 6.16: Estereograma representativo das slickensides e slickenlines da Área II, evidenciando o regime compressivo atuante. O plano da superfície de deslizamento e a lineação de deslizamento indicam também o movimento compatível com deformação de caráter transpressivo frontal.

Já no Domínio São Luís de Montes Belos, dentro do contexto da Área II, ocorrem exclusivamente lineações de estiramento mineral, novamente marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp) presentes nos gnaisses da porção leste da área (Figura 6.17). Essas lineações exibem orientações semelhantes às registradas no Domínio Aurilândia, com atitudes médias em torno de 223/11. Quando analisadas em conjunto com os planos estruturais desse domínio, observa-se a manutenção de um regime transpressivo, com transporte tectônico orientado para NNE, conforme ilustrado no estereograma da Figura 6.18.

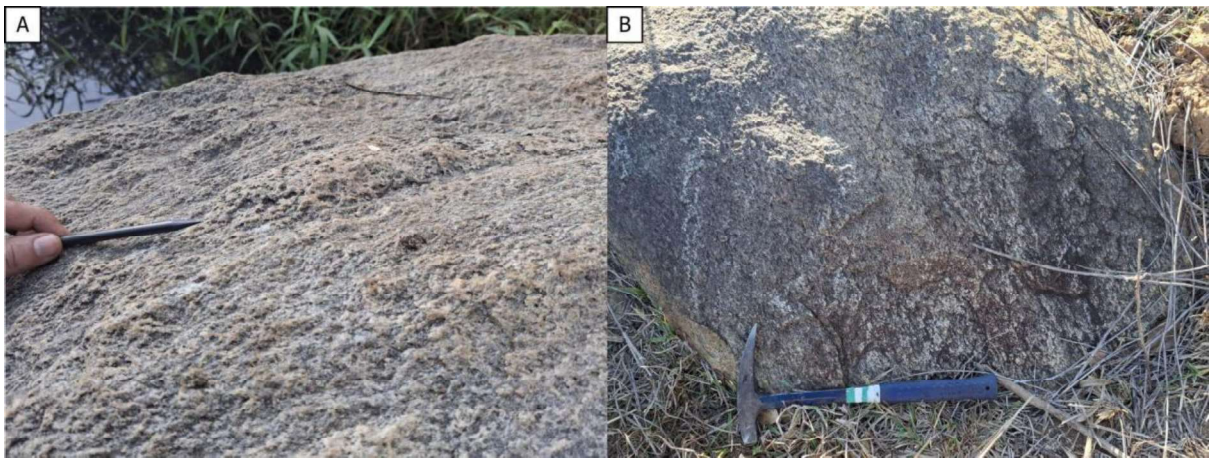


Figura 6.17: Afloramentos representativos do Domínio São Luís de Montes Belos, evidenciando lineações de estiramento mineral marcadas pelo alongamento de cristais de quartzo (Qz) e feldspatos (Fsp). Exemplos observados nos pontos TF25_A2_P29 (A) e TF25_A2_P40 (B), ambas do Ortognaisse Sanclerlândia.

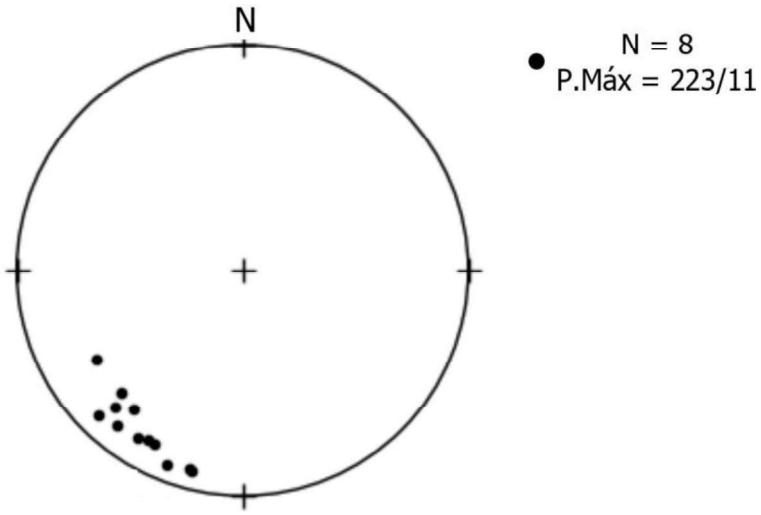


Figura 6.18: Estereograma representativo das lineações de estiramento mineral do Domínio São Luís de Montes Belos, mostrando orientação preferencial com atitudes médias de 223/11.

6.2.1.3. Eixo de Dobra

Na Área II, foi reconhecida apenas uma dobra em escala de afloramento durante o mapeamento. Embora se encontre exposta em saprólito, as medidas obtidas ao redor, tanto na borda quanto no interior do corte da estrada, confirmam a mesma orientação estrutural registrada no afloramento principal. Essa dobra, localizada no ponto TF25_A2_P168 (Figura 6.19), apresenta eixo com atitude 213/12, enquanto seus flancos exibem orientações de 280/28 e 145/28 (Figura 6.20). Trata-se de uma dobra aberta, com eixo suavemente inclinado para SW, cuja geometria é compatível com o padrão regional de orientação das demais estruturas identificadas na área.



Figura 6.19: Corte de estrada do ponto TF25_A2_P168, apresentando a dobra observada em saprólito (A) e sua respectiva interpretação estrutural (B).

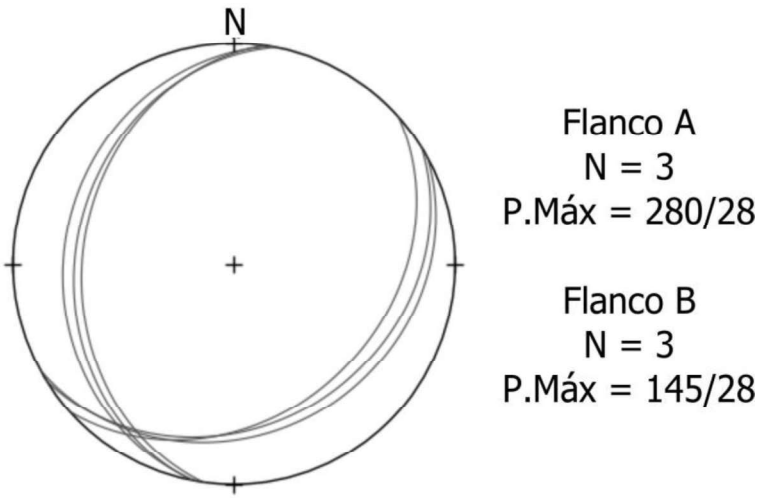


Figura 6.20: Estereograma ilustrando a orientação do eixo e dos flancos da dobra registrada no ponto TF25_A2_P168.

No contexto regional do Projeto Aurilândia, ocorre uma dobra de maior extensão que se propaga desde a Área VI até a Área I, configurando uma dobra sinclinal com eixo orientado

para o norte, em consonância com o trend estrutural predominante e com a distribuição geral das atitudes estruturais levantadas no projeto. Na Área II, essa estrutura de escala regional é reconhecida por meio da organização das foliações no Domínio Aurilândia, cuja disposição evidencia claramente a presença da dobra quando analisada no perfil estrutural orientado de leste para oeste (Zonas de Cisalhamento

As zonas de cisalhamento identificadas na Área II ocorrem predominantemente associadas a falhas reversas localizadas nos contatos entre distintas litologias, além de uma zona adicional interpretada na porção leste da área, correspondente a um corredor de cisalhamento inserido no Domínio São Luís de Montes Belos. Essa estrutura passa próxima ao ponto TF25_A2_P28, onde foram observados cristais intensamente deformados e afetados por alteração hidrotermal, bem como evidências de deformação significativa nos corpos ultramáficos presentes no afloramento. A direção geral neste afloramento segue um trend N–S, compatível com o padrão estrutural regional observado nas Áreas I e III.

A intensidade da deformação nesse setor é suficiente para gerar dobras em mesoescala, reorientando cristais e bandas máficas nas amostras coletadas (Figura 6.21). Em lâmina delgada, nota-se uma alteração hidrotermal marcante, evidenciada por texturas poiquiloblásticas em cristais de biotita, contendo inclusões de clinopiroxênio (Figura 5.5).



Figura 6.21: Amostra de mão do ponto TF25_A2_P28, dentro da Suíte São Luís de Montes Belos, evidenciando as feições deformacionais presentes na rocha (A), e vista geral do afloramento associado (B).

Com base no alinhamento estrutural regional e na comparação das feições deformacionais observadas nas áreas adjacentes, interpretou-se a presença da Zona de Cisalhamento Rosalândia, cuja expressão estrutural na Área II corresponde a essa faixa deformada de orientação predominantemente N–S.

6.2.2. Arcabouço Estrutural Rúptil

No âmbito das estruturas de comportamento rúptil da Área II, sobressaem-se as falhas e as fraturas reconhecidas em afloramento e posteriormente analisadas. Essas estruturas, quando consideradas em conjunto, definem o padrão de deformação frágil que afeta as rochas da região, revelando descontinuidades e zonas de deslocamento que contrastam com o regime dúctil observado em outros setores da área.

6.2.2.1. Falhas

As falhas reconhecidas na Área II foram identificadas principalmente a partir dos contatos entre as unidades geológicas e interpretadas como estruturas compressivas associadas a zonas de cisalhamento. No conjunto da área, destacam-se três falhas principais: (i) na porção central, ocorre uma falha externa denominada Falha Ribeirão Cerrado; (ii) internamente a ela, também na região central, situa-se a Falha Aurilândia; (iii) e, no extremo oeste da área, foi identificada uma terceira estrutura, denominada Falha Córrego do Ouro (Figura 6.5).

Essas falhas organizam parte significativa do arcabouço estrutural local, controlando limites litoestratigráficos e refletindo a atuação de regimes compressivos com componente de cisalhamento ao longo de sua evolução.

A Falha Ribeirão Cerrado marca o limite estrutural entre os domínios São Luís de Montes Belos e Aurilândia, na porção leste, e entre os domínios Aurilândia e Carmolândia, na porção oeste. Ao longo de sua extensão, tanto a orientação quanto o sentido de cisalhamento variam, refletindo mudanças no regime deformacional conforme se transita de um setor para outro, visto que são dois ramais independentes da mesma falha.

Na porção leste o comportamento estrutural indica um regime transpressivo dextral, evidenciado pela presença de sigmoides deformacionais compostos nas foliações (Figura 6.10), bem como pela relação coerente entre atitudes de foliações e lineações de estiramento (Figura 6.22). No setor oeste, por outro lado, observa-se um regime transpressivo sinistral, igualmente sustentado pela disposição das foliações e lineações desse segmento das falhas (Figura 6.23). Além disso, estruturas correlatas identificadas nas áreas vizinhas contribuem para reforçar a interpretação da cinemática dessas falhas e a variação do sentido do rejeito ao longo de toda a sua extensão.

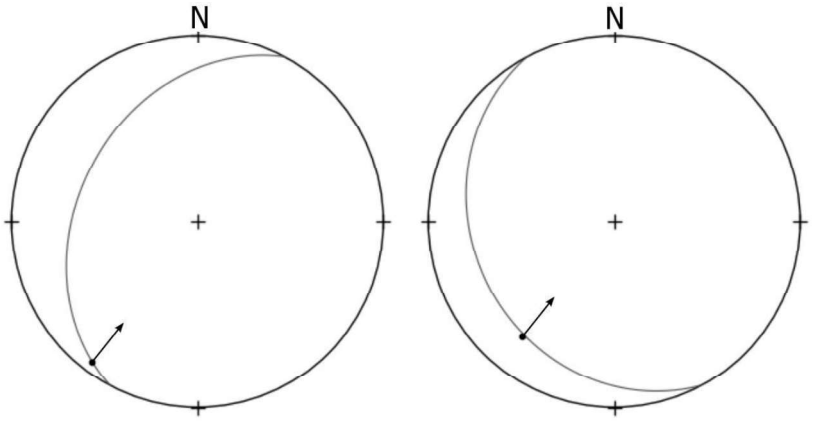


Figura 6.22: Estereogramas representativos do setor leste das falhas de empurrão, evidenciando um regime de cisalhamento dextral, conforme observado nos pontos TF25_A2_P41 e TF25_A2_P58, localizados no Ortognaisse Sanclerlândia e Unidade Gnáissica, respectivamente.

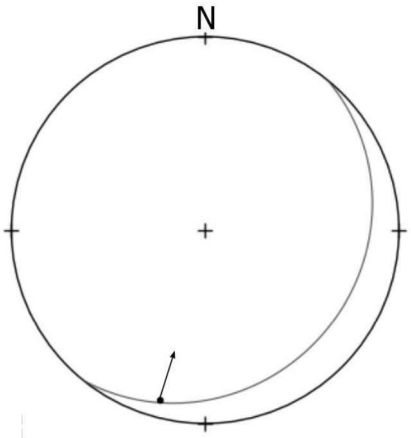


Figura 6.23: Estereograma representativo do setor oeste das falhas de empurrão, indicando um cisalhamento de sentido sinistral, registrado no ponto TF25_A2_P141, dentro da Unidade Gnáissica.

6.2.2.2. Fraturas

No regime rúptil, as fraturas desempenham papel fundamental na caracterização dos estágios finais de deformação. Na Área II do Projeto Aurilândia, essas estruturas representam fases tardias do quadro deformacional e exibem ampla variedade de orientações ao longo de toda a área mapeada (Figura 6.24). Apesar dessa variabilidade, observa-se que os padrões de fraturamento mais persistentes correspondem aos *trends* N–S e NW–SE, conforme destacado no diagrama de roseta apresentado na Figura 6.24.

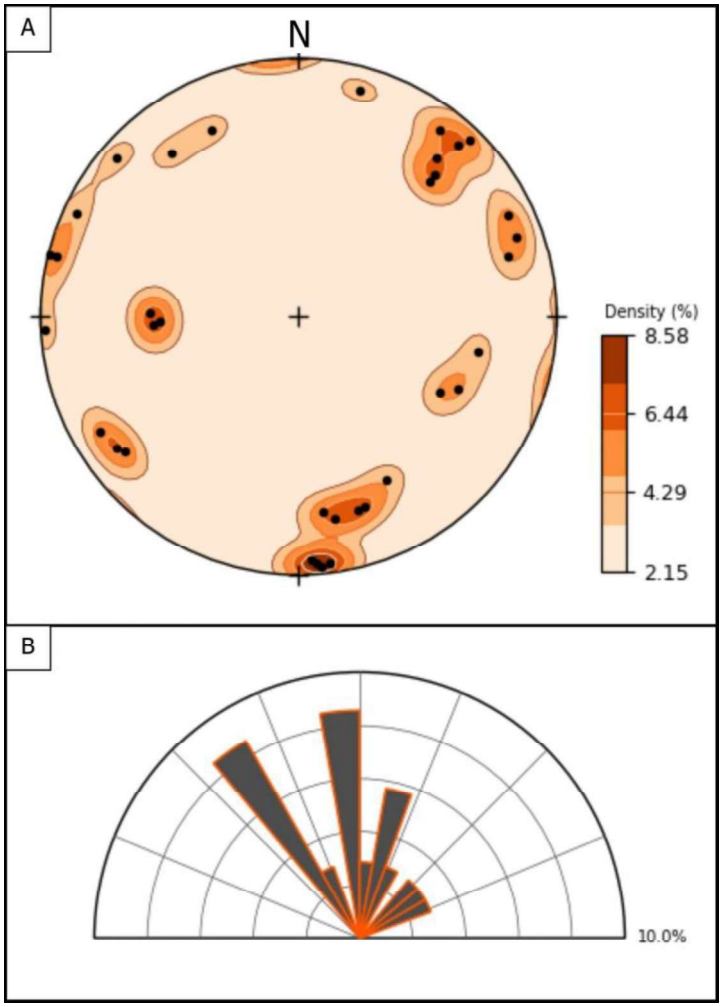


Figura 6.24: (A) Estereograma representativo das fraturas ao longo da Área II mostrando a densidade dos polos; (B) Diagrama de roseta das fraturas da Área II, concentradas nos trends N-S e NW-SE.

Em determinados afloramentos, observa-se que as fraturas ocorrem em múltiplas orientações, indicando que essas estruturas foram retrabalhadas em campos de esforços de diferentes orientações ao longo do tempo. No ponto TF25_A2_P58, o mais representativo para a área dessa estrutura, foram identificadas três famílias distintas de fraturas. A primeira apresenta atitudes em torno de 348/65, representando uma variação em relação ao padrão predominante na área. A segunda corresponde ao segundo *trend* recorrente na região, com orientações médias próximas de 303/85. A terceira família acompanha diretamente o trend estrutural regional do projeto, exibindo atitudes em torno de 087/47, compatíveis com o arranjo geral dos corpos orientados segundo a direção N–S (Figura 6.25).

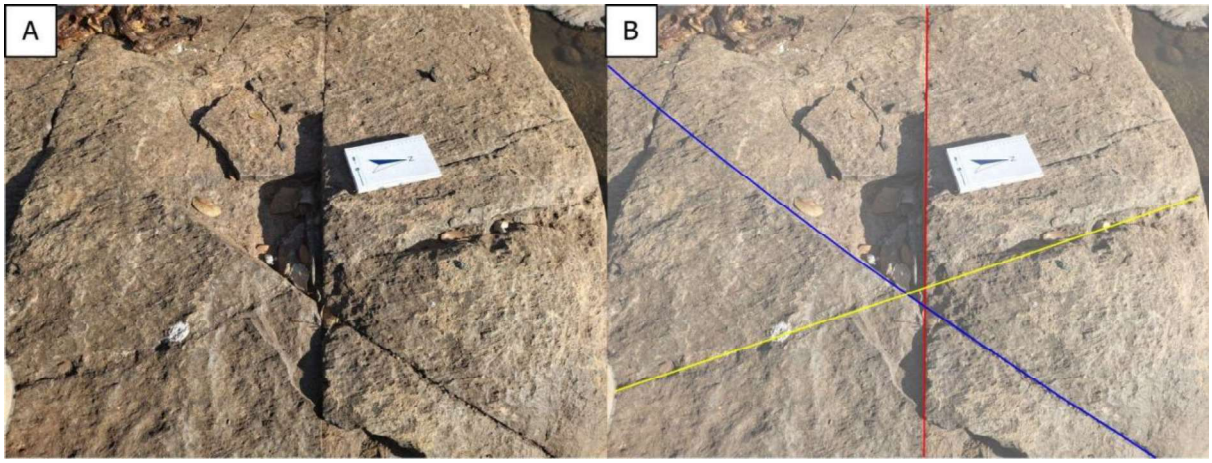


Figura 6.25: Fraturas registradas no ponto TF25_A2_P58, localizado na Unidade Gnáissica, destacando-se as três orientações principais observadas (A) e sua correspondente interpretação estrutural (B). As fraturas estão distribuídas em três conjuntos: o conjunto representado em vermelho, com atitude 131/83; o conjunto em azul, com orientação de 104/84; e o conjunto em amarelo, com atitude 087/47.

Além disso, verificou-se que diversas fraturas cortam veios de quartzo distribuídos ao longo de toda a área, indicando que essas estruturas podem ter se originado tanto por alívio de tensão durante a cristalização dos veios quanto por episódios deformacionais posteriores que afetaram essas mesmas estruturas (Figura 6.26). Observou-se ainda a presença de pares conjugados de fraturas, alguns dos quais seguem a orientação dos veios e das lineações de estiramento mineral, evidenciando a coerência entre o regime rúptil e o padrão estrutural geral da área gerado durante o regime dúctil prévio (Figura 6.26).

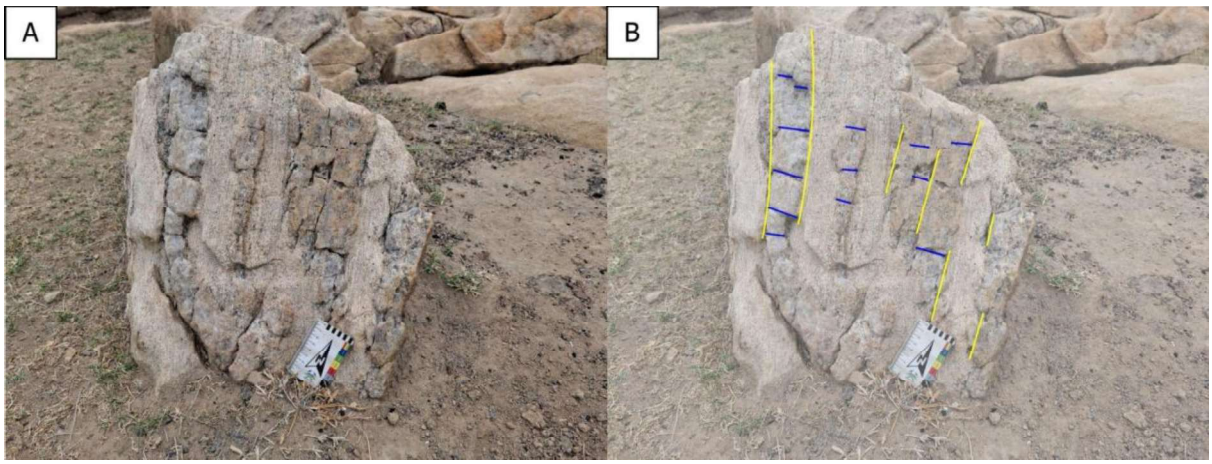


Figura 6.26: Fraturas observadas no ponto TF25_A2_P179, dentro do Ortognaisse Sanclerlândia, apresentadas na imagem original (A) e em sua correspondente interpretação estrutural (B). Foram identificados dois conjuntos principais: o conjunto destacado em amarelo, cuja orientação acompanha a foliação e as lineações de estiramento mineral; e o conjunto representado em azul, que se posiciona de forma discordante em relação aos veios de quartzo e às foliações da rocha.

CAPÍTULO VII

GEOLOGIA ECONÔMICA

7. GEOLOGIA ECONÔMICA

A região do Projeto Aurilândia está inserida no Arco Magmático de Goiás (AMG), uma zona de acresção de crosta juvenil neoproterozoica formada por dois eventos magmáticos principais, entre 920–800 Ma (arco insular) e 670–620 Ma (arco continental). (Pimentel *et al*., 2004; Laux *et al*., 2004, 2005). O AMG situa-se na porção oeste do Orógeno Brasília e limita-se, a leste, com o Maciço de Goiás pela falha Rio dos Bois. (Pimentel *et al*., 2004; Fuck *et al*., 2014; Praxedes, 2015).

Ao longo do AMG, ocorrem diversos depósitos minerais (Figura 7.1), entre eles o depósito de Americano do Brasil, associado a intrusões máfico-ultramáficas sin-orogênicas e caracterizado por mineralizações sulfetadas disseminadas e maciças de Ni–Cu (Mota e-Silva *et al*., 2011); o depósito de Chapada, um sistema Cu–Au pórfiro (Richardson *et al*., 1986; Oliveira *et al*., 2016); e o depósito aurífero de Fazenda Nova, descrito como um sistema complexo de diques e sills que intrudem diversas rochas plutônicas e metavulcânicas félsicas (Marques *et al*., 2017), sendo classificado como um sistema Intrusion-Related. Também se destaca o depósito Zacarias, interpretado como um sistema vulcanogênico disseminado de natureza estratiforme (Poll *et al*., 1994; James *et al*., 2025), além do depósito Bom Jardim de Goiás, composto por veios e vênulas discordantes encaixados em rochas vulcanoclásticas intensamente hidrotermalizadas, nas quais predomina a propilitização (Seer *et al*., 1985; Guimarães *et al*., 2012). Complementam esse conjunto os depósitos auríferos orogênicos Posse e Suruca (Palermo *et al*., 2000; Oliveira *et al*., 2004). Uma síntese dos principais depósitos metálicos pertencentes aos segmentos Mara Rosa, Arenópolis e Anicuns–Itaberaí encontra-se apresentada na Tabela 7.1

No contexto local da área de estudo, registram-se antigas operações de lavra aurífera, entre elas as minas de Jenipapo, Ferreira e João Paulo. Essas minas foram anteriormente exploradas pela Western Mining Corporation (WMC), cuja atuação teve destaque na produção de ouro no estado de Goiás entre 1989 e 1992. A mineralização aurífera regional ocorre associada a veios de quartzo encaixados em gnaisses, distribuídos ao longo de uma zona de cisalhamento rúptil com direção aproximada N45°W.

Adicionalmente, verificam-se ocorrências de corpos máficos e ultramáficos na região de São Luís de Montes Belos, nos quais processos hidrotermais promoveram a geração de vermiculita (Macedo *et al*., 2016), atualmente explorada pela empresa Brasil Minérios S.A. Por fim, a região apresenta ainda o registro de três pedreiras desativadas destinadas à extração de brita, associadas aos ortognaisses aflorantes em São Luís de Montes Belos.

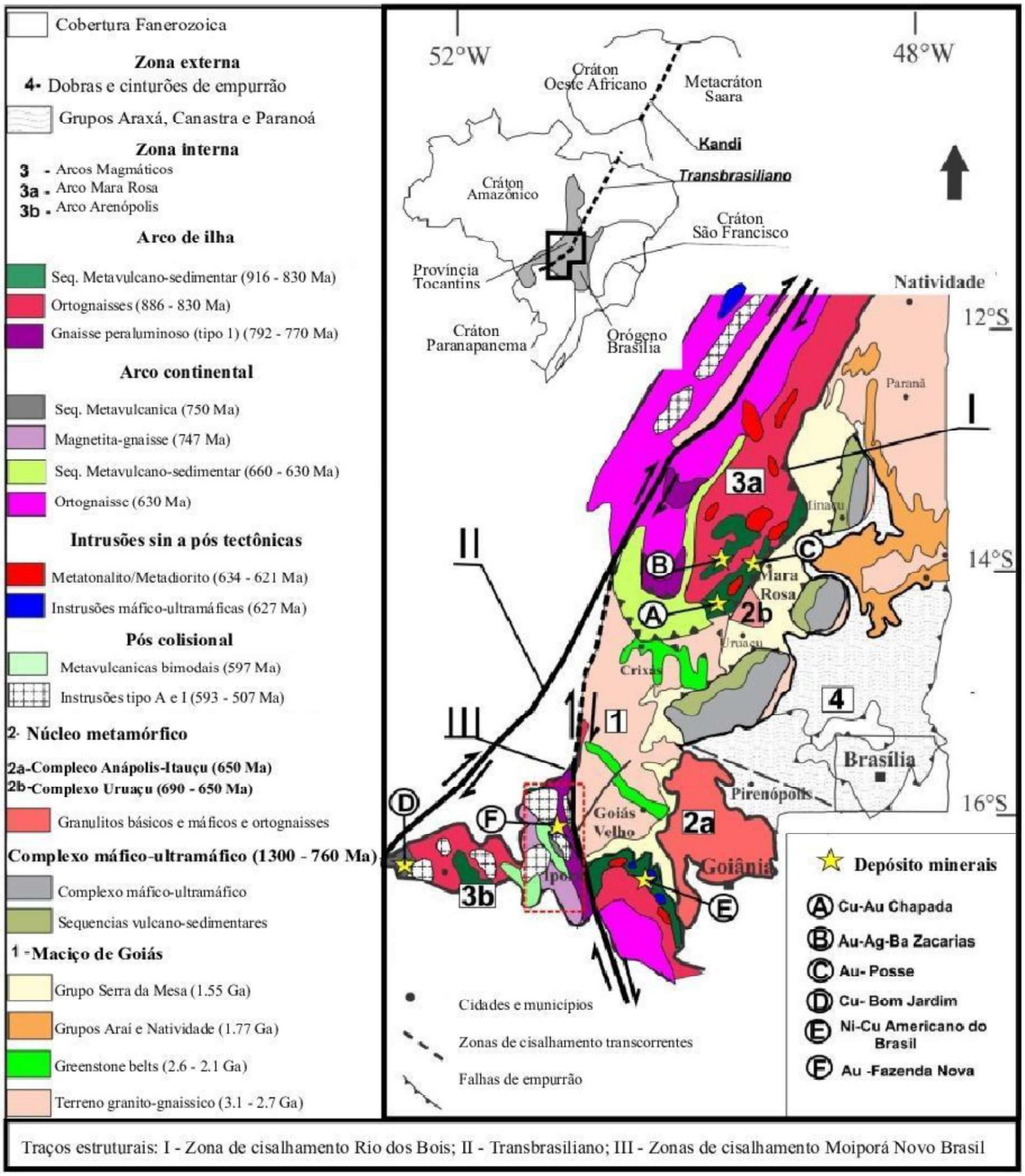


Figura 7.1:Mapa geológico simplificado do Orógeno Brasília com os principais depósitos minerais do Arco Magmático de Goiás (modificado de Fuck et al., 1994; Dardenne, 2000), retirado e traduzido de Marques et al.,2019.

Tabela 7.1: Resumo de algumas características dos principais depósitos metálicos dos segmentos Mara Rosa, Arenópolis e Anicuns-Itaberaí. Retirado e traduzido de Silvia et al., 2014

Depósito (Idade)	**Rocha Hospedeira**	**Alteração Hidrotermal ou Halos Hidrotermais**	**Tipo de depósito**	**Mineralogia do Minério**	**Metais**	**Reserva (Teor)**
SEGMENTO MARA ROSA						
Chapada (880–860 Ma)	Biotita gnaisse, muscovita-biotita xisto, biotita-muscovita xisto e anfibólio xisto	Propilítico, potássico, fílico, argílico	Cu–Au pórfiro	Calcopirita, pirita (± bornita, ± galena, ± esfalerita)	Cu–Au	622 Mt (Cu = 0,25%); 3,28 Moz (Au = 0,16 g/t)
Zacarias (908 Ma)	Barita quartzito, muscovita–barita quartzito	Metassomatismo magnesiano (flogopita, talco), argilização (?)	Au VMS (minério estratiforme)	Ouro, barita, oellacherita, pirita, ± esfalerita, ± galena, ± calcopirita, ± Zn-espinélio, magnetita, electrum, freibergita, boulangerita	Au–Ag–Ba	91.000 oz (Au = 4,36 g/t); 0,65 Mt (Ag = 48,06 g/t; Ba = 10,67%)
Posse (630–580 Ma ?)	Biotita–sericita xisto com disseminações de sulfetos (metagranodiorito)	Sericitização, biotização, silicificação, sulfetação (pirita)	Au orogênico	Calaverita, ± altaíta, ± frohbergita, pirita (calcopirita, molibdenita, esfalerita)	Au	1,087 Moz (Au = 1,42 g/t)
Suruca (630–580 Ma ?)	Carbonato–muscovita–clorita xisto com disseminações de pirita (metavulcânicas máficas e metassedimentares alteradas)	Sericitização, biotização, carbonatação, sulfetação	Au orogênico*	Esfalerita, galena e pirita	Au–Cu–Ag–Pb–Zn	1,007 Moz (Au = 0,53 g/t)

Depósito (Idade)	Rocha Hospedeira	Alteração Hidrotermal ou Halos Hidrotermais	Tipo de depósito	Mineralogia do Minério	Metais	Reserva (Teor)
SEGMENTOS ARENÓPOLIS E ANICUNS–ITABERAÍ						
Bom Jardim de Goiás (740 Ma)	Tufos cristalinos e cineríticos riolíticos a dacíticos	Silicificação, cloritização	Cu VMS (Stringer Ore)	Calcopirita, pirita (electrum, pirrotita, magnetita, esfalerita, ilmenita, hematita)	Cu	4,58 Mt (Cu = 0,92%)
Fazenda Nova (572 Ma)	Diques e stocks de microtonalitos/dioritos e vulcânicas ácidas a intermediárias	Sericitização, carbonatação, sulfetação (arsenopirita, pirrotita)	Reduced intrusion-related gold	Arsenopirita, pirrotita	Au	0,65 Moz (Au = 4 g/t)
Americano do Brasil (626 Ma)	Dunitos, peridotitos, piroxenitos e dioritos	–	Sulfetos de Ni–Cu associados a complexo MUM sin-orogênico	Pirrotita, pentlandita, calcopirita, pirita, ± magnetita	Ni (± Cu ± Co)	4,95 Mt (Ni = 0,62%; Cu = 0,65%)

Em continuidade à apresentação do potencial mineral identificado, o Projeto Aurilândia registrou novas ocorrências de destaque no âmbito do Arco Magmático de Goiás. As áreas 5, 6 e 7 evidenciam características compatíveis com sistemas mineralizantes do tipo Cu–Au pórfiro, ampliando as perspectivas para esse modelo de depósito na região. Tal interpretação é corroborada pela identificação de rochas enriquecidas em cianita e pirita, semelhantes àquelas descritas no Arco Magmático de Mara Rosa.

No contexto da mineralização aurífera orogênico, foram identificados veios de quartzo sulfetados nas Áreas 4, 5, 6, 7 e 8, apresentando orientações preferenciais NW–SE e E–W. Esses veios incluem aqueles historicamente lavrados no garimpo do Ferreira, localizado na Área 4, e estão associados a gnaisses milonitizados (SGB apud Barros, 1988; Oliveira, 1995).

Adicionalmente, foram registradas diversas ocorrências com potencial para aproveitamento industrial. Inicialmente, destacam-se rochas como biotititos, com possível

aplicação como remineralizadores potássicos (Áreas 1, 2 e 7), além disso, ressalta-se: (I) no âmbito dos materiais destinados à construção civil, identificaram-se recursos adequados para agregados (Área 1) e extração de areia associado ao rio Pilões (Área 3); (II) entre os minerais de interesse específico, ressaltam-se a cianita, de caráter refratário (Área 2), veios de quartzo portadores de vermiculita (Área 2) e granadas com potencial uso como abrasivo (Área 2); (III) leucogranitos, sienogranitos e gnaisses apresentam aptidão para aplicação ornamental (Áreas 8 e 9). Por fim, os gnaisses tonalíticos da região demonstram adequação para a produção de brita, atividade já registrada no município de São Luís de Montes Belos, onde ocorrem pedreiras desativadas (Áreas 8 e 9) destinadas a esse fim, como citado anteriormente.

A distribuição espacial dessas ocorrências, abrangendo os potenciais metálicos e minerais, além das rochas e minerais industriais, é apresentada de forma integrada no Mapa de Recursos Minerais do Projeto Aurilândia (Figura 7.2), o qual indica a localização dessas manifestações na área de estudo.

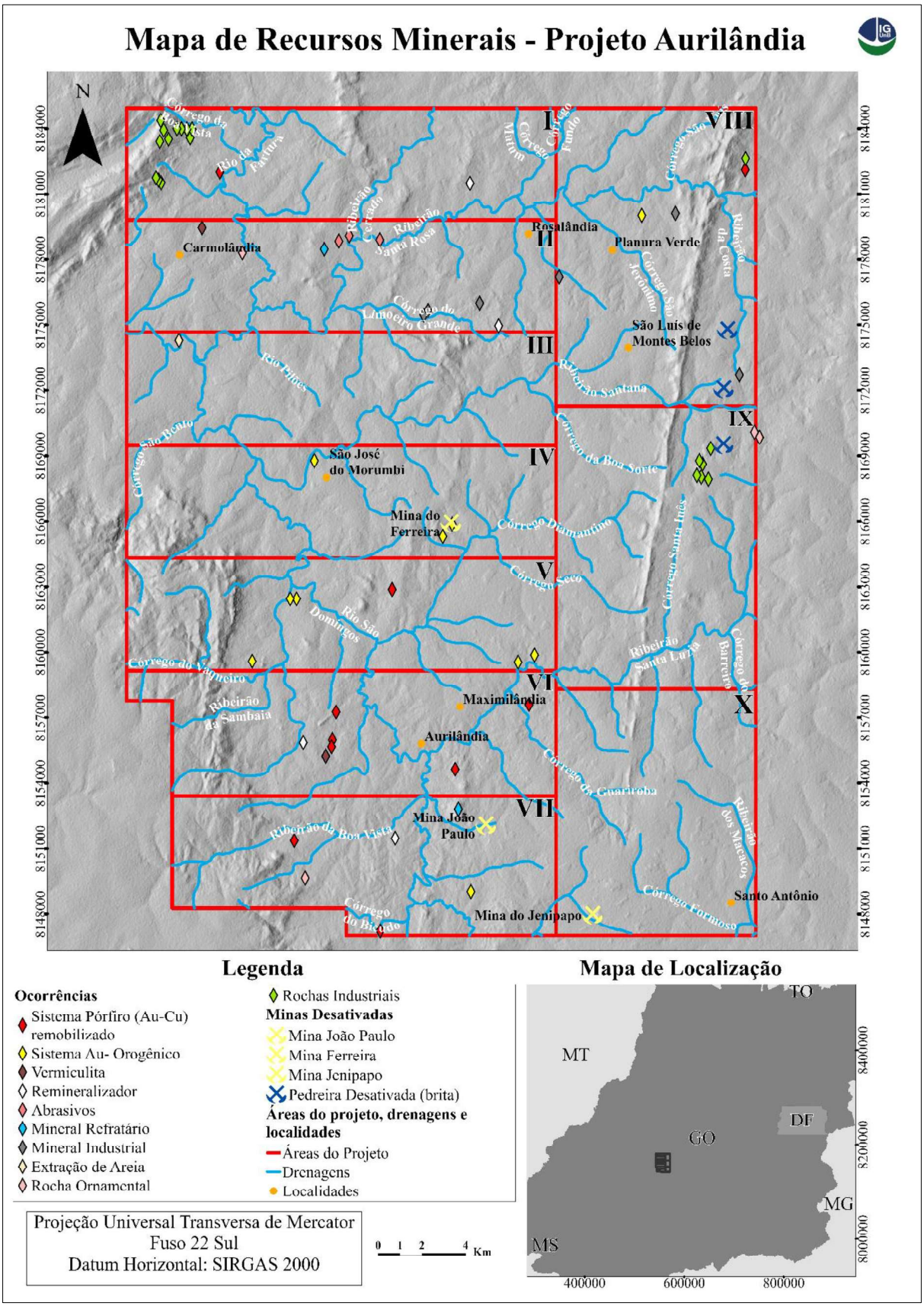


Figura 7.2: Mapa de localização das ocorrências de recursos minerais identificadas no âmbito do Projeto Aurilândia, elaborado sobre modelo de sombreamento (hillshade).

7.2. Ocorrências Minerais da Área II

No contexto do Projeto Aurilândia, o mapeamento realizado identificou diversas ocorrências minerais dispersas, que embora majoritariamente de pequeno porte, revelam um potencial econômico diversificado, abrangendo aplicações agrícolas, industriais e ornamentais. A presença dessas ocorrências reforça a importância da área para futuras investigações mais detalhadas, incluindo estudos de continuidade, volume e caracterização tecnológica dos materiais.

7.2.1. Remineralizador potássico (flogopita xisto)

Remineralizadores são insumos minerais feitos de rochas moídas que melhoram a fertilidade do solo e a saúde das plantas, fornecendo gradualmente nutrientes como cálcio, magnésio e potássio, além de silício e outros micronutrientes (Corrêa & Oliveira, 2024). Dessa forma, os remineralizadores são classificados ou agrupados em um diagrama ternário PKCa-Mg de acordo com o seu conteúdo de macronutrientes primários [fósforo (P), potássio (K)] e secundários [cálcio (Ca) e/ou magnésio (Mg)], elementos essenciais para as plantas e tradicionalmente abordados na literatura agronômica (Figura 7.3).

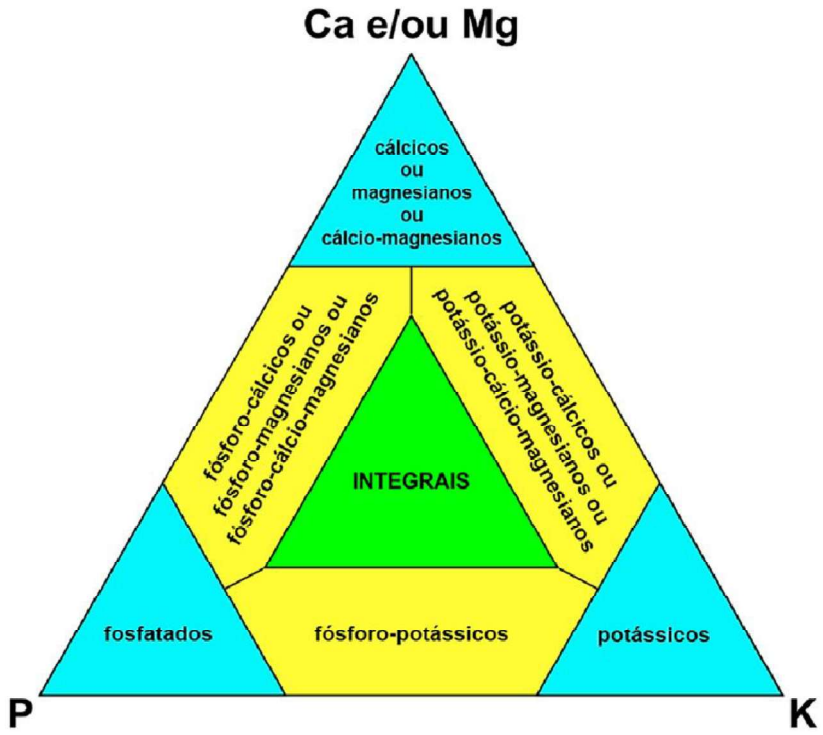


Figura 7.3: Diagrama ternário PKCa-Mg mostrando o agrupamento dos remineralizadores com base na concentração dos macronutrientes primários (P, K) e secundários (Ca e/ou Mg). O centro do diagrama é representado pelos remineralizadores integrais, identificados por concentrações elevadas de macronutrientes primários e secundários.

Remineralizadores potássicos são insumos agrícolas derivados de rochas silicáticas que, após moagem, liberam potássio (K) e outros nutrientes essenciais para o solo, melhorando sua fertilidade e estrutura. Eles atuam como uma alternativa sustentável aos fertilizantes potássicos tradicionais, como o cloreto de potássio, contribuindo para a nutrição das plantas e a resistência a pragas, além de melhorar a capacidade de retenção de água do solo (Lima, 2024; Corrêa & Oliveira, 2024).

No Ponto 28 ocorre um corpo enriquecido em biotita cuja origem está associada à transformação metamórfica de piroxenito (Figura 7. A e B). Durante os eventos metamórficos regionais, os minerais ferromagnesianos primários foram intensamente alterados, resultando na formação de biotita por processos combinados de metassomatismo potássico e hidrotermalismo, que introduziram K no sistema.

Essa biotita rica em potássio apresenta potencial para uso como remineralizador de solos, pois rochas ultramáficas biotitizadas liberam nutrientes de forma gradual após moagem fina, contribuindo para correção e enriquecimento da fertilidade natural do solo. Além do aspecto econômico, o litotipo é geologicamente relevante: sua presença evidencia zonas de alteração hidrotermal e metamorfismo intenso atuando sobre unidades originalmente máficas/ultramáficas, refletindo a complexidade tectono-metamórfica que caracteriza o substrato da área.



Figura 7.4: Biotitito, rocha ultramáfica enriquecida em potássio mediante processos hidrotermais (A); Afloramento de rocha ultramáfica que consiste em um corpo alongado com sentido N-S (B).

7.2.2. Vermiculita

No Ponto 94, foi registrada a presença de vermiculita, associada à alteração de micas em veios de quartzo (Figura 7.4 C e D). Sua ocorrência no local indica condições de alteração hidrotermal ou intempérica avançada, típicas de zonas de circulação de fluidos reativos. Apesar do potencial econômico, a viabilidade depende diretamente do volume do material disponível, espessura das zonas alteradas e continuidade lateral, parâmetros que ainda não foram estimados e demandam estudos detalhados de mapeamento e sondagem.

A região apresenta uma prospecção de vermiculita bem marcante, o qual a vermiculita tipo II ocorre em flogopititos vrm, tem cor bronzeada e forma-se a partir da alteração da flogopita. Macedo *et al*., (2018) ressalta que as escamas de hidroflogopita mostram uma orientação preferencial ao longo de N-S e NE-SW, paralela à zona de cisalhamento de São Luís de Montes Belos. Outras empresas já exploram esse produto devido ao potencial apresentado na região, visto que a vermiculita é um mineral de elevado interesse comercial, amplamente empregado como substrato agrícola, construção civil, nutrição animal e siderurgia, sendo um componente de misturas para horticultura, além de funcionar como isolante térmico e acústico devido à sua expansão característica quando aquecida.

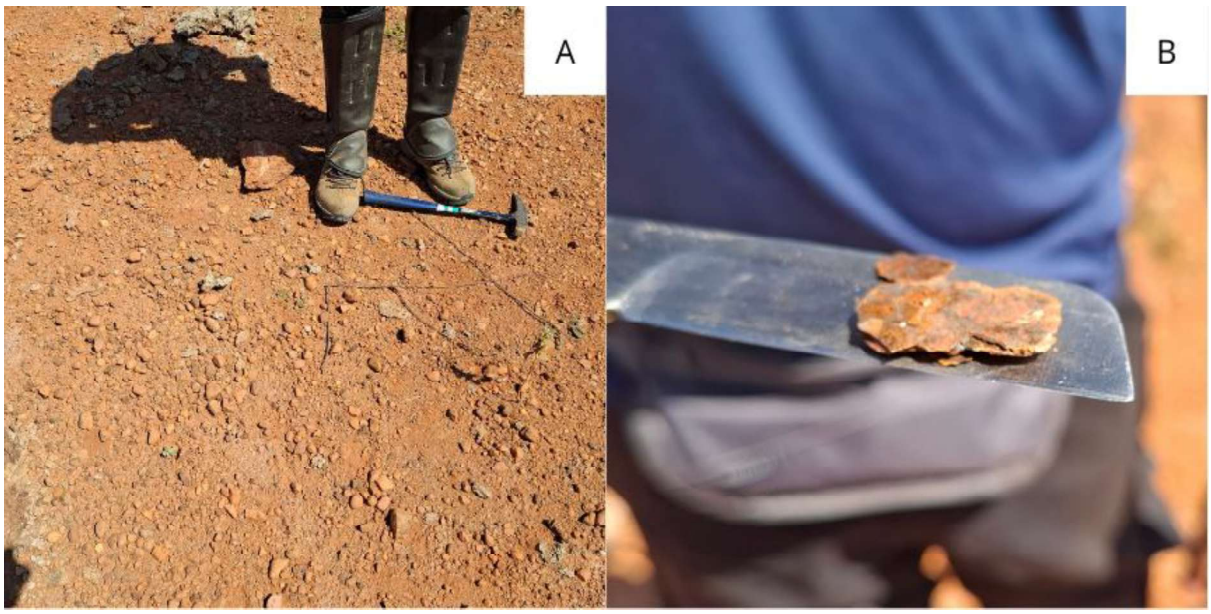


Figura 7.5: Solo com fragmentos de quartzito onde há presença de vermiculita (C); Vermiculita, produto de alteração hidrotermal ou intempérica local (D).

7.2.3. Uso industrial

A cianita é um mineral com alta porcentagem de alumina, com cerca de 60% de Al2O3, permitindo que a cianita seja amplamente empregada como mineral industrial por suas características refratárias (Bulut & Yurtsever, 2004). Ela ocorre como porfiroblastos ou

agregados cristalinos em xistos aluminosos, paragnaisses e quartzitos localizados em terrenos metamorfizados em fácies anfibolito a granulito e em zonas de deformação de alta pressão, como zonas de cisalhamento (Miyashiro, 1973; Simandl *et al*., 1999). Neste contexto, muscovita, granada, silimanita e estaurolita ocorrem comumente associados com a cianita (Joffily & Oliveira, 2009).

As rochas com concentrações elevadas de cianita são derivadas de protolitos com alta concentração de alumina, tais como rochas sedimentares finas, paleoregolito ou zonas de alteração hidrotermal. A classificação dos depósitos de cianita em proporções economicamente explotáveis é descrita por Bennet e Castle (1975) em quatro tipos principais: cianita quartzito, cianita xisto, cianita gnaisse e cianitito.

No Ponto 83, foi registrada a ocorrência de cianita, inserida em uma paragênese típica de xistos aluminosos de alto grau, caracterizada por Ky–Ms–xisto. A cianita é um mineral refratário de grande importância industrial, empregado na indústria cerâmica, na produção de materiais resistentes a altas temperaturas, tijolos refratários e componentes de fornos. Sua formação está relacionada ao metamorfismo regional de alta pressão, indicando que a área apresenta condições P–T favoráveis ao desenvolvimento de minerais industriais de alto valor agregado. Embora a ocorrência observada seja pontual, ela sugere a possibilidade de existirem outros níveis aluminosos com potencial refratário na região, recomendando a ampliação da prospecção estrutural e petrográfica em litotipos similares.

7.2.4. Rochas ornamentais

O Ponto 179 corresponde a um corpo de leucogranodiorito de coloração clara e textura homogênea, características que tradicionalmente favorecem seu aproveitamento como rocha ornamental (Figura 7.6). A qualidade visual do litotipo, associada à presença de minerais félsicos bem equilibrados, sugere um bom potencial estético, especialmente para aplicações em revestimentos internos, bancadas e elementos decorativos. Do ponto de vista econômico, a viabilidade comercial desse material depende de critérios como densidade e abertura de fraturas, trabalhabilidade para corte e beneficiamento, além de suas propriedades físico-mecânicas (absorção de água, resistência à compressão, desgaste e capacidade de polimento).



Figura 7.6: Afloramento de leucogranodiorito localizado no ponto TF25_A2_P179, ocorrendo a rocha com potencial para ornamentação em função da baixa densidade de fraturas (A); Leucogranodiorito (B).

Durante a descrição de campo, observou-se que o afloramento apresenta baixa densidade de fraturas, embora algumas delas estejam preenchidas por quartzo. Embora fraturas preenchidas possam dificultar o corte e reduzir o rendimento em blocos comerciais, sua presença não inviabiliza automaticamente o aproveitamento, desde que existam setores suficientemente maciços. Nesse sentido, a combinação entre boa aparência petrográfica, homogeneidade mineralógica e poucas descontinuidades estruturais indica que o corpo possui potencial para exploração ornamental, recomendando-se, em estudos futuros, o mapeamento detalhado das zonas mais maciças e a realização de ensaios laboratoriais que confirmem suas propriedades tecnológicas.

CAPÍTULO VIII

EVOLUÇÃO TECTÔNICA

8.EVOLUÇÃO TECTÔNICA

8.1. Evolução Tectônica do Arco Magmático Goiás - Porção Sul

A evolução do Arco Magmático de Goiás (AMG) insere-se no Neoproterozoico, vinculada à ruptura de Rodínia e à formação do Oeste Gondwana, decorrente da convergência entre os crátons Amazônico, São Francisco–Congo e o Bloco Paranapanema (Marini *et al*., 1984; Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel *et al*., 2000; Pimentel, 2016). Esse processo estruturou um mosaico de blocos composto por núcleos arqueano-paleoproterozoicos do Maciço de Goiás, envolvidos por segmentos neoproterozoicos de arcos magmáticos. O AMG reúne sequências metavulcano-sedimentares de arco, ortognaisses tonalíticos a graníticos e intrusões datadas entre 920 e 480 Ma (Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel, 2000; Laux *et al*., 2004; Oliveira *et al*., 2004). O conjunto de arcos neoproterozoicos resulta da combinação entre acresção de crosta juvenil e retrabalhamento de porções crustais pré-existentes refletindo fontes de natureza diversa e não uniforme (Laux *et al*., 2004; 2005).

Entre 930–810 Ma, formaram-se os primeiros arcos de ilha juvenis (Arenópolis-Piranhas e Anicuns–Sanclerlândia), associados ao magmatismo cálcio-alcalino e ao início do fechamento do paleo-oceano Goiás–Farusiano (Laux *et al*., 2004; Motta de Araujo, 2012). No intervalo 770–750 Ma, desenvolveram-se os arcos Bom Jardim e Jaupaci/Iporá–Amorinópolis, mantendo-se a subducção e a atividade magmática (Lacerda Filho *et al*., 2021). O primeiro evento metamórfico regional ocorreu entre 760–730 Ma, em fácies anfibolito, relacionado à acresção sucessiva desses arcos (Junges *et al*., 2002).

O arco continental consolidou-se entre 670–590 Ma, com a convergência entre o Maciço de Goiás e o Cráton São Francisco e a evolução do magmatismo do Arco Arenópolis (Pimentel *et al*., 2016). Nesse período ocorreram episódios extensionais com magmatismo máfico-ultramáfico, a exemplo as Suítes Americano do Brasil, 626 Ma e São Luís de Montes Belos, 556 ± 6 Ma (Laux *et al*., 2004; Macedo, 2016). Entre 610–604 Ma, registrou-se o segundo evento metamórfico, em fácies xisto verde, vinculado ao fechamento final da bacia oceânica no Ciclo Brasiliano (Junges *et al*., 2002).

O estágio final, entre 550–450 Ma, gerou granitoides tardi- a pós-orogênicos, resultantes da convergência final entre os crátons Amazônico e São Francisco e do encerramento da Orogênese Brasiliana, integrando o Oeste Gondwana.

Tabela 8.1: Síntese das fases de deformação, evolução e idade dos eventos tectônicos da porção sul do Arco Magmático de Goiás.

Evento	Estágio Tectônico	Fase Evolutiva	Unidade	Referência
E1	Acresção de Arco Neoproterozoico (900-800 Ma)	Abertura do Oceano Goiás Magmatismo do Arco Segmento Sul	Ortognaisse Aurilândia e Anfibolitos 862 Ma (U-Pb)	Melo *et al*, 2025
			Ortognaisse Sanclerlândia 828 - 822 Ma (U-Pb)	Motta de Araujo, 2012
E2	Estágio de Colisão Arco-Continente (650-500 Ma)	Fechamento do Oceano Goiás, amálgama de arcos, colisão com o Maciço de Goiás	Sequência Serra da Bandeira	Laux *et al*., 2010
			Granito Planura Verde e Ortognaisse Turvânia 630 Ma (U-Pb)	
		Intrusões de granitos sin/pós colisionais	Granito Queixada e Granito Santa Luzia	
		Intrusões Máfico-Ultramáficas	Suíte São Luis de Montes Belos 556 Ma (U-Pb)	Macedo, 2018
	Acomodação Final da Deformação Brasiliana (540 - 511 Ma)	ZCs Transbrasiliano e Moiporá-Novo Brasil		
E3	Estágio extensional pós colisional	Reativação de estruturas Pré-Cambrianas	Fraturas e pegmatitos	

Evento	Estágio Tectônico	Fase Evolutiva	Unidade	Referência
	Bacias Fanerozóicas (540 - 300 Ma)	Subsidência seguida de deposição de sedimentos	Formação Aquidauna (C 14 320 - 296 Ma)	Daemon e Quadros, 1970

8.1.1. Evolução tectônica do Projeto Aurilândia

A evolução tectônica do Projeto Aurilândia pode ser compreendida em três estágios deformacionais distintos: o primeiro deles associa-se ao estágio de acresção do arco, denominado ‘E1, em que se tem uma deformação predominantemente N-S com transporte para norte e a formação de rampas e flats em baixo ângulo. O segundo estágio deformacional, denominado ‘E2’ correlaciona-se com a evolução da fase colisional. Na área do projeto, isto se reverbera a partir de falhas regionais transcorrentes de sentido NE-SW. Por fim, o último estágio deformacional, chamado ‘E3’, associa-se com uma fase pós-colisional da evolução do AMG, em que se tem uma deformação predominantemente rúptil de sentido NW-SE e NE-SW, em que se tem falhas e fraturas extensionais e seus respectivos pares conjugados.

A evolução tectônica do Projeto Aurilândia reflete os processos típicos de arcos magmáticos em convergência, semelhante ao modelo proposto por Lupi *et al*. (2022). Em todos esses ambientes, a interação entre compressão, acoplamento de subducção, empurrões de baixo ângulo e magmatismo canalizado estruturalmente constituem o elemento central da arquitetura crustal. Nesse sentido, o Projeto Aurilândia exibe uma evolução que pode ser entendida como a interação contínua entre sistemas de cavalgamento, reorganização magmática e deformação progressiva do arco (Figura 8.1).

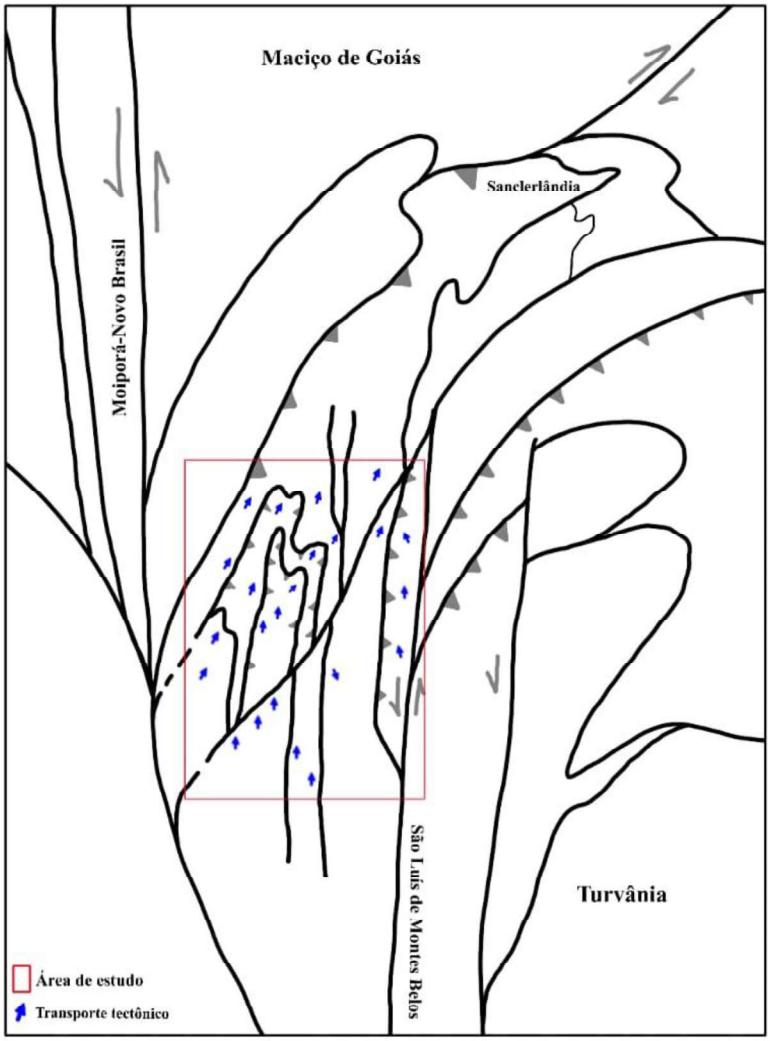


Figura 8.1: Figura esquemática representando o arcabouço tectônico da a área do projeto, em vermelho, e das áreas adjacentes, em que é possível observar o transporte tectônico de sul para norte (setas azuis), referente ao estágio D1 e as transferências regionais de sentido NE-SW, relativas ao estágio D2.

8.1.1.1. Estágio de Acresção de Arco Neoproterozóico - D1

O estágio E1 representa a fase inicial da evolução tectônica do Projeto Aurilândia e corresponde ao estágio compressivo de acresção de arco, com transporte crustal predominantemente de sul para norte. Essa compressão favoreceu a nucleação de um sistema regional de empurrões de baixo ângulo, organizados em rampas e flats contínuos que conectam níveis crustais profundos ao domínio superior (Figura 8.2). Assim como observado em arcos modernos (Scheuber & Gonzalez, 1999; Lupi *et al*., 2022), esses empurrões atuaram simultaneamente como estruturas de acomodação de encurtamento e como anisotropias crustais capazes de canalizar a ascensão de magmas, condicionando tanto o posicionamento quanto a forma dos pulsos magmáticos iniciais do Arco Magmático de Goiás.

Dentro desse contexto estrutural, os primeiros registros magmáticos preservados na área correspondem à cristalização dos metatonalitos da Suíte Sanclerlândia, cuja evolução se ajusta ao modelo de pulso magmático alimentado por rampas e flats. A fácies Ortognaisse Aurilândia, cuja idade U–Pb de cristalização em zircão é de 862 ± 2 Ma (Melo *et al*., 2025), representa o pulso mais antigo, intrudindo ainda durante a organização inicial do sistema de empurrões. Esses magmas basais ascenderam ao longo das rampas estruturais formadas durante o encurtamento N–S, instalando-se preferencialmente em flats crustais, onde o regime de tensões favoreceu o alojamento de corpos tabulares e a formação de níveis plutônicos alongados paralelos ao transporte tectônico.

A continuidade da deformação compressiva e a manutenção da conectividade entre rampas profundas e flats rasos permitiram a geração e ascensão de novos pulsos magmáticos tonalíticos, culminando na cristalização da fácies Ortognaisse Sanclerlândia, datada por U-Pb em zircão em 822 ± 7 Ma (Motta-Araújo, 2012). Essa idade mais jovem indica um magmatismo prolongado, sustentado por uma estrutura crustal estável e eficiente em canalizar o transporte do melt ao longo de superfícies de baixo ângulo. O intervalo de cerca de 40 Ma entre as cristalizações de 860 Ma e 820 Ma sugere que o sistema de empurrões se manteve ativo por tempo suficiente para permitir múltiplos episódios de recarga magmática, cada um aproveitando a anisotropia preexistente e reforçando o papel dessas estruturas na evolução inicial do arco.

Assim, o estágio D1 no Projeto Aurilândia caracteriza-se por um regime tectônico dominado por empurrões de baixo ângulo, que não apenas acomodaram o encurtamento crustal N–S, mas também desempenharam papel crucial no controle estrutural da ascensão dos magmas tonalíticos responsáveis pela formação da Suíte Sanclerlândia. A idade de cristalização das fácies Ortognaisse Aurilândia (862± 2 Ma; Melo *et al*, 2026) datadas pelo método U-Pb em apatita e Ortognaisse Sanclerlândia *(*822 ± 7 Ma; Araújo, 2012) pelo método U-Pb em zircão, reflete a interação entre deformação e magmatismo em um ambiente de arco intra-oceânico ativo, marcado por pulsos magmáticos ascendentes guiados por rampas e flats e pelo estabelecimento das primeiras unidades ortognáissicas que estruturam a evolução posterior do Arco Magmático de Goiás.

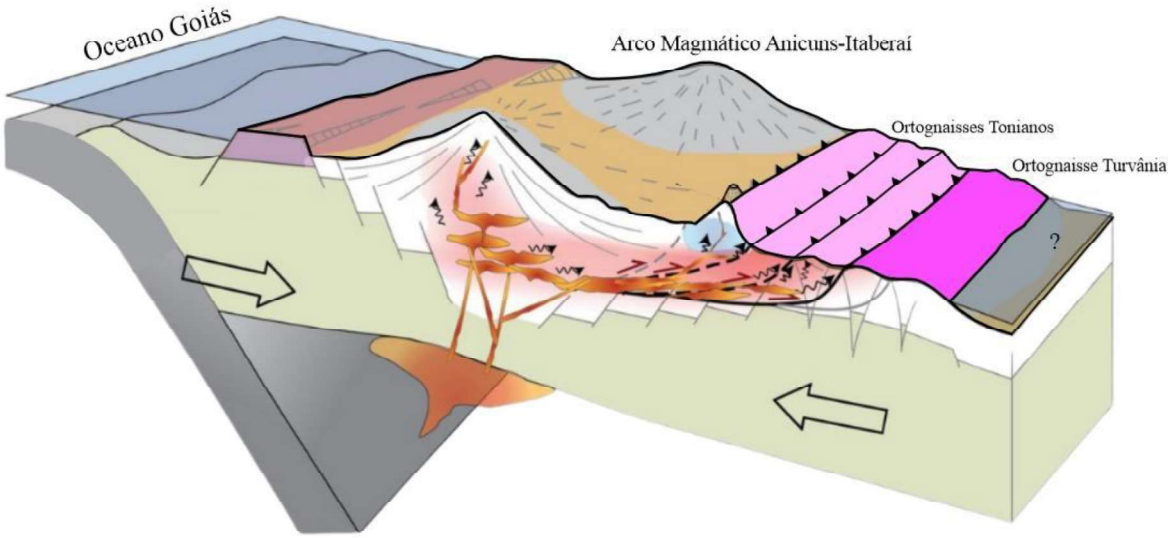


Figura 8.2: Modelo tectônico esquemático sugerindo a migração para o norte dos magmas a partir de sistemas de rampas e flats. Propõe-se que magmas provenientes da base do arco vulcânico migrem do sul para o norte ao longo de falhas de empurrão de baixo ângulo. Extraído e modificado de Lupi et al., 2022 e Husain, 2014.

8.1.1.2. Estágio de Arco-Continental a Colisional - D2

O estágio D2 marca a transição de arco de ilhas para arco continental, representando o início do fechamento do Oceano Goiás–Farusiano e o avanço do processo de amalgamação do Gondwana Ocidental. Essa estrutura se estende até a base da litosfera e funciona como condutos para a ascensão e alojamento de magmas bimodais, além de favorecerem a colocação de granitos sin-orogênicos e a instalação de sistemas hidrotermais (Vaughan e Sacrow, 2003) e podem ser reativadas em fases posteriores de tectonismo e acresção (Storti *et al*., 2003).

No âmbito do Projeto Aurilândia, este estágio é caracterizado pela cristalização de magmas de composições diversas, distribuídos entre 630–600 Ma (Laux *et al*., 2010), variando de sienogranitos a composições diorítico-tonalíticas, representadas pelo Granito Planura Verde, Ortognaisse Turvânia, Granito Queixada e Granito Santa Luzia. Essas rochas normalmente exibem bandamento e deformação protomilonítica a milonítica nas proximidades das zonas de cisalhamento.

Os protólitos ígneos dessas unidades mostram evidências de contaminação significativa por crosta mais antiga durante sua ascensão e cristalização, sugerindo proximidade com a borda da placa continental São Francisco (Laux *et al*., 2010). A acreção crustal registrada na porção sul do Arco Magmático de Goiás, pela colocação de tonalitos, granodioritos e granitos, ocorreu de forma concomitante à expressiva atividade ígnea máfica (Laux *et al*., 2010). Interpreta-se que parte desses magmas resultou da refusão de rochas

tonalíticas mais antigas, induzida pela intrusão de volumes substanciais de magmas máficos na crosta continental inferior a média, durante a etapa final de soerguimento e extensão (Laux *et al*., 2010).

A intrusão de corpos máficos-ultramáficos é registrada no contexto do Projeto Aurilândia pela Suíte de São Luís Montes Belos (SLMB), registrada como um pulso mais básico em que se obteve a idade de cristalização da rocha, por U-Pb em titanita de 556 Ma (Macedo, 2016). Estes corpos são variações de ortopiroxenitos e hornblenditos, por vezes anfibolitos e são afetados a maior parte das vezes por hidrotermalismo. A colocação destes corpos é associada a episódios extensionais em um sistema contracional litosférico (Collins, 2002). Assim, zonas de cisalhamento cortam em certas porções as intrusões máficas com direção preferencial N-S e NE-SW. Nesta fase, sob regime dúctil–rúptil, desenvolve a megazona de cisalhamento de orientação NE–SW, o Lineamento Transbrasiliano (Schobbenhaus, 2003).

8.1.1.2.1. Significado tectônico da Sequência Serra da Bandeira (Tectonitos Metamórficos)

A compreensão da Sequência Anicuns–Itaberaí, renomeada como Sequência Serra da Bandeira no presente trabalho, evoluiu significativamente ao longo das últimas décadas, acompanhando o avanço das interpretações estruturais, geoquímicas e isotópicas do Arco Magmático de Goiás. Inicialmente correlacionada a *Greenstone Belts* arqueanos da Serra da Santa Rita (Barbosa, 1987), às rochas metavulcânicas de Mossâmedes (Nunes, 1990) ou ainda às sequências paleoproterozoicas do Complexo Anápolis–Itauçu (Lacerda Filho *et al*., 1995), sua natureza foi reinterpretada com base em dados isotópicos Sm–Nd por Pimentel *et al*. (2000) e Laux *et al.* (2001). Esses autores interpretaram que as rochas da sequência integravam o Arco Magmático de Goiás Neoproterozoico, representando depósitos de *fore-arc* ou *back-arc* situados na zona de transição entre o arco e o Cráton São Francisco. Mas recentemente, Lacerda Filho *et al*. (2021) retomaram a proposta de Araújo (1997), unificando essas unidades sob a denominação Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns–Itaberaí, interpretando as diferenças isotópicas como expressões de dois eventos de sedimentação em uma mesma bacia, sendo o primeiro deles da erosão de um arco juvenil e o segundo com contribuição de fonte paleoproterozoica (Laux *et al*., 2010). Assim, a Sequências Metavulcanossedimentar Anicuns–Itaberaí (815 ± 10 Ma) passou a ser descrita como constituídas por duas unidades principais: uma metavulcânica máfica a ultramáfica (composta por anfibolitos e xistos com assembleias variadas de biotita, clorita, talco, muscovita, quartzo, tremolita e actinolita) e outra

metassedimentar carbonatada e psamo-pelítica (Moreton *et al*, 1998; Nunes, 1990; Laux *et al.*, 2004).

Contudo, com base nas observações de campo, no refinamento do mapa geológico e lâminas petrográficas, o Projeto Aurilândia propõe que a origem da porção sul da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí, neste projeto renomeada como Sequência Serra da Bandeira, têm origem ortoderivada de um protólito tonalítico a granítico e foi submetido a processos deformacionais e metassomatismo por meio da canalização de fluidos pelas estruturas pré-existentes reativadas (rampas e flats do D1) e/ou por meio da influência das zonas de cisalhamento derivadas do Lineamento Transbrasiliano, presentes na área de estudo. Este mecanismo de metassomatismo e deformação de rochas graníticas em xistos aluminosos é documentado em outras áreas, em orógenos análogos de idades mais recentes, nos trabalhos de Selverstone *et al*. (1991); Vieira (1996); Trindade (2000) e Dantas *et al*. (2002).

Sob esta hipótese, a Sequência Serra da Bandeira é formada por unidades de gnaisses e xistos que representam diferentes graus de transformação de um protólito tonalítico original. O litotipo menos modificado é o granada-biotita gnaisse, no qual ainda se reconhece o bandamento composicional herdado do protólito tonalítico. O primeiro domínio é rico em biotita fina, enquanto o segundo domínio contém plagioclásio, quartzo e muscovita finos a médios, além de porfiroclastos de granada e ocorrência homogênea de cianita, esta última já indicando o início da aluminização da rocha. Esse gnaisse apresenta um teor relativamente baixo de aluminossilicatos (>25%) quando comparado aos litotipos das unidades mais transformadas, mantendo afinidade composicional e estrutural com ortognaisses mapeados na área do Projeto Aurilândia.

A partir desse protólito, a rocha sofre transformações progressivas que envolvem três processos principais: (i) acréscimo de aluminossilicatos (principalmente muscovita e cianita), (ii) cristalização de cloritóide e (iii) redução de sílica na associação mineral original. (Selverstone *et al*., 1991)

Essas modificações afetam gradualmente a assembleia quartzo + plagioclásio + biotita + granada, produzindo uma série contínua de litotipos metamórficos. Quando a muscovitização atinge níveis elevados, formam-se os muscovita-xistos e os xistos com cianita e cloritóide, nos quais o plagioclásio e a biotita tornam-se escassos ou ausentes. Essas rochas são caracterizadas pelo predomínio de muscovita (>70%), frequentemente exibida tanto como cristais euédricos, intercrescidos com quartzo, quanto como agregados aciculares orientados conforme a clivagem da cianita, indicando recristalização sob condições de alto strain (Trindade, 2000).

Durante os estágios iniciais da evolução, o gnaisse ainda preserva sua organização composicional original e mostra apenas as primeiras evidências de cianita e muscovitização. Em estágios intermediários, o aumento de muscovita e a redução de plagioclásio e biotita revelam maior intensidade metassomática e maior interação fluido–rocha, marcado pela presença de xistos com cianita e cloritóide. Nos estágios finais, o metassomatismo aluminossilicático atinge seu máximo, resultando em muscovita-xistos quase totalmente recristalizados e xistos com cianita e até mesmo cianititos, marcados por forte foliação e texturas dinâmicas associadas a altos níveis de deformação. (Selverstone *et al*., 1991)

Assim, o conjunto de transformações registradas, desde gnaisses ortoderivados até xistos aluminosos, demonstra a evolução progressiva de um protólito tonalítico sob condições de cisalhamento intenso e circulação de fluidos através de anisotropias crustais formadas em estágios prévios da deformação, resultando em litotipos que se aproximam mineralogicamente de rochas paraderivadas e se enquadram nos modelos metamórfico-metassomáticos clássicos para zonas de cisalhamento profundas, como segue o modelo dos trabalhos Selverstone *et al*. (1991); Vieira (1996); Trindade (2000) e Dantas *et al*. (2002).

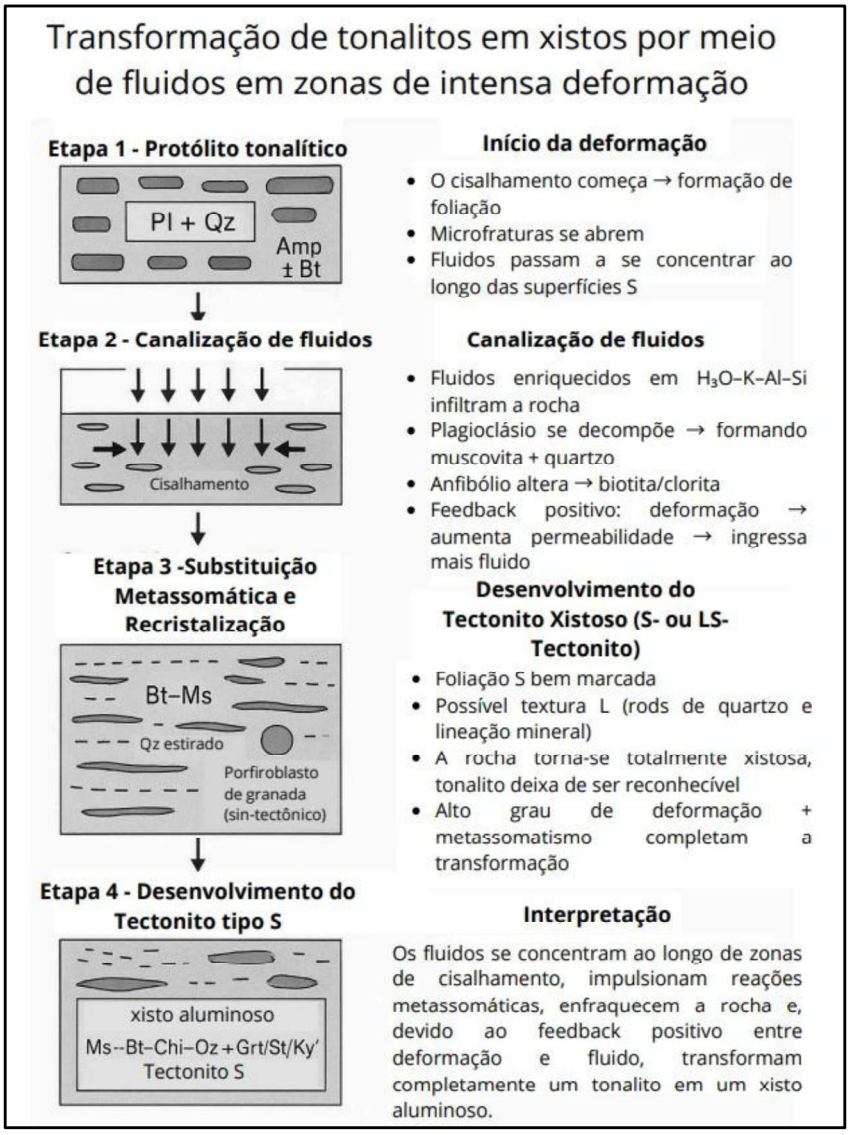


Figura 8.3: Diagrama esquemático e explicativo da transformação de protólitos tonalíticos em tectonitos. Adaptado de Selverstone et al.(1991).

Na Serra de São Luís de Montes Belos, foi possível reconhecer que a evolução dos tectonitos da Sequência Serra da Bandeira está associada à atuação conjunta de dois processos principais: (i) o acréscimo de aluminossilicatos (principalmente muscovita e cianita) e (ii) a cristalização de cloritóide, ambos vinculados à interação fluido–rocha em zonas de cisalhamento.

A expressão espacial desses processos ao longo do perfil estrutural da serra encontra-se sintetizada na Figura 8.4, que apresenta um esquema das principais variações estruturais e metamórficas reconhecidas ao longo da Serra de São Luís, permitindo visualizar a organização lateral entre o metatonalito pouco deformado da Zona I, a faixa milonítica com cisalhamento principal concentrada da Zona II e os xistos aluminosos miloníticos presentes na Zona III. Essa representação integra informações de campo, análises petrográficas e relações estruturais,

descrevendo um panorama geral das variações da deformação, mineralogia e grau metamórfico observadas ao longo do perfil oeste-leste em relação a Serra.

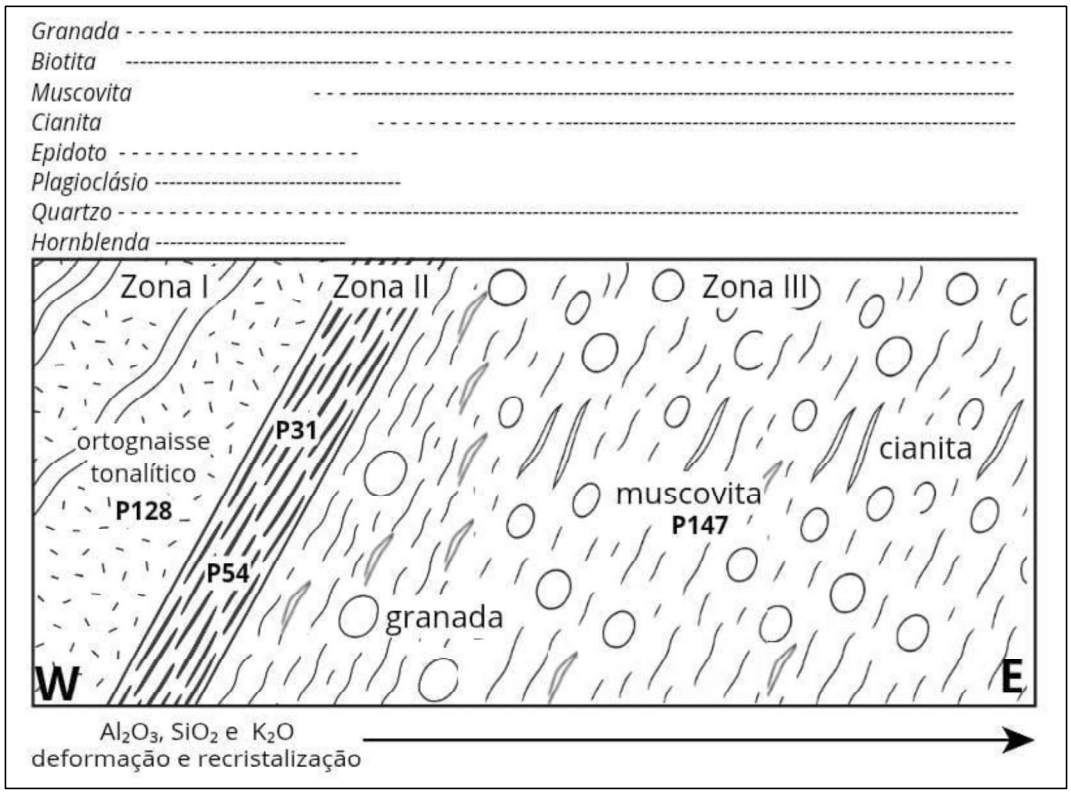


Figura 8.4: Representação esquemática das Zonas I, II e III ao longo do perfil W-E (oeste-leste) da Serra de São Luís de Montes Belos, destacando variações na deformação, mineralogia e grau metamórfico, inspirada em Selverstone (1991). A Zona I corresponde ao ortognaisse tonalítico menos deformado; a Zona II representa o início da faixa milonítica, devido a presença de uma zona de cisalhamento compressional; e a Zona III reúne os xistos aluminosos miloníticos contendo granada, muscovita, quartzo e cianita. A figura mostra ainda o enriquecimento em SiO_2, Al_2O_3 e K_2O, e o aumento da deformação e recristalização de oeste para leste, a medida que se aproxima da Zona II. Os pontos TF25-A8-P128, TF25-A8-P31, TF25-A8-P54 e TF25-A8-P147 indicam as amostras representativas em que foram confeccionadas lâminas. Os tracejados representam a abundância de cada mineral ao longo no perfil, na qual os tracejados mais espaçados indicam a presença moderada, e os tracejados contínuos indicam grande abundância.

Na Zona I, as rochas mantêm grande parte de suas características primárias, com foliação moderada e mineralogia compatível com fácies anfibolito, indicando condições de deformação relativamente homogêneas e menor interação fluido–rocha.

A Zona II corresponde à região de grande concentração de deformação, onde são registrados milonitos com forte orientação mineral e recristalização intensa, refletindo um regime de cisalhamento dúctil contínuo.

A Zona III apresenta ainda essa zona de grande concentração de deformação, porém sua mineralogia é distinta, marcada pela ocorrência de granada e cianita associadas a muscovita, indicando condições metamórficas superiores e maior grau de transformação química. A presença desses minerais, em conjunto com texturas miloníticas penetrativas,

sugere que a porção mais deformada e intensamente recristalizada da faixa funcionou como área de maior interação fluido–rocha, possibilitando reações aluminosas e crescimento de porfiroblastos. Assim, a distribuição dos domínios estruturais e minerais reforça que o cisalhamento exerceu papel importante na canalização de fluidos e na variação lateral do metamorfismo ao longo do perfil descrito.

8.1.1.3. Estágio Extensional pós colisional - D3

O estágio deformacional D3 marca a transição para a fase pós-colisional da evolução tectônica do Projeto Aurilândia, representando um momento de relaxamento e reorganização do campo de tensões após o colapso do arco magmático (Scheuber & Gonzalez, 1999). Diferentemente dos estágios compressivos anteriores, dominados pelos empurrões de baixo ângulo e pelas transcorrências, este estágio é caracterizado por uma deformação essencialmente rúptil, expressa por sistemas de falhas e fraturas NW–SE e NE–SW, que formam pares conjugados associados a um regime extensional a transtensivo. Esse novo regime acomoda o afinamento da crosta previamente espessada e promove a criação de espaços abertos, controlados tanto pela orientação do campo de tensões quanto pela herança estrutural de D1 e D2.

Sendo assim, as estruturas formadas nesse estágio reativam ou aproveitam zonas de fraqueza herdadas, incluindo antigos cavalgamentos, foliações e zonas de cisalhamento dúcteis, que passam a funcionar como superfícies preferenciais para nucleação e propagação de fraturas (Scheuber & Gonzalez, 1999). Nesse contexto, a circulação de fluidos magmáticos e hidrotermais torna-se intensa, favorecida por corredores de permeabilidade associados às fraturas de alto ângulo que cortam o embasamento ortognáissico, representado pela Suíte Sanclerlândia.

É nesse cenário extensional que se insere a formação dos pegmatitos, derivados dos fluídos residuais, provenientes da evolução final dos corpos graníticos e granodioríticos. À medida que esses plutons se aproximam da fase final de cristalização, suas frações residuais silicosas e voláteis são expulsas para as bordas, migrando em direção a fraturas abertas geradas neste processo pós-colisional. As falhas NW–SE e NE–SW, frequentemente conectadas entre si, atuam como condutos naturais que canalizam esses fluidos, permitindo seu alojamento e cristalização em zonas extensionais.

Nesse sentido, a partir desse mesmo sistema de fraturamento, desenvolveram-se dois tipos principais de veios de quartzo: veios de quartzo hialinos orientados NW–SE e veios de quartzo pontualmente sulfetados orientados NE–SW. No primeiro caso, esses veios se formam

predominantemente em fraturas extensionais, caracterizadas por maior abertura e menor interação com fluidos possivelmente ricos em metais e alta oxidação. Por serem preenchidos quase exclusivamente pelo fluido silicoso residual expelido na etapa final da cristalização magmática, os veios NW–SE tendem a exibir quartzo hialino, transparente e de baixa inclusão, típico de ambientes de rápida precipitação.

Já no segundo caso, as fraturas NE–SW, frequentemente sob regime transtensivo e conectadas a zonas de reativação de estruturas anteriores, favoreceram a mistura entre fluidos silicosos tardios e soluções hidrotermais, altamente oxidadas e contendo enxofre e metais de interesse econômico. Essa interação levou à formação de veios de quartzo com sulfetos associados, representando sistemas hidrotermais potencialmente auríferos. A presença de enxofre e metais indica maior capacidade de transporte químico e interação com rochas encaixantes, sendo essa orientação a mais favorável para a ocorrência de Au na área do projeto.

Assim, o estágio D3 sintetiza não apenas o colapso final do arco, mas também o momento mais propício para a circulação de fluidos e formação de mineralizações tardias. A coexistência de pegmatitos, veios de quartzo hialinos e veios de quartzo sulfetados demonstra a importância do regime extensional pós-colisional na reorganização do sistema magmático-hidrotermal, representando o último pulso de atividade tectônica e mineralizante associado ao Arco Magmático de Goiás.

8.2. Discussões

O modelo evolutivo proposto para a área de estudo, organizado em três estágios deformacionais principais (D1, D2 e D3), constitui uma interpretação hipotética, construída a partir de dados disponíveis até o momento, baseados principalmente em relações de campo, análise estrutural macroscópica e petrografia. Embora esses métodos forneçam bases sólidas para reconstruções relativas da história tectônica, eles não permitem, isoladamente, estabelecer uma cronologia absoluta dos eventos, tampouco discriminar de forma inequívoca diferentes gerações de magmatismo, metamorfismo e deformação.

Interpreta-se que a região é altamente retrabalhada, com superposição de múltiplos episódios de deformação, reativação de zonas de cisalhamento, metamorfismo progressivo e retrógrado e intrusões sucessivas de magmas tonianos e ediacaranos. Nesse sentido, o Projeto Aurilândia buscou estabelecer as deformações e eventos por fase a fim de sintetizar a evolução da área, não negando posssibilidade de tratar-se de um evento progressivo ao longo do tempo geológico.

Tendo em vista a falta de análises por métodos mais avançados e as inconsistências apontadas no modelo proposto, é possível levantar as seguintes questões, as quais poderão ser respondidas em estudos posteriores a partir dos métodos citados a seguir: (i) número exato de pulsos magmáticos envolvidos na construção e retrabalhamento do arco; (ii) grau de influência das zonas de cisalhamento NNE–NNW na reorganização crustal e na migração lateral de blocos; (iii) papel dos corpos graníticos ediacaranos (por exemplo, Planura Verde e Queixada) na evolução tardi a pós-tectônica da região; (iv) contribuição relativa de fontes mantélicas e crustais nos diferentes episódios magmáticos; (v) relação exata entre os eventos metamórficos e os estágios deformacionais e (vi) relação entre os anfibolitos e os ortognaisses tonianos. Tais lacunas evidenciam a necessidade de aprofundamento analítico para validação ou refutação da hipótese evolutiva apresentada.

Para que haja um aprofundamento no conhecimento do avanço do modelo proposto, é recomendável o desenvolvimento de uma abordagem multidisciplinar que integre dados geocronológicos, geoquímicos, isotópicos e estruturais de alta resolução. Sendo assim, recomenda-se datações das rochas da Sequência Serra da Bandeira, pelo método U-Pb em zircão, apatita e titanita, sendo este último mineral o mais recomendado para este cenário, tendo em vista o contexto de alteração hidrotermal. Além de datação, também pelo método U-Pb em zircão das rochas pertencentes aos Granitos Ediacaranos a Criogenianos, principalmente dos corpos Granito Planura Verde e Granito Santa Luzia e nos corpos anfibolíticos encaixados nos Ortognaisses Tonianos, uma vez que estes não possuem registros prévios de idade de cristalização. Nesse sentido este método é essencial para datar com precisão as fases D1–D3, discriminando intrusões sin-tectônicas, episódios de migmatização, metamorfismo e recristalização.

Sob este viés, recomenda-se também análises de geoquímica de elementos maiores, traços e ETRs em todas as unidades, visto que é de suma importância para determinar o caráter dos magmas, bem como a fertilidade destes para sistemas do tipo Cu-Au Pórfiro. Sugere-se também análises de geoquímica isotópica em sistemas Sr-Sr, Nd-Nd e Lu/Hf em zircão, visando avaliar a contribuição mantélica vs. crustal, identificar fontes e desvendar o grau de reciclagem crustal ao longo da evolução do arco. Além de estudos de petrologia de alta pressão e termobarometria, a fim de reconstruir os picos metamórficos e determinar as trajetórias de temperatura e pressão das rochas da área do projeto e de áreas adjacentes, de maneira a ajudar a identificar se as texturas miloníticas e migmatíticas correspondem a eventos distintos ou a uma possível remobilização de elementos.

Em síntese, o modelo evolutivo aqui apresentado, embora coerente com os dados disponíveis, deve ser considerado preliminar. A complexidade estrutural da região não descarta a possibilidade de interpretações alternativas, e que apenas a integração de análises geocronológicas, geoquímicas, isotópicas e estruturais em alta resolução permitirá transformar a hipótese atual em um modelo tectônico efetivamente consolidado. Assim, esta pesquisa constitui um passo inicial em direção à compreensão da evolução do segmento sudeste do Arco Magmático de Goiás, devendo ser continuamente refinada à luz de novos dados.

CAPÍTULO IX

CONCLUSÕES

9.CONCLUSÕES

O mapeamento executado na escala 1:50.000 no âmbito do Projeto Aurilândia, situado na porção centro-sul do Estado de Goiás, abrangeu principalmente unidades pertencentes ao Arco Magmático de Goiás (AMG), com ênfase em seus segmentos Arenópolis e Anicuns-Itaberaí (Pimentel & Fuck, 1992), caracterizando e melhor detalhando o último trabalho realizado na região na escala 1:250000 (Figura 9.1A), feito pelo Serviço Geológico do Brasil, SE.22-X-A-I Fazenda Nova, SE.22-X-A-II Sanclerlândia, SE.22-X-A-IV Ivolândia e SE.22-X-A-V São Luís de Montes Belos, produzidas por Martins & Santos (2020).

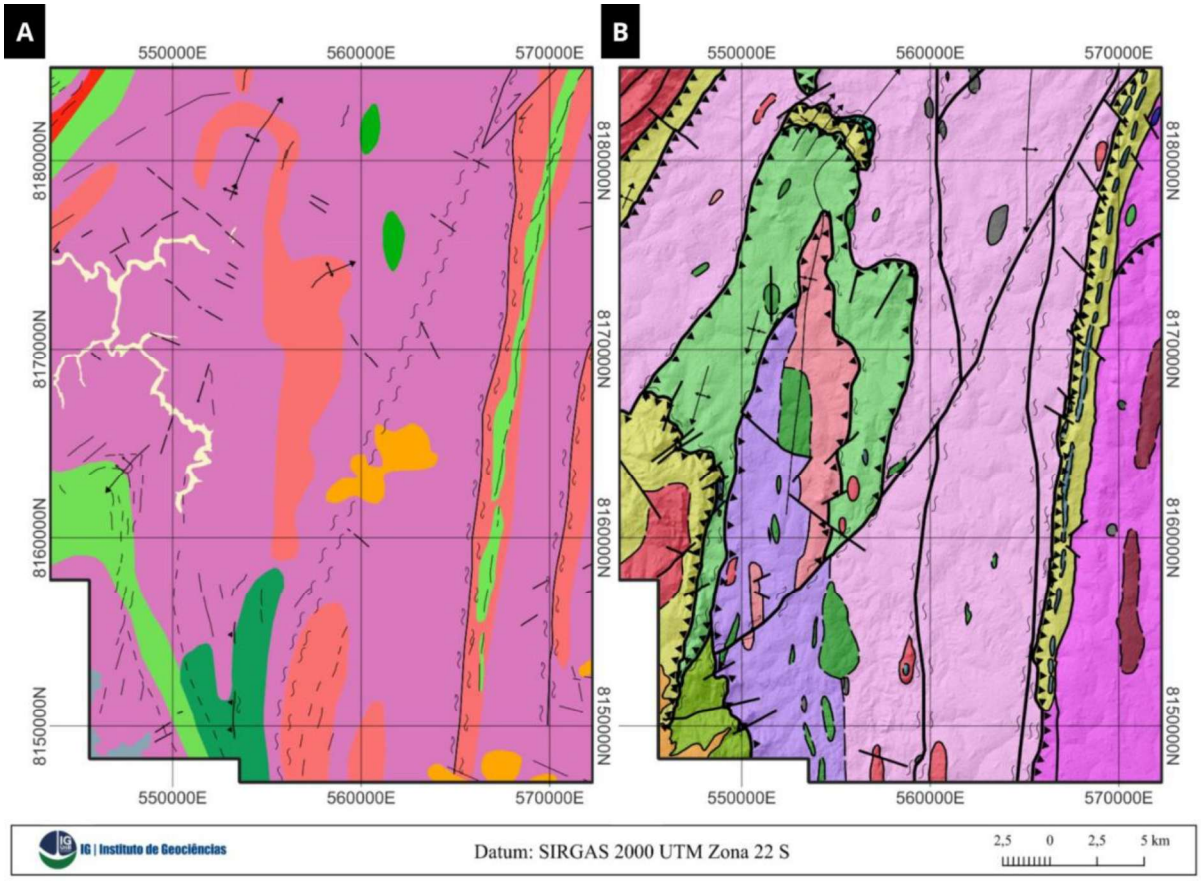


Figura 9.1: A) Mapa cartografado pela SGB na área do Projeto Aurilândia (Martins & Santos, 2020); B) Mapa geológico produzido pelo Projeto Aurilândia.

A partir das observações inéditas obtidas durante o presente mapeamento, aliadas aos dados estruturais, petrográficos e geocronológicos já consolidados para a região foi possível individualizar e caracterizar diversas unidades litoestratigráficas anteriormente tratadas de forma mais simplista nos mapas regionais (Figura 9.1B). Entre elas destacam-se os Ortognaisses Aurilândia e Sanclerlândia, corpos anfibolíticos lenticulares, tectonitos associados às principais zonas de cisalhamento e intrusões graníticas tardias, refletindo a

complexa evolução magmática e deformacional do segmento meridional do Arco Magmático de Goiás.

Nesse contexto, ocorrem amplas exposições dos Ortognaisses Aurilândia e Sanclerlândia, além de corpos anfibolíticos lenticulares que representam fragmentos máficos e ultramáficos retrabalhados durante a evolução do arco. Em associação, também afloram unidades metamorfizadas, como tectonitos e xistos do Sequência Serra da Bandeira, que registram a interação entre magmatismo, metamorfismo e deformação em diferentes condições crustais ao longo da Orogênese Brasiliana. Essas unidades foram individualizadas a partir de suas características petrográficas, estruturais e geocronológicas, permitindo distinguir fácies tonalíticas, anfibolíticas, aluminossilicáticas e outras variedades de rochas moderadas a intensamente deformadas, como os milonitos.

A classificação litoestratigráfica das diversas rochas plutônicas e ortognaissicas mapeadas no Projeto Aurilândia baseou-se no grau de deformação e no estágio metamórfico associado, resultando na organização em dois grandes grupos: (i) rochas plutônicas pré- a sin-tectônicas, representadas principalmente pelos Ortognaisses Aurilândia e Sanclerlândia, que exibem intensa gnaissificação, milonitização e texturas deformacionais compatíveis com metamorfismo em fácies anfibolito; e (ii) rochas plutônicas tardi- a pós-tectônicas, como granitos e diques leucocráticos tardios, que preservam texturas ígneas, mostram baixo grau de deformação e metamorfismo restrito a fácies xisto verde baixo. Além disso, unidades hidrotermalizadas e zonas com circulação de fluidos canalizados foram destacadas devido ao seu papel tectônico e ao potencial metalogenético associado às principais zonas de cisalhamento da área.

Estruturalmente, o Projeto Aurilândia evidencia uma organização interna mais complexa que aquela sugerida pelo mapeamento regional. A divisão em três domínios estruturais, sendo Aurilândia, Carmolândia e São Luís dos Montes Belos, mostra que a área não comporta uma única orientação de estruturas, como sugeria a cartografia prévia, mas sim um arranjo variável que registra diferentes estágios da Orogênese Brasiliana. O Domínio Aurilândia, preserva estruturas compressivas mais antigas com sentido de movimento de sul para norte e também mostra clara superposição de estruturas, incluindo foliações S-C e slickensides, marcado por um movimento compressional de direção N-S que evidenciam lineações de estiramento mineral com caimento subhorizontal nessa mesma direção, compatíveis com o estágio E1 de evolução tectônica. O Domínio Carmolândia, com bandamento milonitíco bem desenvolvido e foliação NE–SW; evidenciados por lineações de estiramento mineral com caimento subhorizontal frontal e cavalgamento dos Ortognaisse

Sanclerlândia sobre as rochas da Sequência Serra da Bandeira, compatíveis com o segundo grande evento deformacional (E2). Os domínios Aurilândia e Carmolândia apresentam também cavalgamento de rochas da Sequência Serra da Bandeira no Granito Queixada. Finalmente, o Domínio São Luís de Montes Belos demonstra reativações tardias e pares conjugados de duas famílias de fraturas diferentes: NW–SE e NE–SW, típicas do regime rúptil pós-colisional associado ao D3; demonstrado por falhas/fraturas, veios de quartzo sulfetados e pegmatitos na área do projeto.

A Zona de Cisalhamento Serra da Bandeira e a Zona de Cisalhamento São Luís de Montes Belos são elementos-chave desse processo, pois funcionam como limites estruturais que controlam tanto a disposição das unidades quanto a migração de fluidos ao longo da evolução do arco. A CPRM reconhece essas zonas como lineamentos regionais, mas apenas o mapeamento de detalhe demonstrou que elas abrigam milonitos com texturas S-C, rampas frontais, sigmoides dextrais e sinistrais, além de intrusões tardi-deformacionais que registram episódios distintos de reativação ao longo do Neoproterozoico.

Do ponto de vista litoestratigráfico, o Projeto Aurilândia também aprimora profundamente a compreensão sobre a distribuição de rochas máficas. Os anfibolitos, anteriormente cartografados como corpos homogêneos, revelam-se agora como xenólitos possivelmente oceânicos, distribuídos em lentes, segmentos alongados e enclaves com ortognaisses tonalíticos. Suas relações de campo sugerem que representam restos de crosta oceânica acrescida, o que aproxima a área de modelos evolutivos semelhantes aos propostos para Mara Rosa e outros segmentos juvenis do Arco Magmático de Goiás. Essa constatação é particularmente relevante, pois indica que a área de Aurilândia registra não apenas o magmatismo continental tardio, mas também componentes juvenis associados ao início da convergência.

Além disso, os dados estruturais e petrográficos corroboram a existência de um sistema tectônico altamente canalizador de fluidos. Veios de quartzo, diques leucocráticos, pegmatitos com muscovita e turmalina e zonas localizadas de alteração hidrotermal indicam que a combinação entre foliação milonítica, anisotropias pré-existentes e esforços transcorrentes criou trajetórias preferenciais para circulação de fluidos, especialmente ao longo de rampas e flats associados ao estágio E1 e, posteriormente, ao longo dos corredores transcorrentes de E2. A geometria desses fluidos canalizados, aliada à presença de unidades anfibolíticas e zonas de cisalhamento, reforça o potencial metalogenético da área, a exemplo do que ocorre em Mara Rosa – embora aqui ainda de forma muito inicial.

Por fim, a integração dos dados geológicos, geofísicos e estruturais permite concluir que a área de Aurilândia representa um segmento altamente representativo da evolução neoproterozoica do Arco Magmático de Goiás. Seus registros preservam, de forma excepcional, a transição entre um arco juvenil, a convergência e o colapso pós-orogênico, expressos em três estágios deformacionais bem definidos, na compartimentação estrutural da área e na complexa interação entre magmatismo, deformação e metamorfismo.

Assim, o Projeto Aurilândia não apenas refina o mapa regional da CPRM, mas também revela a importância da área como um corredor estrutural e magmático essencial para a compreensão da evolução tectônica do segmento meridional do Arco Magmático de Goiás. O nível de detalhe alcançado demonstra que o arcabouço geológico local é ainda mais heterogêneo, dinâmico e estruturalmente organizado do que anteriormente reconhecido, consolidando Aurilândia como uma peça-chave para a reinterpretação tectônica e metalogenética dessa porção da Província Tocantins.

9.1. Recomendações

No contexto atual, recomenda-se a progressão de estudos geológicos especializados para a região, visando uma maior compreensão de seus aspectos evolutivos, petrogenéticos e metalogenéticos. A aplicação de análises geocronológicas e geoquímicas é essencial para diferenciar os múltiplos estágios evolutivos dos segmentos (Arenópolis e Anicuns-Itaberaí) do AMG e das unidades rochosas a ele associadas. Esta caracterização não só esclarecerá a história evolutiva regional, mas também permitirá determinar com mais precisão seu potencial para a ocorrência de depósitos minerais economicamente viáveis.

Sugere-se o foco em minerais acessórios e alvos estratégicos; em particular, a análise em minerais como o zircão e o rutilo são cruciais, devido à sua capacidade de preservar assinaturas geoquímicas estáveis, mesmo após serem submetidos a processos de alteração hidrotermal os quais são observados na região. Para exploração mineral, sugere-se a datação U-Pb para estabelecer a cronologia precisa dos eventos; ICP e a microssonda eletrônica fornecerão dados geoquímicos e composicionais detalhados dos minerais. Estes dados laboratoriais devem ser aliados à extensão e refinamento do levantamento de dados aerogeofísicos da região. A integração dessas metodologias mostrou-se essencial tanto para responder às questões geológicas da área quanto para estabelecer uma base sólida para a prospecção mineral. Essa abordagem integrada também se revela estratégica para impulsionar

o crescimento econômico regional, que apresenta expressivo potencial de desenvolvimento mineral.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F. F. M. de. (1968). *Evolução tectônica do Centro-Oeste brasileiro no Proterozóico Superior*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 40(supl.), 225–295.

Almeida, F. F. M. de. (1977). *O Cráton do São Francisco*. Revista Brasileira de Geociências, 7(4), 349–364.

Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., & Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth-Science Reviews, 17*(1), 1–29.

Araki, H. (2005). Fusão de informações espectrais, altimétricas e de dados auxiliares na classificação de imagens de alta resolução espacial. Tese de Doutorado, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Araújo Filho, J. O. (2000). The Pirineus syntaxis: An example of the intersection of two brasiliano fold–thrust belts in central Brazil and its implications for the tectonic evolution of western Gondwana. *Revista Brasileira de Geociências, 30*, 144–148.

Araújo, J. G. M. (2012). Eventos ígneos e metamórficos neoproterozoicos/eo-paleozoicos no Arco Magmático de Arenópolis, Goiás (Tese de Doutorado, Universidade de Brasília).

Araújo, V. A. (1997). *Folha Itaberaí: SE.22-X-A-III, Estado de Goiás* (83 p.). DNPM/CPRM. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB).

Auler, D. (2016). Caracterização do arcabouço geológico-estrutural da Sinclinal de Torres através do método magnetotelúrico (MT).

Baêta Jr., J. D. A. (1994). Programa de Levantamentos Básicos do Brasil – Folha SE.22-X-A-VI Nazário. CPRM.

Baêta Jr., J. D. A., Souza, J. O., & Moreton, L. C. (1998). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Folhas SD.22-Z-C-II, SD.22-Z-C-V, SE.22-X-A-II. CPRM.

Baêta Jr., J. D., & Moreton, L. C. (1999). *Geologia*. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Sanclerlândia, Folha SE.22-X-A-II; Morro Agudo de Goiás, Folha SD.22-Z-C-II; Goiás, Folha SD.22-Z-C-V; Escala 1:100.000. Estado de Goiás, 5, 11–59.

Barbosa, L. H. D. C. (2018). Serra do Itacolomi revisitada: estratigrafia, arcabouço estrutural e aplicação de métodos geofísicos.

Bennet, P. J., & Castle, J. E. (1975). Kyanite and related minerals. In S. J. Leford (Ed.), *Industrial minerals and rocks* (pp. 729–736). New York, NY.

Blum, M. D. L. B., Silva, A. M., Jost, H., Meneses, P. R., Fuck, R. A., Brod, J. A., ... & Campos, M. O. (2001). Aplicação de dados aerogeofísicos no mapeamento geológico do limite entre os terrenos Arqueanos e Proterozóicos da região de Crixás–Cedrolina, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências, 31*(3), 279–286.

Blum, M. L., Jost, H., Moraes, R. A., & Pires, A. C. (2003). Caracterização dos complexos ortognáissicos arqueanos de Goiás por gamaespectrometria aérea. *Brazilian Journal of Geology, 33*(2), 147–152.

Brito Neves, B. B. (1999). América do Sul: Quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. *Revista Brasileira de Geociências, 29*(3), 379–392.

Campos-Neto, M. (1979). *Contribuition à l'étude des Brasilides*. (Thèse de 3e Cycle). Université de Paris VI.

Candia, M. A. F. (1983). *Petrologia dos complexos máfico-ultramáficos de Mangabal I e II, Sanclerlândia, Goiás* (Tese de Doutorado não publicada). Universidade de São Paulo.

Canesin, T. S. (2010). Geologia do alvo Suruca, porção nordeste da Mina de Chapada, Alto Horizonte (GO) (Trabalho de Conclusão de Curso). UNESP.

Carvalho, C. A. P.; Vieira, A. J. B. (2003). Geração de Modelo Digital de Terreno a partir de Mapas Digitais 3D: estudo de caso visando garantir o contexto geomorfológico com redução dos dados amostrais. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 9(1), 105–119.

Casana, J., & Ferwerda, C. (2024). Drone-acquired short-wave infrared (SWIR) imagery in landscape archaeology: An experimental approach. *Remote Sensing, 16*(10), 1671.

Collins, W. J. (2002). Nature of extensional accretionary orogens. *Tectonics, 21*(4), 1–12.

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

Correia, C. T., Sinigoi, S., Girardi, V. A. V., Mazzucchelli, M., Tassinari, C. C. G., & Giovanardi, T. (2012). The growth of large mafic intrusions: Comparing Niquelândia and Ivrea igneous complexes. *Lithos*, *125*, 167–182.

Corrêa, R. de S., & Oliveira, C. G. de. (2024). Classificação dos remineralizadores. *Geologia USP – Série Científica*, *24*(2), 23–37.

Costa, P. C. C. da. (2003). Petrologia, geoquímica e geocronologia dos diques máficos da região de Crixás-Goiás (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Cruz, S. C. P., Alkmim, F. F., Leite, C. M. M., Jordt-Evangelista, H., Cunha, J. C., Matos, E. C., ... & Marinho, M. M. (2007). *Geologia e arcabouço estrutural do Complexo Lagoa Real, vale do Paramirim, centro-oeste da Bahia*.

Curto, J. B., Vidotti, R. M., Fuck, R. A., Blakely, R. J., Alvarenga, C. J. S., & Dantas, E. L. (2014). The tectonic evolution of the Transbrasiliano Lineament in northern Paraná Basin, Brazil, as inferred from aeromagnetic data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 119*, 1–19.

Da Costa, P. C. C. (2003). Petrologia, geoquímica e geocronologia dos diques máficos da região de Crixás–Goiás, porção centro-oeste do Estado de Goiás.

Dantas, E. L., Hackspacher, P. C., Magini, C., & Legrand, J. M. (2002). Sistema Sm-Nd em rocha-total aberto versus fechado: Comportamento isotópico em zonas de alta deformação. Geologia USP – *Série Científica, 2,* 109–129.

Dardenne, M. A. (2000). The Brasília Fold Belt. In U. G. Cordani *et al*. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America* (pp. 231–263). 31st International Geological Congress.

de Moraes, E. C. (2002). Capítulo 1: Fundamentos de sensoriamento remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Ernesto, M., & Ussami, N. (2002). *Introdução à geofísica* (p. 65). Departamento de Geofísica, IAG/USP.

Fawcett, J. J., Ferreira Filho, C. F., & Naldrett, A. J. (1998). Amphibolite to granulite progressive metamorphism in the Niquelândia Complex. *Journal of South American Earth Sciences, 11*(1), 35–50.

Ferreira Filho, C. F., De Moraes, R., Fawcett, J. J., & Naldrett, A. J. (1998). Amphibolite to granulite progressive metamorphism in the Niquelândia Complex, central Brazil: Regional tectonic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, *11*(1), 35–50.

Ferreira Filho, C. F., Kamo, S., Fuck, R. A., Krogh, T., & Naldrett, A. J. (1994). Zircon and rutile U–Pb geochronology of the Niquelândia complex. *Precambrian Research, 68*, 241–255.

Ferreira, A. T. R., Oliveira, C. G., & Costa, A. P. S. (2025). Tonian intra-oceanic magmatism as the source of the Goiás porphyry copper-gold system in the Brasília Orogenic Belt:

Petrogenesis and metallogenetic implications. *Journal of the Geological Society*. Manuscrito aceito para publicação.

Figueiredo, B. S., Cruz, S. C. P., Ribeiro, P. A., & Fleck, A. (2013). Geologia e arcabouço estrutural da sequência metavulcanossedimentar Urandi, Bahia. *Brazilian Journal of Geology, 43*(2), 355–372.

Fischel, D. P., Pimentel, M. M., & Fuck, R. A. (1998). Idade do metamorfismo de alto grau no Complexo Anápolis-Itauçu. *Revista Brasileira de Geociências, 28*(4), 543–544.

Fonseca, M. A., Dardenne, M. A., & Uhlein, A. (1995). Faixa Brasília Setor Setentrional: Estilos estruturais e arcabouço tectônico. *Revista Brasileira de Geociências, 25*(4), 267–278.

Freitas-Silva, F. H. (1991). Enquadramento lito-estratigráfico e estrutural do depósito de ouro de Morro do Ouro, Paracatu/MG (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Fuck, R. A., & Marini, O. J. (1981). O Grupo Araxá e unidades homotaxiais. In *Simpósio sobre o Cráton do São Francisco* (pp. 118–130). SBG.

Fuck, R. A., Pimentel, M. M., & D'el-Rey Silva, L. J. H. (1994). Compartimentação tectônica na porção oriental da Província Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 38, p. 215–216). SBG.

Fuck, R. A., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., Botelho, N. F., Armstrong, R., Laux, J. H., Junges, S. L., Soares, J. E., & Praxedes, I. F. (2014). Paleoproterozoic crust-formation and reworking events in the Tocantins Province. *Precambrian Research, 244*, 53–74.

Gomes, D. G. C., Couto, M. A., Vieira, V. S., Silva, M. A., Drews, M. G. P., & Novais, L. C. C. (2015). Compartimentação e caracterização do arcabouço estrutural dos corpos magnéticos através da análise do espectro de potência para o estado do Espírito Santo. In *Proceedings of the IX International Symposium on Tectonics* (pp. 195–198).

Guimarães, S. B., Moura, M. A., & Dantas, E. L. (2012). Petrology and geochronology of the Bom Jardim de Goiás copper deposit. *Revista Brasileira de Geociências, 42*(4), 841–862.

Hasui, Y. (2014). Compartimentação geológica do Brasil. In Y. Hasui *et al*. (Eds.), *Geologia do Brasil* (pp. 112–123). Beca.

Hildenbrand, J. D., & Costa, C. M. (2014). O método gamaespectrométrico aéreo como ferramenta de mapeamento e de exploração mineral. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geofísica, 88*, 24–27.

Husein, S. (2014). Trip guide: Petroleum and regional geology, Northeast Java Basin, Indonesia. The International Geology Course Programme.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2025). Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS).

James, M. J. (2022). *O depósito de Au–Ag–barita Zacarias, Orógeno Brasília* (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade de Brasília.

Jost, H., Chemale Jr., F., Fuck, R. A., & Dussin, I. A. (2013). Uvá complex: Oldest orthogneisses of central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences, 47*, 201–212.

Junges, S. L., *et al*. (2002). Nd isotopic study of the Neoproterozoic Mara Rosa Arc, Central Brazil: Implications for the evolution of the Brasília Belt. *Precambrian Research, 117*, 101–118.

Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2009). *Geofísica de exploração*. Oficina de Textos.

Kellog, C. E. (1949). Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and equatorial regions. Commonwealth Bureau of Soil Science, Technical Communication, 46, 76–85.

Ker, J. C. (1997). Latossolos do Brasil: Uma revisão. *Geonomos*.

Lacerda Filho, J. V., & Oliveira, C. C. (1995). Geologia da região centro-sul de Goiás. *Boletim de Geociências do Centro-Oeste, 18*(1–2), 3–19.

Lacerda-Filho, J. V., *et al*. (2021). *Projeto Geologia e Metalogenia do Oeste de Goiás* (Relatório técnico). CPRM.

Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., Armele, A., & Nilson, A. A. (2004). Mafic magmatism associated with the Goiás Magmatic Arc. *Journal of South American Earth Sciences, 16*(7), 599–614.

Laux, J. H., Pimentel, M. M., Dantas, E. L., Armstrong, R., & Junges, S. L. (2005). Two Neoproterozoic crustal events in the Brasília Belt. *Journal of South American Earth Sciences*, 183–198.

Laux, J. H., Pimentel, M. M., Gioia, S. M. C. L., & Ferreira, V. P. (2010). The Anicuns–Itaberaí volcano-sedimentary sequence, Goiás Magmatic Arc: New geochemical and Nd–S isotopic data. *Revista Brasileira de Geociências*, *40*(3).

Laux, J. H., *et al*. (2001). Preliminary Nd isotopic data for the Anicuns–Itaberaí sequence, associated orthogneisses, and granite intrusions, Goiás, Brazil. In *III Simpósio Sudamericano de Geologia Isotópica* (Pucón, Chile).

Levantamentos aerogeofísicos: Volume 1. (2011). *Catálogo temático de produtos*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Lima, J. E. F. W., & Silva, E. M. (2008). Recursos hídricos do bioma Cerrado. In S. M. Sano, S. P. Almeida, & J. F. Ribeiro (Orgs.), *Cerrado: Ecologia e flora* (Vol. 1, pp. 90–106). Embrapa-CPAC.

Lima, J. P. R. C. (2024). Remineralizador como fonte de potássio na cultura do milho.

Lima, P. R. (2018). *Geologia estrutural do alvo Suruca* (Trabalho de Conclusão de Curso). s.n.

Lowrie, W. (1997). *Fundamentals of geophysics* (p. 354). Cambridge University Press.

Luiz, J. G., & Silva, L. M. C. (1995). *Geofísica de prospecção*. Universidade Federal do Pará; Cejup.

Lupi, M., *et al*. (2022). Migrating volcanic arc via low-angle thrust fault connectivity in the Java margin. *Journal of Asian Earth Sciences, 226*.

Macedo, H. A. O. (2016). Mineralogia e petrologia do depósito hidrotermal de vermiculita de São Luís de Montes Belos (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Macedo, H. A. O., Della Giustina, M. E. S., Oliveira, C. G., & Praxedes, I. F. (2018). The São Luís de Montes Belos vermiculite deposit. *Journal of South American Earth Sciences, 88*, 459–479.

Marini, O. J., Fuck, R. A., Dardenne, M. A., & Faria, A. (1977). Contribuição à geologia do Pré-Cambriano da porção central de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências, 7*(4), 304–324.

Marini, O. J., Fuck, R. A., Danni, J. C. M., Dardenne, M. A., Loguercio, S. O. C., & Ramalho, R. (1984). As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu e Paraguai-Araguaia. In *Geologia do Brasil* (pp. 251–303). DNPM.

Marques, G. C. (2017). Evolução tectônica e metalogenética no contexto do depósito aurífero de Fazenda Nova (Tese de Doutorado). Universidade de Brasília.

Marques, G. C., De Oliveira, C. G., Dantas, E. L., *et al*. (2019). The Fazenda Nova gold deposit. *Ore Geology Reviews, 107*, 546–572.

Martins, F.R.; Santos, D.R.V. Carta Geológica-Geofísica: Se.22-X-A-Ii Sanclerlândia. Goiânia: Cprm. Escala 1:100.000. (Projeto Oeste De Goiás). 2020.

Matteini, M., Junges, S. L., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., & Buhn, B. (2010). In situ zircon U–Pb and Lu–Hf isotope systematics. *Gondwana Research, 17*, 1–12.

Melo, M., Hauser, N., Chew, D., Dias, A., Trelles, G., Gonçalves, G., Reimond, W. U., & Oliveira, C. G. (2025). Multiproxy analyses no Gnaisse Sanclerlândia, segmento Anicuns–Itaberaí, AMG: Implicações petrogenéticas. In *18º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste* (Brasília). SBG.

Miranda, A. W. A., Brasilino, R. G., & Medeiros, V. C. D. (2008). Evolução estrutural da Zona de Cisalhamento Coxixola e seu papel no arcabouço tectônico da Zona Transversal da Província Borborema (Brasil): dados preliminares.

Miyashiro, A. (1973). *Metamorphism and metamorphic belts.* George Allen & Unwin Ltd.

Moraes, J. M. (2014). Geodiversidade do estado de Goiás e do Distrito Federal.

Moreton, L. C., Baêta Jr., J. D. A., Souza, J. O., & Martins, E. G. (1998). Mapas geológicos das folhas Sanclerlândia, Goiás e Morro Agudo de Goiás – Goiás. In *XL Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 1, p. 527). Belo Horizonte.

Mota e Silva, J., Ferreira Filho, C. F., Bühn, B., & Dantas, E. L. (2011). Americano do Brasil layered intrusion. *Mineralium Deposita, 46*, 57–90.

Motta de Araújo, J. G. (2012). Eventos ígneos e metamórficos neoproterozoicos/eopaleozoicos no arco magmático de Arenópolis, Goiás (PhD thesis). University of Brasília.

Moxham, R. M. (1963). Natural radioactivity in Washington County, Maryland. *Geophysics, 28*(2), 262–272.

Nagata, T. (1961). *Rock magnetism*. Maruzen Company Ltd.

Nilson, A. A. (1981). *The nature of Americano do Brasil mafic-ultramafic complex* (PhD Thesis). University of Western Ontario.

Nilson, A. A. (1984). Complexo máfico-ultramáfico de Americano do Brasil, Goiás – Geoquímica das rochas e implicações petrogenéticas. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 9, pp. 4204–4219). SBG.

Novo, E. M. L. de M. (2010). *Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações* (4ª ed.). Blucher.

Nunes, N. S. V. (1990). *Geologia e potencial mineral da região de Anicuns, Goiás* (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília).

Oliveira, C. C., *et al*. (1995). Programa Nacional de Prospecção de Ouro – Área GO-09. CPRM.

Oliveira, C. G., Pimentel, M. M., de Melo, L. V., & Fuck, R. A. (2004). The copper-gold and gold deposits of the Mara Rosa arc. *Ore Geology Reviews, 25*, 285–299.

Oliveira, C. G. de, Oliveira, F. B. de, Della Giustina, M. E. S., Marques, G. C., Dantas, E. L., Pimentel, M. M., & Buhn, B. M. (2016). The Chapada Cu-Au deposit. *Ore Geology Reviews, 72*, 1–21.

Palermo, N., Porto, C. G., & Costa Jr., C. N. (2000). The Mara Rosa Gold District. *Revista Brasileira de Geociências, 30*, 256–260.

Pereira, L. F. (1992). *Relações tectono-estratigráficas entre as unidades Canastra e Ibiá* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Pimentel, M. M., & Fuck, R. A. (1992). Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology, 20*(4), 375–379.

Pimentel, M. M., Jost, H., & Fuck, R. A. (2004). O embasamento da Faixa Brasília e o Arco Magmático de Goiás. In *Geologia do Continente Sul-Americano* (pp. 355–368). Beca.

Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Yost, H., Armstrong, R., Ferreira Filho, C. F., & Araújo, S. M. (2000). The basement of the Brasília Belt. In *Tectonic Evolution of South America* (pp. 195–229). SBG.

Pimentel, M. M. (2016). The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil. *Brazilian Journal of Geology, 46*(Suppl. 1), 67–82.

Pires, A. C. B., & Harthill, N. (1989). Statistical analysis of airborne gamma-ray data for geologic mapping purposes: Crixás–Itapaci area, Goiás, Brazil. *Geophysics, 54*(10), 1326–1332.

Piuzana, D., Pimentel, M. M., Fuck, R. A., & Armstrong, R. (2003). SHRIMP U–Pb and Sm–Nd data for the Araxá Group. *Precambrian Research, 125*, 139–160.

Poll, N. J. (1994). *The geology of the Zacarias gold-silver-barite deposit* (MSc Thesis). Colorado School of Mines.

Praxedes, I. F. (2015). Lineamento Transbrasiliano: contribuição aerogeofísica, tectônica e geocronológica (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Ribeiro, J. F., & Walter, B. M. T. (1998). Fitofisionomias do bioma Cerrado. In S. P. Sano & S. P. Almeida (Eds.), *Cerrado: Ambiente e flora* (pp. 89–166). Embrapa-CPAC.

Richardson, S. V., Kesler, S. E., Essene, E. J., & Jones, L. M. (1986). Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit. *Economic Geology, 81*, 1884–1898.

Roos, S. (2017). Gamaespectrometria e magnetometria aplicados à determinação de novos alvos de exploração mineral na região de Amaral Ferrador–RS, porção leste do Cinturão Dom Feliciano [Dissertação de Mestrado].

Santos, H. G. dos, *et al*. (2025). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (6a ed., rev. e ampl.). Embrapa.

Santos, L. C. M. de L., Fuck, R. A., Santos, E. J. dos, & Dantas, E. L. (2014). Análise tectônica de terrenos: Metodologia, aplicação em cinturões orogênicos e exemplo das Províncias Tocantins e Borborema, Brasil. *Geonomos*, *22*(2), 51–63.

Sassier, C., Boulvais, P., Gapai, S. D., Capdevila, R., & Diot, H. (2006). From granitoid to kyanite-bearing micaschist during fluid-assisted shearing (Île d'Yeu, France). *International Journal of Earth Sciences, 95*, 2–18.

Scheuber, E., & Gonzáles, G. (1999). Tectonics of the Jurassic–Early Cretaceous magmatic arc of the North Chilean Coastal Cordillera (22–26°S): A story of crustal deformation along a convergent plate boundary. *Tectonics, 18*(5), 895–910.

Schobbenhaus, C., & Brito Neves, B. B. (2003). A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: Texto, mapas & SIG*. CPRM.

Seer, H. J. (1985). Geologia, deformação e mineralização de cobre no complexo vulcano-sedimentar de Bom Jardim de Goiás (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Selverstone, J., Morteani, G., & Staude, J.-M. (1991). Fluid channelling during ductile shearing: Transformation of granodiorite into aluminous schist in the Tauern Window, Eastern Alps. *Journal of Metamorphic Geology, 9*(4), 419–431.

Silva, H. H. A. B. (2006). *Caracterização mineralógica e filiação da vermiculita da mina Cerrado III* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.

Silva, L. J. H. D'el-Rey, Vasconcelos, M. A. R., & Silva, D. V. G. (2008). Timing and role of the Maranhão River Thrust. *Gondwana Research, 13*, 352–374.

Simandl, G. J., Paradis, S., McCracken, W. H., & Hancock, K. D. (1999). Kyanite, muscovite, garnet in metasediments. In G. J. Simandl, Z. D. Hora, & D. V. Lefebure (Eds.), *Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles* (Vol. 3). British Columbia Ministry of Energy and Mines.

Simões, L. S. A. (1984). Geologia do Grupo Araxá na região de Mossâmedes – Goiás e as ocorrências minerais associadas (Master's thesis). Universidade de Brasília.

Souza, D. S. (2011). Estudos na Antártica sobre a abertura do Estreito de Bransfield utilizando a magnetometria (58 f.) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal Fluminense.

Souza, S. B. D. (2006). Feições regionais da região emersa do Alto de Cabo Frio e sua continuação para as Bacias de Campos e Santos [Tese de Doutorado].

Storti, F., Holdsworth, R. E., & Salvini, F. (2003). Intraplate strike-slip deformation belts. *Geological Society Special Publications, 210*, 1–14.

Teixeira, A. W., Hollanda, M. H. B. M. de, Campos Neto, M. C., & Frugis, G. L. (2019). Evolução geotectônica pós-colisional das nappes do Orógeno Brasília Meridional. *Geonomos*.

Trindade, I. R. da. (2000). *Estudo geoquímico e geocronológico Rb-Sr e Sm-Nd em zonas de cisalhamento mineralizadas em ouro* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

Uhlein, A., Baptista, M. C., Seer, H. J., de Andrade Caxito, F., Uhlein, G. J., & Dardenne, M. A. (2011). A Formação Lagoa Formosa. *Geonomos*.

Uhlein, A., Fonseca, M. A., Seer, H. J., & Dardenne, M. A. (2012). Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília. *Geonomos*.

Ussami, N., & Molina, E. C. (1999). Flexural modeling of the Araguaia belt. *Journal of South American Earth Sciences, 12*(1), 87–98.

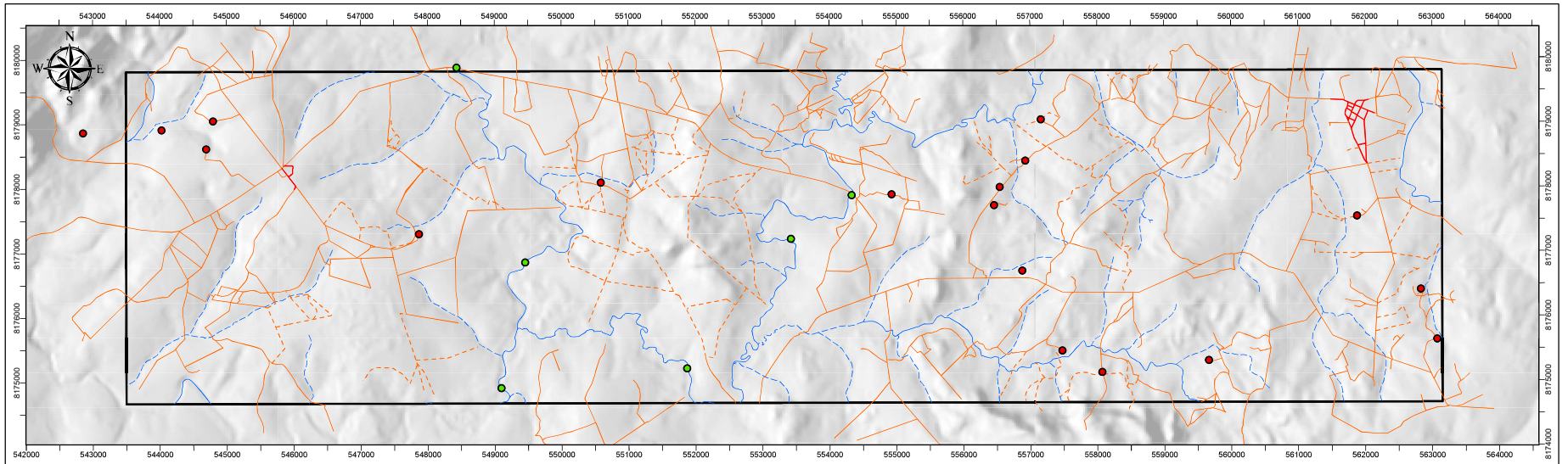
Valeriano, C. M., Dardenne, M. A., Fonseca, M. A., Simões, L. S. A., & Seer, H. J. (2004). A evolução tectônica da Faixa Brasília. In *Geologia do Continente Sul-Americano* (pp. 575–593). Beca.

Valeriano, C. M., Pimentel, M. M., Heilbron, M., Almeida, J. C. H., & Trouw, R. A. J. (2008). Tectonic evolution of the Brasília Belt and early assembly of Gondwana. In R. J. Pankhurst *et al*. (Eds.), *West Gondwana* (pp. 197–210). Geological Society.

Vaughan, A. P. M., & Sacrow, J. M. (2003). K-rich mantle metasomatism control of localization and initiation of lithospheric strike-slip faulting. *Terra Nova, 15*(3), 163–169.

Vieira, S. R. S. da S. (1996). Estudo de processos metamórfico–metassomáticos nos Complexos Embu e Pilar no Bloco Juquitiba, SP (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).

APÊNDICE I



Mapa Planialtimétrico - Projeto Aurilândia - Área 2

Informações Geográficas:
Sistema de Projeção - UTM Zona 22S
Sistema de Coordenadas - SIRGAS 2000

Fontes de dados:
Hidrografia - IBGE alterados manualmente
Sistema Viário - IBGE, OSM e Imagens de Satélite alterados manualmente
Imagem CBERS04A - INPE
Hillshade - ANADEM

0 0,55 1,1 2,2 3,3 Km

Escala 1:50.000

Autores
Raphael Santos de Lima
Rodrigo de Faria Tomé

IG | Instituto de Geociências

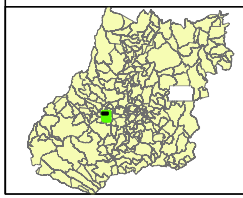
Legenda

Localização
- Propriedades
- Possíveis travessias
- Área de estudo

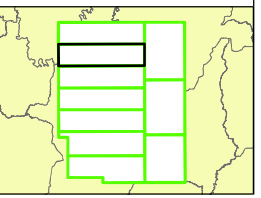
Hidrologia
- Perene
- Intermitente

Vias
- Via pavimentada
- Via não pavimentada
- Caminhos de terra

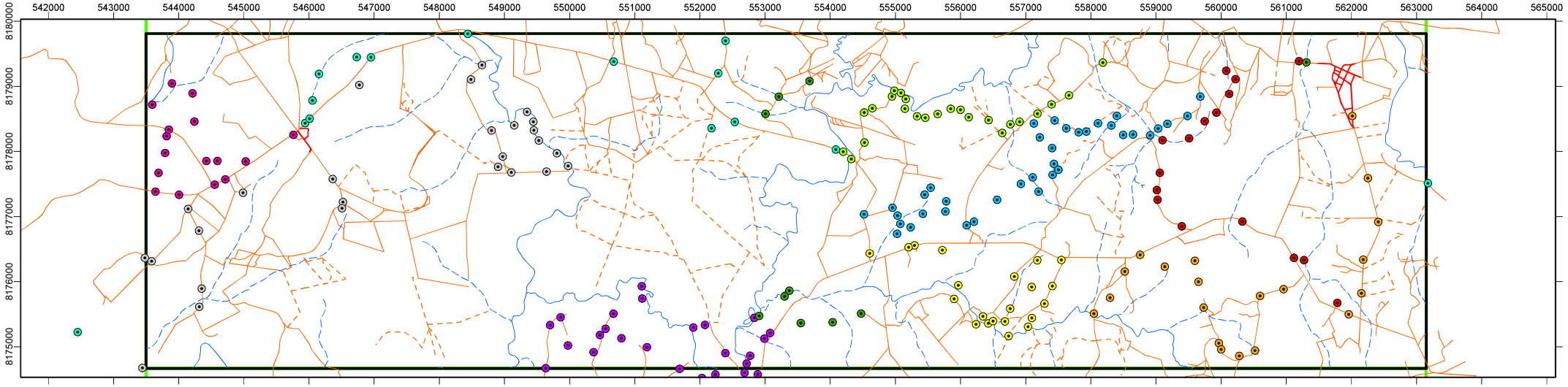
Localização do Projeto Aurilândia

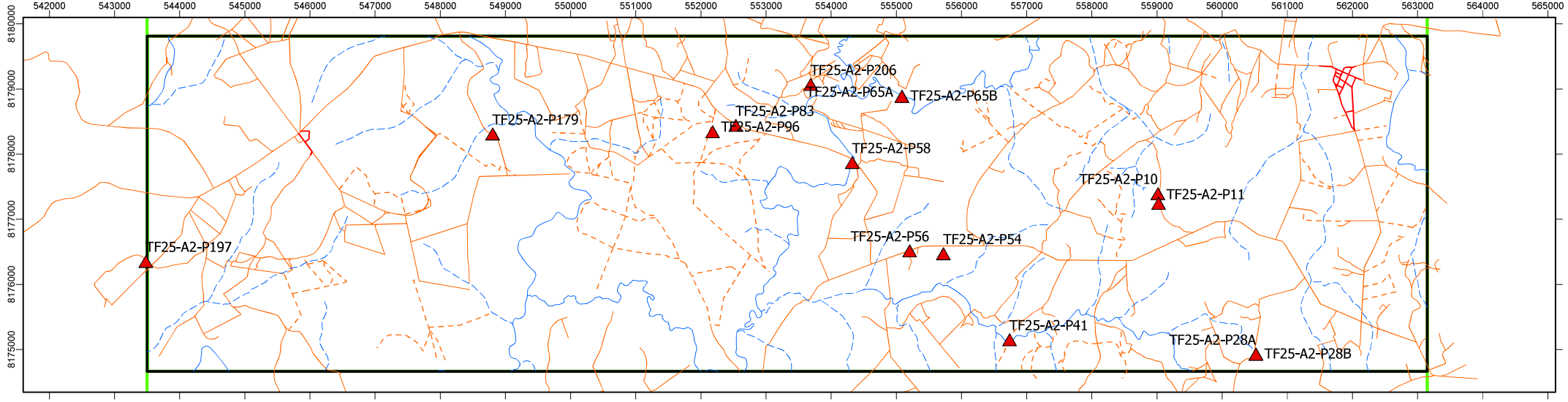


Área 2 do Projeto Aurilândia



APÊNDICE II





Mapa de Pontos - Projeto Aurilândia - Área 2

Informações Geográficas:
Sistema de Projeção - UTM Zona 22S
Sistema de Coordenadas - SIRGAS 2000

Fontes de dados:
Sistema Viário - IBGE, OSM e Imagens de Satélite alterados manualmente

Escala 1:50.000

0 0,5 1 2 Km

Autores
Raphael Santos de Lima
Rodrigo de Faria Tomé

IG | Instituto de Geociências

Legenda

Localização

- Área Total do Projeto Aurilândia
- Área II

Vias

- Caminho
- Via Não Pavimentada
- Via Pavimentada

Hidrografia

- Intermitente
- Perene

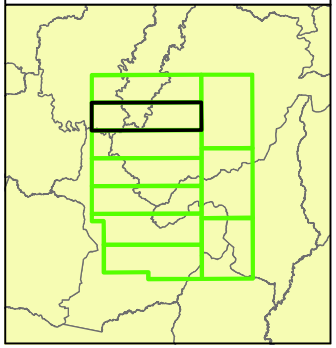
Dia de caminhamento

- 20/07/25
- 21/07/25
- 22/07/25
- 23/07/25
- 24/07/25
- 25/07/25
- 26/07/25
- 28/07/25
- 29/07/25
- 30/07/25
- Pontos com lâminas

Localização do Projeto Aurilândia



Área II do Projeto Aurilândia



APÊNDICE III

Codigo	Coord. X	Coord. Y	Data
TF25-A2-01	561195,6107	8179387,449	20/07/25
TF25-A2-02	560220,9116	8179111,884	20/07/25
TF25-A2-03	560078,5751	8179241,572	20/07/25
TF25-A2-04	560123,7062	8178886,359	20/07/25
TF25-A2-05	559928,2848	8178597,052	20/07/25
TF25-A2-06	559747,7214	8178466,157	20/07/25
TF25-A2-07	559508,038	8178202,315	20/07/25
TF25-A2-08	559099,9271	8178173,488	20/07/25
TF25-A2-09	559059,3256	8177672,736	20/07/25
TF25-A2-10	559014,1793	8177407,386	20/07/25
TF25-A2-11	559024,2159	8177258,17	20/07/25
TF25-A2-12	559396,6533	8176851,26	20/07/25
TF25-A2-13	560326,1483	8176923,582	20/07/25
TF25-A2-14	561118,7571	8176365,168	20/07/25
TF25-A2-15	561272,8538	8176330,723	20/07/25
TF25-A2-16	561784,1637	8175673,21	20/07/25
TF25-A2-17	558047,574	8175508,731	21/07/25
TF25-A2-18	558295,0999	8175752,863	21/07/25
TF25-A2-19	558521,5729	8176156,231	21/07/25
TF25-A2-20	558756,8585	8176412,081	21/07/25
TF25-A2-21	559135,2004	8176230,892	21/07/25
TF25-A2-22	559597,8156	8176321,612	21/07/25
TF25-A2-23	559652,049	8175998,563	21/07/25
TF25-A2-24	559731,2793	8175602,035	21/07/25
TF25-A2-25	559965,2367	8175055,591	21/07/25
TF25-A2-26	560000,7543	8174958,601	21/07/25
TF25-A2-27	560279,4303	8174858,878	21/07/25
TF25-A2-28	560519,9399	8174941,19	21/07/25
TF25-A2-29	560597,8204	8175780,915	21/07/25
TF25-A2-30	560958,5051	8175884,434	21/07/25
TF25-A2-31	561958,46	8175497,928	21/07/25
TF25-A2-32	562153,0625	8175821,802	21/07/25
TF25-A2-33	562181,5901	8176337,949	21/07/25
TF25-A2-34	562411,9954	8176917,818	21/07/25
TF25-A2-35	562253,5706	8177591,033	21/07/25
TF25-A2-36	562013,5062	8178546,052	21/07/25
TF25-A2-37	555901,4674	8175735,522	22/07/25
TF25-A2-38	556238,2782	8175345,241	22/07/25
TF25-A2-39	556425,2344	8175358,911	22/07/25
TF25-A2-40	556681,5893	8175389,052	22/07/25
TF25-A2-41	556738,4368	8175164,22	22/07/25
TF25-A2-42	557036,572	8175308,387	22/07/25
TF25-A2-43	557095,2738	8175441,187	22/07/25
TF25-A2-44	557288,208	8175662,512	22/07/25
TF25-A2-45	557409,3582	8175932,892	22/07/25
TF25-A2-46	557547,4839	8176333,151	22/07/25
TF25-A2-47	557179,2859	8176328,621	22/07/25
TF25-A2-48	556826,266	8176079,013	22/07/25
TF25-A2-49	557093,2144	8175918,329	22/07/25
TF25-A2-50	556762,3639	8175585,254	22/07/25
TF25-A2-51	556499,3675	8175393,855	22/07/25
TF25-A2-52	556344,4452	8175466,638	22/07/25

TF25-A2-53	555965,9946	8175944,203	22/07/25
TF25-A2-54	555721,9895	8176484,747	22/07/25
TF25-A2-55	555294,3201	8176558,109	22/07/25
TF25-A2-56	555203,549	8176528,38	22/07/25
TF25-A2-57	554606,2234	8176434,441	22/07/25
TF25-A2-58	554323,3638	8177884,662	23/07/25
TF25-A2-59	554199,2782	8177996,609	23/07/25
TF25-A2-60	554525,878	8178137,767	23/07/25
TF25-A2-61	554521,4687	8178599,407	23/07/25
TF25-A2-62	554645,8797	8178665,066	23/07/25
TF25-A2-63	554948,0276	8178846,978	23/07/25
TF25-A2-64	554984,3402	8178934,382	23/07/25
TF25-A2-65	555084,8802	8178900,35	23/07/25
TF25-A2-66	555159,3642	8178806,569	23/07/25
TF25-A2-67	555146,0481	8178657,904	23/07/25
TF25-A2-68	555333,587	8178541,816	23/07/25
TF25-A2-69	555458,9902	8178518,366	23/07/25
TF25-A2-70	555649,672	8178577,047	23/07/25
TF25-A2-71	555849,2552	8178656,878	23/07/25
TF25-A2-72	555999,6778	8178641,537	23/07/25
TF25-A2-73	556126,2335	8178526,965	23/07/25
TF25-A2-74	556430,5695	8178482,995	23/07/25
TF25-A2-75	556640,0602	8178286,104	23/07/25
TF25-A2-76	556765,6147	8178417,887	23/07/25
TF25-A2-77	556906,36	8178457,163	23/07/25
TF25-A2-78	557180,87	8178581,687	23/07/25
TF25-A2-79	557397,2654	8178725,056	23/07/25
TF25-A2-80	557665,2994	8178863,505	23/07/25
TF25-A2-81	558184,5537	8179366,454	23/07/25
TF25-A2-83	552534,9245	8178454,881	24/07/25
TF25-A2-84	552281,0864	8179202,373	24/07/25
TF25-A2-85	552334,0394	8180111,662	24/07/25
TF25-A2-86	552392,9484	8179701,537	24/07/25
TF25-A2-87	550677,4487	8179381,636	24/07/25
TF25-A2-88	548436,0894	8179808,627	24/07/25
TF25-A2-89	545940,1342	8178436,308	24/07/25
TF25-A2-90	546009,0793	8178504,307	24/07/25
TF25-A2-91	546052,9451	8178784,231	24/07/25
TF25-A2-92	546152,9992	8179192,267	24/07/25
TF25-A2-93	546731,8004	8179451,783	24/07/25
TF25-A2-94	546949,5368	8179447,663	24/07/25
TF25-A2-95	542448,8878	8175224,652	24/07/25
TF25-A2-96	552178,4812	8178357,611	24/07/25
TF25-A2-97	554086,7846	8178029,879	24/07/25
TF25-A2-98	563174,4912	8177512,967	24/07/25
TF25-A2-99	554518,8743	8177035,941	25/07/25
TF25-A2-100	554955,9825	8177136,055	25/07/25
TF25-A2-101	555033,4871	8177015,663	25/07/25
TF25-A2-102	555076,9738	8176887,954	25/07/25
TF25-A2-103	555026,6797	8176735,265	25/07/25
TF25-A2-104	555233,9006	8176835,207	25/07/25
TF25-A2-105	555422,2363	8177042,639	25/07/25

TF25-A2-106	555448,681	8177337,179	25/07/25
TF25-A2-107	555541,6573	8177443,436	25/07/25
TF25-A2-108	555780,1297	8177235,552	25/07/25
TF25-A2-109	555768,8451	8177077,874	25/07/25
TF25-A2-110	556093,8141	8176866,498	25/07/25
TF25-A2-111	556207,2092	8176922,124	25/07/25
TF25-A2-112	556561,6491	8177258,046	25/07/25
TF25-A2-113	556926,3904	8177502,177	25/07/25
TF25-A2-114	557108,3224	8177602,226	25/07/25
TF25-A2-115	557197,3509	8177384,232	25/07/25
TF25-A2-116	557413,2494	8177641,635	25/07/25
TF25-A2-117	557434,0175	8177809,592	25/07/25
TF25-A2-118	557502,6283	8177719,546	25/07/25
TF25-A2-119	557405,6202	8178052,514	25/07/25
TF25-A2-120	557216,729	8178217,734	25/07/25
TF25-A2-121	557125,7681	8178431,498	25/07/25
TF25-A2-122	557444,9726	8178478	25/07/25
TF25-A2-123	557623,631	8178356,172	25/07/25
TF25-A2-124	557813,743	8178296,619	25/07/25
TF25-A2-125	557931,0485	8178308,15	25/07/25
TF25-A2-126	558110,7939	8178434,257	25/07/25
TF25-A2-127	558314,5851	8178400,677	25/07/25
TF25-A2-128	558497,4416	8178255,349	25/07/25
TF25-A2-129	558399,058	8178548,904	25/07/25
TF25-A2-130	558647,9154	8178262,779	25/07/25
TF25-A2-131	558910,8609	8178249,306	25/07/25
TF25-A2-132	559033,6814	8178352,881	25/07/25
TF25-A2-133	559176,0655	8178425,508	25/07/25
TF25-A2-134	559483,2734	8178546,44	25/07/25
TF25-A2-135	559680,5189	8178844,207	25/07/25
TF25-A2-136	552834,4011	8175444,058	26/07/25
TF25-A2-137	553077,4379	8175211,933	26/07/25
TF25-A2-138	552988,7781	8175125,187	26/07/25
TF25-A2-139	552770,6363	8174861,203	26/07/25
TF25-A2-140	552887,1045	8174575,17	26/07/25
TF25-A2-141	552716,2707	8174740,082	26/07/25
TF25-A2-142	552684,0144	8174600,056	26/07/25
TF25-A2-143	552390,0616	8174901,042	26/07/25
TF25-A2-144	552077,4236	8175334,94	26/07/25
TF25-A2-145	551898,9571	8175294,96	26/07/25
TF25-A2-146	552237,3404	8174573,568	26/07/25
TF25-A2-147	552032,0455	8174520,155	26/07/25
TF25-A2-148	551688,9589	8174659,604	26/07/25
TF25-A2-149	551187,304	8174992,898	26/07/25
TF25-A2-150	550795,8234	8175130,074	26/07/25
TF25-A2-151	551113,9026	8175740,428	26/07/25
TF25-A2-152	551107,441	8175929,483	26/07/25
TF25-A2-153	550673,3265	8175507,419	26/07/25
TF25-A2-154	550551,9085	8175275,992	26/07/25
TF25-A2-155	550464,7157	8175179,835	26/07/25
TF25-A2-156	550368,1192	8174916,154	26/07/25
TF25-A2-157	549973,7434	8175018,746	26/07/25
TF25-A2-158	549861,9773	8175452,023	26/07/25

TF25-A2-159	549700,3003	8175332,516	26/07/25
TF25-A2-160	549633,2373	8174670,016	26/07/25
TF25-A2-161	549629,8978	8174171,935	26/07/25
TF25-A2-162	544004,1872	8177335,257	28/07/25
TF25-A2-163	543642,7721	8177383,261	28/07/25
TF25-A2-164	543689,5644	8177671,256	28/07/25
TF25-A2-165	543790,8827	8177977,778	28/07/25
TF25-A2-166	543814,4329	8178235,657	28/07/25
TF25-A2-167	543593,9124	8178719,848	28/07/25
TF25-A2-168	543848,2506	8178337,11	28/07/25
TF25-A2-169	544240,0383	8178460,336	28/07/25
TF25-A2-170	544212,0156	8178895,144	28/07/25
TF25-A2-171	543896,7526	8179046,908	28/07/25
TF25-A2-172	544423,8494	8177854,03	28/07/25
TF25-A2-173	544594,1263	8177854,91	28/07/25
TF25-A2-174	544552,1334	8177489,766	28/07/25
TF25-A2-175	544715,2891	8177571,932	28/07/25
TF25-A2-176	545028,1531	8177846,854	28/07/25
TF25-A2-177	545761,4751	8178256,08	28/07/25
TF25-A2-178	548485,1751	8179107,651	29/07/25
TF25-A2-179	548801,4524	8178322,768	29/07/25
TF25-A2-180	548973,6593	8177922,425	29/07/25
TF25-A2-181	548901,1091	8177765,537	29/07/25
TF25-A2-182	549104,9059	8177679,497	29/07/25
TF25-A2-183	549645,0218	8177691,741	29/07/25
TF25-A2-184	549976,8447	8177777,689	29/07/25
TF25-A2-185	549804,8874	8177973,83	29/07/25
TF25-A2-186	549526,7253	8178168,915	29/07/25
TF25-A2-187	549451,342	8178326,897	29/07/25
TF25-A2-188	549442,7973	8178457,346	29/07/25
TF25-A2-189	549346,4967	8178609,039	29/07/25
TF25-A2-190	549149,5297	8178402,807	29/07/25
TF25-A2-191	548654,6425	8179328,417	29/07/25
TF25-A2-192	546363,5545	8177577,417	29/07/25
TF25-A2-193	546520,8656	8177223,882	29/07/25
TF25-A2-194	546506,2868	8177127,653	29/07/25
TF25-A2-195	544144,2727	8177118,418	29/07/25
TF25-A2-196	543583,8655	8176314,02	29/07/25
TF25-A2-197	543479,5601	8176365,449	29/07/25
TF25-A2-198	544352,0688	8175893,664	29/07/25
TF25-A2-199	544315,7894	8175613,671	29/07/25
TF25-A2-200	543442,6186	8174674,543	29/07/25
TF25-A2-201	544310,3814	8176783,394	29/07/25
TF25-A2-202	544986,697	8177366,425	29/07/25
TF25-A2-203	546772,423	8179023,063	29/07/25
TF25-A2-204	553006,4821	8178578,981	30/07/25
TF25-A2-205	553211,1977	8178843,313	30/07/25
TF25-A2-206	553683,0798	8179083,47	30/07/25
TF25-A2-207	554473,3077	8175509,928	30/07/25
TF25-A2-208	554037,2665	8175376,532	30/07/25
TF25-A2-209	553548,0137	8175364,058	30/07/25
TF25-A2-210	553372,9602	8175861,191	30/07/25
TF25-A2-211	553299,0491	8175772,954	30/07/25

TF25-A2-212	552909,7347	8175473,884	30/07/25
TF25-A2-213	561308,8395	8179371,391	30/07/25

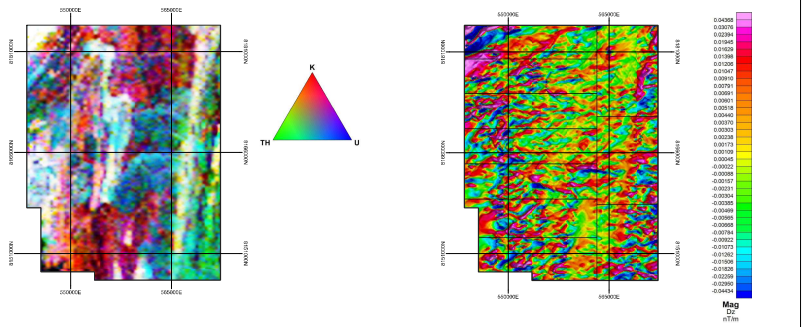
APÊNDICE IV

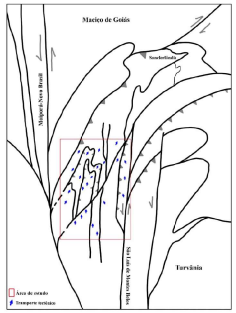
IG | Instituto de Geociências

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL 2025
PROJETO AURILÂNDIA - MAPA GEOLÓGICO

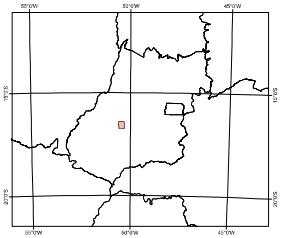
UnB

FUNDAMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA E GEOFÍSICA

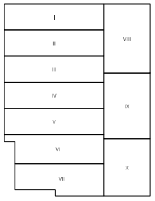




CONTEXTO TECTÔNICO DO PROJETO

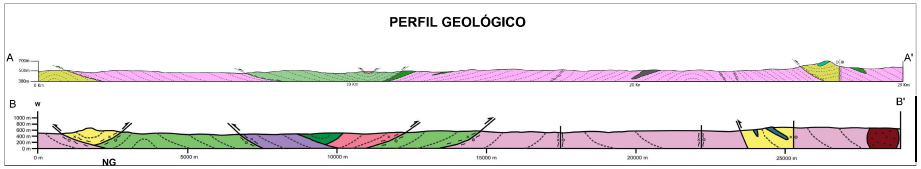


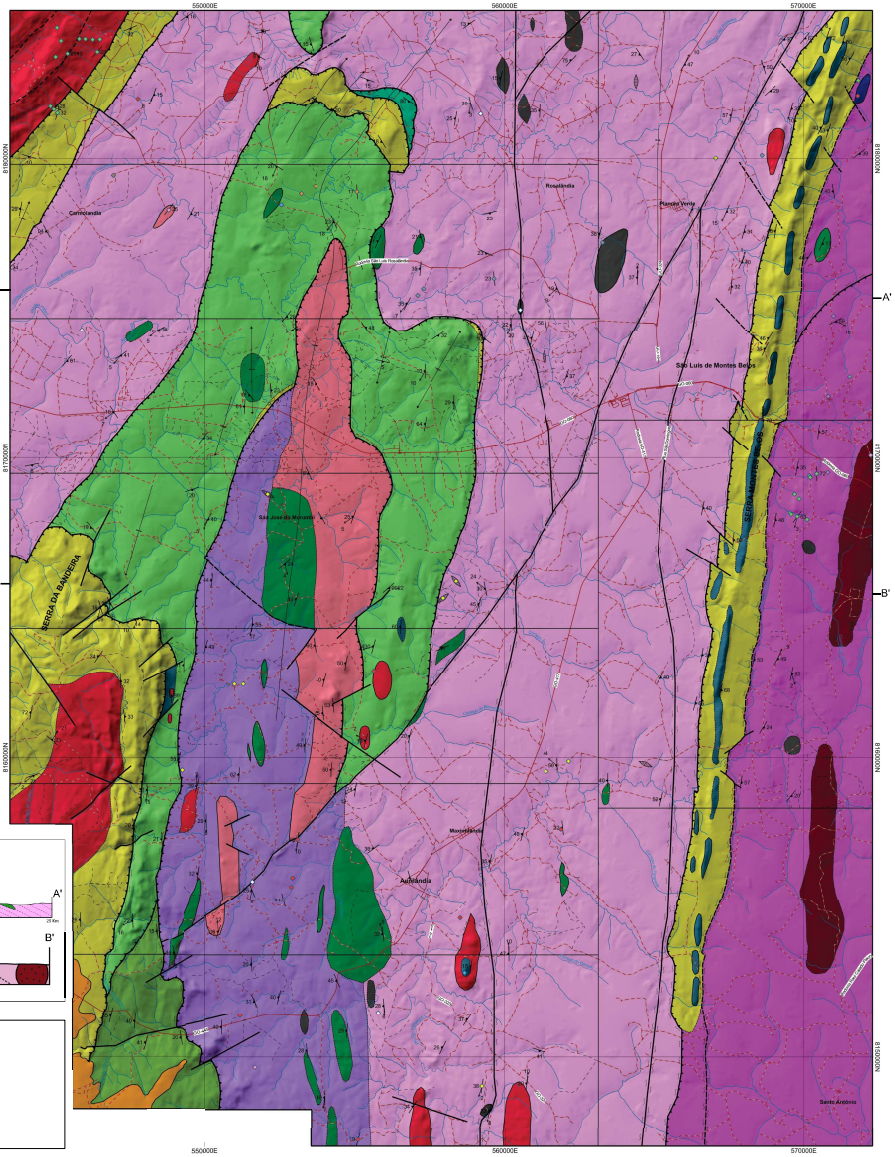
LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DO GOIÁS



ARTICULAÇÃO DAS ÁREAS DO PROJETO

PERFIL GEOLÓGICO





LEGENDA

UNIDADES GEOLÓGICAS

PALEOZOICO

Bacia do Parnaíba

C2P1ca Formação Aquidauana: Conglomerados basais com seixos de quartzo e arenitos. Para o topo, predominam arenitos médios a grossos, friáveis, com estratificação cruzada acanalada, intercalados aos seixos de siltitos, argilitos e folhelhos vermelhos. (C-P 296-329 Ma)

NEOPROTEROZOICO

Batólito Santa Rita do Novo Destino

NPrnd Santa Rita do Novo Destino: Hornblenda antofilitaxisto, peridotito, hornblenda xisto, hornblenda metagabronorito, clinopiroxenito e xisto, batólito, admitido com magnetita (U-Pb em Biotita 580 ± 15).

Orogenêse Brasiliano e Cinzentanos

NPvsl Granito Santa Luzia: Muscovita-biotita-metamonzogranito com granulação fina a média e textura porfirítica.

NPsq Granito Quirinópolis: Biotita-sienogranito, biotita-muscovita-monzogranito e muscovita metamonzogranito, (m) magnetita biotita muscovita pertomantita, magnetita biotita piegranito-rebordo, magnetita-biotita granito monzogranítico (U-Pb 570 ± 5 Ma).

NPtpm Orthogneisses Turvânia: Associação de dioritos com gnaisses tonalíticos a dacíticos com enclaves máficos, granitos e pegmatitos deformados. Relações mutuamente regressivas com leucossomas graníticos (U-Pb 601 ± 5 Ma).

NPpvp Granito Planura Verde: biotita-metamonzogranito, hornblenda-biotita-metagranodiorito com enclaves xenolíticos do granulo. Presença de pegmatitos quartzo-feldspáticos. Leucogranito com granulação fina a média, textura granoblastóidica, mineralmente deformado.

Orogenêse Tolianos

NP1ym Orthogneisses Bandeirinhas: Metabrenito, muscovita biotita metatonalito milonítico, metatonito e gnaisse tonalítico a granodiorítico com variação de hornblenda, biotita, muscovita, granada e microclina. Apresenta textura foliada a bandada, com bandamentos de espessu milimétrica a centimétrica. Localização de enclaves máficos, ocorrente leucossomas graníticos e pegmatíticos. Porfiroblastos de microclina e granada, com inclusões helicíticas com muscovita e turmalina concordantes e/ou discordantes com a estruturação da rocha. (U-Pb 622 ± 7 Ma).

Sequência Serra da Bandeira (Tectonitos metamórficos)

NP1pg Unidade Gnáissica: Gnaisse biotita-granisse, biotita-muscovita-granisse, granada-biotita muscovita-granisse. Pode apresentar paralelamente migmatizado ecom presença de veios de quartzo concordantes com foliação, granada xisto, muscovita-quartzo xisto, Granada-Biotita Xisto. (a) hornblenda-biotita-granisse com veios pegmatíticos e porfiroblastos de granada.

NP1q Unidade Xisto: Muscovita-xisto, granada-muscovita-xisto, quartzito, muscovita quartzito, micaxisto quartzo-xisto, granada-muscovita-quartzoxisto. biotita-granada muscovita-xisto e metaconglomerado polimítico.

NP1q1 Unidade Alambique: Clorita muscovita quartzo-xisto, clorita-muscovita-granisse, granada-biotita-granisse com cornita muscovita granada-cianita-biotita-granisse. (c) clorita-cianita-granita Xisto.

NP1ym Orthogneisses Aurilândia: Metadioritos e Metamonzlitos com variação de hornblenda, biotita e granada. Ocorrência de pegmatitos quartzo-feldspáticos com muscovita e veios de quartzo concordantes e/ou discordantes com a estruturação da rocha (U-Pb 562 ± 2 Ma).

MESO-CZ Aluviões: Aluviões grossos a finos, folacios cus ocorrem como corpos lenticulares, andares e anchos nos drtogramas.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Estruturas

- Foliação
- Lineação de Estiramento
- Falha de Empurrão
- Zona de Cisalhamento
- Zona de Cisalhamento Dextral
- Zona de Cisalhamento Transpressiva Dextral
- Zona de Cisalhamento Compressional
- Zona de Cisalhamento Transpressiva Sinistral
- Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral Inferida
- Eixo de Dobra Antiforme
- Eixo de Dobra Sinforme
- Zona de Cisalhamento Inferida
- Falha Indiferenciada
- Falha Indiferenciada Inferida
- Eixo de Dobra Antiforme com Caimento Duplo
- Eixo de Dobra Sinforme com Caimento Duplo

Contatos

- Inferido
- Definido

Ocorrências dos Recursos Minerais

- Abrasivos
- Extração de Areia
- Mineral Industrial
- Mineral Refratário
- Pedreira Desativada (Brita)
- Remineralizador
- Rocha Ornamental
- Rochas Industriais (Agregados para Construção Civil)
- Sistema Au- Orogênico
- Sistema Pórfiro (Au-Cu) remobilizado
- Vermiculita

Rios e Córregos

- Curso d'Água Perene
- Curso d'Água Intermitente

Sistema Viário

- Auto-estrada
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação
- Caminho

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

NM 21° 25' NG

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ESCALA: 1:50.000

1.000 0 1.000 2.000 3.000 m

Datum: SIRGAS 2000 Zona 22 S

Confeccionado em: Novembro de 2025

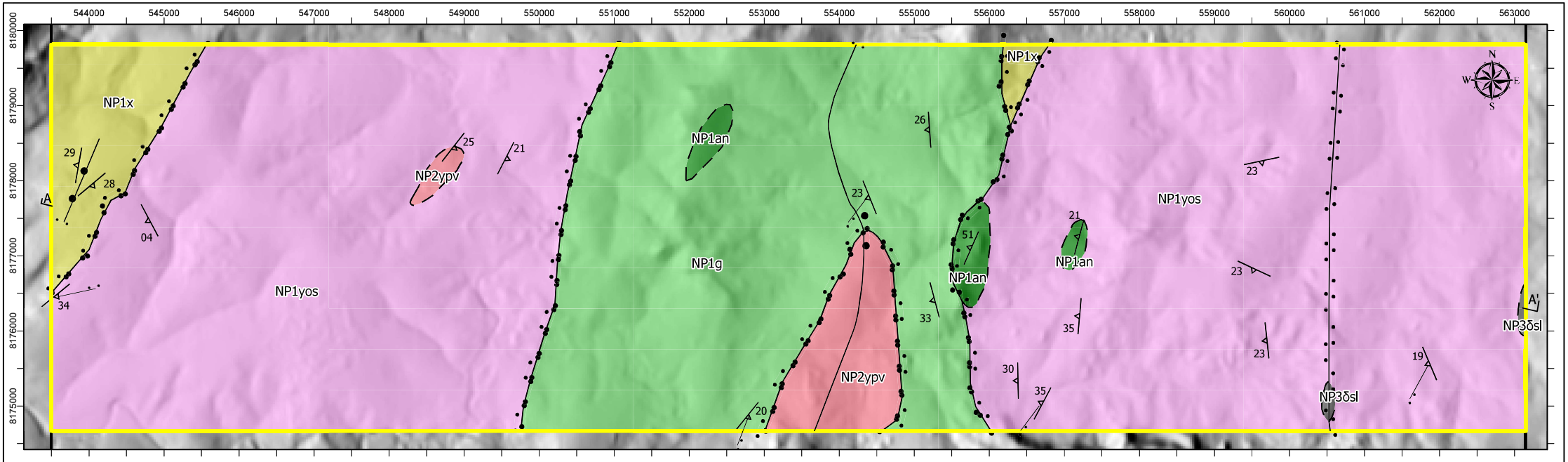
PROFESSORES ORIENTADORES:

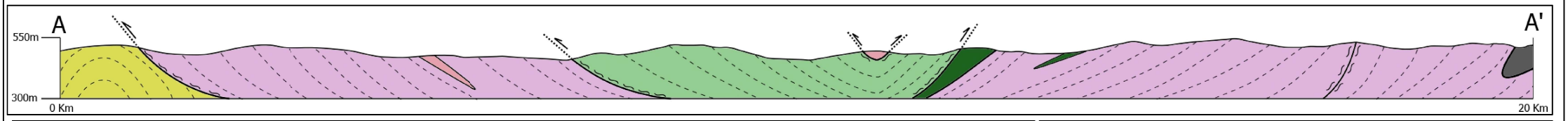
Elton Luiz Dantas (Coordenador)
Claudinei Gouveia de Oliveira
Federico Alberto Cuadros Jimenez
Henrique Llacer Roig
Marcelo Henrique Leão Santos
Nilson Francisquini Botelho
Tiago Luis Reis Jalowitzki
Valmir da Silva Souza

EQUIPE:

Arthur Ribeiro Magalhães
Cecília Rabelo Quirino Rodrigues
Cláudia da Silva Xavier
Deborah Hannah Nascimento Ferreira da Silva
Deborah Laplagne Cardoso Lima
Fernanda Rolo de Souza Kauffman do Nascimento
Gabriel de Oliveira
Gustavo d Amore Heer
Jonas Almeida Rocha
Leticia Albernaz Brotherhood
Lucas Abud de Mesquita
Mateus Souza Monici
Nicholas Rainier Bento Imaña
Paulo Rangel Soares Vieira
Pedro Simon Antonius
Pedro Tossin Noleto
Raphael Santos de Lima
Rodrigo de Faria Torne
Victor Moreira Naves Ribeiro

APÊNDICE V





Legenda

Delimitações

- Área II - Projeto Aurilândia
- Áreas do Projeto Aurilândia

Convenções Estruturais

- Foliações
- Lineações de Estiramento
- Eixo de Dobra Sinclinal

Convenções Cartográficas

- Contato Inferido
- Zona de Cisalhamento
- Falha de Empurrão com Cisalhamento Associado
- Ponto de Ocorrência do Ms-Ky Xisto

Grupos e Unidades Geológicas:

NP3δsl — **Suíte São Luís de Montes Belos**: Hornblenda ortopiroxenito, peridotito, hornblenda-xisto, hornblenda metagabronorito, clinopiroxênio-biotita-xisto, biotitito, actinolito com magnetita (U-Pb em titanita 556 ± 19).

Ortognaisses Ediacaranos a Criogenianos

NP2ypv — **Granito Planura Verde:** Biotita-metamonzogranito, hornblenda-biotita-metagranodiorito com eventuais ocorrências de granada. Presença de pegmatitos quartzo-feldspáticos. Leucogranito com granulação fina a média, textura granolepidoblástica intensamente deformado.

Sequência Serra da Bandeira (Tectonitos metamórficos)

NP1g — **Unidade Gnaissica:** Granada-biotita-gnaisse, biotita-muscovita-gnaisse, granada-biotita-muscovita-gnaisse. Pode apresentar parcialmente migmatizado e com presença de veios de quartzo concordantes com a foliação.

NP1x — **Unidade Xisto:** Muscovita-xisto, granada-muscovita-xisto, quartzito, muscovita-quartzito, muscovita-quartzo-xisto, granada-muscovita-quartzo-xisto, biotita-granada-muscovita-xisto e granada-muscovita-biotita-xisto.

NP1an — **Anfibolito:** Anfibolitos grossos a finos, foliados que ocorrem como corpos lenticulares, enclaves e xenólitos nos ortognaisses.

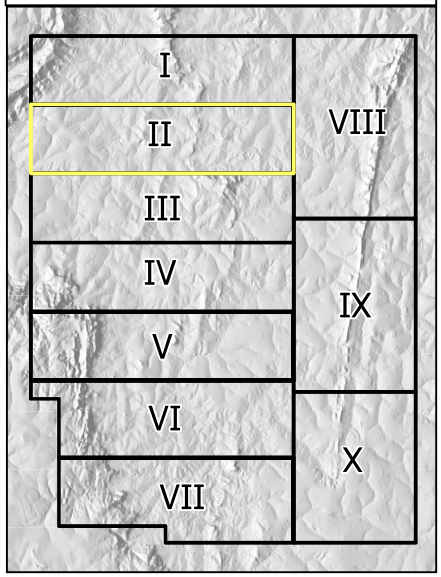
Ortognaisses Tonianos

NP1yos — **Ortognaisse Sanclerlândia:** Metatonalito, muscovita biotita metatonalito milonítico, metadiorito e gnaisse tonalítico a granodiorítico com variação de hornblenda, biotita, muscovita, granada e microclínio. Apresenta textura foliada a bandada, com bandamentos de variação milimétrica a centimétrica. Granulação fina a média. Porções localmente migmatizadas com leucossoma granítico. Presença de veios, brecha e pegmatitos quartzo-feldspáticos com muscovita e turmalina concordantes e/ou discordantes com a estruturação da rocha. (U-Pb 822 ± 7 Ma).

Mapa Geológico - Área II

Projeto Aurilândia

Disposição das Áreas



0 0,5 1 2 Km

Escala 1:50.000

Sistema de Projeção:
UTM Zona 22S

Sistema de Coordenadas:
SIRGAS 2000

Fonte de dados:
WGS ALOS PALSAR

Autores:
Raphael Santos de Lima
Rodrigo de Faria Tomé

Informações do Perfil:
Exagero Vertical: 2x
Escala: 1:50.000

IG | Instituto de Geociências

APÊNDICE VI

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF_A2_P10

Localização – Coordenadas UTM

22K 559017 m E 8177405 m S

Unidade litológica

Ortognaisse Sanclerlândia

Descrição macroscópica

Rocha de granulação média a grossa, com coloração das bandas que alternam entre cinza e branco. Apresenta textura bandada milimétricas cuja orientação é definida pelas micas (biotita e muscovita). Os domínios granoblásticos da rocha são definidos pelos cristais de quartzo e plagioclásio.

Descrição microscópica

É uma amostra inequigranular, cuja apresenta uma textura lepidoblástica que é definida pelos cristais de muscovita, que variam de 0,8 mm a 4,2 mm e biotita com tamanhos que variam de 0,2 mm a 2,8 mm. Há dois tipos de muscovita presentes na amostra: a primeira se trata da fengita, um mineral de relevo médio, coloração amarelada quase incolor e pleocroísmo leve; A outra muscovita é incolor. Entre as foliações de mica há a presença de quartzo e plagioclásio que possuem contatos irregulares entre si. Os grãos de quartzo e de plagioclásio são discriminados por dois fatores principais: tamanho e alteração. O quartzo tem tamanhos que variam de 0,8 a 5,2 mm, mas a grande maioria tem cerca de 2,5 mm. O plagioclásio muitas vezes ocorre associado ao epidoto, que é um mineral secundário fruto de epidotização.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Biotita	25	Quartzo	15
Plagioclásio	30		
Fengita	5		

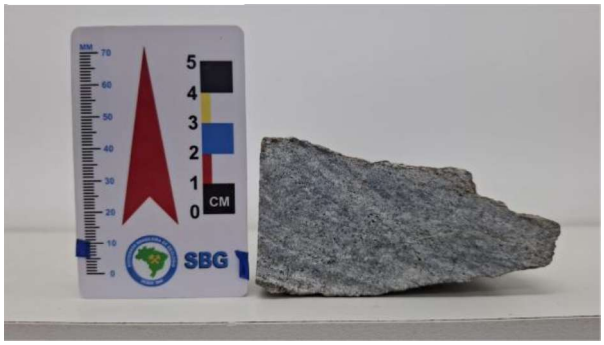
Minerais acessórios (%)

Opacos	2		

Minerais secundários (%)

Epidoto	2	Clorita	< 1
Muscovita	20		

Fotomacrografia



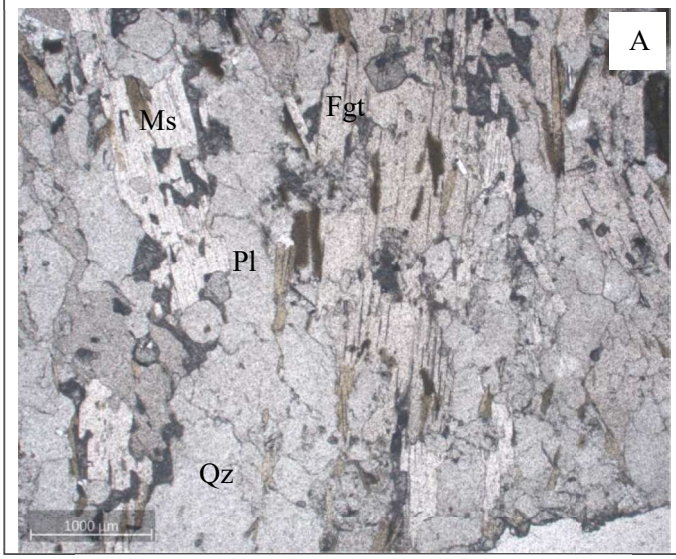
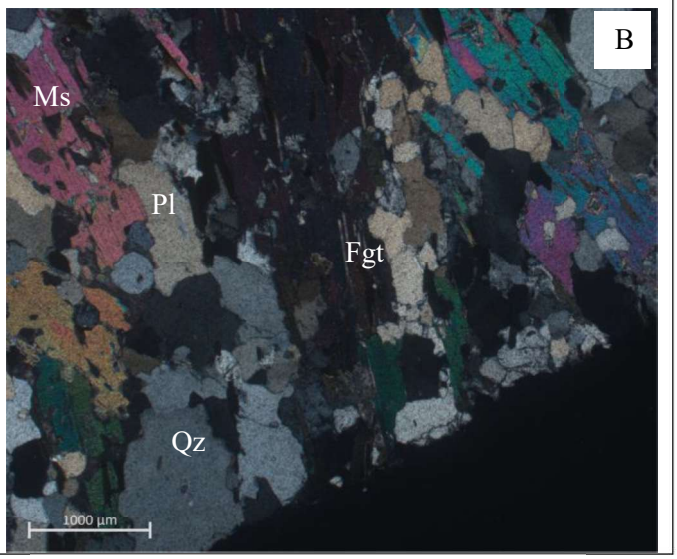
Seção para micrografia



TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

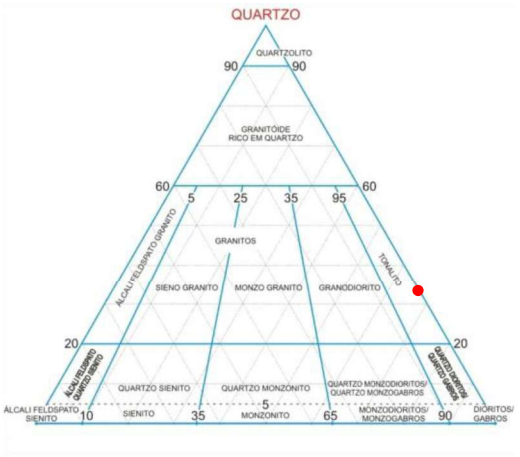
Micrografias

Textura da rocha a polarizadores paralelos composta por plagioclásio (Pl), quartzo (Qz), fengita (Fgt) , muscovita (Ms) e biotita (Bt).	Textura da rocha a polarizadores cruzados composta por plagioclásio (Pl), quartzo (Qz), fengita (Fgt) , muscovita (Ms) e biotita.
	

Interpretação e discussão

Os minerais primários da rocha foram submetidos aos processos de hidratação e metamorfismo causados na região, sendo então parcialmente alterados pelas injeções de fluidos. Esses fluidos, provavelmente canalizados pelas zonas de cisalhamento, favoreceram a remobilização ou a introdução de alumínio no sistema, desencadeando reações que consumiram biotita e plagioclásio e promoveram o desenvolvimento adicional de muscovita. O epidoto é produto da alteração de epidotização do plagioclásio.

Diagrama



Classificação

Biotita-tonalito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_P11

Localização – Coordenadas UTM

22K 559023 m E 8177258 m S

Unidade litológica

Ortognaisse Sanclerlândia

Descrição macroscópica

Rocha de coloração alternando entre branca e preta, com textura holocristalina. A rocha possui um domínio félsico composto por quartzo e plagioclásio (cerca de 80%) e um domínio máfico composto por micas (cerca de 20%). Possui textura fanerítica, de granulação fina a média e assinatura hipidiomórfica dos cristais.

Descrição microscópica

É uma amostra inequigranular com dois domínios, um félsico composto por quartzo e plagioclásio e de textura granulepidoblástica e outro máfico composto por biotita, com uma textura lepidoblástica e orientada. Na amostra apresentam-se cristais de quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita de forma primária, sendo o quartzo em cristais euédricos, zonados, com granulometrias de fina a média (0,4 a 1,5 mm). Os cristais de plagioclásio possuem hábito tabular, com teor de An18, classificando -o como oligoclásio, com contatos irregulares entre si e com granulação fina, entre 0,2 e 0,6 mm. Já os cristais de biotita, apresentam hábitos tabulares com relevo alto, pleocróicos de amarelo a marrom e granulometria fina a média (0,5 a 1 mm). A muscovita se apresenta com um hábito tabular, incolor com um leve pleocroísmo rosado, com granulometria fina a média (0,4 a 1,9 mm) e com textura simplectítica em alguns cristais. Já o epidoto possui relvo alto, com hábito prismático e com textura esqueletal, indicando crescimento incompleto do cristal em contato com plagioclásio. Em alguns cristais também se encontra allanita, com hábitos esferoidais. Na lâmina também há titanita, cujas dentro delas, há inclusos alguns cristais de zircão, amarelados e esferoidais.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	44		
Biotita	20		
Plagioclásio	25		

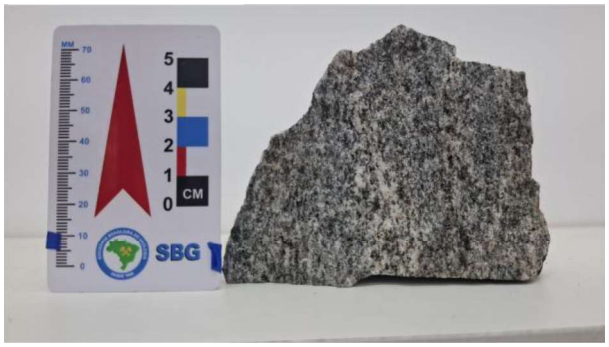
Minerais acessórios (%)

Zircão	<1	Allanita	<1
Titanita	<1		

Minerais secundários (%)

Epidoto	5		
Muscovita	5		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

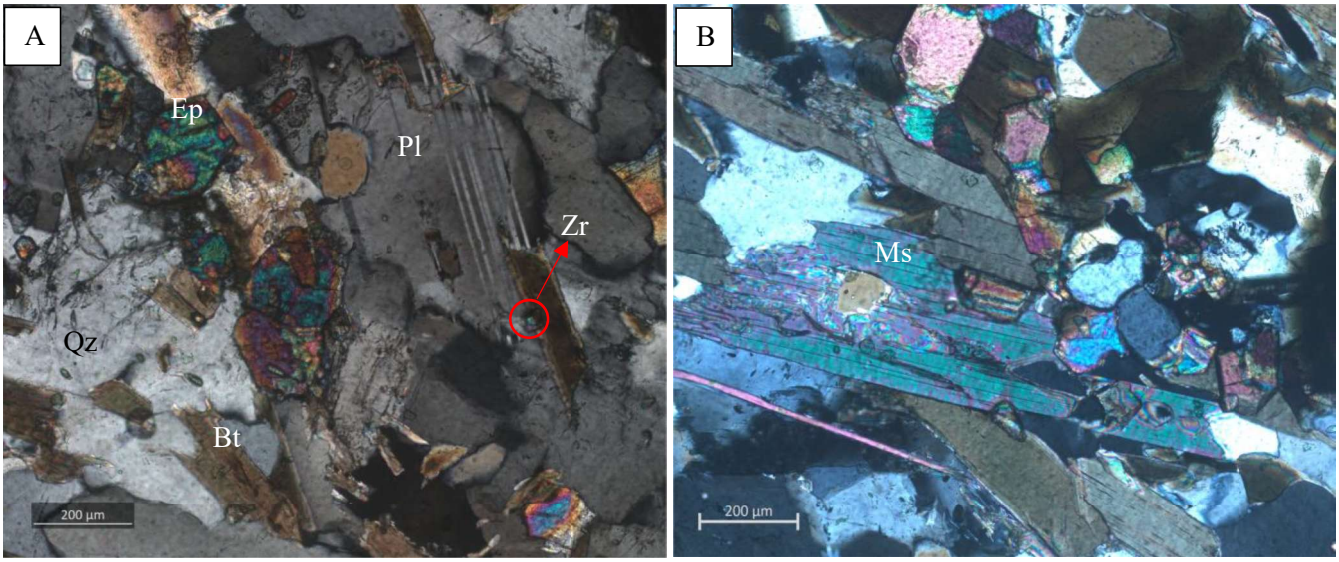


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama original da rocha, composta por plagioclásio (Pl), Quartzo (Qz), Biotita (Bt) e Zircão (Zr).	B) Ms com textura simplectítica e cristais de Biotita (Bt) e Zircão (Zr)mostrando a ordem de cristalização da rocha.

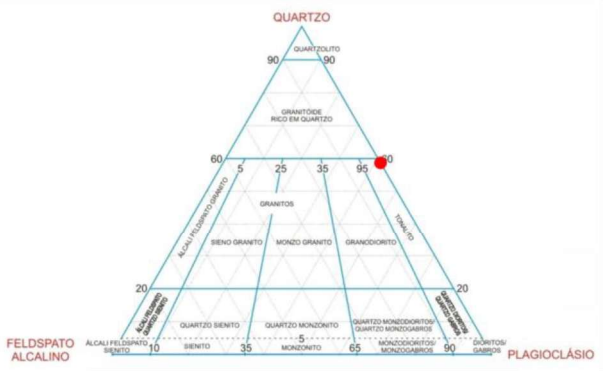


Interpretação e discussão

Os cristais de quartzo e plagioclásio representam os primeiros minerais a se cristalizarem, apresentando zonação característica em quase todos os grãos, possivelmente resultante de alteração por hidratação. Associado ao plagioclásio, ocorre epidoto como mineral secundário, originado por epidotização, também indicando processos de hidratação. A biotita cristaliza-se posteriormente, em contato sin-deformacional com o quartzo, evidenciado por bordas irregulares e pontiagudas entre ambos. Por fim, a muscovita ocorre sobreposta à biotita, sugerindo deposição tardia. Apresenta textura simplectítica, com aspecto vermiforme e possíveis microinclusões de quartzo.

A possível ordem de cristalização pode ser a formação de quartzo e plagioclásio, seguido de biotita e posteriormente muscovita, com epidoto fruto de alteração posterior.

Diagrama



Classificação

Biotita-Tonalito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_28A

Localização – Coordenadas UTM

22K 560520 m E 8174952 m S

Unidade litológica

Suíte São Luís de Montes Belos

Descrição macroscópica

Rocha de coloração verde-escura, com textura subfanerítica. A rocha possui um domínio com mica escura (40%) e um domínio esverdeado (60%), com granulação fina. Possui dobramento na rocha, indicando uma deformação nos cristais e na rocha original.

Descrição microscópica

Amostra inequigranular com dois domínios, um mais máfico e nematoblástico e outro mais félsico e granuloblástico, levemente deformada. Os cristais de diopsídio apresentam hábitos anédricos a subédricos, com relevo médio, sendo incolores e levemente fraturados ou apresentando maclas em alguns casos. Possuem granulação média, variando entre 0,3 e 1 mm e ângulo 2V próximo de 60º. A biotita apresenta hábito lamelar, com relevo médio, com pleocroísmo variando de amarelo a marrom, bem fraturados e alterados, possuindo granulação alta que varia entre 3 e 6 mm. Já a clorita apresenta-se incolor com pleocroísmo variando para verde claro, com cristais médios de 0,5 a 0,8 mm, com hábitos lamelares e sempre em contatos com os cristais de biotita e de quartzo, com contatos irregulares. O epidoto possui formatos anédricos, com relevo alto, sendo pleocróicos de incolor a esverdeados, bem fraturados e zonados, frutos de alteração de cristais de plagioclásio anteriormente na amostra (epidotização). Sua granulometria varia de média a grande, variando entre 0,3 e 1,4 mm.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Diopsídio	10		
Microclínio	2		
Actinolita	2		

Minerais acessórios (%)

Opacos	<1		

Minerais secundários (%)

Epidoto	48	Quartzo	5
Biotita	30	Clorita	2

Fotomacrografia



Seção para micrografia

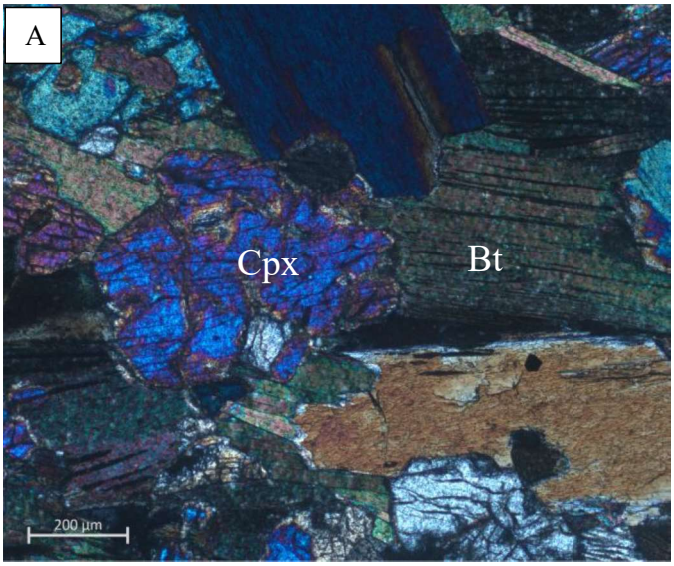


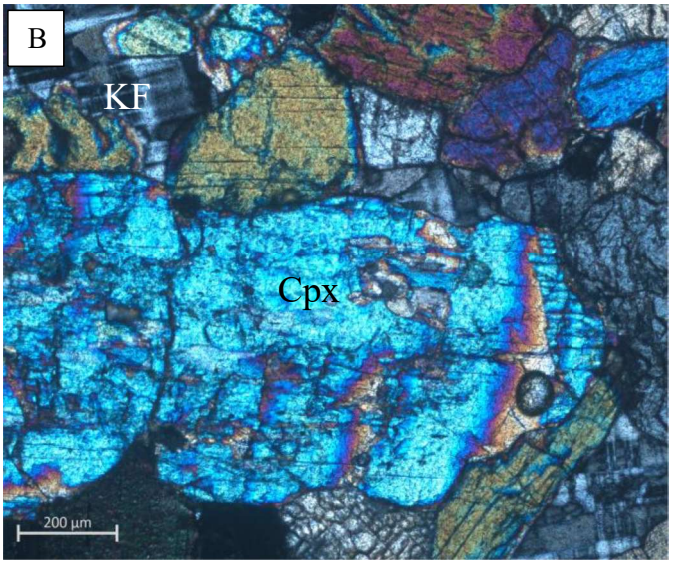
TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama da rocha, composta por Chl, Bt e CPX.	B) Diopsídio (Cpx) com inclusões de quartzo; e Microclínio (KF) dispostos na rocha.





Interpretação e discussão

A lâmina não apresenta orientação preferencial, mas exibe variação no tamanho dos cristais. A biotita foi parcialmente substituída por clorita e epidoto em processos de hidratação (cloritização e epidotização). Em alguns casos, os novos minerais não preservam o hábito original da biotita, indicando lixiviação da biotita primária e posterior cristalização de minerais secundários. Observa-se também textura simplectítica, caracterizada pelo crescimento interdigitado e simultâneo de epidoto e biotita, formando um padrão vermiforme típico desse tipo de textura. Essa estrutura sugere condições de reequilíbrio metamórfico ou hidrotermal, em que ambos os minerais se desenvolvem conjuntamente. A rocha original corresponde a um piroxenito, posteriormente alterado por fluidos hidrotermais relacionados a uma zona de cisalhamento.

Diagrama

Classificação

Clinopiroxênio-biotita-xisto

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_28B

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 560520 m E 8174952 m S

Unidade litológica

Suíte São Luís de Montes Belos

Descrição macroscópica

Rocha de coloração cinza escura, com textura fanerítica, com um domínio máfico composto por mica e piroxênio (90%) e um domínio félsico composto por feldspato e anfibólio (10%), com granulação fina a grossa. É extremamente deformada, mas não orientada.

Descrição microscópica

É uma amostra inequigranular, de caráter máfico, não orientada e com domínio lepidoblástico marcante. Apresenta biotita e muscovita intercaladas, onde a biotita possui granulometria média a grande variando de 1 a 12 mm, com hábitos lamelar e bem euédricas, com pleocroísmo amarronzado a amarelado e relevo moderado, com extinção ondulada nas seções basais. A muscovita apresenta coloração variando de cinza a incolor, com relevo médio, contatos angulares e hábitos tabulares, podendo estar fraturada em alguns casos. Ela preenche os espaços que a biotita deixa, com granulometria variando de média a grande, entre 0,3 e 1 mm. Já os cristais de diopsídio são cinza a incolores, às vezes fraturados, com a clivagem ortogonal característica, de granulometria variando de fina a média (0,5 a 1,6 mm) e apresentando textura poiquiloblástica, com cristais inclusos em outros cristais maiores de biotita. Já a tremolita ocorre com hábitos tabulares, incolores e com contatos angulares e arredondados, geralmente em contato com os piroxênios, apresentando substituição por uralitização.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Diopsídio	7		
Plagioclásio	2		

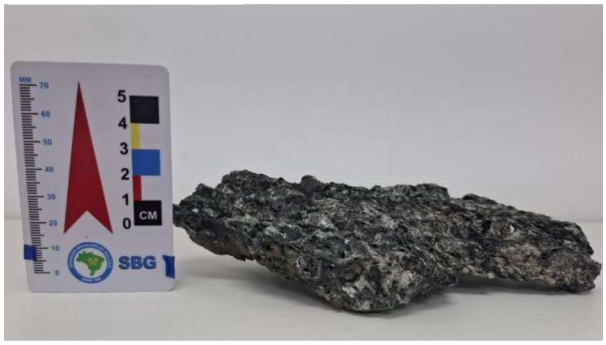
Minerais acessórios (%)

Titanita	<1		
Opacos	2		

Minerais secundários (%)

Biotita	80		
Tremolita	8		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

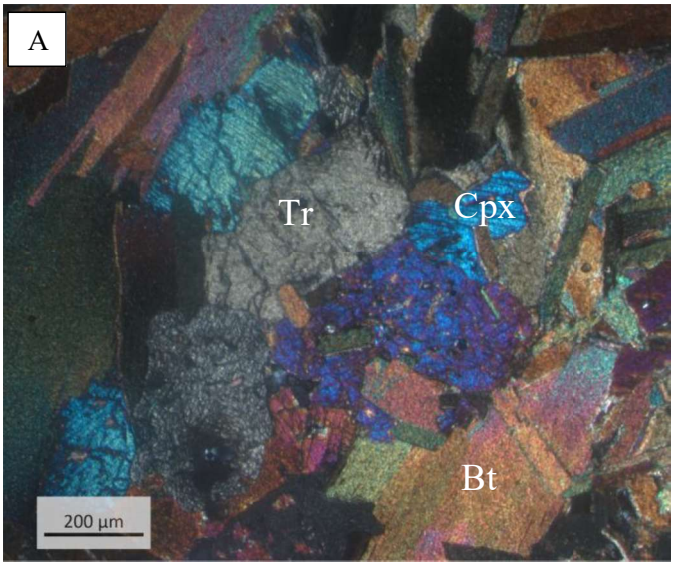


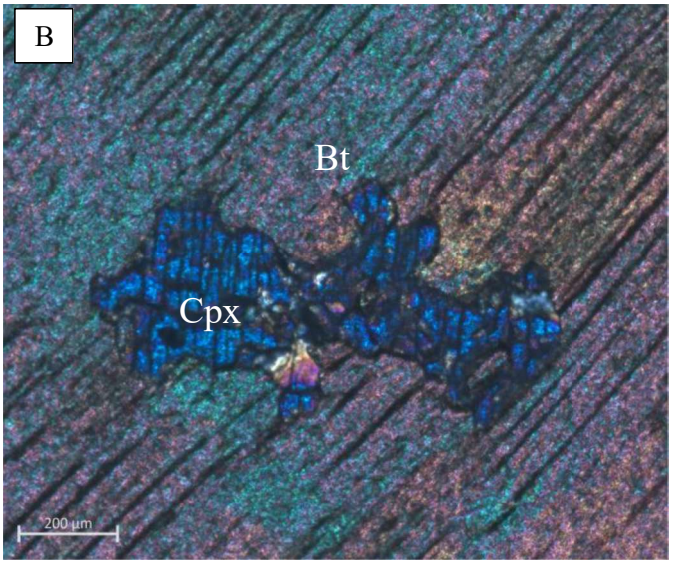
TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama original da rocha, com biotita, tremolita e diopsídio.	B) Textura poiquiloblástica de diopsídios inclusos em cristais maiores de biotita.





Interpretação e discussão

A amostra não apresenta alguma orientação preferencial, mas uma deformação intensa, supostamente originada por uma zona de cisalhamento na região e próxima do afloramento em destaque. As biotitas já possuem formato tabular, com os espaços intersticiais preenchidos por diopsídio e por muscovita. Elas apresentam textura de opactização, iniciada pelas bordas, o que forma crostas pretas e opacas, além de contatos angulares com outros cristais de biotita e de piroxênio. Já as texturas poiquiloblásticas de diopsídio inclusos em cristais de biotita infere que as biotitas são geradas a partir de substituição dos piroxênios que antes formavam a trama da rocha, o que sugere que originalmente a rocha era um piroxenito que sofreu um hidrotermalismo intenso.

Diagrama

Classificação

Biotitito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Área II

Amostra

TF25_A2_P41

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 556738 m E 8175162 m S

Unidade litológica

Ortognaisse Sanclerlândia

Descrição macroscópica

Rocha acinzentada de granulação fina e composição quartzofeldspática, sem bandamento ou foliação muito aparente. A porção máfica da rocha é composta por biotita.

Descrição microscópica

Rocha de textura majoritariamente granoblástica, que são representadas por cristais de quartzo (0,72 – 3,2 mm) que apresenta extinção ondulante e fraturas preenchidas por alteração de cor vermelha. Os cristais de quartzo encontram-se principalmente em contatos irregulares entre si e em relação a outros minerais, como a muscovita, que aparece em menor proporção mas em tamanhos maiores (0,2 – 10 mm). As biotitas controlam a fraca foliação que a rocha possui e associadas a ela estão alguns cristais de muscovita, clorita, plagioclásio e minerais opacos. Os minerais opacos acompanham a clivagem da muscovita. Essa assembleia engloba os cristais de quartzo.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Plagioclásio	38	Opacos	2
Quartzo	36		
Biotita	10		

Minerais acessórios (%)

Minerais secundários (%)

Clorita	1	Muscovita	10
Epidoto	1		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

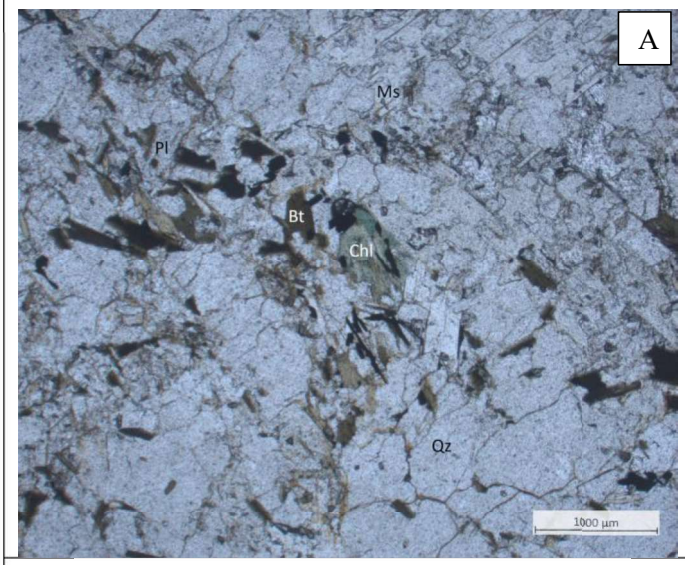


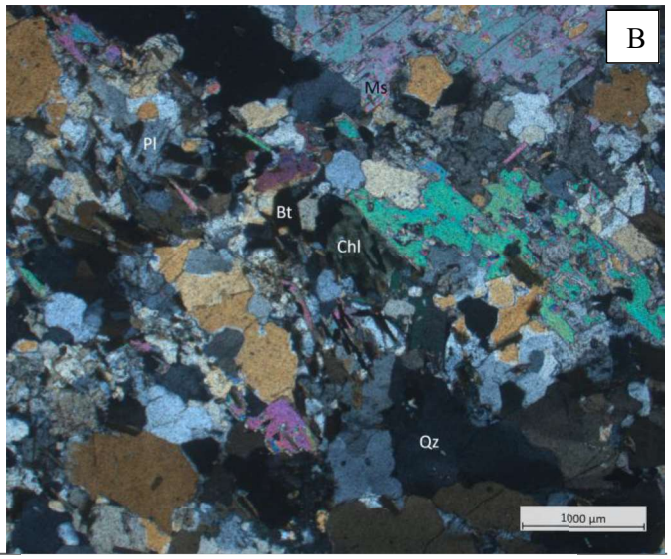
TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Área II

Micrografias



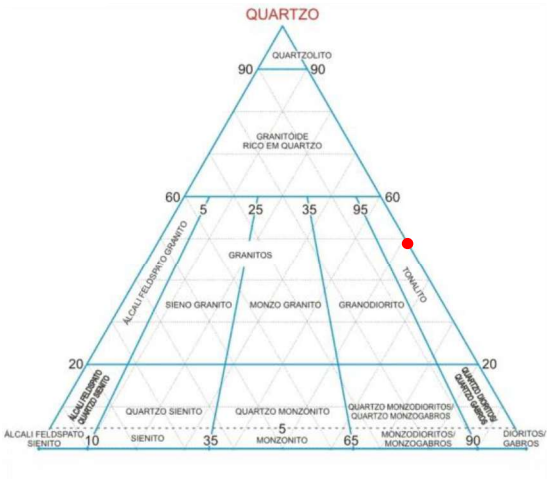


Biotita-tonalito recorrente da área de estudo do Projeto Aurilândia. Diferencia-se de outros pela presença de clorita.

Interpretação e discussão

Os minerais primários da rocha foram submetidos aos processos de hidratação e metamorfismo causados na região, sendo então parcialmente alterados pelas injeções de fluidos. Esses fluidos, provavelmente canalizados pelas zonas de cisalhamento, favoreceram a remobilização ou a introdução de alumínio no sistema, desencadeando reações que consumiram biotita e plagioclásio e promoveram o desenvolvimento adicional de muscovita. O epidoto é produto da alteração de epidotização do plagioclásio.

Diagrama



Classificação

Biotita-Tonalito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_42

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 557035 m E 8175308 m S

Unidade litológica

Ortognaisse Sanclerlândia

Descrição macroscópica

Rocha de coloração cinza escura, com textura fanerítica, apresentando um domínio félsico composto por quartzo e plagioclásio (90%) e um domínio máfico composto por biotita e muscovita (10%), extremamente deformada e orientada.

Descrição microscópica

É uma rocha inequigranular, de caráter félsico, orientada e com textura granuloblástica, ofítica a subofítica. O quartzo ocorre com hábitos granulares, euédricos e de granulação variando entre muito fina a média (0,01 a 2,2 mm). Apresenta algumas vezes inclusões de quartzo em outros cristais maiores de plagioclásio, representando a textura poiquiloblástica nos minerais. A muscovita ocorre com hábitos lamelares, com pleocroísmo de incolor a rosado, relevo médio e com contatos irregulares com os cristais de quartzo, além de também apresentar microinclusões de cristais de quartzo. Já a biotita ocorre com hábitos lamelares, com pleocroísmo variando de amarelo para marrom, relevo alto e com contatos também irregulares entre os cristais. Tanto a biotita quanto a muscovita aparentam estar levemente orientadas e foliadas. Já os cristais de plagioclásio ocorrem incolores, com hábitos anédricos, apresentando maclas polissintéticas e zonadas, de granulação fina a média (0,5 a 1,2 mm).

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	59		
Plagioclásio	32		

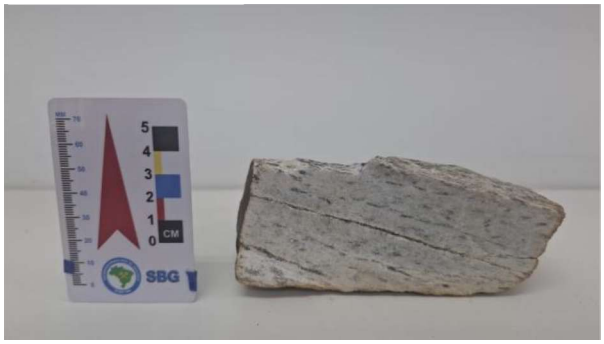
Minerais acessórios (%)

Titanita	<1		

Minerais secundários (%)

Biotita	2		
Muscovita	6		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

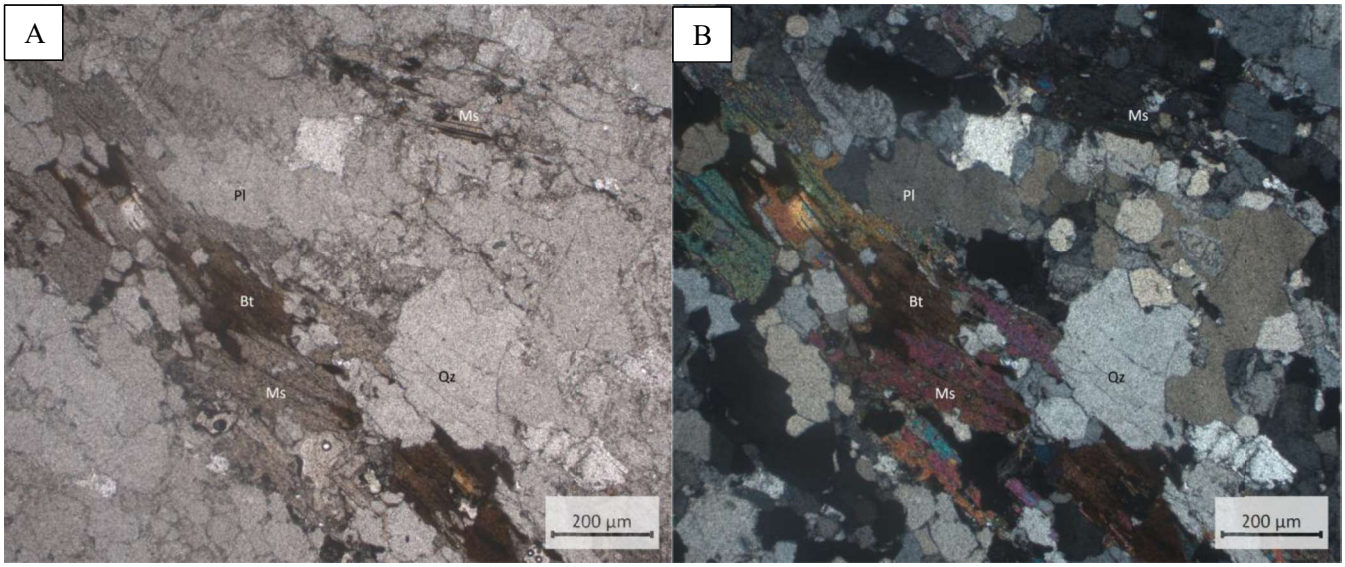


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama original da rocha, com Qz, Pl, Ms e Bt à polarizadores paralelos.	B) Trama original à polarizadores cruzados, com os cristais de Ms e Bt apresentando contatos irregulares com outros cristais menores de Qz.



Interpretação e discussão

Amostra com muito quartzo e alguns aparentam ser recristalizados, além de possuir muscovita e biotita levemente orientados. As biotitas aparentam carácter de substituição, com inclusões de quartzo no seu interior, caracterizando uma textura poiquiloblástica na amostra. Aparenta ser fruto de alteração hidrotermal que posteriormente sofreu desidratação e formou diversos cristais de quartzo recristalizados, também comprovados pelos contatos dos cristais.

Diagrama



Classificação

Leucotonalito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_P56

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 555222 m E 8176512 m S

Unidade litológica

Unidade Gnáissica

Descrição macroscópica

Rocha de granulação média composta essencialmente por muscovita e biotita que definem a foliação da rocha. Foliação essa que não está tão bem estruturada em função da deformação apresentada na rocha. É possível observar leves ondulações nos cristais de mica. A rocha também apresenta quartzo e plagioclásio.

Descrição microscópica

A rocha apresenta textura lepidoblástica a granolepidoblástica, com foliação bem marcada, definida pela orientação preferencial das lâminas de muscovita e biotita. A muscovita ocorre em cristais subédricos a euédricos, com tamanhos entre 1,2 e 2,0 mm. Os cristais estão fortemente orientados, definindo a xistosidade principal. Em algumas áreas da lâmina, observa-se a presença de sigmoides de mica envolvendo cristais de quartzo, indicando rotação de porfiroclastos e fluxo direcional do material durante a deformação. A biotita ocorre em cristais subédricas, com tamanhos de 0,6 a 0,9 mm e estão paralelos à muscovita, contribuindo para a foliação. O quartzo aparece em cristais anédricos, de 0,53 a 2,9 mm, com extinção ondulante e contatos irregulares entre si. O plagioclásio ocorre em cristais subédricos, com tamanhos de 0,6 a 1,6 mm e apresenta sericitização e alteração para muscovita fina ao longo de fraturas e bordas de grão.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

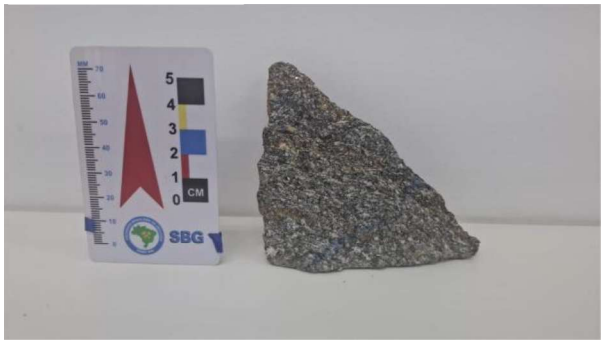
Quartzo	40		
Biotita	20	Opacos	<1
Plagioclásio	10		

Minerais acessórios (%)

Minerais secundários (%)

Muscovita	30		

Fotomacrografia



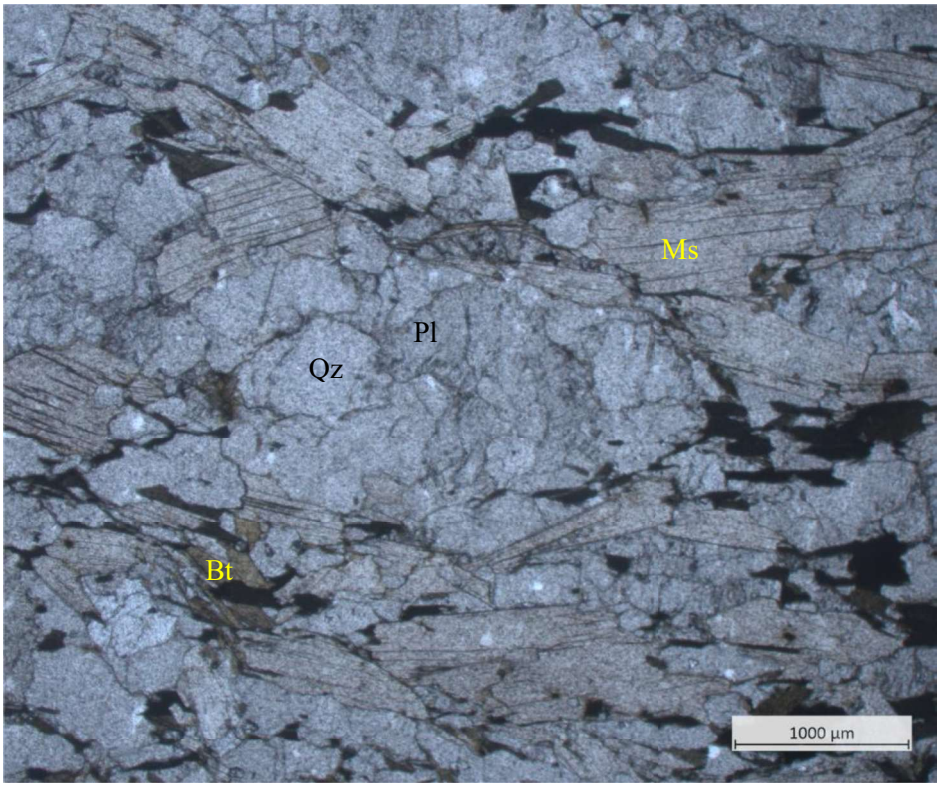
Seção para micrografia



TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias



Presença de sigmoides formados pela muscovita englobando o quartzo e o plagioclásio. Matriz fora do núcleo englobado é mais fina.

Interpretação e discussão

A rocha é classificada como um muscovita-xisto, apresentando foliação bem desenvolvida, textura lepidoblástica e microestruturas indicativas de deformação dúctil progressiva. A presença de sigmoides de mica envolvendo quartzo revela movimento cisalhante e rotação de porfiroclastos, típicos de zonas de cisalhamento ou ambientes de deformação heterogênea durante o metamorfismo regional. A paragênese mineral é compatível com condições de fácies xisto verde a anfibolito baixo.

Diagrama

Classificação

Biotita-gnaisse

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_P58

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 554381 m E 8177863 m S

Unidade litológica

Unidade Gnáissica

Descrição macroscópica

Rocha de granulação média com bandamento gnáissico fino, onde as bandas félsicas são compostas por quartzo e plagioclásio e as máficas por biotita.

Descrição microscópica

A rocha apresenta textura granolepidoblástica, com bandamento composicional definido por alternância entre níveis quartzofeldspáticos e de biotita. As bandas de biotita são finas e irregulares, onde a foliação não é tão acentuada. Associados à biotita, minerais opacos e outros minerais como titanita, epidoto e hornblenda

A porção mais granoblástica, representada por quartzo (0,8 – 2,8 mm) e feldspatos (0,6 – 3,2 mm), compõe cerca de 60% da amostra. O contato irregular entre os grãos e a feição reliquiar de cristais maiores de plagioclásio e quartzo sugere recristalização.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	25	Opacos	5
Biotita	20	Hornblenda	3
Plagioclásio	40		

Minerais acessórios (%)

Titanita	3		

Minerais secundários (%)

Epidoto	3	Opacos	1

Fotomacrografia



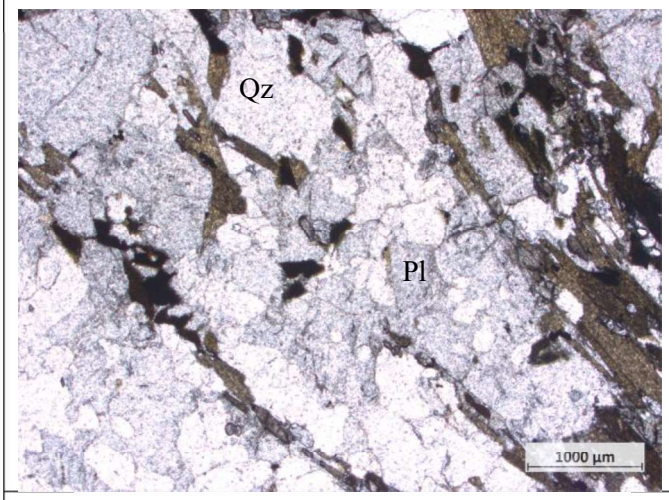
Seção para micrografia



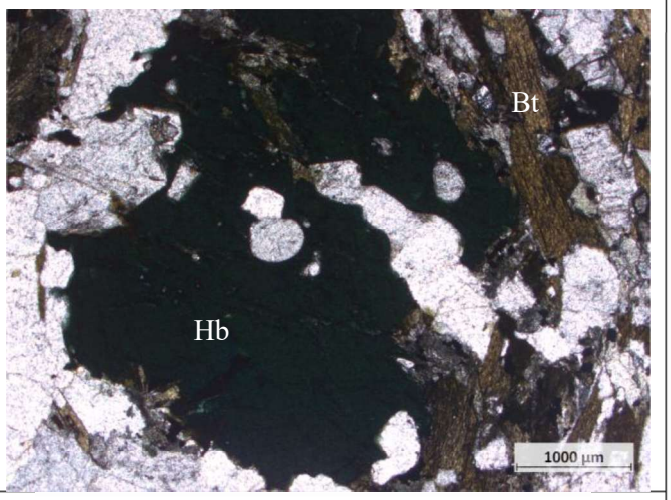
TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias



Trama original da rocha composta por plagioclásio, quartzo e biotita.

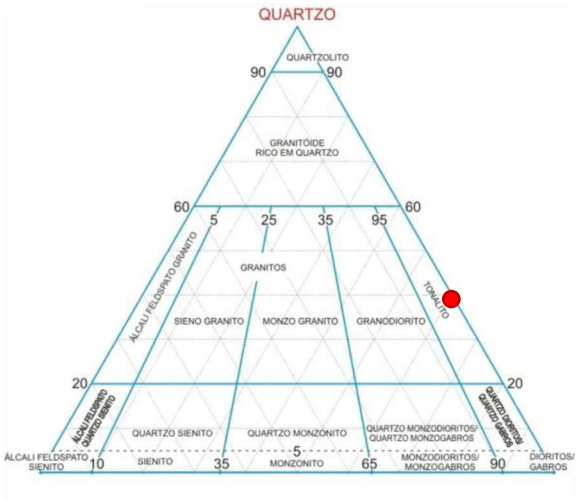


Trama original da rocha composta por plagioclásio, quartzo e biotita, ressaltando a presença de hornblenda na rocha.

Interpretação e discussão

A disposição e proporção dos minerais indica que a rocha é um gnaisse tonalítico. A associação biotita + hornblenda + epidoto + titanita é compatível com níveis de metamorfismo de médios a altos, provavelmente fácies anfibolito. Epidoto e titanita frequentemente aparecem em condições de média temperatura e pressão relativamente baixas a médias; hornblenda indica condições suficientemente quentes para estabilidade de anfibólios. As texturas de recristalização apontam para metamorfismo de grau médio a médio-alto

Diagrama



Classificação

Hornblenda-biotita- gnaisse

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_65A

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 555085 m E 8178900 m S

Unidade litológica

Anfibolitos

Descrição macroscópica

Rocha metamórfica de coloração escura com granulação fina a média. É composta majoritariamente por cristais de hornblenda que estão em contato com os poucos cristais de plagiolcásio. Os cristais de hornblenda definem a textura nematoblástica da rocha.

Descrição microscópica

A rocha apresenta textura nematoblástica, com estrutura fortemente orientada, conferida pelos cristais de hornblenda marrom, que tem tamanhos de cerca de 2,0 mm. Os cristais mostram contatos irregulares e interdigitados. O plagioclásio, tem tamanhos de cerca de 0,6 mm, e aparece em cristais subédricos, e encontra-se distribuído entre as foliações do anfibólio. A titanita tende a formar agrupamentos (“clusters”) de pequenos grãos arredondados em rochas metamórficas, e encontram-se em tamanhos de 0,2 mm. Há também a presença de quartzo secundário produto de retrometamorfismo até fácies xisto verde. Este mineral, é sin-tectonico, uma vez que apresenta-se estirado também.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Plagioclásio	20		
Opacos	2		

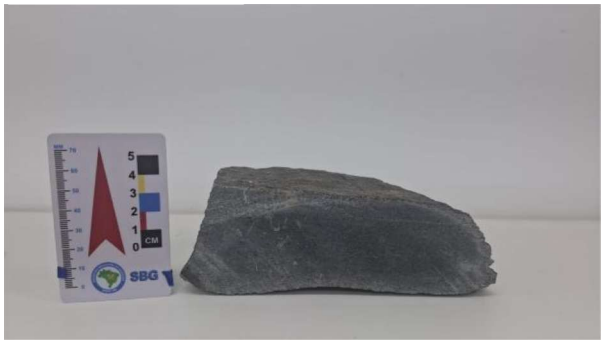
Minerais acessórios (%)

Titanita	3		

Minerais secundários (%)

Quartzo	1		
Hornblenda	74		

Fotomacrografia



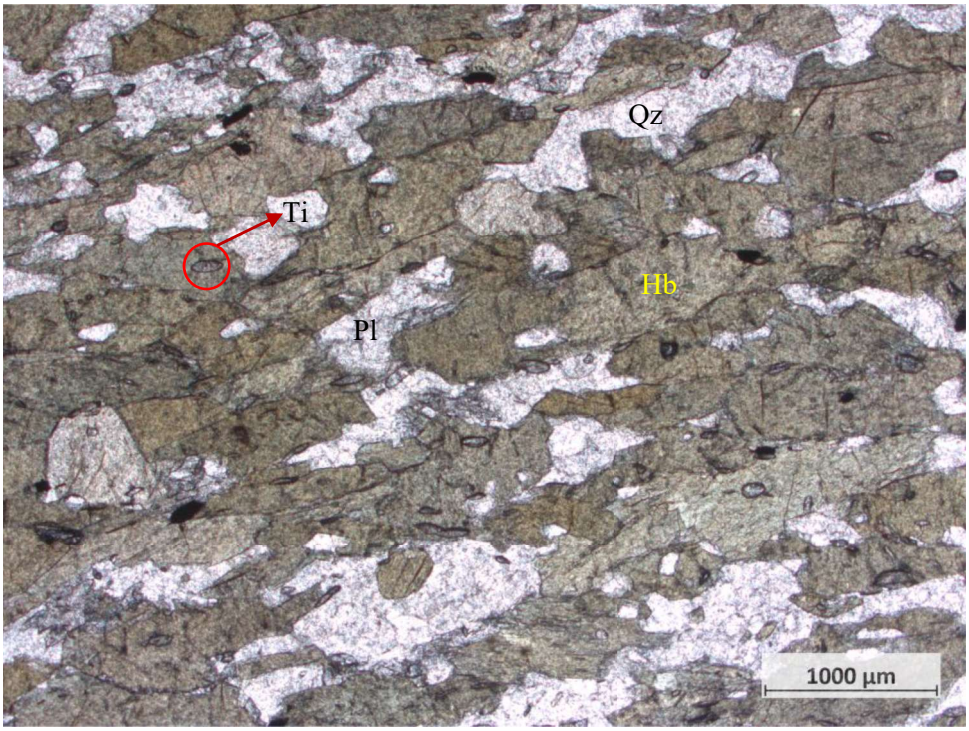
Seção para micrografia



TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias



Anfibolito de granulação média composto por hornblenda, plagiocásio, titanita e quartzo.

Interpretação e discussão

A amostra corresponde a um anfibolito de granulação média caracterizado por foliação penetrativa definida por cristais prismáticos de hornblenda com contatos irregulares e interdigitados, e por plagioclásio subédrico alojado entre as foliações de anfibólio. Titanita aparece em aglomerados de pequenos grãos (~0,2 mm). Esses atributos apontam para um protólito máfico (provavelmente diabásio) recristalizado em condições da facies anfibolito durante metamorfismo regional sin-tectónico, com nucleação e crescimento de hornblenda durante deformação.

Diagrama

Classificação

Anfibolito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Área II

Amostra

TF25_A2_65B

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 555085 m E 8178900 m S

Unidade litológica

Unidade Gnáissica

Descrição macroscópica

Rocha foliada composta essencialmente por muscovita e biotita que definem um dos domínios da rocha. O outro domínio, granoblástico, consiste na presença de quartzo, plagioclásio e granada. A deformação da rocha é bem visível, podendo indicar possível zona de cisalhamanto.

Descrição microscópica

Amostra com anisotropia textural.

A primeira porção tem textura granolepidoblástica fina onde a parte mais lepidoblástica é controlada pelos cristais subédricos de biotita (1,2 – 0,4 mm) e de muscovita (0,72 – 1,4 mm). A porção granoblástica é constituída majoritariamente por quartzo (0,2 – 1,2 mm). Há também a presença de plagioclásio (0,48 – 1,2 mm). O contato entre os minerais é irregular. Nessa porção também há a presença de pequenos cristais de granada de cerca de 0,2 mm e se encontram disseminados.

A segunda porção tem textura lepidogranoblástica grossa em relação a outra porção. A parte mais lepidoblástica é controlada pela muscovita e pela biotita. A muscovita compõe grande parte da porção lepidoblástica e está dobrada e em muitas seções. Há domínios reliquiares quartzofeldspáticos que indicam recristalização da rocha. Além disso, há a presença de sigmoides e feições semelhantes a “cauda de peixe” da muscovita.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Plagioclásio	20		
Biotita	25		
Quartzo	20		

Minerais acessórios (%)

Minerais secundários (%)

Granada	5		
Muscovita	30		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

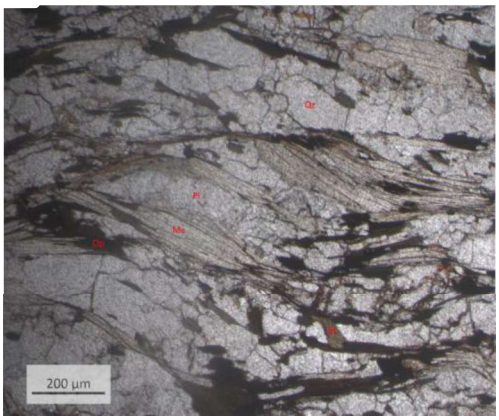


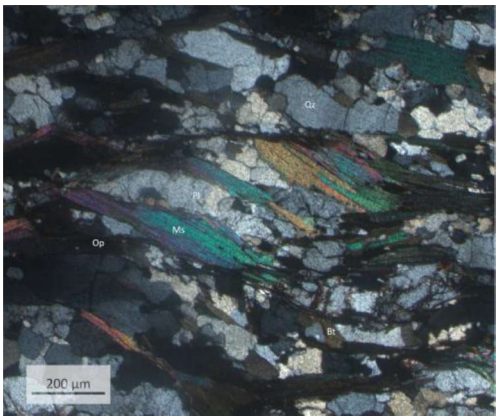
TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

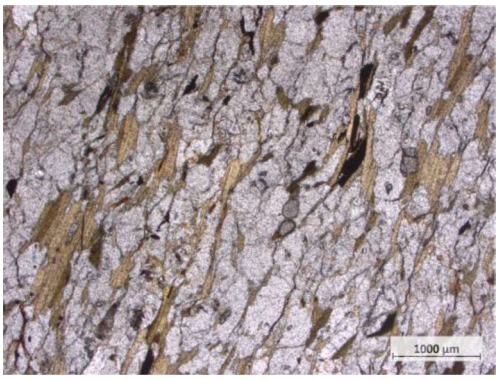
Área II

Micrografias





Micafish presente na amostra definido principalmente pelos cristais de Muscovita



Seção de granulação mais fina da rocha, composta majoritariamente por biotita e plagioclásio. Há também a presença de granada.

Interpretação e discussão

A amostra apresenta texturas e microestruturas compatíveis com um protomilonito: anisotropia textural com domínios granolepidoblásticos e lepidogranoblásticos, redução de granulação por recristalização dinâmica do quartzo e presença de domínios reliquiares quartzofeldspáticos. Micas (muscovita e biotita) controlam a foliação, exibem dobramento e sigmoides associados a feições tipo "cauda de peixe", evidenciando deformação não-coaxial (cisalhamento simples). Pequenas granadas disseminadas e bordas reativas indicam reequilíbrio metamórfico durante a deformação, apontando para condições de metamorfismo médio (intervalo xisto verde-anfibolito). Essas características sugerem início de milonitização, com partição de deformação entre porfiroclastos resistentes e uma matriz lepidoblástica recristalizada.

Diagrama

Classificação

Biotita-milonito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_83

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 552540 m E 8178468 m S

Unidade litológica

Unidade Gnáissica

Descrição macroscópica

Rocha de coloração cinza a azulada, com textura fanerítica, félsica composta por quartzo, muscovita e cianita, com granulação fina a média. Apresenta deformação forte e é bem orientada.

Descrição microscópica

A rocha é inequigranular, deformada e apresentando orientação, com textura nematogranoblástica e subofítica. Os domínios granoblásticos são compostos essencialmente por quartzo, já o domínio nematoblástico, é composto por cianita. Os cristais de cianita ocorrem com hábitos tabulares, incolores, com relevo alto e com tamanhos médios, variando de 1,3 a 1,8 mm. Estas se apresentam em agregados na rocha, possuindo contatos com outros cristais de cianita ou de muscovita, com contatos retilíneos e serrilhados. Os cristais de quartzo ocorrem com hábito granular, de relevo baixo, com cores de interferência baixas e apresentando contatos irregulares ou curvos com os outros cristais. Já os cristais de muscovita ocorrem incolores, às vezes com pleocroísmo variando de incolor a verde ou avermelhado, de relevo médio, com hábito lamelar e cores de interferência de 2ª ordem, com granulometria média, similar à da cianita, variando de 1,1 a 1,6 mm, além de apresentar textura simplectítica, o que pode sugerir microinclusões de quartzo no interior dos cristais.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	30		
Muscovita	20		

Minerais acessórios (%)

Opacos	4		
Alanita	<1		

Minerais secundários (%)

Cianita	45		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

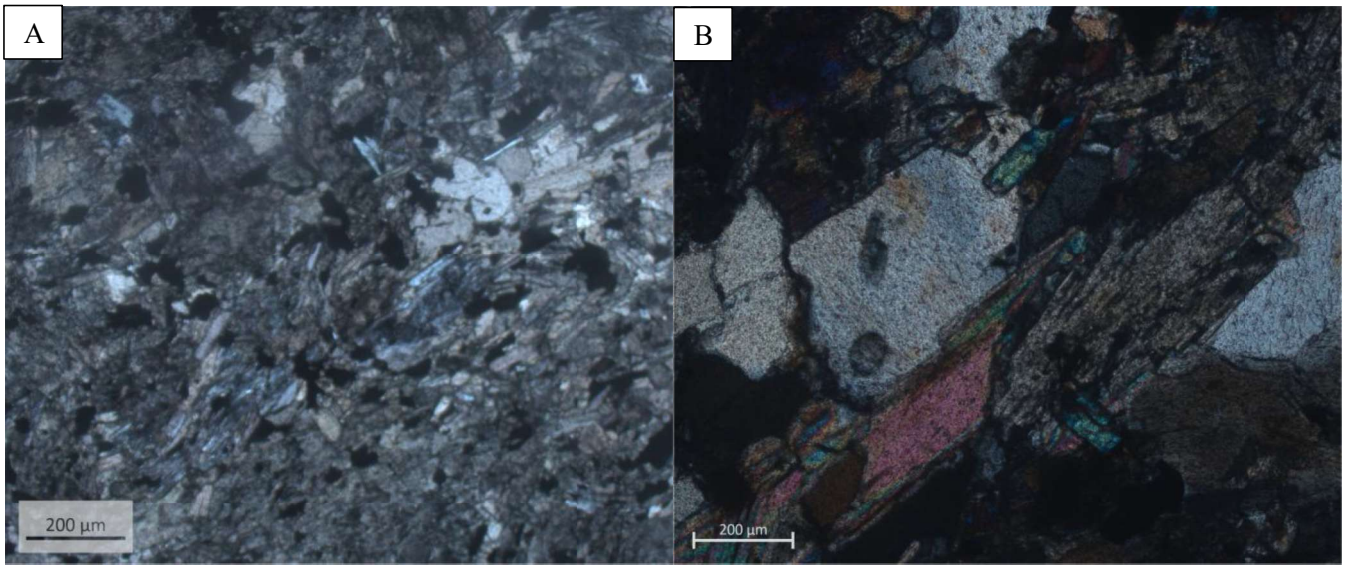


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama original da rocha, composta por Ky, Qz e Ms orientadas e estiradas.	B) Ampliação na trama da rocha, com a Ky apresentando contatos retos com os outros cristais e estando orientadas.



Interpretação e discussão

As cianitas presentes na rocha são desenvolvidas durante a deformação, que também apresentam feições de recristalização, sendo rotacionadas conforme a deformação ocorre. Também apresenta uma presença marcante de minerais opacos que estão orientados e deformados. Uma hipótese para a rocha é de estar localizada em cima do halo de alteração hidrotermal, apresentando então uma zona de cisalhamento rica em alumínio.

Diagrama

Classificação

Muscovita-cianita-Xisto

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_96

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 552179 m E 8178353 m S

Unidade litológica

Anfibolitos

Descrição macroscópica

Rocha de coloração verde escura, com faixas brancas, subfanerítica, apresentando um domínio máfico composto por anfibólios (80%) e outro domínio félsico composto por quartzo e plagioclásio (20%), extremamente orientada e deformada.

Descrição microscópica

A rocha é inequigranular, com textura textura nematoblástica, subofítica e bandada, constituída essencialmente por hornblenda, epidoto, quartzo e actinolita, fortemente orientada. Os cristais da amostra possuem contatos angulares entre si, com exceção dos cristais de quartzo, que são arredondados. A hornblenda ocorre tanto em seção basal como em seção prismática, com relevo médio a alto, euédrica e com pleocroísmo que varia de amarelo pálido a verde escuro, com granulação variando de muito fina a média (0,16 a 3,5 mm), sendo que em cristais maiores, ocorrem micro inclusões de quartzo ou de epidoto. Os cristais de epidoto são euédricos, com relevo alto, apresentando fortes cores de interferência e às vezes orientados. Ocorrem com duas granulações distintas, em aglomerados de epidoto muito finos (0,02 a 0,06 mm) ou com granulação fina (0,1 a 0,5 mm). Os cristais de quartzo ocorrem com hábito granular, apresentando contatos arredondados e irregulares de granulação variando de muito fina a fina (0,02 a 0,8 mm), além de possuírem extinção ondulante. Por vezes ocorrem inclusos em hornblendas. Já os cristais de actinolita ocorrem euédricos e prismáticos, com coloração verde clara, baixo relevo e próximos aos cristais de epidoto e de hornblenda.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Hornblenda	55		
Actinolita	4		

Minerais acessórios (%)

Opacos	1		

Minerais secundários (%)

Epidoto	30		
Quartzo	10		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

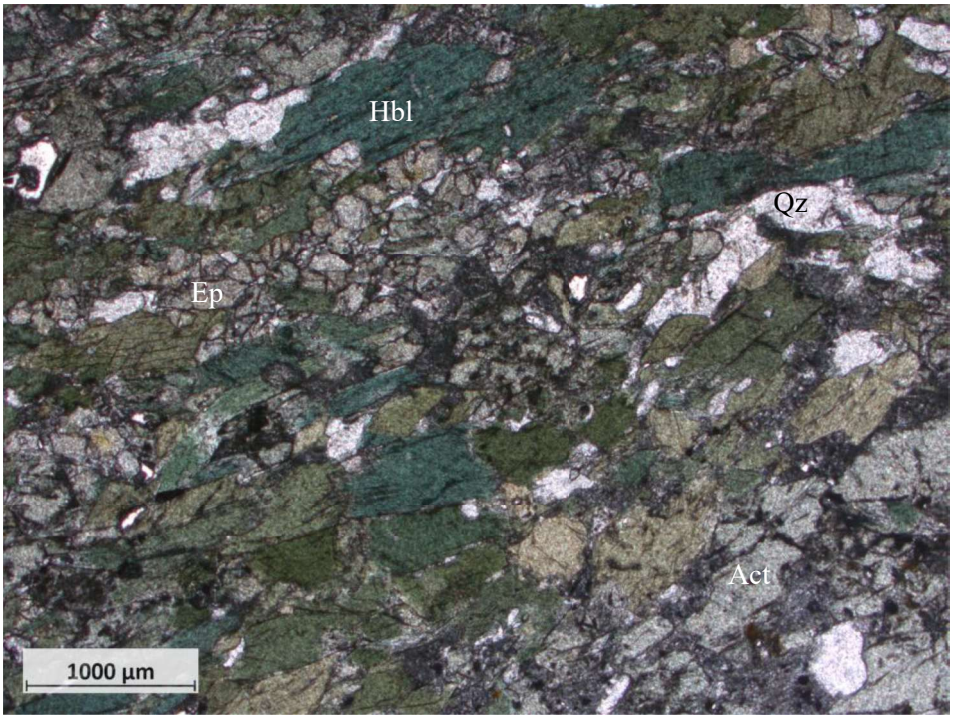


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

Trama original da rocha, com Hbl, Ep, Qz e Act orientados e deformados, com as inclusões de Qz presentes em cristais de Hbl e Act.



Interpretação e discussão

A amostra apresenta elevado teor de hornblenda e epidoto, indicando a atuação de processos hidrotermais associados à circulação de fluidos ricos em cálcio. Em diversos cristais de hornblenda observam-se inclusões de quartzo recristalizado e de epidoto, o que sugere a introdução simultânea de sílica e cálcio no sistema. Essas características petrográficas indicam que o protólito corresponde a uma rocha de fácies anfibolito, posteriormente submetida a retrometamorfismo para fácies xisto-verde. A intensa deformação registrada e a granulação relativamente grossa do anfibolito sugerem que a rocha original possivelmente correspondia a um gabro que sofreu alterações metamórficas e hidrotermais subsequentes.

Diagrama

Classificação

Anfibolito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_179

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 548794 m E 8178297 m S

Unidade litológica

Granito Planura Verde

Descrição macroscópica

Rocha de coloração cinza escura, com textura subfanerítica, apresentando um domínio félsico composto por quartzo e feldspatos (95%) e um domínio máfico composto por biotita e muscovita (5%), extremamente deformada mas pouco orientada.

Descrição microscópica

A rocha apresenta uma textura granolepidoblástica, sendo inequigranular e fracamente orientada. Os cristais da amostra possuem contatos curvos nos domínios granuloblásticos e irregulares nos domínios lepidoblásticos. O quartzo ocorre com hábito granular, com contatos curvos e subédrico, com relevo baixo e de granulação variando entre muito fina a grossa (0,02 a 5,5 mm), com extinção ondulante em alguns cristais. Os cristais de plagioclásio ocorrem com hábitos prismáticos, com contatos retilíneos ou irregulares, com teor de oligoclásio, de granulação fina a média (0,5 a 1,2 mm) e também apresentando zonação em alguns casos. A muscovita ocorre com hábito lamelar, com contatos retilíneos ou irregulares, com pleocroísmo variando de incolor a rosado, com relevo baixo a médio, além de incluir outros cristais de quartzo recristalizados e de plagioclásio. O microclínio ocorre com hábito granular ou prismático, com contatos irregulares, curvos ou retilíneos, granulação fina a média (0,3 a 1,1 mm) e com zonação em alguns casos, também possuindo micro inclusões de quartzo recristalizados no interior. Já a biotita ocorre com hábito lamelar, com pleocroísmo de amarelo para marrom, com relevo alto e com contatos irregulares entre os cristais.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	43	Microclínio	14
Plagioclásio	25	Ortopiroxênio	1
Muscovita	16		

Minerais acessórios (%)

Opacos	<1		

Minerais secundários (%)

Biotita	<1		
Epidoto	<1		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

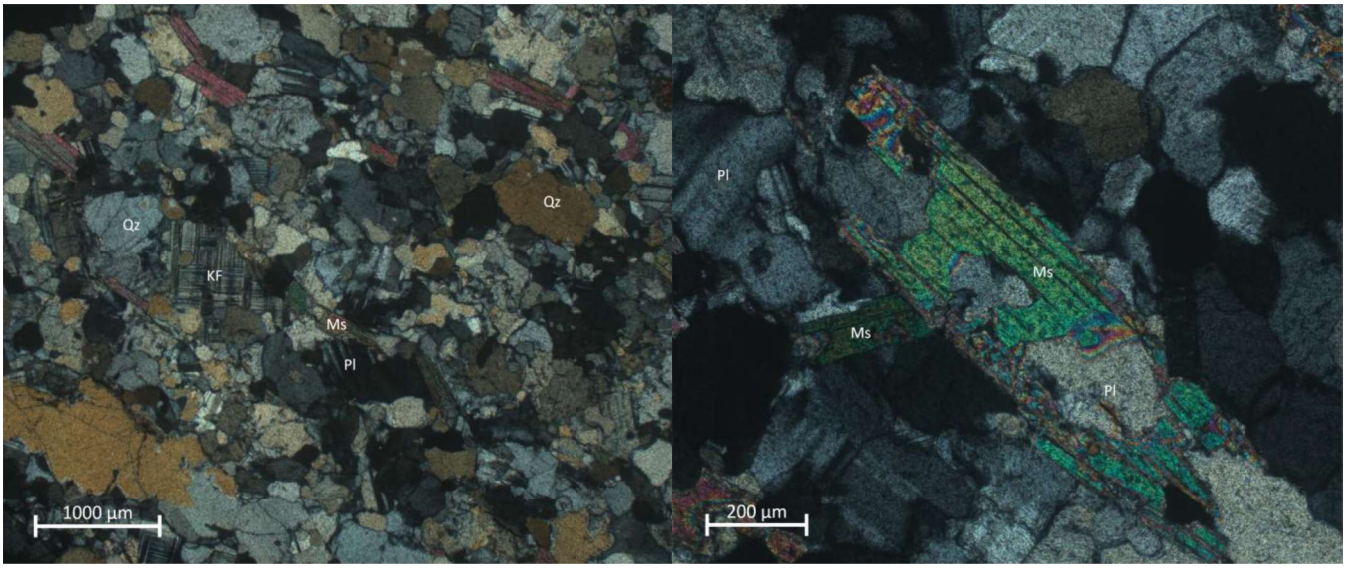


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Textura original da rocha, contendo cristais de Qz, KF, Pl e Ms levemente orientados e bastante deformados.	B) Ms sendo recristalizada no interior por micro inclusões de Qz.



Interpretação e discussão

A rocha apresenta predominância de quartzo, embora contenha plagioclásio e microclínio em proporções aproximadamente equivalentes, o que indica uma maior adição de sílica ao sistema em relação aos teores de cálcio e potássio. Em diversos cristais de muscovita e microclínio são observadas recristalizações parciais, com a presença de inclusões de quartzo fino e anédrico, sugerindo episódios de introdução de sílica e remobilização mineral durante processos tardios de alteração ou metamorfismo de baixo grau.

Diagrama



Classificação

Leucogranodiorito

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25-A2-197

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 543481 m E 8176366 m S

Unidade litológica

Ortognaisse Sanclerlândia

Descrição macroscópica

Rocha de coloração cinza rosada, com textura fanerítica, apresentando uma trama félsica composta por quartzo, feldspatos e mica, além de inclusões de veios de feldspatos potássicos posteriores, extremamente deformada e orientada.

Descrição microscópica

A rocha corresponde a uma textura ganolepidoblástica, inequigranular e com xistosidade, fortemente orientada. O quartzo ocorre com hábito granular, com contatos curvos e subédricos, relevo baixo e de granulação variando entre muito fina a grossa (0,07 a 7,5 mm), com zonação e extinção ondulante em alguns cristais. A muscovita ocorre com hábito fibroso e prismático, com contatos retilíneos e irregulares, com pleocroísmo variando de incolor a rosado ou esverdeado, relevo médio, com granulação variando de muito fina a grossa (0,04 a 4,88 mm) e incluindo cristais de quartzo em alguns casos, indicando uma textura poiquiloblástica. Já os cristais de granada, ocorrem com hábito arredondado, incolores, com relevo alto e bem fraturados, com espaços no interior sendo preenchidos por quartzo e com bordas avermelhadas, possivelmente indicando oxidação. Os cristais de biotita ocorrem com hábitos prismáticos, com pleocroísmo variando de amarelo a marrom e com granulação fina a média (0,1 a 1,3 mm), além de aparentar substituir alguns cristais de muscovita, indicando textura de biotitização.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	50		
Plagioclásio	25		
Biotita	5		

Minerais acessórios (%)

Opacos	1		

Minerais secundários (%)

Muscovita	15		
Granada	4		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

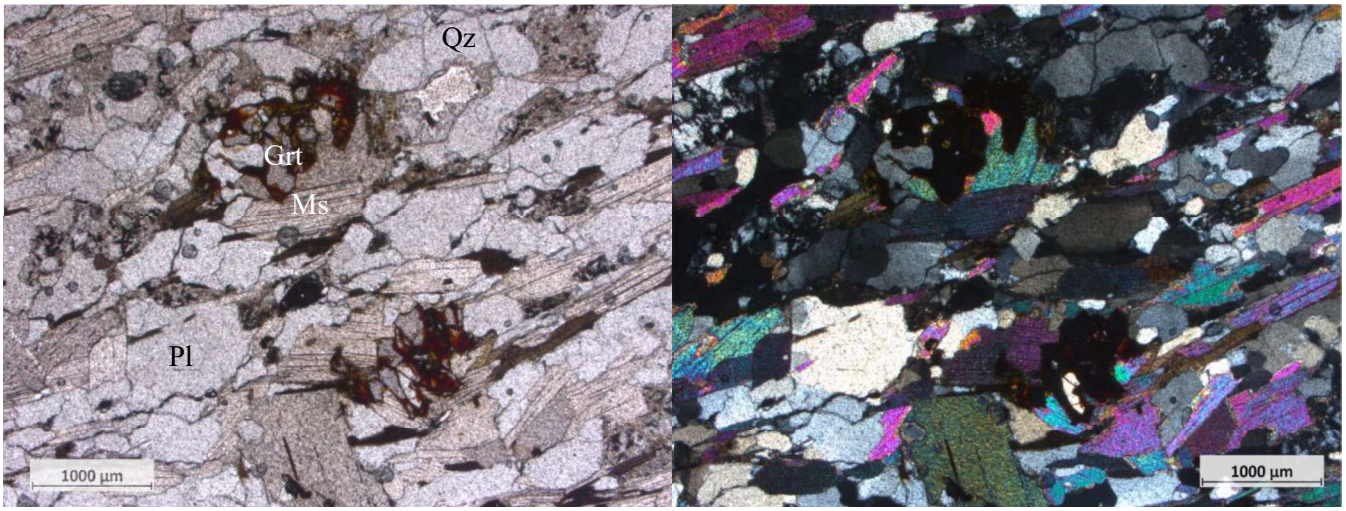


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

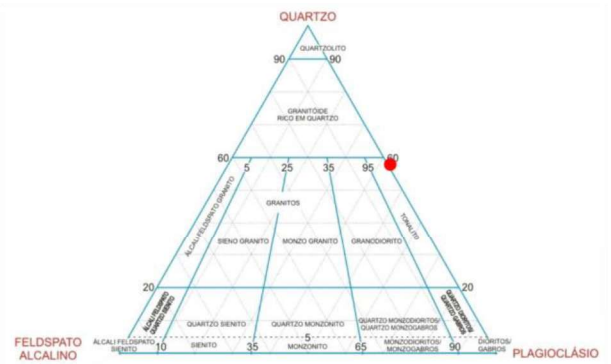
A) Trama original da rocha, com Grt com a textura de reabsorção, Qz, Pl, Ms e Bt deformados e orientados.	B) Trama original à polarizadores cruzados.



Interpretação e discussão

Os minerais primários da rocha foram submetidos aos processos de hidratação e metamorfismo causados na região, sendo então parcialmente alterados pelas injeções de fluidos. Esses fluidos, provavelmente canalizados pelas zonas de cisalhamento, favoreceram a remobilização ou a introdução de alumínio no sistema, desencadeando reações que consumiram biotita e plagioclásio e promoveram o desenvolvimento adicional de muscovita. O epidoto é produto da alteração de epidotização do plagioclásio.

Diagrama



Classificação

Biotita-gnaisse com granada

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25_A2_P206

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 553683 m E 8179085 m S

Unidade litológica

Unidade Gnáissica

Descrição macroscópica

Rocha composta por muscovita, biotita, quartzo, plagioclásio e granada. Os cristais de mica definem a foliação da rocha que apresenta cristais de granada com tamanhos que variam de 1 a 2 mm. A porção granoblástica da rocha é definida pelos cristais de quartzo e plagioclásio.

Descrição microscópica

A rocha apresenta textura granolepidoblástica, com bandamento composicional definido por alternância entre níveis ricos em quartzo-feldspato e níveis micáceos (muscovita + biotita). As bandas de mica têm cerca de 2,4 mm, enquanto as bandas quartzofeldspáticas varia de 2,8 a 4,5 mm A foliação é bem desenvolvida, marcada pela orientação das micas. A muscovita apresenta tamanhos de 0,8 a 2,8 mm, enquanto a biotita, que aparece em menor proporção, tem tamanhos de 0,4 até 2 mm. O Plagioclásio apresenta cristais subédricos e contato irregular com quartzo, sugerindo recristalização. A granada ocorre em porfiroblastos subédricos a euédricos. Frequentemente exibe inclusões de quartzo e muscovita, e rotação que acompanha a foliação, indicando crescimento sin- e pós-tectônico. Alguns desses porfiroblastos mostram bordas consumidas por quartzo, o que pode indicar retrometamorfismo.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Quartzo	25	Opacos	<2
Plagioclásio	27		
Biotita	10		

Minerais acessórios (%)

Zircão	<1		

Minerais secundários (%)

Muscovita	25		
Granada	10		

Fotomacrografia



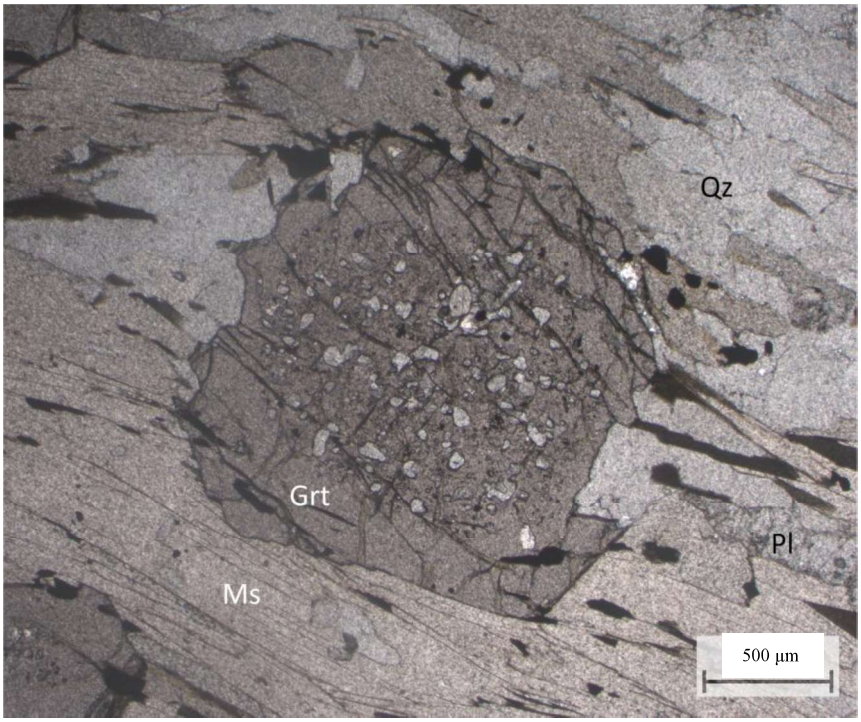
Seção para micrografia



TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias



Porfiroblasto de granada onde é possível observar fraturas que acompanham a clivagem da muscovita, indicando sin-tectonismo. Além disso, também é possível observar um sobrecrescimento da granada na muscovita, que indica ser pós-tectônica também. As bordas que não estão em contato com a mica estão consumidas por quartzo, o que indica retrometamorfismo.

Interpretação e discussão

A rocha está localizada na porção centro-norte da área de estudo. A composição é essencialmente tonalítica, com exceção da presença de granada. A granada rotacionada e sobrecrescida sobre muscovita indica nucleação e crescimento de porfiroblastos durante o cisalhamento, incorporando inclusões e apresentando bordas consumidas que refletem variações locais na atividade de fluidos e na composição do sistema.

Diagrama

Classificação

Biotita-Gnaisse com granada

TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Amostra

TF25-A2-54

Localizacão – Coordenadas UTM

22K 555722 m E 8176484 m S

Unidade litológica

Anfibolitos

Descrição macroscópica

Rocha de coloração verde escura, com textura subfanerítica, apresentando um domínio máfico composto por anfibólios (90%) e outro domínio félsico em bandas pequenas composto por quartzo (10%), extremamente deformada e orientada.

Descrição microscópica

A rocha é inequigranular, de caráter máfico, orientada e com domínio nematoblástico. Apresenta cristais de hornblenda, quartzo, plagioclásio e epidoto deformados e levemente orientados. A hornblenda ocorre tanto em seção basal como em seção prismática, com relevo médio a alto, euédrica e com pleocroísmo que varia de amarelo pálido a verde escuro, com granulação variando de muito fina a média (0,16 a 3,5 mm), já em cristais maiores podem apresentar micro inclusões de quartzo. Os cristais de epidoto, são euédricos, com contatos irregulares e incolores, com relevo alto e às vezes orientado, com uma granulação muito fina a fina (0,11 a 0,8 mm). Os cristais de quartzo ocorrem com textura granular, com contatos arredondados ou irregulares, relevo baixo e de granulação variando de muito fina a fina (0,02 a 0,8 mm), além de alguns momentos apresentarem zonação.

Composição modal

Minerais essenciais (%)

Hornblenda	65		
Plagioclásio	5		

Minerais acessórios (%)

Minerais secundários (%)

Epidoto	20		
Quartzo	10		

Fotomacrografia



Seção para micrografia

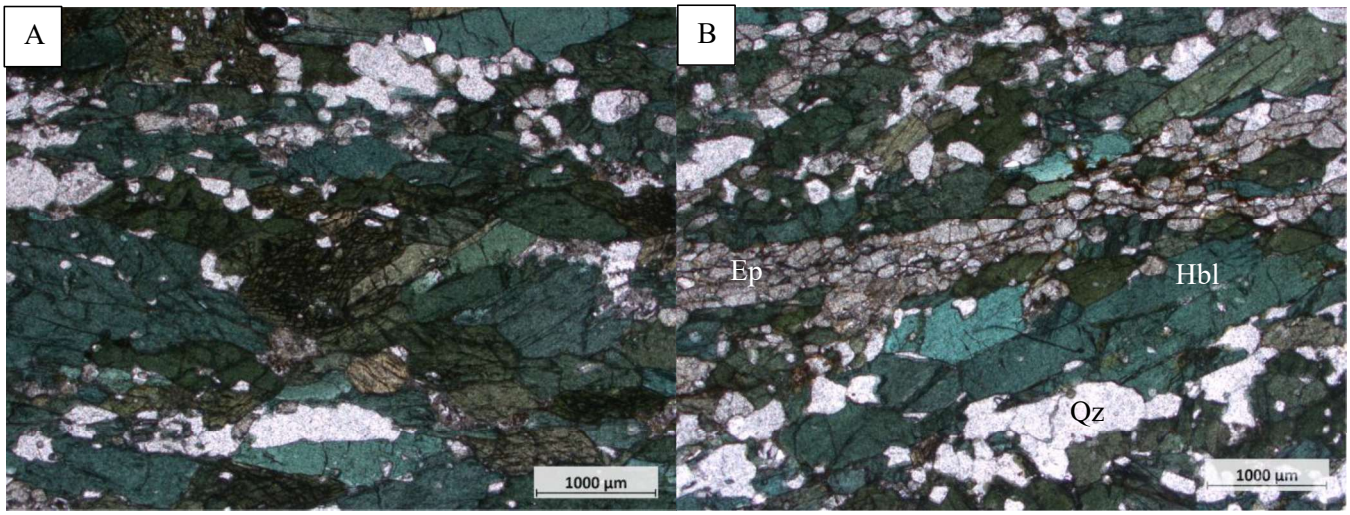


TF 2025 – Projeto Aurilândia

Ficha Petrográfica

Micrografias

A) Trama original da rocha, com cristais de Qz, Hbl e Ep orientados e estirados, indicando deformação intensa na região.	B) Cristais de Qz recristalizados, formando certos domínios concentrados com Qz e domínios com Hbl.



Interpretação e discussão

A amostra é constituída predominantemente por hornblenda e epidoto, minerais cuja associação indica a atuação recorrente de processos hidrotermais na região, com circulação de fluidos ricos em cálcio, responsáveis pela formação dos cristais de epidoto. Em alguns cristais de hornblenda observam-se recristalizações parciais, com inclusões de quartzo fino e anédrico, evidenciando a introdução de sílica no sistema durante os episódios de alteração. O conjunto mineralógico e textural sugere um protólito de fácies anfibolito, posteriormente retrometamorfizado para fácies xisto-verde, sob condições de deformação intensa. A granulação fina do anfibolito e a natureza mineralógica da assembleia indicam que a rocha original provavelmente correspondia a um basalto, posteriormente submetido a processos metamórficos e hidrotermais.

Diagrama

Classificação

Anfibolito

APÊNDICE VII

Medidas Estruturais														
Ponto	Sn		Ln		Fratura 1		Fratura 2		Fratura 3		Flanco 1		Flanco 2	
	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip	Dip Dir.	Dip
Ponto 7	175	20												
	168	23												
	169	21												
	155	13												
	165	13												
	175	19												
	162	7												
	156	14												
Ponto 12	189	23												
	205	30												
	207	21												
Ponto 16	247	19	229	19										
Ponto 23	243	25												
	264	23												
	252	31												
	290	20												
	271	35												
Ponto 39	272	30												
	277	27												
	293	26	222	18										
	281	20												
	276	20	229	15										
	273	21	235	13										
	282	21												
	282	19												
Ponto 41	300	36												
	306	49												
	291	34												
	294	26												
	294	36												
	306	38	225	7										
	298	35	219	7										
	297	37	211	8										
	303	33	215	4										
Ponto 47	275	35												
	260	27												
	280	35												
Ponto 50	332	31												
	330	30												
	312	28												
	290	25												
	295	27												

	320	20												
	318	26												
Ponto 52	292	26			221	70								
	272	30			224	62								
	269	25			224	65								
	269	32			224	85								
					217	80								
Ponto 56	246	32												
	238	28												
	255	25												
	245	33												
	258	42												
Ponto 58	230	25												
	218	27												
	236	15												
	228	23												
	206	12												
	217	9												
	246	20	207	15			350	68						
	264	25	218	23			332	61						
	253	18	209	15			343	67						
	247	23	225	25			353	65						
	249	23	239	25			341	67						
	248	23	219	13			355	87						
	249	28	212	14			357	84						
	233	35	223	18			356	85						
	234	22	225	10			353	86						
	230	29												
	232	30												
	223	32												
Ponto 65	292	30							87	47				
	256	17							91	48				
	262	18							88	45				
	266	13							54	76				
	259	17							52	74				
	284	14							60	78				
	263	15												
	283	18												
	261	14												
	265	14												
	275	19												
	268	19												
Ponto 66	266	30												
	259	27												
	281	14												
	277	26												
	259	12												

Ponto 108	312	44												
	315	44												
	312	40												
	317	43												
	298	48												
	298	54												
	303	54												
	296	47												
	294	51												
	292	48												
	290	54												
	305	55												
	286	55												
	300	55												
	284	55												
Ponto 115	269	10												
	260	21												
	255	9												
	245	21												
	245	20												
Ponto 141	146	22			250	79			104	86				
	141	20	201	8	254	73			104	89				
	148	23	195	10	244	79			115	84				
	125	16	194	9	294	57								
	129	20			298	52								
	111	17			281	60								
	124	15												
	127	20												
Ponto 168	148	28												
	138	32												
	151	24												
	278	32												
	280	24												
	281	29												
Ponto 175	239	3												
	242	4												
	245	6												
Ponto 179	125	27												
	132	22												
	128	25												
	124	24												
Ponto 186	121	28												
	127	20												
	117	17												
	111	21												

	115	18												
Ponto 197	136	32	84	21										
	142	35	90	12										
	145	27	82	11										
	136	29	79	13										
	141	34	77	17										
Ponto 205	287	16							142	69				
	281	20							131	83				
	291	16							155	69				
									223	80				
									87	88				
									195	80				

APÊNDICE VIII

Domínio	K	eTh	eU	Descrição (cor e tonalidade RGB, geometria, homogeneidade)	Litotipos	Interpretação Regional
1	Médio/Alto	Alto	Médio	Esbranquiçado, alongado N-S, homogêneo	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico	Arco magmático continental
2	Médio	Médio	Baixo	Cores difusas, estreito/linear NE-SW, heterogêneo	Ortognaisse tonalítico	Embasamento arqueano
3	Médio	Alto	Médio	Azulado, corpo alongado NE-SW, heterogêneo	Metassedimentos	Sequências vulcano-sedimentares
4	Alto	Médio/Alto	Médio	Verde avermelhado, irregular, heterogêneo	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico Sanclerlândia	Arco magmático continental
5	Baixo	Baixo	Baixo	Vermelho esbranquiçado, alongado NE-SW, homogêneo	Metagabros e anfibolitos	Rochas máficas do arco
6	Médio	Alto	Médio	Ciano com manchas esbranquiçadas, elongado N-S, heterogêneo	Metapelitos	Sequências vulcano-sedimentares
7	Médio/Alto	Médio/Alto	Médio	Rosa avermelhado, homogêneo	Granitos alto-K tardios	Magmatismo pós-colisional
8	Alto	Alto	Médio	Rosa alaranjado, estreito NE-SW, homogêneo	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico Sanclerlândia	Arco magmático continental
9	Alto	Médio	Baixo	Azul arroxeado, homogêneo	Gnaisse metavulcânico	Domínio transicional
10	Baixo	Baixo	Baixo	Azul, arredondado, homogêneo	Metagabros e anfibolitos	Rochas máficas do arco
11	Médio	Médio	Médio	Amarelado, irregular, homogêneo	Xistos/paragnaisses	Sequências vulcano-sedimentares
12	Médio	Médio	Médio/Alto	Branco com azul amarelado, linear N-S, homogêneo	Quartzitos	Sequências vulcano-sedimentares
13	Médio/Alto	Médio	Baixo	Roxo avermelhado, corpos difusos N-S, homogêneo	Ortognaisse tonalítico + lentes máficas	Embasamento arqueano
14	Alto	Alto	Alto	Branco arroxeado, alongados N-S homogêneo	Granitos	Magmatismo pós-colisional
15	Médio	Médio/Alto	Médio/Alto	Verde azulado, alongado, homogêneo	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico Sanclerlândia	Arco magmático continental
16	Médio/Alto	Médio	Médio	Azul escuro, alongado N-S, heterogêneo	Metassedimentos	Sequências vulcano-sedimentares
17	Baixo	Baixo	Médio	Amarelado, alongado N-S, heterogêneo	Metagabros e anfibolitos	Rochas máficas do arco
18	Médio	Alto	Alto	Rosa avermelhado, irregular, homogêneo	Paragnaisses	Sequências vulcano-sedimentares
19	Médio/Alto	Médio/Alto	Médio	Ciano, alongado, homogêneo	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico Sanclerlândia	Arco magmático continental

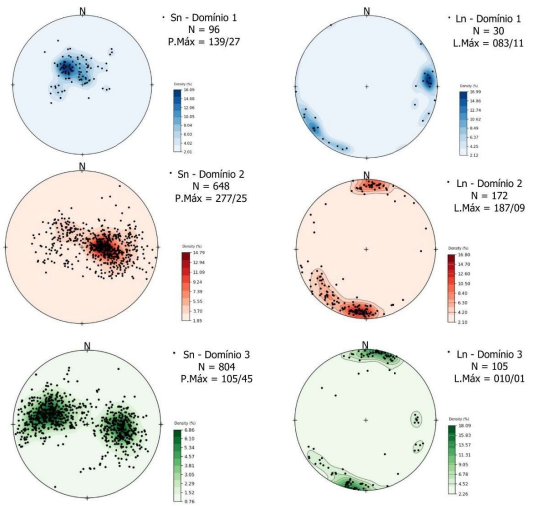
Domínio	K	eTh	eU	Descrição (cor e tonalidade RGB, geometria, homogeneidade)	Litotipos	Interpretação Regional
20	Baixo	Baixo	Médio	Amarelo, arredondado, homogêneo	Metagabros e anfibolitos	Rochas máficas do arco
21	Baixo	Médio/Alto	Médio	Branco azulado irregular, heterogêneo	Metapelitos	Sequências vulcano-sedimentares
22	Médio/Alto	Médio	Médio/Alto	Branco amarelado, homogêneo	Metassedimentos	Domínio transicional
23	Alto	Alto	Médio/Alto	Roxo avermelhado, alongado N-S, homogêneo	Granitos tardios	Magmatismo pós-colisional
24	Alto	Médio	Alto	Rosa azulado, alongado N-S, heterogêneo	Gnaisse leucocrático	Arco magmático continental
25	Baixo	Baixo	Baixo	Preto, homogêneo	Sedimentos inconsolidados	Coberturas sedimentares

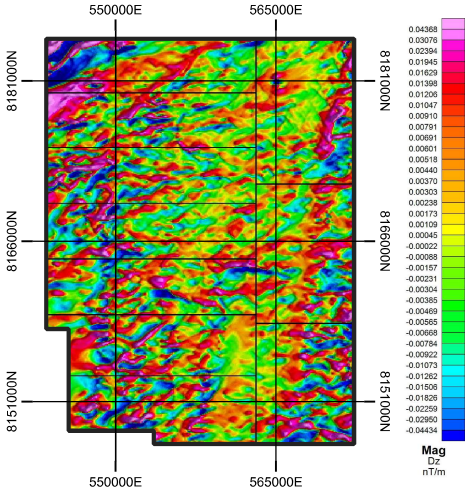
APÊNDICE IX

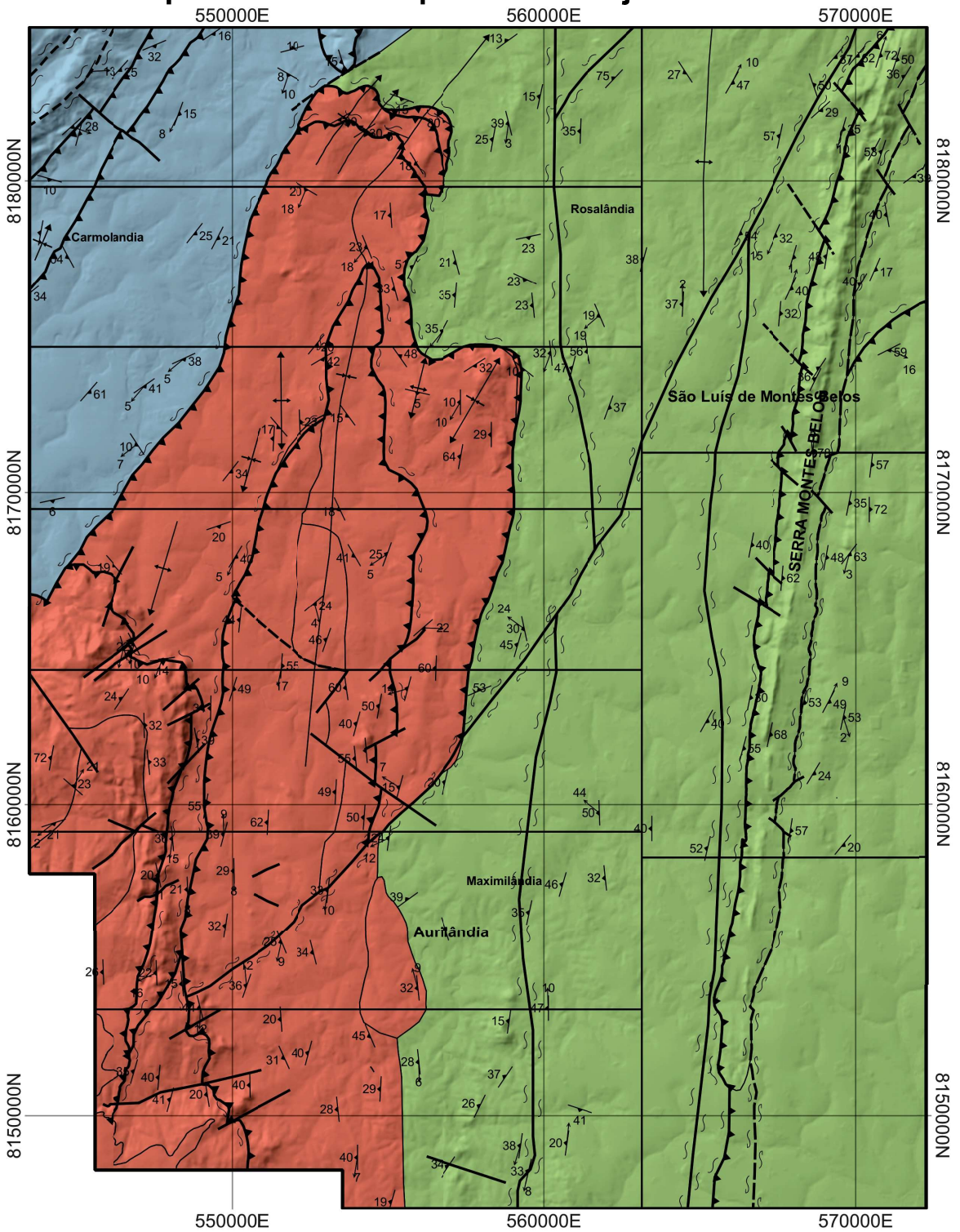
Mapa Estrutural Simplificado - Projeto Aurilândia

IG | Instituto de Geociências

UnB







Convenções Geológicas

- Foliação
- Lineação de Estiramento
- Falha de Empurrão
- Falha Indiscriminada
- Falha Transpressiva Dextral
- Zona de Cisalhamento
- Zona de Cisalhamento Dextral
- Zona de Cisalhamento Transpressiva Dextral
- Zona de Cisalhamento Compressional
- Zona de Cisalhamento Transpressiva Sinistral
- Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral Inferida
- Falha Transcorrente Dextral
- Eixo de Dobra Antiforme
- Eixo de Dobra Sinforme
- Falha Transcorrente Sinistral
- Falha Indiscriminada Inferida
- Zona de Cisalhamento Inferida
- Falha Indiferenciada
- Falha Indiferenciada Inferida
- Eixo de Dobra Antiforme com Caimento Duplo
- Eixo de Dobra Sinforme com Caimento Duplo

Contatos

- Inferido
- Definido

Domínios Estruturais

- Carmolândia I
- Aurilândia II
- São Luís de Montes Belos III

NM 21° 25'

1 0 1 2 3 km