



Universidade Federal de Goiás
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Curso de Geologia

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-ESTRUTURAL E ESTUDO DO POTENCIAL
EXPLORATÓRIO DE MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS EM
METADOLOMITOS DA ÁREA ADJACENTE A UNIDADE MINERAÇÃO
SERRA GRANDE, MUNICÍPIO DE CRIXÁS (GO).

KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
VICTTOR GABRIELL DE LIMA MACHADO

APARECIDA DE GOIÂNIA
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Karina Louanny de Paula Santos, Lauriana Vitória Gonçalves Souza e Victor Gabriell de Lima Machado

Título do trabalho: Mapeamento Geológico-estrutural e estudo do potencial exploratório de mineralizações auríferas em metadolomitos da área adjacente a Unidade Mineração Serra Grande, município de Crixás (GO)

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Wilians De Oliveira Rodrigues, Professor do Magistério Superior**, em 11/08/2024, às 17:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Victor Gabriell De Lima Machado, Discente**, em 12/08/2024, às 17:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karina Louanny De Paula Santos, Usuário Externo**, em 13/08/2024, às 14:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lauriana Vitória Gonçalves Souza, Discente**, em 13/08/2024, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4735061** e o código CRC **A26BB7B2**.

KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
VICTTOR GABRIELL DE LIMA MACHADO

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-ESTRUTURAL E ESTUDO DO POTENCIAL
EXPLORATÓRIO DE MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS EM METADOLOMITOS
DA ÁREA ADJACENTE A UNIDADE MINERAÇÃO SERRA GRANDE,
MUNICÍPIO DE CRIXÁS (GO).

Monografia de mapeamento
geológico apresentado à Faculdade
de Ciências e Tecnologia como parte
dos requisitos para a conclusão do
curso de Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Prudente de Melo

Orientador externo: Geól. James Schroeder

APARECIDA DE GOIÂNIA

2024

2

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Santos, Karina Louanny de Paula

Mapeamento geológico-estrutural e estudo do potencial exploratório de mineralização aurífera em metadolomitos da área adjacente a Unidade Mineração Serra Grande, município de Crixás (GO)

[manuscrito] / Karina Louanny de Paula Santos, Lauriana Vitória Gonçalves Souza, Victor Gabriell de Lima Machado. - 2024. clxxiv, 174 f.: il.

Orientador: Prof. Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues; co orientador Rodrigo Prudente de Melo; co-orientador James Schroeder.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Campus Aparecida de Goiânia, , Aparecida de Goiânia, 2024.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Greenstone belt de Crixás.. 2. Mapeamento Geológico estrutural. 3. Mineralização aurífera. 4. Metadolomitos. I. Souza, Lauriana Vitória Gonçalves . II. Machado, Victor Gabriell de Lima. III. Rodrigues, Sérgio Wilians de Oliveira, orient. IV. Melo, Rodrigo Prudente de , co-orient. V. Título.

CDU 55



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao terceiro dia(s) do mês de maio do ano de 2024 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Mapeamento Geológico-estrutural e estudo do potencial exploratório de mineralizações auríferas em metadolomitos da área adjacente a Unidade Mineração Serra Grande, município de Crixás (GO)”, de autoria de Karina Louanny de Paula Santos, Lauriana Vitória Gonçalves Souza e Victor Gabriell de Lima Machado, do curso de Geologia, da Faculdade de Ciência e Tecnologia da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo Professor Doutor Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues (FCT/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Senhor James Schroeder (AngloGold Ashanti), Professor Doutor José de Araujo Nogueira Neto (FCT/UFG) e Professor Doutor Rodrigo de Melo (IGCE/UNESP). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10 (Dez), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Wilians De Oliveira Rodrigues, Professor do Magistério Superior**, em 03/05/2024, às 10:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **James Schroeder, Usuário Externo**, em 03/05/2024, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Prudente de Melo, Usuário Externo**, em 03/05/2024, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose De Araujo Nogueira Neto, Professor do Magistério Superior**, em 03/05/2024, às 10:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4543855** e o código CRC **DF8027C8**.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é o produto de uma longa caminhada que percorremos almejando nos tornar geólogos na Universidade Federal de Goiás, um sonho individual que compartilhamos. Este sonho foi moldado por diversos profissionais, professores e técnicos que para sempre ficarão em nossos corações. Ao motorista Rogério expressamos nosso amor e carinho. Agradecemos aos docentes Drs. Joantina Sánchez, Roberto Candeiro, Martha Noélia e Fernanda Canile, que foram nossos mentores durante a graduação, em especial expressamos nossa profunda gratidão ao nosso orientador Professor Dr. Sérgio Willians, por nos acompanhar nesse projeto.

Agradecemos a AngloGold Ashanti, Mineração Serra Grande pelo apoio prestado a todo o processo que tornou essa pesquisa realidade. A todos que colaboraram de alguma maneira nesse projeto. Um imenso agradecimento aos auxiliares Argemiro, Fábio e Geraldo pelo apoio e carinho nas saídas de campo e a toda a equipe do Galpão de Testemunhos e Amostragem pela colaboração e proatividade na realização do projeto. Agradecemos ainda aos geólogos da equipe de Geologia de Exploração que, da melhor maneira, nos orientaram nas interpretações através de discussões e debates que foram indispensáveis, tanto para a execução desse projeto, quanto para nosso próprio desenvolvimento profissional. Um forte abraço para os geólogos Gabriel Berni, James Schroeder, Thainara Freires, Nailson Santos, Jordanna Brenda e Isadora Munari.

“Agradeço a todo amor e acalento recebido por minha mãe Karla, durante o período da graduação que foi essencial para conseguir finalizar essa etapa. Agradeço também a minha irmã Amanda, minha avó Rosa e meu pai Dirceu. Como diria Carlos Drummond, nunca me esquecerei desse acontecimento na vida de minhas retinas tão fatigadas, nunca me esquecerei que no meio do caminho tinha uma pedra. Serei eternamente grata por retirarem todas as pedras e acreditarem em mim todas as vezes que eu mesma duvidei. Nosso sonho finalmente se torna realidade, graças a Deus e a todos vocês por todo o amor e carinho.” – Karina.

“Expresso minha sincera gratidão à minha mãe, Jandira, cujo amor incondicional e apoio constante foram pilares essenciais ao longo de toda a minha jornada. Aos meus queridos irmãos, Lucas, Lorrana e Luísa, manifesto meu profundo agradecimento por serem fontes de força, sempre presentes para me encorajar nos momentos desafiadores e celebrar as conquistas. Sou grata por ter uma família tão dedicada e carinhosa, cujo apoio foi fundamental para meu crescimento pessoal e profissional.” – Lauriana.

“Dedico este trabalho ao meu trio indispensável, minha família que sempre me apoiou direta e indiretamente na minha jornada, minha mãe Enis Machado, meu pai Weudison Francisco, e a minha irmãzinha Mariah Clara; vocês são as estrelas que sustentam os céus sobre minha cabeça. Um imenso abraço e todo o meu amor ao meu fã clube Vovó Miúda, Vovô Zê, Titia Enocencia e José Davi. Agradeço ao meu time pessoal de geólogos especialistas, meus queridos colegas Henrique Pereira Secco, Eric Gonzaga Rocha, Michele Urbano, Davi Resende, Naywanii Garcia e João Pedro Silveira. Esse trabalho leva um pouco de cada um de vocês, obrigado.” – Victor.

*Fica mais fácil. Todo dia fica um pouco mais fácil,
mas você tem de fazer todo dia, essa é a parte difícil,
mas fica mais fácil.*

~ Bojack Horseman

RESUMO

Os depósitos minerais do *Greenstone belt* de Crixás (GBC) estão inseridos no contexto dos Terrenos Granito-*Greenstone belts* de Goiás e compreendem uma das maiores reservas auríferas do Brasil. Os corpos de minério explorados na unidade Mineração Serra Grande (MSG) abrangem diversos litotipos com mineralizações hospedadas em zonas intimamente relacionadas a domínios estruturais e hidrotermalizados. As mineralizações auríferas hospedadas na Estrutura IV em metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas são um dos principais desafios da operação, em virtude da complexidade do modelo de mineralização que ainda é pouco conhecido em rochas calciossilicatadas de ambientes *Greenstone belt*. Este trabalho objetivou o mapeamento geológico-estrutural em escala 1:15.000 de uma área de aproximadamente 27 km² situada nas margens oeste e sul da Unidade Mineração Serra Grande, também foi abordado um estudo de potencial exploratório para os metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas, sobretudo para as camadas que afloram ao sul da área mapeada. Na área foram identificados 3 eventos deformacionais: D₀+D₁, D₂ e D₃ que correspondem, respectivamente, a S₀//S₁, referente ao acamento primário paralelo a xistosidade gerada por uma compressão E-W; S₂, referente a uma xistosidade gerada pelo cavalgamento do Arco Magmático de Mara Rosa a norte do GBC; e S₃, que resume uma compressão E-W denunciada em clivagens de crenulação. Dados de campo obtidos em mapeamento de superfície, de mina e descrição de testemunhos de sondagem integrados a modelos geológicos tridimensionais foram usados para avaliar o potencial exploratório dos corpos de metadolomitos aflorantes na porção sul da MSG e sua relação com as estruturas mineralizadas nas demais áreas do depósito. O produto gerado nesse trabalho tem o intuito de expandir o conhecimento da geometria e espacialidade dessas litologias a fim de facilitar e reduzir custos iniciais de campanhas avançadas de sondagem na área, além de propor um modelo de interação das mineralizações auríferas dessas camadas com as estruturas exploradas em MSG.

Palavras-chave: *Greenstone belt* de Crixás. Mapeamento Geológico-estrutural. Mineralização aurífera. Metadolomitos.

ABSTRACT?

The mineral deposits of the Crixás *Greenstone belt* (GBC) are inserted in the context of the Goiás Granite-*Greenstone belts* Terranes and comprise one of the largest gold reserves in Brazil. The ore bodies explored in Mineração Serra Grande (MSG) unit encompass several lithotypes with mineralization hosted in zones closely related to structural and hydrothermalized domains. The gold mineralizations hosted in Structure IV metadolomites of the Ribeirão das Antas Formation are one of the main challenges of the operation, due to the complexity of the mineralization model, which is still unexplored in calciosilicate rocks from *Greenstone belt* environments. This work aimed at geological-structural mapping on a 1:15,000 scale of an area of approximately 27 km² located on the western and southern margins of the Serra Grande Mining site, the study of exploratory potential for the metadolomites of the Ribeirão das Antas Formation was also commented, especially for the layers that are expoused on surface to the south of the mapped area. Three deformational events were identified in the area: D₀+D₁, D₂ and D₃ which correspond, respectively, to S₀//S₁, referring to the primary bedding parallel to the schistosity generated by an E-W compression; S₂, referring to a schistosity generated by the thrusting of the Mara Rosa Magmatic Arc at north of the GBC; and S₃, which summarizes an E-W compression reported in crenulation cleavages. Field data obtained from surface, mine mapping and description of drilling cores integrated with three-dimensional geological models were used to evaluate the exploratory potential of the metadolomite bodies outcropping in the southern portion of the MSG and their relationship with the mineralized structures in other areas of the deposit. The product generated in this work aims to expand knowledge of the geometry and spatiality of these lithologies in order to facilitate and reduce initial costs of advanced drilling campaigns in the area, in addition to proposing a model of interaction between the gold mineralizations of these layers and the explored structures in MSG.

Keywords: Crixás *Greenstone belt*. Geological-structural mapping. Gold mineralization. Metadolomites.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização da área.....	28
Figura 2. Hidrografia e bacias hidrográficas do estado de Goiás e Distrito Federal.	30
Figura 3. Ilustração esquemática da Província Estrutural Tocantins e suas principais faixas de dobramentos móveis. Joffre & Frasca, 2016.	35
Figura 4. Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins com destaque para a área de estudo em vermelho. 1) Bloco Arqueano de Crixás-Goiás; 2) Terrenos Paleoproterozóicos de Almas-Natividade; 3) Complexos máficos-ultramáficos; 4) Complexo Anápolis-Itauçu; 5) Arco Magmático de Goiás. Modificado de Pimentel <i>et al.</i> 2004.	37
Figura 5. Esquemática da Faixa Brasília com suas principais subdivisões. Extraído de Borges, 2016 e adaptado de Pimentel <i>et al.</i> (2000).....	39
Figura 6. Principais subdivisões do segmento do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico do Estado de Goiás. Extraído de Borges, 2016.....	42
Figura 7. Esquema de evolução estimada para os <i>Greenstone belts</i> da porção norte do Bloco Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás. Extraído de Rodrigues (2011).....	43
Figura 8. Colunas estratigráficas dos <i>greenstone belts</i> do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás (Extraído de Borges, 2016 e modificado de Jost <i>et al.</i> , 2014).....	46
Figura 9. Mosáico de mapas de distribuição esquemática com os <i>greenstone belts</i> que compõem a porção norte do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás. (A) – <i>Greenstone belt</i> de Crixás. (B) – <i>Greenstone belt</i> de Guarinos. (C) - <i>Greenstone belt</i> de Pilar de Goiás. Extraído de Borges (2016) e adaptado de Jost <i>et al.</i> (2014).....	48
Figura 10. Mosáico de mapas de distribuição esquemática com os <i>greenstone belts</i> que compõem a porção sul do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás. Extraído de Borges (2016) e adaptado de Jost <i>et al.</i> (2014).	50
Figura 11. (A) – Mapa geológico do <i>Greenstone belt</i> de Crixás. (B) – Estratigrafia do <i>Greenstone belt</i> de Crixás. Extraído de Ferreira <i>et al.</i> (2020) e modificado de Jost <i>et al.</i> (2019).....	52
Figura 12. Coluna estratigráfica esquemática do <i>Greenstone belt</i> de Crixás com espessuras de camadas estimadas. Jost <i>et al.</i> , 2019.....	54
Figura 13. Representação esquemática da evolução tectônica do Bloco Arqueano de Goiás (GAB) ao norte, abrangendo os períodos Arqueano (A), Paleoproterozoico (B) e Neoproterozoico (C), com ênfase na Orogenia Brasileira. No contexto da seção A, as abreviações	

associadas ao terreno Caiamar TTG incluem Crixás-Açu (CA), Tocambira (T) e Águas Claras (AC). Bogossian, 2020.....	55
Figura 14. (A) – Coluna Esquemática das mineralizações do <i>Greenstone belt</i> de Crixás. (B) – Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III. Modificado de Ulrich <i>et al.</i> , 2021.	58
Figura 15. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura V. (A, B e C) – Diferentes testemunhos de sondagem com sulfetos disseminados em rochas metaultramáficas alteradas da Formação Córrego Alagadinho. (D) – Micrografia de talco xisto com arsenopirita disseminadas . AngloGold Ashanti, 2022.....	59
Figura 16. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura Palmeiras. (A) – Metabasalto com veio de quartzo e pirrotita maciça. (B) – Amostra de sulfeto maciço com agregados de arsenopirita, pirrotita e calcopirita. AngloGold Ashanti, 2022.	60
Figura 17. Coluna Esquemática das mineralizações do <i>Greenstone belt</i> de Crixás. (A) – Amostra de sulfetos maciços e agregados de cristais centimétrico de arsenopirita (esquerda) e pirrotita (direita). (B) – Au livre em veio de quartzo. (C) – Sulfeto disseminado de arsenopirita em filito carbonoso. Modificado de Ulrich <i>et al.</i> , 2021.	61
Figura 18. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura IV. (A) – Micrografia de Arsenopirita com Au preenchendo praturas. (B) – Amostra de minério de sericita xisto com arsenopirita disseminada. AngloGold Ashanti, 2022.....	62
Figura 19. Coluna estratigráfica da área mapeada com unidades litoestratigráficas.	64
Figura 20. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas do Complexo Anta. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.	65
Figura 21. Afloramento de um corpo domiforme de granodiorito do Complexo Anta, ponto 48.	67
Figura 22. (A) – Solo revirado decomposto do embasamento e apresentando coloração bege com alta composição feldspática e quartzosa. (B) – Cupinzeiro juvenil composto por solo alterado de rochas do Complexo Anta.....	68
Figura 23. (A) – Diagrama QAPF de Streckeisen (Streckeisen, 1967) com destaque para as amostras coletadas em campo. (B) – Amostra 91; leucocrática com leve bandamento gnáissico.	

(C) – Amostra 118; leucocrática. (D) – Amostra 48; mesocrática. (E) – Amostra 56; mesocrática rica em carbonatos.	69
Figura 24. (A) – Amostra 93 com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Quartzo com bordas de recristalização do tipo <i>Bulging</i> associado a cristais de biotita intersticiais a NCX. (C) – Biotita com cristal de epidoto marginal em matriz rica em quartzo e plagioclásio a NC//.	70
Figura 25. (A) – Figura representativa da direção das camadas indicando uma evolução dos esforços (σ_1) que agiram sobre essas rochas com direção NEE/SWW para NE/SW. (B) – Minerais orientados em uma lineação de estiramento impressa em camada de granodiorito. ...	71
Figura 26. Injeções pegmatíticas em sentido N/S apresentando estruturas bouldinadas assimétricas (A) e dobradas (B).	72
Figura 27. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Córrego Alagadinho. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.	73
Figura 28. Afloramento de serpentinito maciço apresentando coloração cinza-esverdeado; $S_n=284/35$. Ponto 52.	75
Figura 29. (A) – Afloramento de serpentinito no ponto 55 com lente intercalada de derrame ultramáfico com textura <i>spinifex</i> com limite destacado em amarelo. (B) – Textura <i>spinifex</i> observada no afloramento (A).	76
Figura 30. (A) – Amostra de massa de quartzo sacaroidal; Ponto 53. (B) – Amostra de <i>spinifex</i> com destaque em amarelo para cristais de serpentina em hábito placóide.	77
Figura 31. Contato entre camadas de serpentinito progressivamente evoluindo para rochas com porções mais ricas em talco (talco xisto). Ponto 149.	78
Figura 32. (A) – Afloramento preservado de talco xisto de coloração esverdeada e brilho untoso apresentando foliação expressiva. Ponto 47. (B) – Afloramento de talco xisto com exposição de clivagens de crenulação centimétricas em piso. Ponto 47.	79
Figura 33. (A) – Afloramento de talco xisto interceptado por veios métricos de quartzo (limites delimitados em amarelo) com textura sacaroidal e por vezes cortando uma matriz de solo decomposto de talco xisto com clastos suspensos de quartzo. Ponto 15. (B) – Amostra de formação ferrífera bandada silicificada. Ponto 8. (C) – Bandamentos plano-paralelos milimétricos em amostra de formação ferrífera bandada silicificada (Estereomicroscópio, 30x).	80
Figura 34. Talco xisto do ponto 47. (A) – Amostra de talco xisto com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Matriz composta de cristais prismáticos subédricos de talco branco a	

incolores com baixo relevo em uma textura granoblástica decussada com alguns minerais opacos dispersos (NC//). (C) – Destaque para a trama de minerais lamelares e ripiformes de talco em altas cores de interferência dispostos em duas orientações preferencias de lineação interseccionadas entre si por ângulos aproximados de 120° destacados em vermelho (NCX)... 81

Figura 35. (A) – Amostra de um carbonato-clorita-quartzo-talco xisto. Ponto 47. (B) – Afloramento de magnetita-muscovita-clorita-talco xisto no ponto 169. (C) – Magnetitas euédricas em muscovita-talco xisto no ponto 46. (D) – Amostra de magnetita-sericita-talco xisto no ponto 211. 82

Figura 36. Amostra de rocha metaultramáfica do ponto de controle 51. (A) – Amostra macroscópica do ponto de controle 51. (B) – Matriz de granulação média a grossa composta por cristais de piroxênio de hábito prismático a granular de cor preta (Px), olivina granular de coloração verde oliva (Ol) e carbonatos em massa grosseira esbranquiçada (Cb), citados em destaque vermelho (Estereomicroscópio, 30x). 83

Figura 37. (A) – Amostra 55 com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Trama *Spinifex* com alguns cristais pseudomorfos alongados a NCX. (C) – Cristal pseudomorfo de olivina expressivamente serpentinizado com bordas de exsolução de minerais opacos imerso em matriz rica em talco (NCX). (D) – Faixas alongadas paralelas de cristais completamente serpentinizados com orientação dada por opacos gerados por exsolução em matriz rica em talco (NC//). (E) – Grão de provável piroxênio gerado por retrometamorfismo imerso em matriz fina a amorfa de serpentina e talco a NCX, o grão a esquerda é uma ripa pseudomorfe com limites definidos por minerais opacos em aparente textura esquelética. 84

Figura 38. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Rio Vermelho. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023. 85

Figura 39. Contato exposto por contraste pedológico entre as fácies anfíbolitos e clorita xistos da Formação Rio Vermelho no ponto 137. (A) – Contato entre o solo decomposto do Anfíbolito e o solo decomposto do Muscovita-clorita xisto em amarelo. (B) – Solo decomposto do Anfíbolito apresentando coloração vermelha levemente alaranjada de granulometria muito fina e composição pouco quartzosa, a constituição é compacta e maciça, se fragmentando em aglomerados granulares grossos quando cominuída. (C) – Solo decomposto do Muscovita-clorita xisto apresentando coloração beje a branca levemente avermelhada de granulometria fina a média e composição moderadamente quartzosa e rica em micas, a constituição é pouco consolidada e facilmente cominuída em fragmentos sem coesão. 87

- Figura 40. Contato entre o Clorita xisto e uma lente de Metadolomito saprolítico delimitado por um veio de quartzo-carbonato (VQC) no ponto 204. 88
- Figura 41. (A) – Afloramento de metabasaltos com estruturas de lavas almofadadas preservadas em ponto de marco de preservação geoconservacionista. (B) – Afloramento de camadas de carbonato-quartzo-clorita anfibolitos com $S_n=281/22$ no ponto 23. (C) – Juntas plumosas preservadas em matacão de metabasalto no ponto 19. (D) – Foliação esferoidal em bloco rolado de carbonato-quartzo anfibolito no ponto de controle 22. 89
- Figura 42. (A) – Afloramento em piso de metabasalto maciço com pares conjugados preservados no ponto 20. (B) – Par conjugado em metabasalto com leve deformação. (C) – Lineações minerais em carbonato-quartzo-clorita anfibolito do ponto 23. 90
- Figura 43. (A) – Amostra de quartzo-clorita-carbonato anfibolito do ponto 69. (B) – Mineralogia macroscópica em matriz de granulação fina com destaque para cristais de anfibólio de coloração verde-escuro a levemente preta (Amp), clorita discretamente intersticial de coloração verde-claro (Chl) e vênulas intrafoliais e dispersas de carbonato (Cb), citados em vermelho (Estereomicroscópio, 30x). 90
- Figura 44. Ponto 46. (A) – Afloramento de metabasaltos de granulação muito fina com estruturas do tipo *pillow lava* preservadas. (B) – Contato entre o metabasalto e o talco-tremolita xisto destacado em amarelo. (C) – Cristal centimétrico de tremolita em zona *interpillow* apresentando estruturas do tipo *slikenlines* discretas nos cristais. (D) – *Pillow* isolada e suspensa por um envelope de talco-tremolita xisto (*interpillow*). (E) – Limites em destaque da *pillow* (verde) e *interpillow* (lilás). 91
- Figura 45. (A) – Afloramento *in situ* de tremolitito apresentando granulação grossa de cristais prismáticos organizados em um alinhamento incipiente. Ponto de controle 139. (B) – Amostra de quartzo-carbonato tremolitito encontrado em pequena lente ponto 105. 92
- Figura 46. Amostra de plagioclásio-quartzo-carbonato-anfibólio xisto recolhida no ponto 116. (B) – Amostra de quartzo-carbonato-anfibólio xisto apresentando auréola de intemperismo no ponto 162. 93
- Figura 47. Mosaico apresentando as diversas fácies de clorita xistos. (A) – Porfiroblastos prismáticos de schorlita (tremolita preta) em matriz lepidoblástica de clorita xisto, amostra coletada no ponto 14 (Estereomicroscópio, 30x). (B) – Amostra de clorita-muscovita xisto com crenulação aparente (Ponto 60). (C) – Amostra de quartzo-carbonato-fuchsitita xisto coletada no ponto 98. (D) – Amostra de talco-sericita-clorita xisto coletada no ponto 47. (E) – Amostra de clorita-magnetita xisto, carbonato-clorita-hematita-quartzo-magnetita xisto coletada no ponto

22. (F) – Amostra de quartzo-tremolita-sericita-clorita-magnetita-talco-muscovita xisto coletada no ponto 101.	94
Figura 48. (A) – Veios de quartzo intrafoliais em dobras apertadas de padrões tipo “M” e “Z” em matriz de muscovita-clorita xisto (Ponto 1). (B) – Afloramento de quartzito com estriamentos (<i>slickensides</i>) no ponto 43.....	95
Figura 49. (A) – Amostra de fuchsitita xisto coletada no ponto 98 de granulação fina a muito fina, foliação expressiva e coloração fortemente esverdeada com brilho sedoso a perolado evidenciando alta concentração micácea. Corte da laminação destacado em preto. (B) – Fotomicrografia apresentando a textura granolepidoblástica de uma matriz rica em muscovita intercalada com níveis de agregados intrafoliais de cristais granulares (NCX). (C) – Orientação intrafolial e concordante de cristais de mica a NC//. (D) – Cristal de epidoto (Ep) intrafolial e subédrico no cruzamento dos nicóis apresentando altas cores de interferência em leve inconstância de cores no mesmo cristal (NCX).....	96
Figura 50. (A) – Afloramento no ponto 34. (B) – Camadas ricas em porfiroblastos de magnetita (mineral preto) disseminados e intrafoliais em uma matriz fina de clorita xisto. (C) – Camada de sericita-quartzo -clorita xisto sem magnetitas.....	97
Figura 51. (A) – Amostra de quartzo-biotita-magnetita-clorita-muscovita xisto recolhida no ponto 107. (B) – Fotomicrografia apresentando o caráter lepidoblástico da amostra com cristais de clorita em cor levemente esverdeada em contato com cristais de biotita alterando para óxido de ferro. Grãos de muscovita são majoritariamente inequigranulares e intrafoliais (NC//).	98
Figura 52. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Ribeirão das Antas. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.	99
Figura 53. Exposições da Formação Ribeirão das Antas em ravinas de drenagens. (A) – Afloramento de metadolomito saprolitizado no Ponto 28. (B) – Afloramento de metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca em ravina no Ponto 41.	101
Figura 54. Exposições aflorantes de filito carbonoso. (A) – Afloramento de filito carbonoso apresentando expressiva xistosidade e coloração marrom arroxeadada com pontos mais escuros (Ponto 72). (B) – Afloramento de filito carbonoso intercalado com lentes centimétricas de metagrauvaca com limites delimitados em amarelo (Ponto 173).	102
Figura 55. (A) – Amostra de metarritmito de filito carbonoso com metagrauvaca coletada no ponto 41. (B) – Micrografia da amostra 41B exibindo as laminações plano-paralelas de grãos finos com textura granoblástica intercalada com lepidoblástica (NCX). (C) – Limites entre as	

laminações de metagrauvaca e filito carbonoso com limites destacados em vermelho (NCX). (D) – Nível de fino material carbonoso (CM) com vênulas de quartzo (Qtz) e carbonado (Cb) em bouldinagem e bordado por níveis granoblásticos intercalados com porções lepidoblasticas ricas em biotita (Bt) e muscovita (Ms)(NC//). (E) – Destaque para a opacidade expressa pelo material carbonoso (CM) a nicóis cruzados (NCX)..... 103

Figura 56. Afloramentos de metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas. (A) – Contato inferido por solo destacado em amarelo entre uma camada de filito carbonoso (solo preto amarronzado) e uma lente de metadolomito (solo laranja avermelhado) no ponto de controle 160. (B) – Afloramento de uma lente de metadolomito saprolitizado com $S_1 = 84/83$ (Ponto 215). (C) – Afloramento de metadolomito saprolitizado com $S_1 = 292/52$ (Ponto 29). (D) – Exposição de saprólito de dolomito se decompondo em solo laranja amarelado (Ponto de controle 29).. 105

Figura 57. Modelo esquemático de *horse*. H = volume da rocha contida por falhas de empurrão; B_1 e B_2 = linhas de arrasto; C_1 e C_2 = limites de contato de canto; M_1 e M_2 = superfícies do cavalgamento comprimindo em bouldinagem o *horse*. Adaptado de McClay 1992 por Massucato 2004..... 107

Figura 58. Afloramento de quartzo-clorita-carbonato-sericita-granada xisto no ponto 132 ($S_1 = 3/55$). (A) – Afloramento de quartzo-clorita-carbonato-sericita-granada xisto em pequeno morrote. (B) – Amostra coletada no ponto 132 apresentando coloração rosada com tons esverdeados dada presença de granada e sericita. Podem ser observados porfiroblastos de granada intercrescidos envolvidos pela foliação com aparente caráter sin-pós tectônica (S_{n+1}). 108

Figura 59. Afloramento de quartzo-biotita-muscovita-granada xisto no ponto 26. (A) – Contato entre o quartzo-biotita-muscovita-granada xisto e o filito carbonoso. Observa-se no contato fragmentos e seixos de porções silicificadas e quartzo. (B) – Bloco rotacionado de quartzo-biotita-muscovita-granada xisto apresentando porfiroblastos centimétricos de granada e leve capa de alteração oxidada. 110

Figura 60. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Córrego Geral. SRTM com relevo sombreado com iluminante $N225^\circ$ e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023..... 111

Figura 61. Localização da área tipo da Formação Córrego Geral. MSG = Mineração Serra Grande; Premier = Mina de ouro da Domus Aurea Empreendimentos Ltda. Modificado de Jost *et al.*, 2019..... 112

Figura 62. Afloramento de metagrauvaca em bloco rotacionado no ponto 172..... 113

- Figura 63. A) Nucleação da fase D_0 no primeiro evento tectônico. B) Primeira fase de deformação D_1 , que se apresenta de uma compressão de NW para SE, o que gera as primeiras falhas de empurrão. C) Compressão de W-S que relativa às falhas de empurrão de D_1 e gera ainda falhas de rejeito direcional. Modificado de Queiroz, 1995..... 118
- Figura 64. (A) – Afloramento do contato (amarelo) entre o filito carbonoso e a metagrauvaca no ponto 41. Em vermelho destaca-se detalhe de zona de brecha com estruturas do tipo duplex. (B) – Estruturas decimétricas de um sistema do tipo duplex (vermelho) que compõem o contato entre camadas metassedimentares, ambas pertencentes à Formação Ribeirão das Antas. (C) – Amostra coletada na zona de brecha apresentando foliação marcante com veios de quartzo acomodados intrafoliais. (D) – Figura esquemática representando a seção E-W entre a Mina III e a Mina Nova. Destaca-se uma geometria assemelhada a um duplex com terminação apical. Verde = Metabasaltos; Cinza = Filito carbonoso; Beje = Veio de quartzo; Ocre = Metagrauvaca (extraído de Massucato, 2004). 120
- Figura 65. (A) – Micrografia de fuchcita xisto com foliação S_1 demarcada em vermelho e exibindo concordância textural com o alinhamento dos minerais na matriz, principalmente com as lamelas de minerais micáceos. (B) – Acamamento sedimentar S_0 paralelo a S_1 em metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca..... 121
- Figura 66. Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em metagrauvas da Formação Córrego Geral. (A) – Destaque em preto das relações entre os planos $S_0//S_1$. (B) – Destaque em preto da foliação S_1 como plano axial de uma dobra recumbente centimétrica, formada a partir do evento D_1 121
- Figura 67. (A) – Foliação S_1 (N-S/25W) marcada em vermelho, evidenciando reorientação de biotitas, e em preto temos a foliação plano axial S_2 . (B) – Estereograma de contorno de polos da Formação Ribeirão das Antas e Córrego Geral com S_0 em valores médios de 88 SW/26W e sobreposição de S_1 em N-S/25W. Ao analisar o estereograma observa-se a formação de dobras levemente simétricas suaves e com eixo E-W e plano axial vertical..... 122
- Figura 68. Estereograma de contornos de pólos da foliação S_1 122
- Figura 69. Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em rochas metassedimentares da Formação Ribeirão das Antas. (A) – Exposições da L_m na forma de lâminas de material carbonoso, porfiroblastos de hornblenda (destaque vermelho) e micas alinhadas em S_1 em matriz de metadolomito. (B) – Exposições da L_e composta por rearranjo de minerais micáceos destacada por tracejado preto em matriz de metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca. 123
- Figura 70. Estereograma das lineações $L_{m1/e1}$ 124

Figura 71. Fotomicrografia a NCX de um quartzo-clorita-granada xisto do furo de sondagem ESVESD0009 mostrando inclusões de porfiroblastos de granada (Grt) sin-tectônico com inclusões rotacionadas durante a fase D₂ (destaque tracejado laranja). As biotitas observadas apresentam duas gerações distintas: uma pré-tectônica à fase D₂ (S₀//S₁) e outra que ocorre sin-tectônica à mesma fase (S₂). 125

Figura 72. (A) e (B) – Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em rochas metassedimentares da Formação Ribeirão das Antas apresentando a segunda fase de deformação, responsável por gerar dobras recumbentes e semi-recumbentes subordinadas a foliação plano axial S₂. (C) e (D) – Dobra do tipo “M” centimétrica e intrafolial em clorita-muscovita xisto do ponto 1. A dobra é formada por veio de quartzo hospedado na xistosidade S₁ (amarelo) e os planos axiais da dobra formam uma segunda clivagem que é chamada de S₂ (vermelho). Estas dobras apresentam uma proeminente vergência para SW e são caracterizadas por um plano axial de orientação 57/19NW, cuja disposição transpõe tanto a foliação S₁ quanto S₀. Observa-se, adicionalmente, a formação de dobras parasíticas no contexto das dobras S₂, indicando um subsequente redobramento causado pela terceira fase de deformação (D₃). 126

Figura 73. (A) – Dobras referentes as fases deformacionais D₂ e D₃ no ponto 47. Em laranja, expõe-se um conjunto de dobras fechadas sinclinais e anticlinais, com eixos marcados em azul e com valores de vergência para SW, além destas, é possível observar dobras F₃ de menor ordem que se formam nos flancos (S₃). (B) – Estereograma de densidade de pólos dos acamamentos (S_n) totais. A direção média observada é 10/30NWe apresenta leve dispersão para N-S..... 127

Figura 74. Veio de quartzo mineralizado na estrutura III. (A) – A mineralização do Au no *Greenstone belt* de Crixás está associada principalmente à veios de quartzo de escala decimétrica a métrica, que se encontram intrafoliais a S₁. (B) – Esses veios se encontram dobrados pelo evento D₂, onde o plano axial das dobras constituem a foliação S₂. 128

Figura 75. Clivagens de crenulação observadas no Ponto 1 (A) demarcadas em amarelo (B). Clivagens de crenulação (S_c) presentes em muscovita xisto da Formação Rio Vermelho no ponto 79, em vermelho nota-se uma lineação de estiramento (L_c) associada..... 129

Figura 76. Esquema da evolução tectônica do *Greenstone belt* de Crixás. A) Fase inicial com crosta antiga (3.2 G.a.). B) Erupção vulcânica que gerou um estrato-vulcão responsável pelas rochas dos membros inferiores do *Greenstone belt*. C) Evento de diapirismo de magmas com composição félsica (2.84 - 2.78 G.a.). D) Extensão crustal associada a enxames de diques máficos. E) Deposição de folhelhos ricos em material carbonoso durante o início do Riáciano. F) Deposição das metagrauvas em estado final da bacia. Jost *et al*, 2019..... 130

- Figura 77. Mosaico de relação entre a área de destaque dos metadolomitos e uma sobreposição de campanhas de análise geoquímica de solo. (A) – Recorte da área mapeada. (B) – Mapa elemental de Manganês (Mn). (C) – Mapa elemental de Ferro (Fe). (D) – Mapa elemental de Bário (Ba). (E) – Mapa elemental de Tório (Th). (F) – Mapa elemental de Urânio (U). 135
- Figura 78. (A) – Corte paralelo ao furo em testemunho de sondagem com metadolomito mineralizado da Formação Córrego Alagadinho. (B) – Mineralizações de pirrotita com piritas agregadas associadas a pequenos veios e venulações preenchidas por quartzo e carbonato. As mineralizações se hospedam em uma rocha de coloração cinza esbranquiçada a levemente esverdeada, alguns domínios de anfibólios (mineral verde-escuro) são observados pontualmente na matriz..... 136
- Figura 79. (A) – Amostra ESVES23DOL com destaque do corte de laminação em azul. (B) – Associação quartzo-carbonática na ganga com alguns sulfetos agregados de pirrotita (Po) e Calcopirita (Ccp) com ocasionais cristais de arsenopirita (Apy) disseminados (NC//). (C) – Associação de sulfetos com um cristal euédrico de alto relevo de pirita (Py) no cruzamento dos nicóis. Esfalerita (Sp) englobada por uma massa de calcopirita (Ccp) e pirrotita (Po) a NCX. 138
- Figura 80. Esquema de representação da assembleia mineralógica da Estrutura IV de acordo com as zonas de alteração hidrotermal. Campos, 2019. 139
- Figura 81. Mapa da região dos metadolomitos aflorantes ao sul de MSG com prováveis estruturas mineralizadas relacionadas as litologias e seções em corte no modelo geológico tridimensional (A1, B1 e C1). 140
- Figura 82. Seções em corte no modelo geológico 3D apresentando a relação das camadas modeladas a partir de dados em testemunhos de sondagem na área..... 141
- Figura 83. Ponto 184. (A) – Afloramento do ponto 184 com camadas de filito carbonoso silicificado e intercalado com veios de quartzo. (B) – Características em solo que sugerem uma decomposição de sulfetos com destaque em vermelho para as lineações minerais (L_e) de 298/44. 142
- Figura 84. Amostra 72. (A) – Amostra macroscópica coletada no ponto 72. (B) – Micrografia a NC// demonstrando cristais de arsenopirita (Apy) suspensos numa matriz muito fina de coloração cinza-escura. (C) – Cristais inequigranulares euédricos de turmalina (Tur) associados a material carbonoso pontual (NCX). 143

Figura 85. Modelo esquemático da ação hidrotermal sobre as principais litologias e estruturas mineralizadas do *Greenstone Belt* de Crixás. Disposição estratigráfica baseada em dados de sondagem e campo nas área da Mina III, Mina Nova e Mina Palmeiras..... 144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma de atividades para realização da monografia.	32
Tabela 2. Tabela de correlações estratigráficas entre as nomenclaturas utilizadas na Unidade Mineração Serra Grande e adotadas neste trabalho.	34
Tabela 3. Correlação entre as fases deformacionais abordadas entre os autores considerados e a interpretação abordada neste trabalho.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – Tridimensional
AMG – Arco Magmático de Goiás
Amp – Anfibólio
Apy – Arsenopirita
As – Arsênio
Au – Ouro
Ba – Bário
BIF – Formações Ferríferas Bandadas
Bt – Biotita
Cal – Calcita
Cb – Carbonato
Ccp – Calcopirita
Chl – Clorita
CM – Material carbonoso
Cr – Cromo
Dol – Dolomita
E – Leste
Ep – Epidoto
Fe – Ferro
GB – *Greenstone belt*
GBC – *Greenstone Belt* de Crixás
GO – Goiás
GOE – Evento de Oxidação Global
GPS – Sistema de Posicionamento Global
Grt – Granada
K – Potássio
MDT – Modelo Digital de Terreno
Mg – Magnésio
MSG – Mineração Serra Grande
Mn – Manganês
Ms – Muscovita

N – Norte
NC// – Nicóis descruzados
NCX – Nicóis cruzados
NE – Nordeste
NNE – Nor-nordeste
Ni – Níquel
N-S – Norte-Sul
NW – Noroeste
O – Oxigênio
Ol – Olivina
Opq – Opaco
Pb – Chumbo
Pl – Plagioclásio
Po – Pirrotita
Px – Piroxênio
Py – Pírita
QAPF – Quartz, Alkali-Feldspar, Plagioclase, Feldspathoid
Qtz – Quartzo
S – Sul
SE – Sudeste
Sp – Esfalerita
Srp – Serpentina
SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*
SW – Sudoeste
SWW – Sul-sudoeste
Th – Tório
Ti – Titânio
Tlc – Talco
TTG – Tonalito-trondhjemito-granodiorito
Tur – Turmalina
U – Urânio
W – Oeste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	24
1.1	Objetivos e justificativas.....	25
1.2	Localização e Acesso	27
1.3	Aspectos fisiográficos	28
1.3.1	Clima.....	28
1.3.2	Vegetação.....	29
1.3.3	Hidrografia	29
1.3.4	Relevo....	31
2	MATERIAIS E MÉTODOS	31
2.1	Pré-campo.	31
2.2	Campo.....	32
2.3	Pós-campo.....	33
3	GEOLOGIA REGIONAL.....	35
3.1	Província Tocantins	35
3.1.1	Faixa Brasília.....	37
3.1.1.1	Zona Interna	39
3.1.1.2	Zona Externa	40
3.1.1.3	Arco Magmático de Goiás.....	40
3.1.1.4	Maçço de Goiás.....	40
3.2	Terreno Granito- <i>Greenstone Belt</i>	41
3.2.1	Complexos Granito-Gnáissicos (TTG's)	43
3.3	<i>Greenstone Belts</i> de Goiás	45
3.4	<i>Greenstone Belt</i> de Crixás.....	50
3.4.1	Trabalhos Prévios.....	50
3.4.2	Estratigrafia do <i>Greenstone belt</i> de Crixás	51
3.4.3	Contexto Geoestrutural	55
4	GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO	56
4.1	Fotogeologia.....	56

4.1.1	Fotointerpretação.....	57
4.1.2	Interpretação Fotoestrutural	57
4.1.3	Mineralizações	58
4.1.3.1	Estrutura V	58
4.1.3.2	Estrutura Palmeiras	59
4.1.3.3	Estrutura III	60
4.1.3.4	Estrutura III – Zona Superior	60
4.1.3.5	Estrutura III – Zona Inferior.....	61
4.1.3.6	Estrutura IV	62
4.2	Unidades Geológicas Mapeadas	64
4.2.1	Complexo Anta	65
4.2.2	Grupo Crixás	72
4.2.2.1	Formação Córrego Alagadinho	73
4.2.2.2	Formação Rio Vermelho	85
4.2.2.3	Formação Ribeirão das Antas	99
4.2.2.4	Formação Córrego Geral.....	111
4.3	Geologia Estrutural	114
4.3.1	D ₀	118
4.3.2	D ₁	119
4.3.2.1	Lineações L _{m1/e1}	123
4.3.3	D ₂	124
4.3.4	D ₃	128
4.4	Evolução Tectônica.....	130
5	GEOLOGIA ECONÔMICA.....	134
6	CONCLUSÃO.....	145
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147

1 INTRODUÇÃO

Localizada na porção Noroeste do Estado de Goiás, a região de Crixás destaca-se como uma relevante área produtora de ouro no cenário brasileiro, sendo objeto de exploração desde 1989 pela empresa AngloGold Ashanti. A atividade de mineração desempenha uma função crucial na economia local, gerando oportunidades de emprego e contribuindo substancialmente para o desenvolvimento regional. Os depósitos auríferos desta região encontram-se inseridos no *Greenstone belt* de Crixás, situado no terreno Arqueano-Paleoproterozóico, alojado na Província Tocantins.

O termo *Greenstone belt* é usualmente utilizado para descrever terrenos alongados que consistem em rochas intrusivas e extrusivas de idade arqueana a proterozóica, composição ultramáfica a félsica, associadas a diferentes tipos de rochas metassedimentares (Furnes *et al.*, 2015). Os *Greenstone belts* são entidades geológicas extremamente variadas e complexas e registram múltiplos estágios de deformação, metamorfismo e metassomatismo. As pesquisas em *Greenstone belts* têm crescido exponencialmente nas últimas décadas tendo em vista que estes terrenos fornecem valiosas informações em diversos tópicos das ciências naturais, como a evolução da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera da Terra primitiva. O conhecimento avançado nos terrenos granito-greenstones também tem sido fundamental na exploração mineral, pois importantes depósitos de ouro e metais base estão comumente associados (Borges, 2016 apud Anhaeusser, 2014).

O Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás, localizado na porção centro-oeste do Estado de Goiás, é um fragmento alóctone de crosta arqueana-paleoproterozóica que foi amalgamado na margem oeste da Faixa Brasília durante o Ciclo Brasileiro (Jost *et al.*, 2013).

O terreno se estende por cerca de 18.000 km² e é composto por uma associação de complexos granito-gnáissicos (TTG; tonalito-trondhjemitó-granodiorito) e *Greenstone belts*. Os TTG constituem cerca de 80% do terreno e são representados pelos complexos Anta, Caiamar, Moqué, Hidrolina, Caiçara e Uvá. Os *Greenstone belts* constituem cerca de 20% do terreno e são representados na porção norte pelos *Greenstone belts* Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, e na porção sul, pelos *Greenstone belts* Faina e Serra de Santa Rita. As sequências supracrustais estão metamorfizadas em fácies xisto verde a anfíbolito e hospedam importantes depósitos epigenéticos de ouro da região (Borges, 2016 apud Jost *et al.*, 2014).

O *Greenstone belt* de Crixás é composto por rochas metavulcânicas e metassedimentares do Grupo Crixás, que se encontram metamorfizadas nas fácies xisto verde a anfíbolito inferior. A mineralização de ouro está preferencialmente hospedada na Formação Ribeirão das Antas,

composta por filitos carbonosos intercalados com mármores dolomíticos que possuem lentes de rochas siliciclásticas chamadas genericamente de metagrauvacas (Jost *et al.* 2019).

As zonas mineralizadas são estruturalmente controladas por falhas de empurrão de baixo ângulo que são denominadas, a partir da mais rasa para a mais profunda, como Estrutura V, Estrutura Palmeiras, Estrutura IV e Estrutura III.

De acordo com Jost *et al.*, 2010, pode-se encontrar ouro de três maneiras diferentes: lentes de sulfeto maciças, associado a sulfetos disseminados e a veios de quartzo. A Estrutura III, como a camada mineralizada mais profunda, contém veios de quartzo com elevada concentração de ouro. Entretanto, imediatamente abaixo dessa estrutura, existe uma ampla camada siliciclástica estéril, desempenhando um papel fundamental como ponto de referência no programa de exploração da mina e indicando o limite final das perfurações. Segundo Jost *et al.*, 2019, esse pacote massivo pertence a Formação Córrego Geral, sendo a última sequência sedimentar do *Greenstone belt* de Crixás.

No intuito de compreender mais detalhadamente a complexidade geológica do *Greenstone belt* de Crixás, foi realizado mapeamento em escala 1:15000, abrangendo uma área de aproximadamente 28 km², situada a sudoeste da área de exploração da Mineração Serra Grande, atingindo duas áreas alvo denominadas de Cantagalo e Dolomito, com o intuito de conhecer o potencial exploratório de mineralizações auríferas nos metadolomitos da área, através uma representação mais detalhada das unidades litológicas, estruturas geológicas e outros elementos relevantes do *Greenstone belt* de Crixás.

1.1 Objetivos e justificativas

O presente relatório integra um projeto colaborativo entre a Universidade Federal de Goiás e a AngloGold Ashanti - Mineração Serra Grande S/A (MSG), visando apresentar um estudo potencial exploratório de mineralização aurífera em metadolomitos por meio da caracterização dos tipos litológicos presentes no *Greenstone belt* de Crixás. Conduzido por meio de mapeamento em escala 1:10000, cobrindo uma área de aproximadamente 28 km² localizada a sudoeste da MSG, o relatório inclui descrições macroscópicas e microscópicas de amostras coletadas em campo, bem como descrições de testemunhos de sondagem de campanha exploratória. Foram realizados levantamentos de dados estruturais, seguidos pelo tratamento e interpretação dessas informações. Esses dados foram posteriormente empregados na análise de um modelo geológico tridimensional.

Essa região tem uma extensa história de desenvolvimento econômico associado a exploração do ouro que remarca ao início das primeiras bandeiras na região durante o século XVIII (Diniz, 2021). A porção majoritária do *Greenstone belt* localizado em Crixás é alvo de substancial exploração de raízes extrativistas que hoje, reintegram algumas entidades privadas de mineração que realizam a recuperação do minério de ouro, tais como a AngloGold Ashanti na Unidade Mineração Serra Grande, localizada a sul da cidade de Crixás.

A Mineração Serra Grande tem vasto campo de atuação no estudo e exploração do *Greenstone belt* de Crixás (Diniz, 2021), desenvolvendo a configuração e caracterização das mineralizações que são conhecidas hoje na região e atuando ativamente na expansão desse conhecimento através da amostragem, campanha exploratória, sondagem e mapeamento geológico que é realizado continuamente na atividade minerária *Greenfield* e *Brownfield*.

Os corpos mineralizados reconhecidos no *Greenstone belt* de Crixás são separados, segundo a equipe de Geologia de Exploração da AGA (AngloGold Ashanti), em 4 horizontes principais chamados de “estruturas” (AngloGold Ashanti, 2022): Estrutura III (separada em dois pacotes; superior e inferior), Estrutura IV, Estrutura Palmeiras e Estrutura V. Esses horizontes de minério possuem diversos corpos e lentes de alvos de exploração menores associados. A mineralização ainda é disposta na forma de 3 tipos de ocorrências (Ulrich *et al.*, 2021): lentes de sulfeto maciço, veios de quartzo e minério de sulfeto disseminado. Tais ocorrências estão dispostas distintivamente nas rochas metavulcânicas como metabasaltos, metariolitos e metadacitos, e nas rochas metassedimentares em fácies de xisto verde, metafilitos grafitosos e metadolomitos.

Localmente a região tem pouco conhecimento geológico desenvolvido e explorado, sobretudo nas porções localizadas ao sul da Unidade Mineração Serra Grande, onde a geometria e espacialidade das camadas ainda é debatida.

O mapeamento geológico é uma das principais ferramentas para desenvolver um entendimento completo e congruente de um local com potencial econômico mineralógico (Davies *et al.*, 2018), tratando-se não somente de uma abordagem exploratória como também científica e metodológica aos viés básicos de um componente de reconhecimento geocientífico avançado de características geológicas, estratigráficas, estruturais e tectônicas de determinado ambiente ou local.

Em sumo, esse trabalho se tratará de um mapeamento geológico-estrutural de detalhe em uma área composta de rochas metavulcanossedimentares Arqueanas-Paleoproterozoicas, além

de um estudo e avaliação de alvos mineralizados de ouro em metadolomitos com potencial econômico minerário.

1.2 Localização e Acesso

A área de interesse localiza-se no Município de Crixás, na região norte do Estado de Goiás, distando aproximadamente 360 km de Goiânia. A Figura 1 mostra as principais vias de acesso ao Município de quem parte de Goiânia, capital do Estado de Goiás.

O acesso ao local de pesquisa pode ser efetuado a partir de Goiânia por estradas asfaltadas, a saber, trecho de 98 km pela GO-080 (Goiânia – Nerópolis – Petrolina – São Francisco até o entroncamento com a BR-153), trecho de 105 km pela BR-153 até o acesso para Itapaci, trecho de 23 km no acesso para Itapaci pela GO-154, trecho de 66 km até a cidade de Santa Terezinha de Goiás e, posteriormente, último acesso de 33 km pela GO-347 até a cidade de Crixás.

O polígono da área mapeada é de aproximadamente 27 km² com uma orientação NW-SE e, em tela dista, se localiza cerca de 2 km do limite urbano da cidade de Crixás partindo na direção sudoeste pela GO-347, a oeste da Mineração Serra Grande operada pela AngloGold Ashanti (2024).

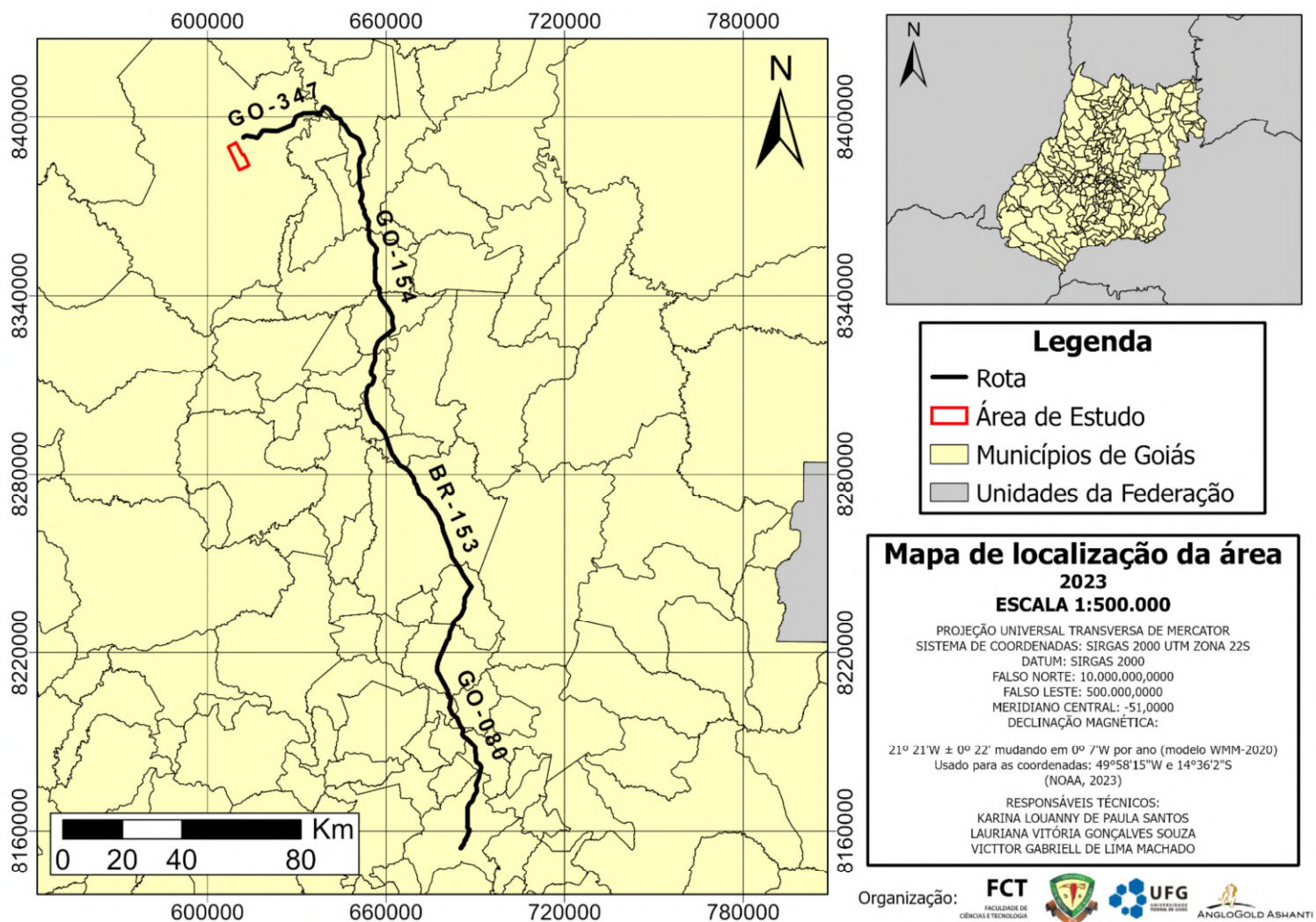


Figura 1. Mapa de localização da área

1.3 Aspectos fisiográficos

1.3.1 Clima

A porção noroeste do Estado de Goiás apresenta características climáticas específicas, influenciadas pela sua localização geográfica e topografia regional. Seguindo a classificação climática de Köppen, esta região é predominantemente caracterizada por um clima tropical, com variações sazonais marcadas.

O regime climático nesse bioma é notavelmente distinto ao longo do ano, com dois períodos bem definidos: uma estação seca, referida localmente como "inverno", abrangendo os meses de maio a setembro, e uma estação chuvosa, denominada "verão", estendendo-se de outubro a abril.

Durante a estação seca, há uma redução significativa nas precipitações pluviométricas, enquanto a estação chuvosa é marcada por um aumento substancial nas chuvas onde os níveis

pluviométricos podem chegar a 1.800 mm/ano. As temperaturas médias anuais na porção noroeste de Goiás giram em torno de 23 °C, refletindo um clima tropical moderado. Contudo, durante a estação seca, as temperaturas podem apresentar-se elevadas chegando a marcas de 40 °C.

1.3.2 Vegetação

A vegetação na região noroeste do estado de Goiás é comentada por Ribeiro & Walter (2008) como uma sintaxe refletida na influência do bioma cerrado, predominante na paisagem da região Centro-Oeste do Brasil.

O cerrado é caracterizado por uma diversidade de formações vegetais adaptadas a condições específicas de solo, clima e da disponibilidade de água no local. Entre os fatores que proporcionam os diferentes tipos de vegetações do bioma, estão as condições edáficas (pH, saturação por alumínio, fertilidade, entre outros), clima sazonal, condições hídricas, incluindo profundidades do lençol freático e dos solos, herbivoria, além de ações antrópicas, incluindo as frequentes queimadas.

O solo apresenta deficiência em nutrientes, mas é rico em ferro e alumínio. As plantas são de aparência seca, casca grossa, folhas pequenas e duras para minimizar a perda de água por transpiração, entre arbustos esparsos e gramíneas, a vegetação de maior porte encontra-se geralmente nas encostas e topos de colinas e morros.

As árvores do cerrado desempenham um papel fundamental no ecossistema do Cerrado. Elas ajudam a manter a biodiversidade do bioma, fornecendo abrigo e alimento para uma grande variedade de animais, incluindo aves, insetos, mamíferos e répteis. Além disso, ajudam a manter a qualidade do solo e a reter a água da chuva, contribuindo para a regulação do clima.

1.3.3 Hidrografia

Os principais usos dos recursos hídricos no Estado de Goiás (Figura 2) abrangem o abastecimento público, a irrigação, os distritos agroindustriais e as pisciculturas, conforme destacado por Borges. A Agência Nacional de Águas (ANA) identifica três regiões hidrográficas significativas no estado: Araguaia-Tocantins, Paraná e São Francisco. A região do rio São Francisco, embora vital, compreende menos de 1% da extensão territorial goiana. Por sua vez, a bacia do Rio Paranaíba abrange aproximadamente 41% da área do estado, enquanto as bacias dos rios Araguaia e Tocantins, localizadas no noroeste e norte de Goiás, somam aproximadamente 58% do território estadual (ANA, 2019).

1.3.4 Relevo

A configuração predominante do relevo em Goiás é abordada em compilado realizado pelo CODEVASP em 2021 (Caderno de caracterização do Estado de Goiás, 2021), sendo caracterizada por terrenos de baixa amplitude altimétrica, predominantemente planos. O ápice altimétrico do estado é representado pela Serra do Pouso Alto, cuja altitude atinge 1.676 metros acima do nível do mar.

Situado no Planalto Central do Brasil, o Estado de Goiás compreende uma variedade de feições geomorfológicas, incluindo chapadas, planaltos, depressões e vales. A topografia goiana apresenta diversas variações, abrangendo desde áreas de terrenos cristalinos sedimentares antigos até regiões de planaltos que foram moldadas por processos erosivos, além de áreas de chapadas. A diversidade geomorfológica é evidenciada pelas distintas características que compõem o relevo goiano, enriquecendo a compreensão da dinâmica e evolução do território. No oeste do estado estão concentradas as altitudes mais baixas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento desta monografia foi principalmente embasada em cartografia geológica. A cartografia geológica deste trabalho tiveram como base teóricas as técnicas e métodos descritos em McClay (1987), Lisle *et al.* (2014) e Medeiros & Rosa-Costa (2020). A metodologia utilizada na realização do mapeamento geológico consistiu em uma divisão de fases de estudos resumidas em etapas de pré-campo, campo e pós-campo.

2.1 Pré-campo

A etapa pré-campo iniciou-se com a delimitação da área de mapeamento em conjunto com a equipe de Geologia de Exploração da Mineração Serra Grande, baseando-se em campanhas de amostragem de solo já realizadas na região e em campanhas de sondagem exploratórias em andamento durante a realização do trabalho de campo em áreas próximas a garimpos históricos (Garimpo Cantagalo) cujos alvos eram estruturas mineralizadas em metadolomitos.

Após definição da área de estudo, foram realizados trabalhos de levantamento bibliográfico para coleta de dados literários detalhando e caracterizando a geologia regional e local de trabalhos publicados e internos sobre o *Greenstone belt* de Crixás na Mineração Serra Grande. Foram elaborados mapas de estudos fotointerpretativos da área alvo na escala 1:15.000,

incluindo: definição de zonas de domínios estruturais, zonas homólogas, georreferenciamento de estruturas, topografia e estudo de drenagens e acessos.

Com o plano de estudo definido, realizou-se a confecção de um cronograma de atividades (Tabela 1) de campo e escritório que foram realizadas em conjunto com a equipe de técnicos e auxiliares da Geologia de Exploração.

Fase	Cronograma de Atividades - TCA23										Mapeamento geológico	
	Etapas	Atividades	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
Preparação	Levantamento de Dados	Compilação de artigos	■									
		Descrição regional	■									
		Mapa topográfico	■									
	Preparação de Campo	Perfis Prévios	■									
	Levantamento Bibliográfico	Avaliação de amostragem		■								
		Tratamento de dados		■								
Desenvolvimento	Mapeamento geológico	1ª Etapa de campo		■	■							5/06 - 20/06 (128 horas)
	Análise e validação de dados	Avaliação da amostragem			■							
		Tratamento de dados			■	■						
Mapeamento geológico	2ª Etapa de campo				■	■						7/08 - 12/08 (48 horas)
Finalização	Confecção do relatório	Tratamento de dados					■	■				
		Interpretação de dados						■	■			
		Controle estrutural							■	■		
		Mapa geológico							■	■		
		Modelo litológico								■	■	
		Compilação de relatório									■	■
		Etapa final										■

Tabela 1. Cronograma de atividades para realização da monografia.

2.2 Campo

O mapeamento geológico foi realizado no decorrer dos meses de junho a setembro de 2023, com o auxílio de veículo e motorista disponibilizados pela Mineração Serra Grande. Utilizando a escala 1:15.000, inicialmente com idas a campo para reconhecimento de área visto que a região possui a mineradora de Ouro e muitas propriedades privadas, sendo sempre necessário ter a permissão dos subsidiários para entrada na propriedade. Posteriormente iniciou-se o mapeamento através da realização de perfis na área delimitada e elaboração de perfis. Durante essa etapa foram coletadas medidas estruturais, coordenadas, amostras para descrições litológicas e amostras para confecção de lâminas petrográficas, totalizando um total de 377

pontos. Os materiais utilizados foram: bússola brunton, GPS náutico portátil Garmin, martelo geológico, imã, escalímetro, mapas impressos e aplicativos telefônicos de geolocalização como Avenza Maps. No galpão da empresa foram realizadas as descrições litológicas de testemunhos de sondagem em campanhas recentes realizadas na área de estudo como os furos ESVESD0009 ESVESD0015 e ESVESD0023 totalizando 387 metros que foram necessários para um melhor entendimento litológico da área.

2.3 Pós-campo

Os dados coletados durante o mapeamento foram validados e integrados junto ao banco de dados da Mineração Serra Grande para definição das tratativas relacionadas ao estudo de prospecção da área. Foram utilizados para a confecção do mapa geológico, seções geológicas, colunas estratigráficas, descrições macroscópicas e petrográficas, estudos estruturais, elaboração de perfis e construção de modelo geológico 3D da área mapeada.

A confecção das 10 Lâminas petrográficas foi realizada no laboratório da UFMG em parceria com o Centro de Estudos Metalúrgicos da AngloGold Ashanti e descritas no laboratório da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás em Aparecida de Goiânia (FCT).

Para a construção do modelo geológico tridimensional, utilizou-se a modelagem implícita de mais de 9000 furos de sondagem do banco de dados interno da Mineração Serra Grande no software LeapFrog GEO (2023.1). O produto auxiliou na geração de um sólido tridimensional que possibilitou a integração dos estudos na área mapeada com as definições exploratórias do depósito como um todo, gerando melhor compreensão da delimitação espacial e geométrica das camadas litológicas.

As interpretações a respeito da geologia estrutural foram feitas a partir dos dados coletados em campo e de dados históricos obtidos pela equipe de geologia da Mineração Serra Grande (proprietária dos direitos minerários da área de estudo) construídos desde a década de 1980, que foram disponibilizados durante a elaboração do trabalho. Durante as análises dos dados estruturais foram realizadas construções de estereogramas das principais estruturas medidas em campo (Leapfrog) em conjunto com diagramas de rosetas de estruturas de fotointerpretação e com base nos registros fotográficos e das relações geométricas e geoestruturais observadas em campo.

A nomenclatura litoestratigráfica adotada neste relatório segue o padrão proposto por Medeiros & Rosa-Costa (2020) para definição de siglas de unidades estratigráficas. A correlação

dos nomes propostos com as definições utilizadas na Unidade Mineração Serra Grande no ano de 2024 seguem dispostas na tabela 2.

Correlações entre as Unidades Litoestratigráficas	
Mineração Serra Grande	Neste trabalho
VQZ	VQZ
QZS	QZS
MG	PP2cgMG
GXN	PP2raGXN
DOL	PP2raDOL
CXV	PP2raCXV
SEX	PP2raSEX
CANFX	MA β rvCANFX
CX	MA β rvCX
MBA	MA β rvMBA
BIF	MA μ caBIF
TX	MA μ caTX
SP	MA μ caSP
GRA	MAa

Tabela 2. Tabela de correlações estratigráficas entre as nomenclaturas utilizadas na Unidade Mineração Serra Grande e adotadas neste trabalho.

3 GEOLOGIA REGIONAL

3.1 PROVÍNCIA TOCANTINS

A Província Tocantins é uma unidade geotectônica formada no ciclo orogênico Brasileiro/Pan-Africano, Neoproterozoico, a partir da colisão entre os crátons Amazonas, São Francisco/Congo e Paranapanema (Figura 3). Está localizada no centro da Plataforma Sul-Americana, inserida no contexto de aglutinação continental do Gondwana Oeste (Almeida, 1977; Almeida *et al.*, 1981). Sua evolução é marcada por eventos de sedimentação em ambientes plataformais, sistemas do tipo arco de ilha, com magmatismo associado (e.g., Pimentel *et al.*, 1999; Marini *et al.*, 1981; Fuck, 1994; Dardenne, 2000) e metamorfismo relacionado à colisão e amalgamação de terrenos nas margens (Brito Neves & Fuck, 2014; Pimentel *et al.*, 2011; Pimentel, 2016).

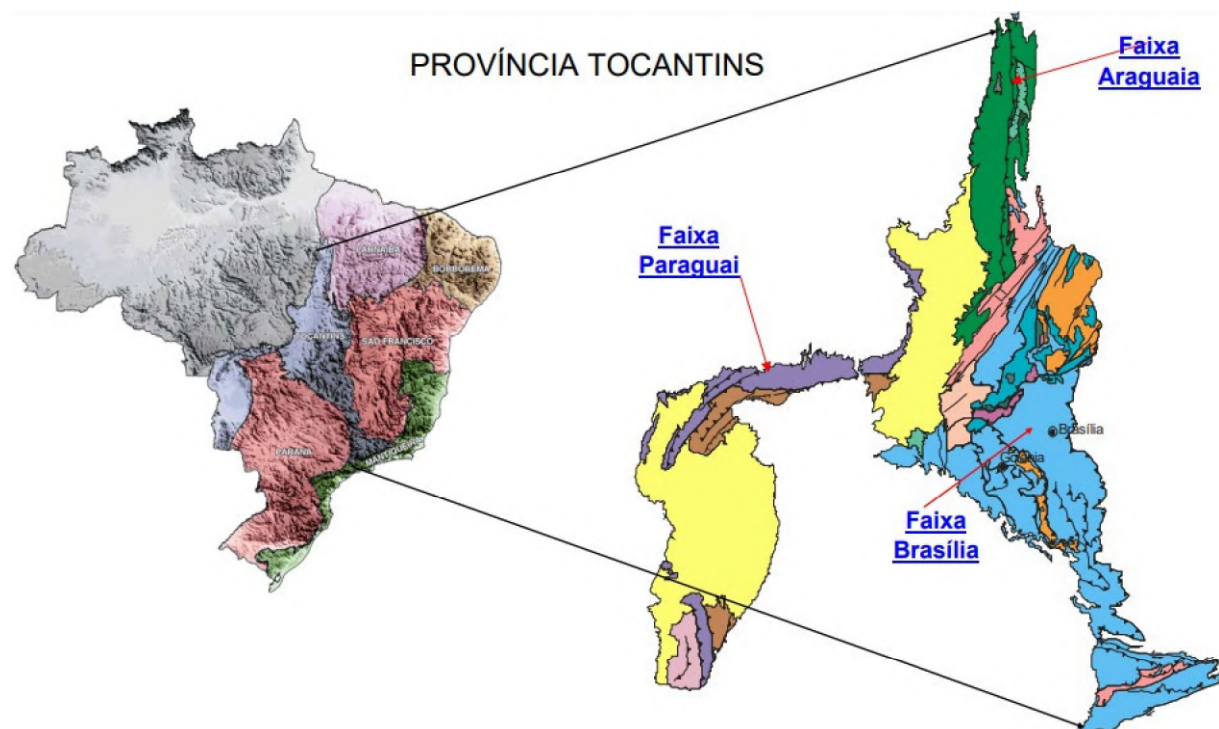


Figura 3. Ilustração esquemática da Província Estrutural Tocantins e suas principais faixas de dobramentos móveis. Joffre & Frasca, 2016.

Fuck *et al.*, (1994) apresentaram uma nova compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins (Figura 4) que se resumiu em: (a) Zona Cratônica; (b) Faixa Brasília (zona interna e externa); (c) Maciço de Goiás e (d) Arco Magmático de Goiás. Essas

subdivisões representam, respectivamente, a porção cratônica, os cinturões de dobramentos, um microcontinente envolvido na colisão, e uma faixa de acreção crustal (Pimentel & Fuck, 1992).

(a) Zona Cratônica: é representada por algumas exposições do embasamento e por coberturas fanerozóicas e pré-cambrianas, cuja deformação quando existente, é de caráter epidérmico.

(b) Faixa Brasília: consiste em cinturões de faixas móveis e de rochas supracrustais com intrusões graníticas, categorizados pelo seu grau de metamorfismo e assembleias minerais (zona interna e zona externa).

(c) Maciço de Goiás: é caracterizado por um embasamento granito-ortognaissico, faixas de *Greenstone belts*, granulitos, complexos máfico-ultramáficos e sequências metavulcanossedimentares.

(d) O arco Magmático de Goiás: é formado por sequências vulcanossedimentares com idades neoproterozóicas.

Pimentel (2016) considera o Arco Magmático de Goiás como componente inserido na Faixa Brasília, sendo uma de suas unidades tectônicas mais importantes e representativa de um dos mais expressivos episódios de acreção crustal juvenil durante a formação do continente Gondwana. É exposta em duas áreas principais que são separadas pelo Bloco Arqueano de Goiás. A porção a sul do Arco Magmático de Goiás é conhecida como Arco Magmático de Arenópolis, já a porção norte é chamada de Arco Magmático de Mara Rosa, sendo esta última estendida por centenas de quilômetros na direção NNE.

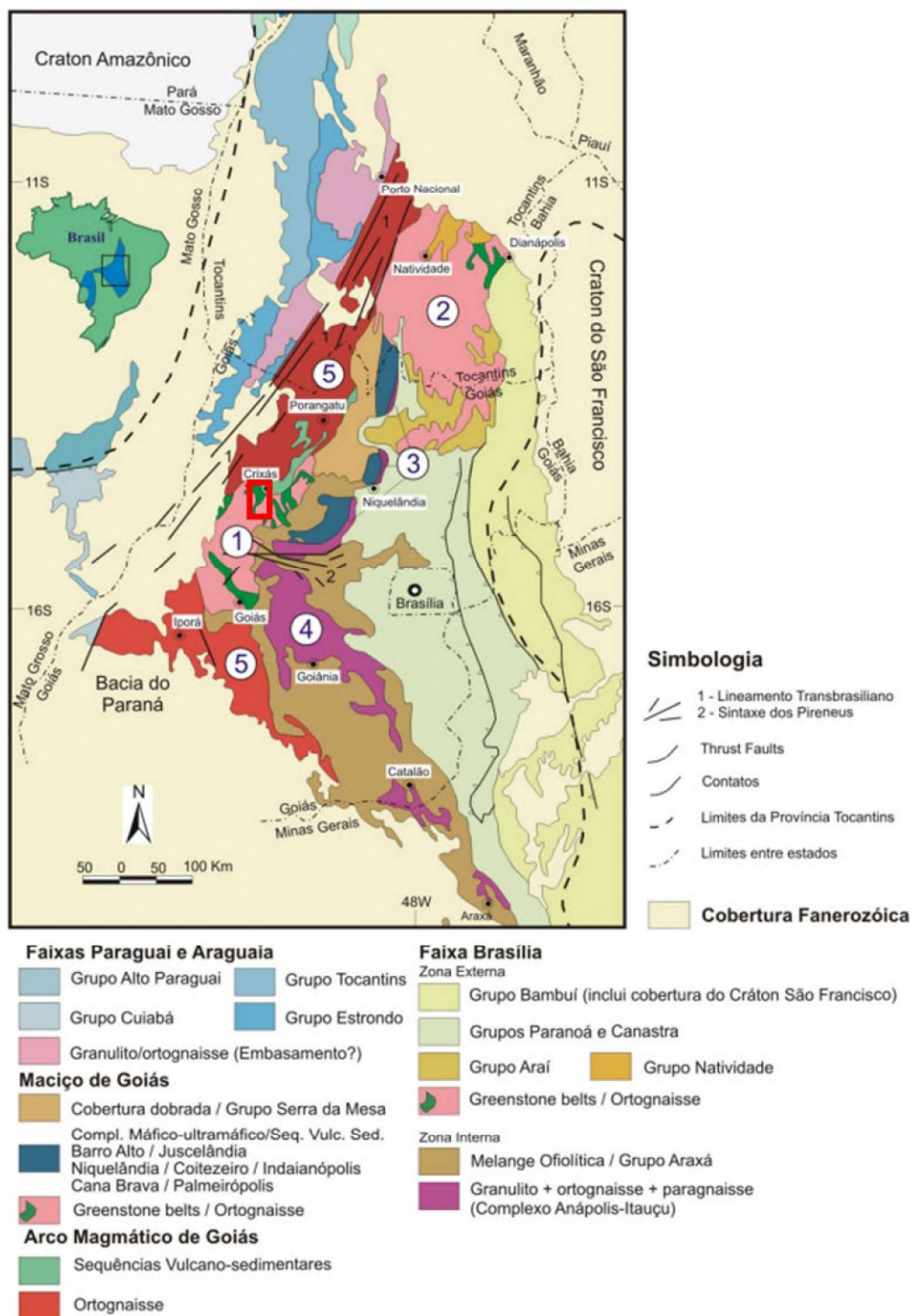


Figura 4. Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins com destaque para a área de estudo em vermelho. 1) Bloco Arqueano de Crixás-Goiás; 2) Terrenos Paleoproterozóicos de Almas-Natividade; 3) Complexos máficos-ultramáficos; 4) Complexo Anápolis-Itauçu; 5) Arco Magmático de Goiás. Modificado de Pimentel *et al.* 2004.

3.1.1 FAIXA BRASÍLIA

Localizada na porção oriental da Província Tocantins, a Faixa Brasília limita-se a leste com o Cratón do São Francisco, a sul com a Faixa do Alto Rio Grande, a sudoeste é recoberta

pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná e a oeste limita-se com o Maciço de Goiás. A faixa possui mais de 1000km na direção norte-sul e abrange o estado de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Tocantins (e.g., Pimentel *et al.*, 2004; Valeriano *et al.*, 2008; Pimentel, 2016).

Caracterizada por terrenos alóctones, fragmentos crustais e rochas metassedimentares cavalgadas sobre o Cráton São Francisco (Dardenne, 2000), que formam um conjunto de terrenos de empurrão crustal, com vergência para leste (Marini *et al.*, 1981; Fuck, 1994; Dardenne, 2000). Apresenta forma curvada e é dividida em dois segmentos, formados em momentos distintos durante sua evolução (e.g., Araujo-Filho, 2000) que compreendem: a) Faixa Brasília Norte cuja rochas estão estruturadas na direção NE-SW e; b) Faixa Brasília Sul, cuja estruturação principal é NW-SE (e.g., Valeriano 2008; Uhlein *et al.*, 2012; Araujo-Filho 2000).

A Faixa de Dobramentos Brasília tem seus principais terrenos separados por Pimentel (2016) em uma síntese que se resume em:

- Terrenos arqueanos granito-gnáissicos limitados por sequências de *Greenstone belts*;
- Terrenos de exposição do embasamento de idade paleoproterozóico. Englobam corpos isolados (como as Sequências Campinorte, Silvânia etc.) e corpos dispostos em amplas regiões (como o Bloco Crustal Natividade-Cavalcante, a Suíte Auruminas, o Grupo Araí, a Formação Ticunzal, etc.);
- Sequências supracrustais de idade meso-neoproterozóicas expostas em cinturões de dobras de empurrão e coberturas cratônicas (Grupos Araxá, Ibiá, Vazante, Paranoá, Canastra e Bambuí);
- Terrenos neoproterozóicos de alto grau expostos nos Complexos Anápolis-Itauçu e Uruaçu;
- Complexos máfico-ultramáficos acamadados de idade neoproterozóica (Complexos Niquelândia, Barro Alto e Cana Brava) e de idade indefinida (Complexos Juscelândia, Indaianópolis e Palmeirópolis);
- Uma colagem de arco juvenil de idade neoproterozóica definido como o Arco Magmático de Goiás.

Uma organização proposta por Laux *et al.* (2010) reúne o Terreno Arqueano, o Complexo Anápolis-Itauçu e os Complexos máfico-ultramáficos acamadados neoproterozóicos como uma unidade tectônica única; denominada Maciço de Goiás, ela é interpretada como um bloco alóctone amalgamado à porção ocidental da Faixa Brasília durante o Neoproterozóico.

Trabalhos recentes de autores envolvidos no estudo do orógeno (Pimentel 2016, Vieira 2016 e Martins-Ferreira 2017) consentem em segregar a Faixa Brasília em uma porção Norte e

uma porção Sul (Figura 5), com a inflexão dos Pirineus como ponto de discriminação geológica dos limites.

Uma síntese feita por Vieira (2016) engloba na porção Norte da Faixa Brasília as unidades litoestratigráficas de menor grau de metamorfismo e maior grau de conservação de indicadores das interrelações estratigráficas. Já na porção Sul reservam-se as unidades de maior grau metamórfico e, por consequência, de menor conservação e integridade dos indicadores primários.

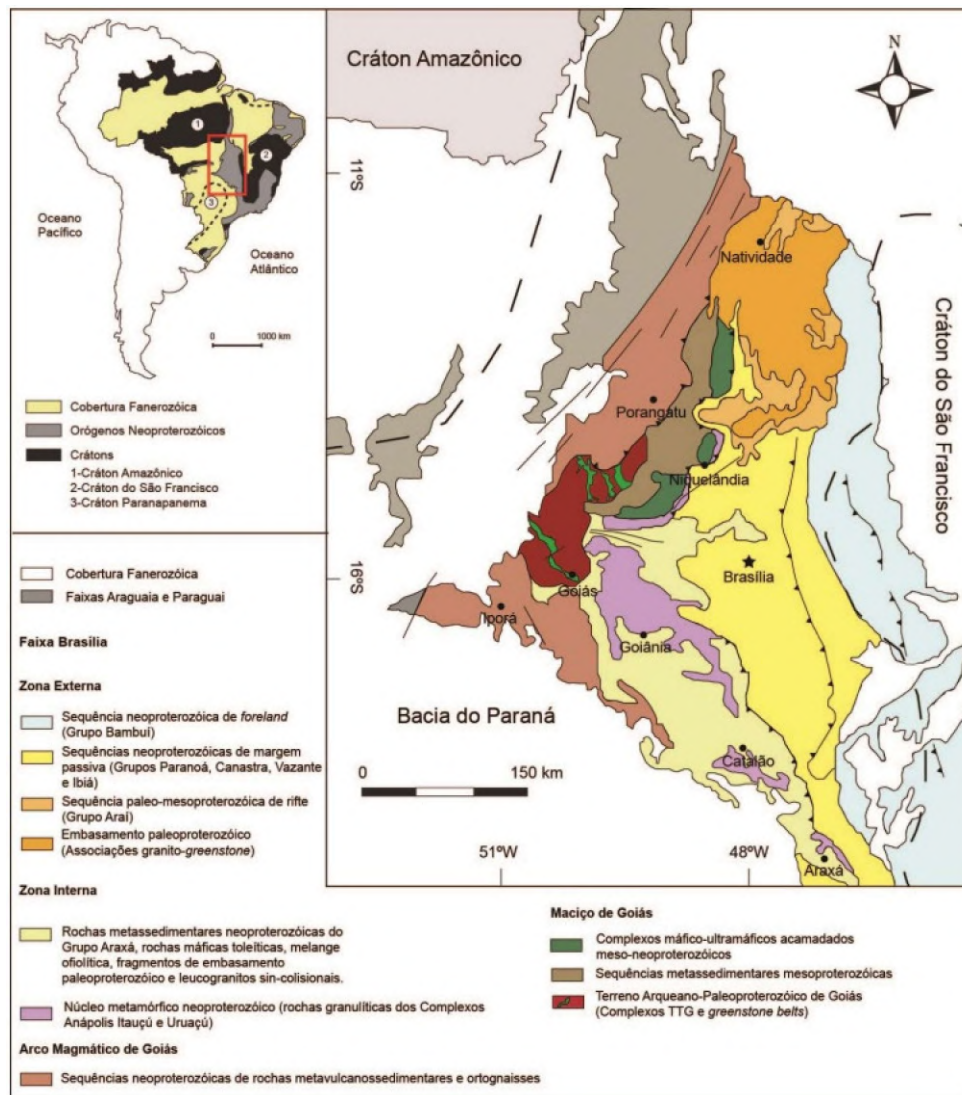


Figura 5. Esquematização da Faixa Brasília com suas principais subdivisões. Extraído de Borges, 2016 e adaptado de Pimentel *et al.* (2000).

3.1.1.1 Zona Interna

Zona Interna constitui-se de unidades alóctones do Grupo Araxá, contemplando ainda porções do embasamento cristalino fortemente envolvido com a tectônica brasileira como o

Maciço de Goiás e greenstones belts associados (Uhlein *et al.*, 2012), possuindo ainda domínios granulitizados e sequências vulcanossedimentares proterozóicas (Pimentel *et al.*, 2000).

3.1.1.2 Zona Externa

A Zona Externa da Faixa Brasília é composta por unidades metassedimentares que datam do Paleoproterozóico ao Neoproterozóico representadas pelos Grupos Araí, Traíras, Natividade, Paranoá, Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí (Dardenne, 2000), contemplando ainda porções do embasamento Arqueano-Paleoproterozóico que evidenciam rejuvenescimento devido à tectônica brasileira (Uhlein *et al.*, 2012).

3.1.1.3 Arco Magmático de Goiás

O Arco Magmático de Goiás localiza-se na porção central da Província Tocantins e representa uma das mais importantes unidades do Neoproterozóico da Faixa Brasília (Pimentel *et al.*, 2000). Sua extensão segue uma direção NE-SW e é geograficamente dividida em duas seções pelo Bloco Arqueano de Goiás: na porção norte o Arco Magmático de Mara Rosa e ao sul contém uma série de arcos coalescentes entre as cidades de Bom Jardim de Goiás até Pontalina, no sul de Goiás, definidos como Arco Magmático de Arenópolis (Araújo, 2012).

O Arco Magmático de Goiás é composto por corpos plutônicos e rochas supracrustais (cálcio-alcálicas de composição modal gabróica a granítica), com grande proporção de tonalitos, dioritos e granodioritos metamorfizados (Valeriano *et al.*, 2008). Valeriano *et al.* (2008) cita a presença de assinaturas isotópicas juvenis de Nd e Sr, que indicam o início da formação do AMG como um arco de ilha intra-oceânico imaturo (c. 0.89–0.80 Ga) caracterizado por intrusões dioríticas a tonalíticas associadas a vulcanismo cálcio-alcálico (Pimentel *et al.*, 2004). Essa fase inicial foi seguida (c. 0.80 Ga) pelas intrusões de extensivos corpos máficos-ultramáficos (os complexos Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto) que registram posteriormente (0.78–0.76 Ga) um evento metamórfico em fácies granulito (Pimentel *et al.*, 2004). O magmatismo do AMG continuou até o maior evento colisional, em cerca de 0.64 Ma (Pimentel *et al.*, 2004).

3.1.1.4 Maciço de Goiás

Este maciço é formado por rochas do Arqueano e do Paleoproterozóico. As faixas de greenstone de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás, Faina e Serra de Santa Rita, bem como os complexos gnaissicos associados de Uvá, Caiçara, Anta, Caiamar, Moquém e Hidrolina caracterizam o bloco Arqueano na parte sul do maciço (Pimentel *et al.*, 2000b). O bloco Paleoproterozóico é composto

de um embasamento ortognaissico coberto por rochas metasedimentares fortemente dobradas do grupo Serra da Mesa. Para leste encontram-se os complexos máficos-ultramáficos de Barro Alto, Niquelândia e Cana Brava e as sequências vulcano-sedimentares associadas de Juscelândia, Idaianópolis e Palmeirópolis, respectivamente, representam o limite leste do Maciço de Goiás. Similaridades entre os complexos máficos-ultramáficos sugere que eles foram originalmente formados por um corpo estratiforme contínuo e único, de quase 350 km de comprimento, interpretado como parte de um rift continental (Filho & Pimentel, 2000; Pimentel *et al.*, 2000b; Pimentel, Filho & Armstrong, 2004).

3.2 TERRENO GRANITO-GREENSTONE BELT

Os terrenos arqueanos perfazem cerca de 50.000 km² do setor meridional do Maciço de Goiás (Almeida 1968, Fuck *et al.* 1993, Fuck 1994), situam-se na porção central do estado de Goiás (Figura 6) e consistem em típica associação de complexos granito-gnaissicos e *Greenstone belts*. O segmento arqueano tem forma aproximadamente oval orientada segundo NE-SW e seus limites são inteiramente tectônicos. A norte está em contato com rochas metavulcânicas, metassedimentares e gnaisses do Arco Magmático de Goiás (Pimentel *et al.* 1997), a sul e sudeste com estreita faixa de rochas supracrustais da região de Mossâmedes, e a leste e nordeste com rochas metassedimentares atribuídas ao Grupo Araxá.

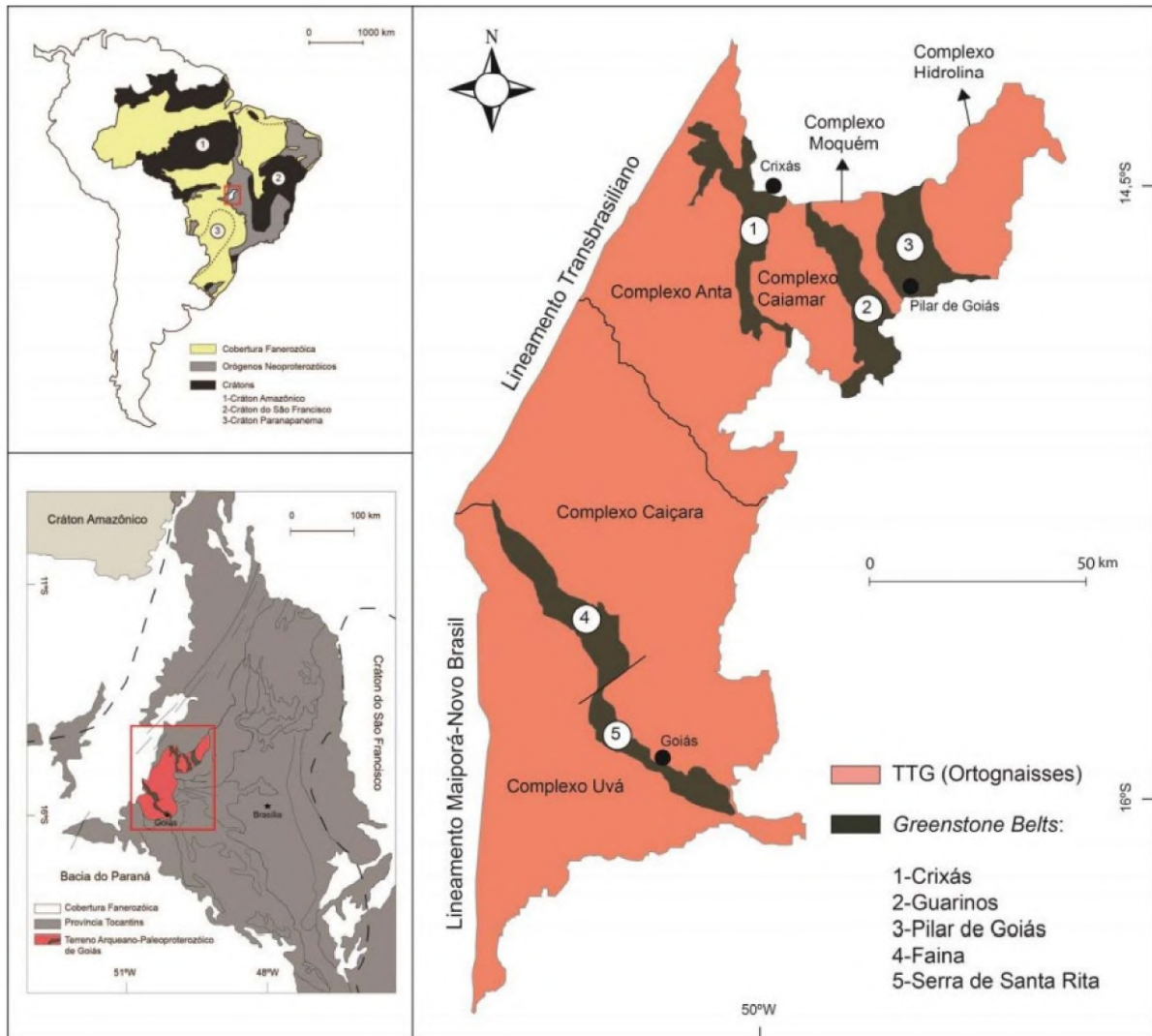


Figura 6. Principais subdivisões do segmento do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico do Estado de Goiás. Extraído de Borges, 2016.

Rodrigues (2011) propôs um modelo de evolução e sucessão estratigráfica (Figura 7) sobre os *Greenstone belts* do norte do Terreno Arqueano de Goiás através de dados bibliográficos de assinaturas geoquímicas das rochas supracrustais desses ambientes.

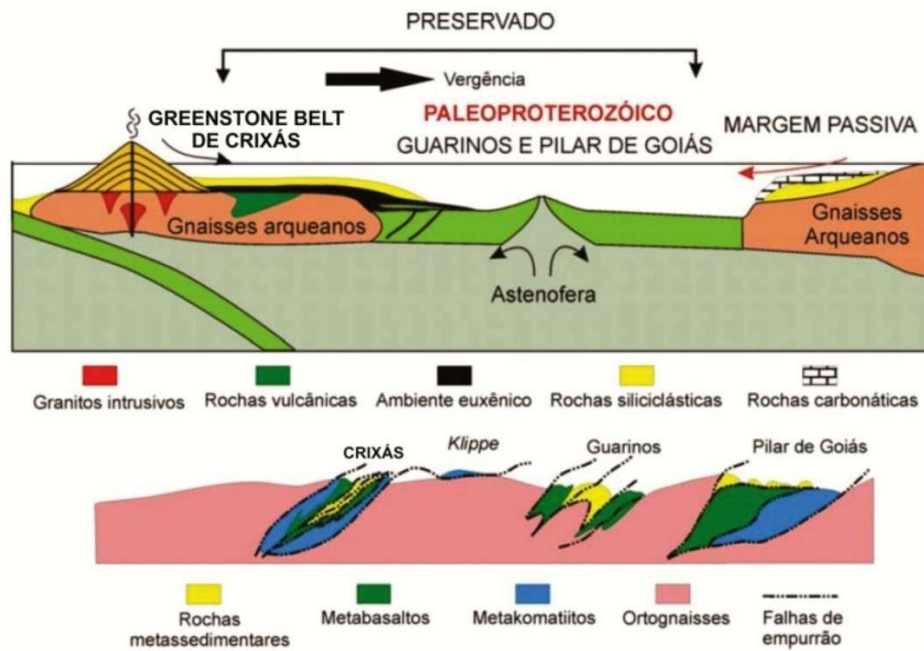


Figura 7. Esquema de evolução estimada para os *Greenstone belts* da porção norte do Bloco Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás. Extraído de Rodrigues (2011).

3.2.1 Complexos granito-gnáissicos (TTG's)

Os terrenos TTG's são divididos em seis complexos distintos, segundo seu arranjo estrutural, associações litológicas e idades (e.g., Jost *et al.* 1994a, Jost *et al.* 1994b; Jost *et al.*, 2013). Os complexos granito-gnáissicos perfazem cerca de 80% da região e derivam de protólitos tonalíticos, granodioríticos, graníticos e dioríticos subordinados. Quatro desses complexos situam-se na porção norte e são denominados, de oeste para leste, Complexo Anta, Complexo Caiamar, Complexo Moquém e Complexo Hidrolina, e dois na porção sul que, de norte a sul compreendem os complexos Caiçara e Uvã. Os representantes do norte estão separados pelos *Greenstone belts* de Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, respectivamente, já os complexos do sul estão delimitados pelos *Greenstone belts* Serra de Santa Rita e Faina. Diques máficos do Paleoproterozóico ocorrem em enxames ou isolados, bem como stocks graníticos do Neoproterozóico intrudidos nos gnaisses e, localmente, também nos *Greenstone belts* (Côrrea da Costa 2003 e Jost 2009).

O Complexo Anta limita-se a leste, na metade sul com o complexo Caiamar e ao sul com o *Greenstone belt* de Crixás; ao sul limita-se com o complexo Caiçara; ao sudoeste, sudeste, norte e nordeste com rochas do Proterozóico. Possui contato irregular a sinuoso com o *Greenstone belt* de Crixás e em poucos locais existem milonitos subverticais de direção N30°W a N20°W no contato (Vargas, 1992). Pode-se evidenciar uma pequena recristalização dos metakomatiitos,

metabasaltos e apófises dos granitóides adjacentes como resultado do metamorfismo de contato. O Complexo foi subdividido segundo (Vargas 1992) em ordem decrescente de abundância, de granodioritos, tonalitos e subordinado a estes o granito.

O Complexo Caiamar limita-se ao norte e sul com rochas metassedimentares proterozóicas. No limite oeste, a metade norte é o *Greenstone belt* de Crixás e a de sul é o Complexo Anta. Ao leste limita-se com o *Greenstone belt* de Guarinos. O contato com as rochas proterozóicas de norte consiste em uma rampa frontal de falha de empurrão, com convergência para sul (Jost, 2001). O contato do sul consiste em uma rampa lateral, com convergência para leste, e os demais contatos não são tectônicos (Jost *et al.* 1994 a). O complexo é subdividido em três unidades, que compreendem, de norte para o sul, os Gnaisses Crixás Açu, o Tonalito Tocambira e os Gnaisses Águas Claras.

O Bloco Moquém limita-se a oeste pelo *Greenstone belt* de Guarinos, a leste pelo *Greenstone belt* de Pilar de Goiás, a norte e sul por rochas do Proterozóico, que pertencem ao Grupo Araxá. Os limites são dados por falhas de empurrão, nos contatos norte e sul são por rampas laterais de direção E – W com vergencia para leste, ou por falhas transcorrentes, como nos contatos sudoeste com a faixa Guarinos e no contato a leste com a faixa Pilar de Goiás. As principais rochas formadoras por ordem de abundância segundo (Vargas 1992) e (Jost *et al.* 1994b) são gnaisses granodioríticos, gnaisses graníticos e gnaisses tonalíticos.

O Complexo Hidrolina, localizado à leste do *Greenstone belt* de Pilar, consiste em gnaisses granodioríticos a graníticos, subordinadamente tonalíticos (Queiroz, 2000; Kuyumjian *et al.*, 2004). Os granodioritos apresentam pouca variação textural e composicional, com o predomínio de granodiorito isotrópico, médio a grosso e localmente foliado (Kuyumjian *et al.*, 2004). Os gnaisses tonalíticos são mesocráticos, possuem bandamento composicional dado pela alternância de bandas leucocráticas e mesocráticas, mais ricas em biotita e/ou anfibólio. A idade do complexo foi estimada em 2785 ± 5 Ma, a partir de datações (U/Pb – SHRIMP) dos gnaisses granodioríticos (Queiroz *et al.*, 2008).

O Complexo Uvá, situado no sul do Maciço de Goiás, é dividido em dois domínios principais, Gnaiss Rio do Índio, que compreendem gnaisses dioríticos, tonalíticos e granodioríticos polideformados, e Gnaiss Rio Vermelho, composto por intrusões tabulares de monzogranitos e tonalitos, intrudidos por muscovita granito de idade Brasileira (Jost *et al.*, 2005).

O Complexo Caiçara é uma extensa região de gnaisses e intrusões granitóides que se estende até o limite setentrional dos *Greenstone belts* de Faina e Serra de Santa Rita, e a norte

faz limites com o Complexo Anta (Jost *et al.*, 1999). Formado por diversos corpos de gnaisses e intrusões de tonalito granodiorito e, subordinadamente, granito, médios a grossos com textura variando de granular ígnea a regiões bandadas na parte nordeste. Apesar de intrusivos, os seus contatos são marcados por falhas de empurrão.

3.3 GREENSTONE BELTS DE GOIÁS

Greenstone belt é um termo geológico que caracteriza terrenos com formas e dimensões variadas que consistem em sucessões supracrustais espaciais e temporalmente relacionadas. São compostos por rochas máficas-ultramáficas e metassedimentares frequentemente intrudidas por corpos granitóides, e com idades variando do Arqueano ao Proterozoico. (Condie, 1981 e Anhaeusser, 2014) A etimologia do termo é baseada na composição das rochas que compõem esses terrenos, que em maioria demonstram variedades de minerais verdes como serpentina, clorita, epidoto, actinolita e hornblenda, refletindo as principais assembleias de paragêneses de rochas máficas, as quais são comumente metamorfizadas em grau baixo a médio grau, raramente com exemplares em fácies de granulito (Furnes *et al.*, 2015).

Greenstones belts foram encontrados em todos os continentes com exceção da Antártida. Representam uma fonte significativa de recursos minerais valiosos, desempenhando um papel crucial na indústria de mineração. Essas formações geológicas são conhecidas por hospedar diversos depósitos minerais, destacando-se principalmente pela associação com ouro, metais de base como cobre, zinco, níquel, além de minerais de ferro.

Os *greenstones belts* do Bloco Arqueano/Paleoproterozóico de Goiás são terrenos alongados, dispostos de formas distintas, compostos por rochas extrusivas ultramáficas, máficas e félsicas geralmente associados a diferentes quantidades de rochas metassedimentares (Furnes *et al.*, 2015). São segmentados em: *Greenstone belt* de Crixás, Pilar, Guarinos, Faina e Serra de Santa Rita (Jost *et al.*, 1999), preservados como sinformes alongadas e limitados, pelas suítes TTG's mais antigas (e.g., Danni & Ribeiro 1978).

A estratigrafia geral destes *Greenstone belts* (Figura 8) pode ser resumida em: unidades metavulcânicas komatiíticas na base, seguido por metabasaltos toleíticos na porção intermediária, localmente com formações pelíticas, camadas ricas em manganês e intercalações de metachert, já no topo das sequências se aloca rochas metassedimentares variadas que remetem a sedimentações tipo de ambientes deltaicos proximais e distais de águas profundas (Jost *et al.* 2008). Estão metamorfizadas nas fácies xisto verde a anfíbolito inferior geralmente milonitizadas a ultramilonitizadas (Danni & Fuck, 1981).

A estratigrafia das rochas dos *Greenstone belts* de Goiás é apresentada em detalhe por Jost *et al.* (2014) que, baseado em estudos anteriores (e.g., Barbosa *et al.*, 1969; Danni & Ribeiro, 1978; Jost & Oliveira, 1991; Resende *et al.*, 1998 e Jost *et al.*, 2011), propôs colunas estratigráficas esquemáticas para cada um dos *Greenstone belts* do Bloco Arqueano/Paleoproterozóico de Goiás.

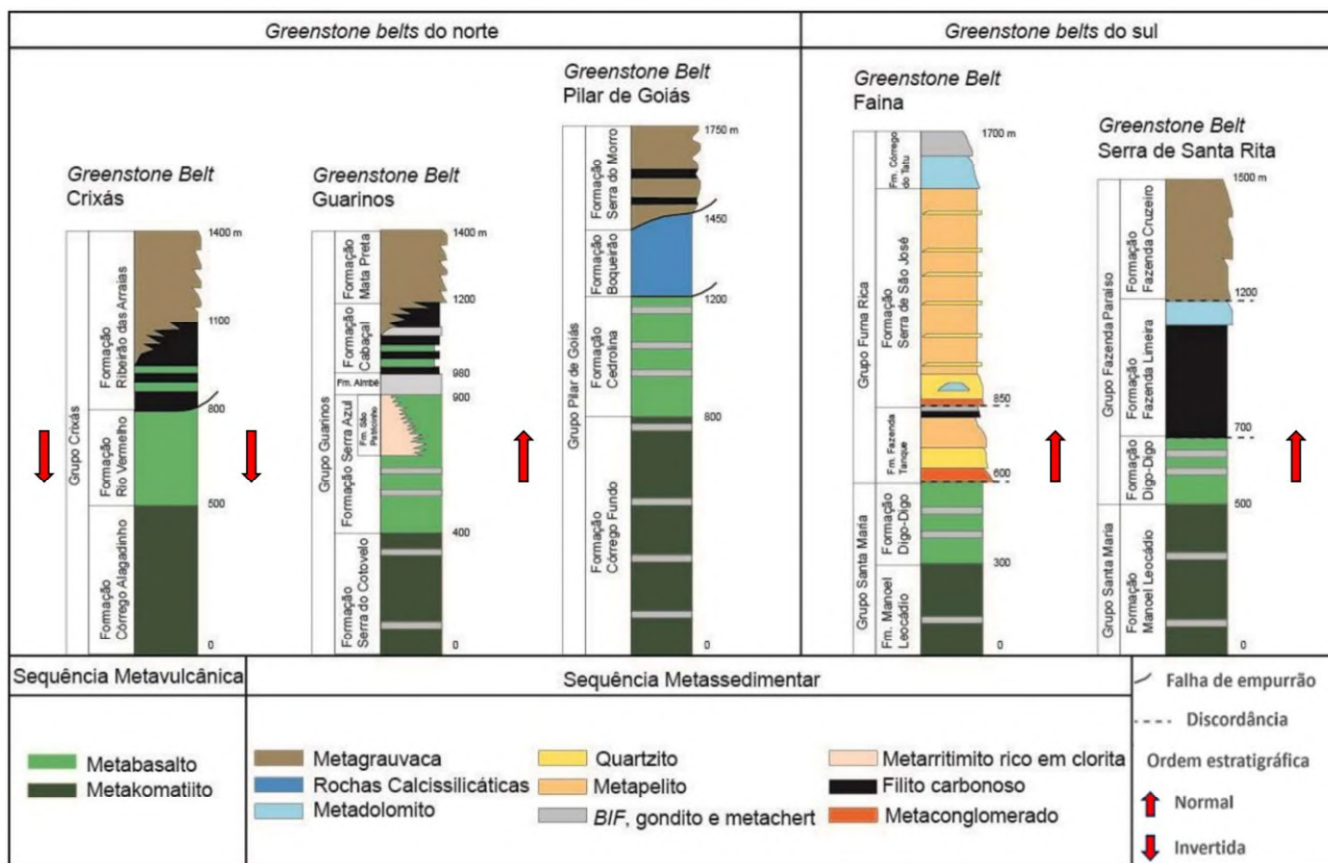


Figura 8. Colunas estratigráficas dos *greenstone belts* do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás (Extraído de Borges, 2016 e modificado de Jost *et al.*, 2014).

A Figura 9 apresenta um mapa de distribuição esquemática com os *Greenstone belts* que compõem a porção norte do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás, sendo eles, de oeste a leste: O *Greenstone belt* de Crixás, o *Greenstone belt* de Gurarinos e o *Greenstone belt* de Pilar de Goiás.

O *Greenstone belt* de Crixás (Figura 9 – A) apresenta orientação geral norte-sul, com cerca de 50 km de comprimento, aproximadamente 30 km em sua porção mais larga ao norte, estreitando-se em direção ao sul para 6km de largura, apresentando geometria curva e irregular (JOST *et al.*, 2019) Inicialmente a estratigrafia do Greenstone era dividida em três formações: Córrego Alagadinho, Rio Vermelho e Ribeirão das Antas. Mais recentemente uma nova divisão

estratigráfica foi proposta, considerando características líticas, ambiente deposicional e mapeamento de superfície e subsuperfície. Jost *et al.* (2019) sugerem a divisão em: Formação Córrego Alagadinho na base, com metakomatiitos, seguido por metabasaltos da Formação Rio Vermelho, a Formação Ribeirão das Antas passa a ser dividida, se mantendo apenas para os filitos carbonosos intercalados com dolomitos, e a nova Formação Córrego Geral passa a incorporar as rochas siliciclásticas no topo.

O *Greenstone belt* de Pilar de Goiás (Figura 9 – B) é formado por rochas que se estendem por uma faixa de aproximadamente 40 km segundo a direção N10°-20°W e localiza-se na porção nordeste do Bloco Arqueano Crixás-Goiás. A sucessão basal é composta por metakomatiitos e metabasaltos respectivamente Formações Córrego Fundo e Cedrolina, enquanto a porção superior é composta principalmente por metassedimentos das formações Boqueirão e Serra do Moinho (Jost e Oliveira, 1991). O *Greenstone belt* de Faina foi descrito por (Resende, 1999) e é composto pelo Grupo Furna Rica, dividido em Formação Fazenda Tanque, Formação Serra de São José e Formação Córrego do Tatu.

O *Greenstone belt* de Guarinos (Figura 9 – C) compreende uma estrutura antiforme, alongada com orientação segundo N10° - 30°W, com média de 23km de comprimento e 6km de largura. Limita-se a norte com rochas Neoproterozóicas por meio da Zona de Cizalhamento de Mandinópolis; a leste pelo Bloco Moquém; a oeste pelo Complexo Caimar e ao sul por rochas metassedimentares do Grupo Serra da Mesa (Jost *et al.* 2001). A estratigrafia do *Greenstone belt* de Guarinos foi inicialmente proposta e categorizada por Danni & Ribeiro (1978) mas, posteriormente, foi redefinida por Jost & Oliveira (1991). Sendo assim, a subdivisão da base para o topo, ficou definida em: Formação Serra do Cotovelo, Formação Serra Azul, Formação São Patricinho, Formação Aiambé e Formação Cabaçal.

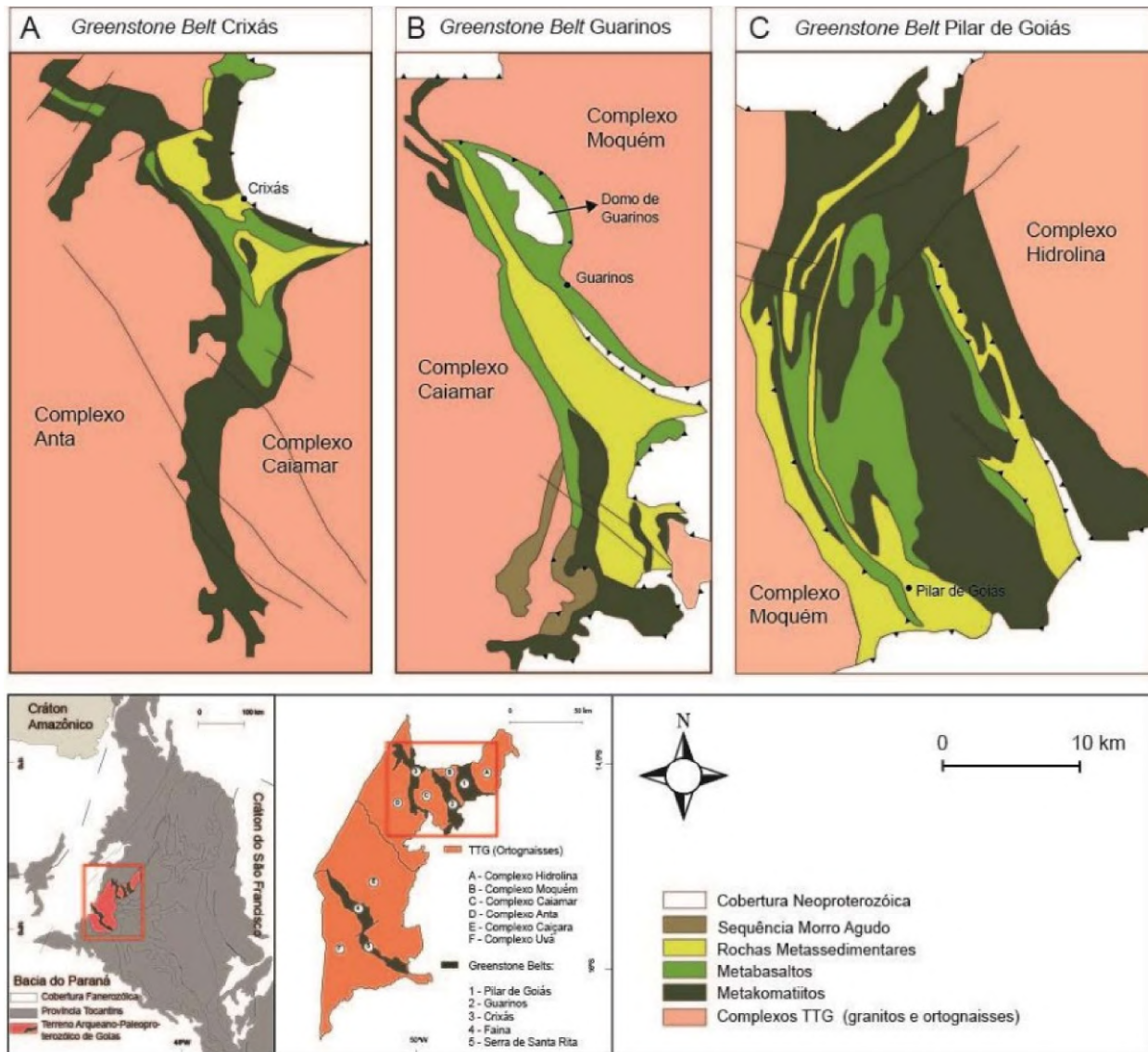


Figura 9. Mosáico de mapas de distribuição esquemática com os *greenstone belts* que compõem a porção norte do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás. (A) – *Greenstone belt* de Crixás. (B) – *Greenstone belt* de Guarinos. (C) - *Greenstone belt* de Pilar de Goiás. Extraído de Borges (2016) e adaptado de Jost *et al.* (2014).

Nos *greenstone belts* que compõem a porção sul do Terreno Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás (Figura 10) se destacam o de Faina e Santa Rita. As rochas de Santa Rita foram agrupadas por Danni *et al.* (1981) na Seqüência Santa Rita, posteriormente redefinida por Teixeira (1981) para Grupo Goiás, com a sugestão de que este poderia ser estendido também para a faixa de Faina. Subdivisões estratigráficas informais foram empregadas por Tomazzoli (1985), Tomazzoli & Nilson (1986) e Resende & Jost (1997) na Santa Rita e, em Faina, por relatórios inéditos de um mapeamento geológico coordenado por César Fonseca Ferreira Filho e

Ariplínio Antônio Nilson, realizado em 1988 por alunos do curso de graduação em geologia da Universidade de Brasília.

Os *Greenstone belts* de Faina e Santa Rita estão estruturadas em sinclínrios de direção N50° - 60°W e estão justapostos ao longo de uma faixa direcional N30°E, e juntas perfazem 33 cerca de 100km de comprimento e até 7km de largura. São alóctones confinados sobre os adjacentes complexos granito-gnáissicos Uva e Caiçara.

O *Greenstone belt* de Serra de Santa Rita (Resende, 1999), compreende o Grupo Fazenda Paraíso, subdividido da base para o topo em Formação Fazenda Limeira e Formação Fazenda Cruzeiro. A Formação Fazenda Limeira é composta por pacotes de xistos carbonosos com intercalações centimétricas a métricas de metapelitos puros ou de metacherts. Sobrepondo a Formação Fazenda Limeira se encontra a Formação Fazenda Cruzeiro, também descrita por Resende, (1999) e é composta por metarritmitos com níveis de quartzito arcoseano ou micáceo que transacionam para níveis de metapelito.

O *Greenstone belt* de Faina foi subdividido estratigraficamente por Resende *et al.* (1998) da base para o topo em: Formação Manoel Leocádio, Formação Digo-Digo, Formação Fazenda Tanque, Formação Serra São José e Formação Córrego do Tatu.

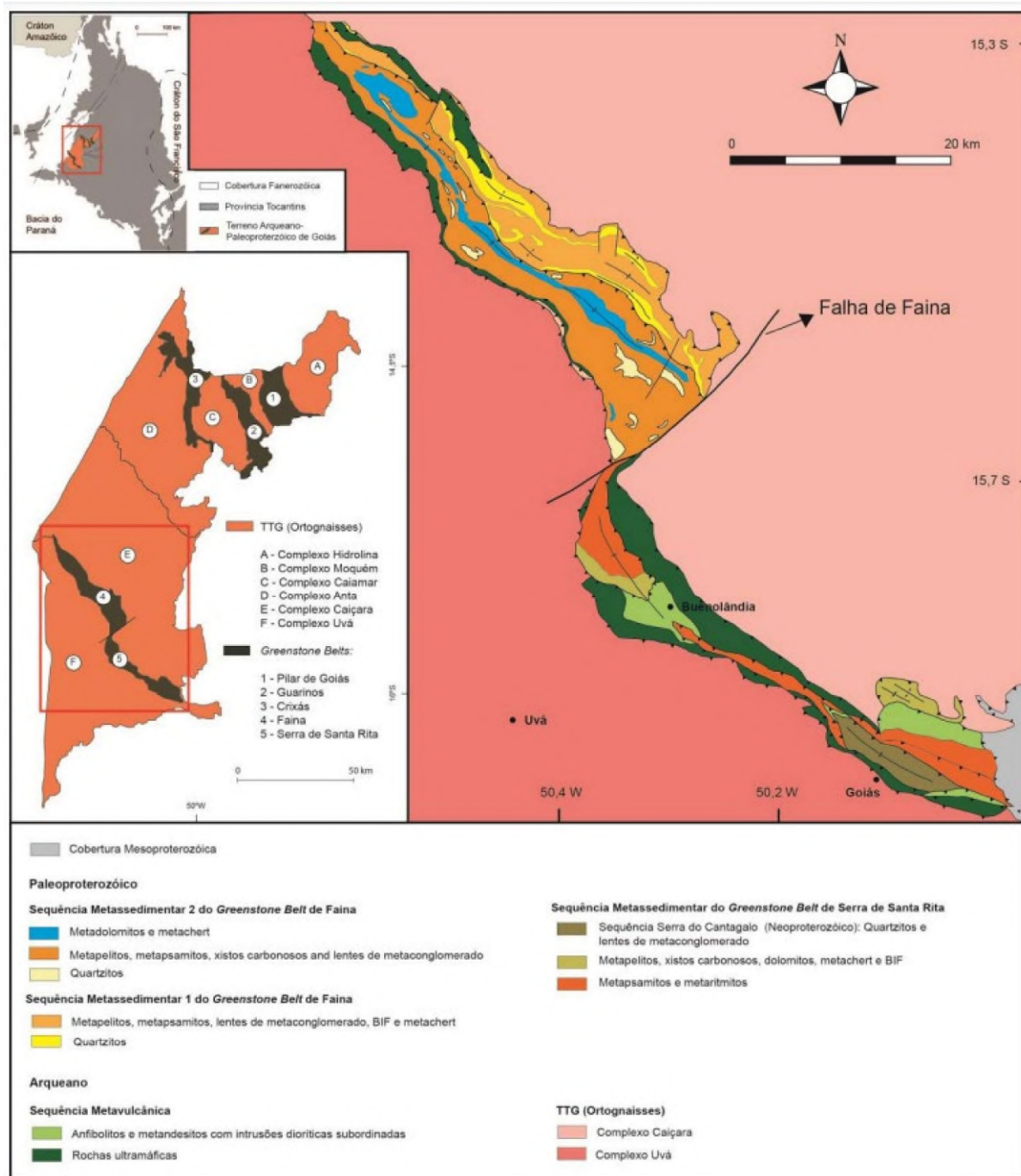


Figura 10. Mosáico de mapas de distribuição esquemática com os *greenstone belts* que compõem a porção sul do Terreno Arqueano-Paleoproterozoico de Goiás. Extraído de Borges (2016) e adaptado de Jost *et al.* (2014).

3.4 GREENSTONE BELT DE CRIXÁS

3.4.1 Trabalhos Prévios

Danni & Ribeiro (1979) nomearam as sequências vulcanossedimentares localizadas a aproximadamente 35 km da região norte de Crixás como *greenstones belts* e os agruparam com a denominação de Grupo Pilar de Goiás. Sabóia (1979) subdividiu o grupo em três unidades

informais, a unidade inferior composta por metakomatiitos, a intermediária de metabasaltos e a superior de rochas metassedimentares. Sabóia et. al (1981) renomeou formalmente estas unidades respectivamente como

Posteriormente, Jost & Oliveira (1991) descreveram cada faixa litoestratigráfica da porção norte como uma entidade estratigráfica diferente, e as separaram em grupos nomeando-as de: Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, considerando a divisão de Sabóia et. al (1981) dentro do Grupo Crixás. Jost (2019) desmembrou os metassedimentos da Formação Ribeirão das Antas e criou uma unidade superior que categorizou como Formação Córrego Geral, composta por metagrauvasas ritmicamente depositadas.

3.4.2 Estratigrafia do *Greenstone belt* de Crixás

O *Greenstone belt* de Crixás (Figura 11) se localiza no extremo noroeste do bloco Arqueano de Goiás, tem cerca de 30 km de comprimento segundo N-S e até 6 km de largura, apresentando geometria curva e irregular (JOST *et al.*,2019) e se limita a oeste com o Complexo granito-gnássico Anta, a leste com o Complexo Caiamar e a norte-nordeste com rochas metassedimentares da Sequência Mara Rosa (Pimentel *et al.* 1997, Lacerda Filho *et al.* 1999) pertencentes ao Arco Magmático de Goiás por meio de falha de empurrão denominada de Zona de Cisalhamento Mandinópolis (Jost *et al.* 2001).

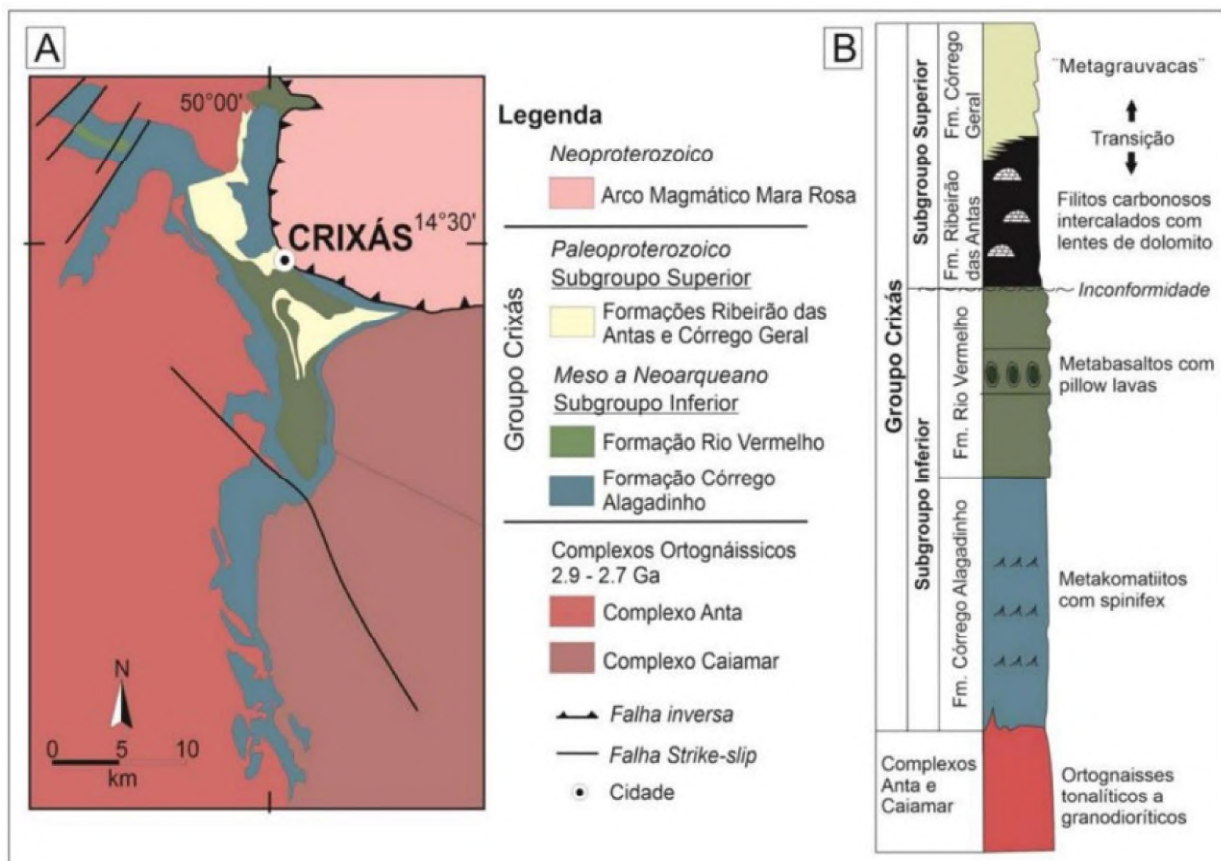


Figura 11. (A) – Mapa geológico do *Greenstone belt* de Crixás. (B) – Estratigrafia do *Greenstone belt* de Crixás. Extraído de Ferreira *et al.* (2020) e modificado de Jost *et al.* (2019).

O *Greenstone belt* de Crixás é constituído por uma sequência metavulcanossedimentar metamorfizada denominada de Grupo Crixás (Jost & Oliveira, 1991) que é composto, da base para o topo pelas formações:

- Córrego Alagadinho, com metakomatiitos com intercalações de formações ferríferas, diques e soleiras de peridotitos e piroxenitos);
- Rio Vermelho composta por metabasaltos com intercalações de formação ferrífera e/ou manganésifera bandada dique e soleiras de gabros e peridotitos);
- Ribeirão das Antas, que representa filitos carbonosos com intercalações de metachert e lentes de mármore, metagrauvacas, filitos com granadas e localmente filitos com cloritoides (Sabóia, 1979).

Uma nova divisão estratigráfica para a Formação Ribeirão das Antas foi proposta por Jost *et al.* (2019) considerando características líticas, ambiente deposicional e mapeamento de superfície e subsuperfície. Jost *et al.* (2019) sugerem em seu estudo que a organização estratigráfica do *Greenstone belt* de Crixás constitua: na Formação Córrego Alagadinho na base

com metakomatiitos, seguido por metabasaltos da Formação Rio Vermelho e a Formação Ribeirão das Antas passa a ser dividida em duas, se mantendo apenas para os filitos carbonosos intercalados com dolomitos, e a nova Formação Córrego Geral passa a incorporar as rochas siliciclásticas no topo. A Formação Córrego Geral é composta por metagrauvacas que consistem em uma variedade de metarenitos impuros, com coloração cinza a cinza-escuro de granulometria média a fina que gradam verticalmente e lateralmente para metasiltitos, devido às condições de energia variável na deposição da bacia (Jost *et al.*, 2019).

A Formação Córrego Alagadinho é representada por metakomatiitos, localmente com feições primárias tais como texturas spinifex e disjunções poliedrais (Sabóia e Teixeira, 1980; Teixeira *et al.*, 1981; Montalvão *et al.*, 1982; Sabóia e Teixeira, 1983). É composta por xistos, com proporções variadas de serpentina, clorita, talco e tremolita, subordinadamente, magnetita. Intercalações metassedimentares são raras e compreendem formações ferríferas, metacherts, xistos carbonosos e clorita-cloritoide xistos (Yamaoka e Araújo, 1988). O contato entre as formações Córrego Alagadinho e Rio Vermelho é em geral, brusco, mas pode ser gradacional com alternâncias de rochas metavulcânicas ultramáficas e máficas. Datações Pb/Pb e Sm/Nd nos metakomatiitos forneceram respectivamente idades de 2.726 ± 140 Ma e 2.825 ± 98 Ma. (Arndt *et al.*, 1989).

A Formação Rio Vermelho é constituída por metabasaltos toleíticos, que localmente mostra estruturas de *pillow-lava*, vesículas, amígdalas e variólas (Teixeira *et al.*, 1981; Montalvão *et al.*, 1982). Os metabasaltos consistem de rochas maciças e xistosas com porções variadas de anfibólio, clorita e carbonato. Intercalações metassedimentares compreendem formações ferríferas, xistos carbonosos e rochas meta-ultramáficas (Yamaoka e Araújo, 1988; Fortes e Nilson, 1991). O contato entre as Formações Rio Vermelho e Ribeirão das Antas é em geral gradacional, com a alternância entre metavulcânicas e xistos carbonosos (Theodoro e Jost, 1994).

A Formação Ribeirão das Antas é um pacote de rochas metassedimentares de origem detrítica, subordinadamente química, por vezes com contribuição vulcânica (Yamaoka e Araújo, 1988). As rochas metassedimentares detríticas consistem de xistos carbonosos, xistos granatíferos e xistos feldspáticos (metagrauvacas), localmente com estruturas primárias como laminação e estratificação cruzada e estruturas de corte-e-preenchimento. As rochas químicas são mármore dolomíticos com estruturas primárias, tais como esteiras algálicas e oólitos. Os mármore podem ser maciços, delgados ou laminados, localmente com matéria carbonosa (Yamaoka e Araújo 1988; Magalhães *et al.* 1988; Fortes e Nilson 1991). Theodoro e Jost (1994),

interpretam que a sedimentação da Formação Ribeirão das Antas iniciou em ambiente anóxico (xistos carbonosos), ocasionalmente interrompida por vulcanismo básico, e foi gradualmente substituída por condições de plataforma carbonática rasa, rapidamente sufocada por sedimentos detríticos finos, progressivamente mais grossos de ambiente de alta energia.

A Formação Córrego Geral foi proposta por Jost *et al.* em 2019, sendo a mais recente subdivisão das rochas siliciclásticas do Grupo Crixás (Figura 12). Segundo mesmo autor, devido a homogeneidade litológica da nova formação, podemos considerar toda uma área tipo onde a Formação Córrego Geral aflora (no núcleo da dobra antiforme do Rio Vermelho). A formação consiste em metagrauvacas que se intercalam com filitos carbonosos que ficam menos frequentes de base para topo. É parte da última contribuição siliciclástica do Grupo Crixás.

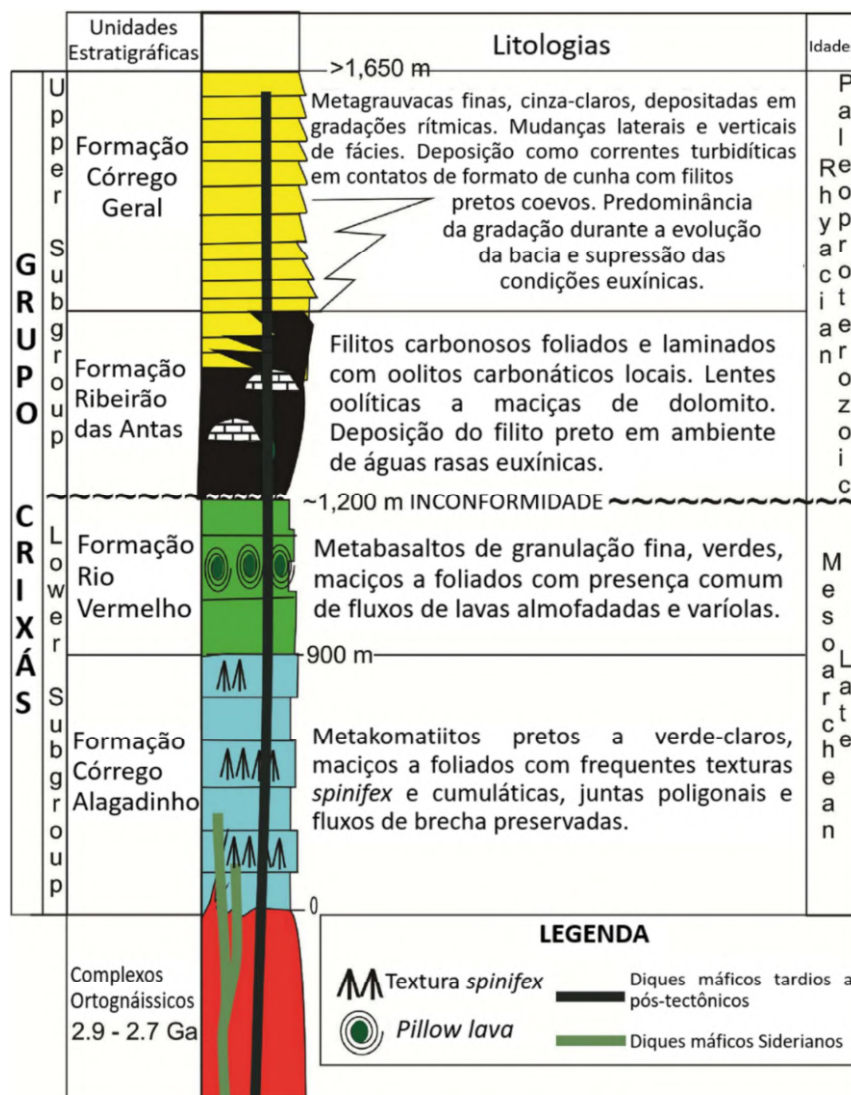


Figura 12. Coluna estratigráfica esquemática do *Greenstone belt* de Crixás com espessuras de camadas estimadas. Jost *et al.*, 2019.

3.4.3 Contexto Geoestrutural

De acordo com Jost *et al.* (2010) as rochas do *Greenstone belt* de Crixás foram afetadas por, no mínimo, quatro eventos deformacionais. Em função da sobreposição de eventos do Transamazônico e Brasileiro e variedade litológica, o controle estrutural torna-se complexo. A feição triangular do Greenstone é associada a ascensão diapírica de material granítico na forma de domo na periferia da sequência vulcano-sedimentar, provocando inflexões em suas bordas, resultando na atual configuração do GB.

Segundo Jost *et al.* (2010) o evento mais antigo, denominado D1, originou dobras regionais, estreitas e isoclinais. O evento D2 gerou dobras recumbentes à semi-recumbentes, expostas nos xistos carbonosos e metagrauvascas. Este segundo evento foi responsável pela inversão estratigráfica da sequência, evidenciada pela posição dos metakomatiitos sobre os metabasaltos, e estes, sobre os metassedimentos.

A Figura 13, elaborada por Bogossian em 2020, apresenta um esquema abrangente da evolução tectônica dos três *greenstone belts* localizados na porção norte do Terreno Arqueano de Goiás.

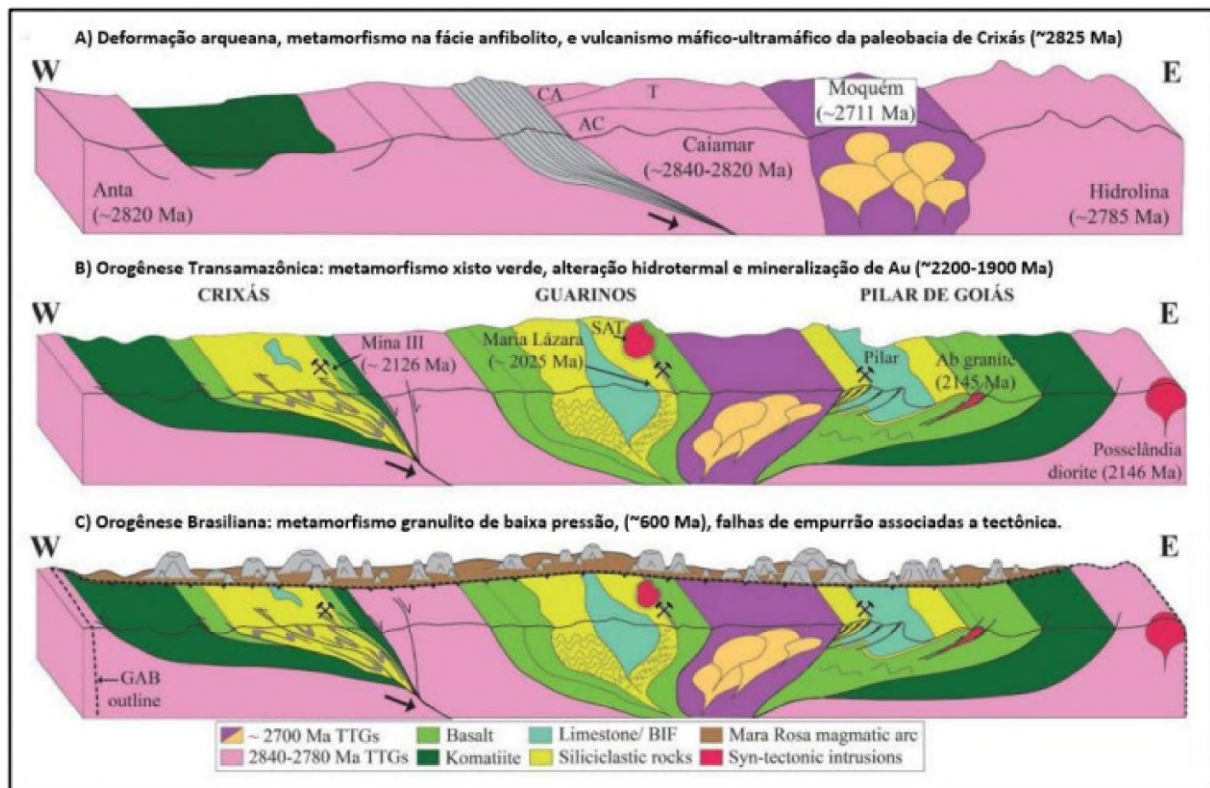


Figura 13. Representação esquemática da evolução tectônica do Bloco Arqueano de Goiás (GAB) ao norte, abrangendo os períodos Arqueano (A), Paleoproterozoico (B) e Neoproterozoico (C), com ênfase na Orogenia Brasiliana. No contexto da seção A, as abreviações associadas ao terreno Caiamar TTG incluem Crixás-Açu (CA), Tocambira (T) e Águas Claras (AC). Bogossian, 2020.

O terceiro evento D3 resulta de uma compressão norte-sul que sobrepôs as rochas neoproterozóicas do Arco Magmático de Mara Rosa ao *greenstone belt* no limite norte. Deste evento também foram geradas dobras recumbentes à semi-recumbentes com vergência para SW, além da remobilização do ouro e remodelagem dos corpos de minério com direção da camada para NW, bem como pela recristalização parcial dos envelopes de alteração hidrotermal de alguns desses corpos, devido à reativação das falhas de cavalgamento de segunda ordem (JOST *et al.*, 2010).

O evento D4 resulta de uma compressão E-W que originou uma leve ondulação do *Greenstone belt* de Crixás, formando uma clivagem de ondulação (JOST *et al.*, 2010). Os eixos de crenulação e de “Kink” são frequentemente coincidentes com a direção principal norte - sul nas três sequências vulcano-sedimentares do Terreno. Notam-se ainda algumas variações locais com predominância de orientação N20°-40°W e N30°-40°E.

4 GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Fotogeologia

O trabalho de fotogeologia é um processo importante na etapa pré-campo, consistindo na interpretação inicial de fotos aéreas da região para uma melhor caracterização de todas as unidades a serem mapeadas. Esse processo de estudo identifica diversos elementos geológicos expostos nessas imagens com o propósito de cartografar e elucidar possíveis problemas geológicos (Arcanjo, 2011).

A fotointerpretação foi realizada utilizando imagens geoprocessadas e refinadas do tipo SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) e pacote de dados e imagens MDT (Modelo Digital de Terreno) para a produção das imagens utilizadas na fotointerpretação pré-campo. Os dados utilizados no SRTM foram obtidos através das imagens geradas pelo sensor PALSAR do satélite ALOS, disponíveis gratuitamente na plataforma da USGS (2023). Os dados do MDT são provenientes de uma constelação de satélites com bandas pancromáticas da MAXAR que são disponibilizados pela ESRI no software ArcGIS Pro, esses satélites incluem, até a data de confecção dos mapas (2023), os equipamentos: WORLDVIEW-1, WORLDVIEW-2, WORLDVIEW-3 e GEOEYE-1. Outros dados utilizados nos conjuntos de imagens são referentes ao sensor CNES/Airbus do satélite Landsat disponíveis no software GoogleEarth™ de acesso gratuito na rede de internet aberta.

A partir da interpretação dessas imagens houve a elaboração do mapa base para dimensionar e delimitar as seguintes propriedades: relevo, zonas de falhas e fraturas, lineamentos

e alinhamentos geoestruturais, curvas de nível, drenagens, acessos, sedes de fazendas, vegetação e organização de apoio logístico.

4.1.1 Fotointerpretação

A fotointerpretação das imagens de satélite em cor verdadeira da área apresentam dados substanciais quanto à superfície atual, dispersão da vegetação e coloração do solo/tipos de provável uso do solo (lavoura/pastoreio e reserva). A composição infravermelha realça a densidade da vegetação, as rugosidades do terreno, declividade e altimetria, além da reflectância das estruturas aflorantes utilizados para extrair informações como zonas de falhas, fraturas e lineamentos. A partir da análise desses dados foram elaborados os mapas cartográficos base utilizados nesse trabalho, com curvas de nível da área, drenagens, acessos e sedes de fazendas (Apêndice IV, V e VI).

Na área estudada, o terreno é composto por grandes zonas aplainadas, ocasionalmente relacionadas com pequenos vales com cotas mínimas de 370 m e morros moderadamente acidentados nas zonas setentrionais e extremo sudeste que alcança a altitude de até 620 m.

O uso do solo é principalmente relacionado com agropecuária e áreas de preservação, em reserva legal para propriedades rurais e áreas de compensação e preservação para limites dentro das unidades de mineração. A vegetação compõe um mosaico de pastos abertos de gramíneas segmentados por ocasionais pontos de mata densa ou “pasto sujo” intercalados com algumas “ilhas” de reserva de mata nativa do tipo cerrado.

A bacia hidrográfica é composta por diversas nascentes interligadas no Rio Vermelho, principal afluente local da Bacia do Rio Crixás-Açu.

4.1.2 Interpretação Fotoestrutural

Utilizando os dados coletados na fotointerpretação foi elaborado um mapa fotoestrutural classificando as estruturas em lineamentos, alinhamentos, fraturas, falhas e foliações (Apêndice III). Esses dados foram tratados utilizando um realce de contraste baseado em exageros de variância de coloração atrelados a um conjunto de valores topográficos (Hillshade).

Os principais alinhamentos de relevo estão orientados na direção NW-SE. As foliações fotointerpretadas estão orientadas principalmente na direção NW-SE, N-S e NE-SW, e são concordantes com as foliações e alinhamentos estruturais descritos pela literatura da região.

4.1.3 Mineralizações

As mineralizações no *Greenstone belt* de Crixás são amplamente influenciadas por um forte controle estrutural, sendo frequentemente encontradas em regiões caracterizadas por falhas e zonas de cisalhamento. Mineralizações de ouro ocorrem em três formas majoritárias: ouro livre em veios de quartzo associados a sulfetos, lentes de sulfeto maciço e sulfetos disseminado. Essas mineralizações foram estudadas desde a década de 80 e foram classificadas pelo time histórico de geólogos que participaram da Mineração Serra Grande em quatro componentes principais nomeados de “Estruturas” e, classificados do topo para a base da sequência em: Estrutura V, Estrutura Palmeiras, Estrutura IV, Estrutura III Zona Superior, Estrutura III Zona Inferior, Estrutura II e Estrutura I (Castoldi, 2018).

Na área mapeada ocorrem a Estrutura V, Estrutura Palmeiras, Estrutura IV, Estrutura III Zona Superior e Estrutura III Zona Inferior, como representado na figura 14.

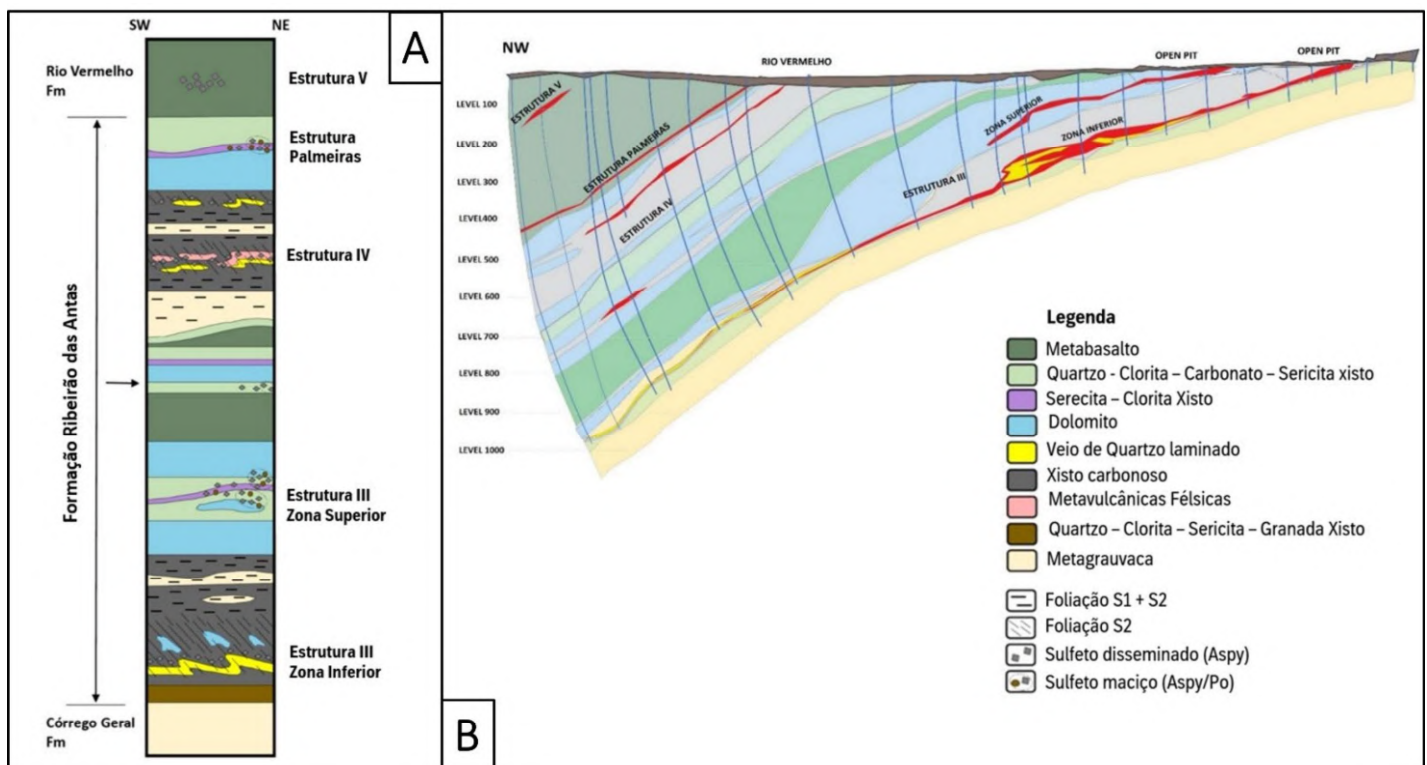


Figura 14. (A) – Coluna Esquemática das mineralizações do *Greenstone belt* de Crixás. (B) – Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III. Modificado de Ulrich *et al.*, 2021.

4.1.3.1 Estrutura V

A Estrutura V é caracterizada por uma zona de cisalhamento de direção NW-SE, onde a mineralização ocorre em zona de intenso hidrotermalismo (Campos, 2019). O minério ocorre

como lentes centimétricas a decimétricas de sulfetos disseminados de arsenopirita com tamanhos que variam de 2 mm até 1 cm (Figura 15), por vezes são observadas deformadas em zonas de cisalhamentos de pequena escala, associadas a elas correm pirrotita intrafoliares a S1, essa mineralização é observada principalmente nas litologias filito carbonoso, granada-clorita-xisto e sericita-xisto, mas não restringidas a elas, podendo apresentar sulfetação em outras litologias de forma mais rara. As rochas encaixantes são pertencentes aos pacotes de metabasaltos, onde é comumente observados o contato direto do minério com cloritas xistos, dolomito e rochas metavulcânicas ácidas.

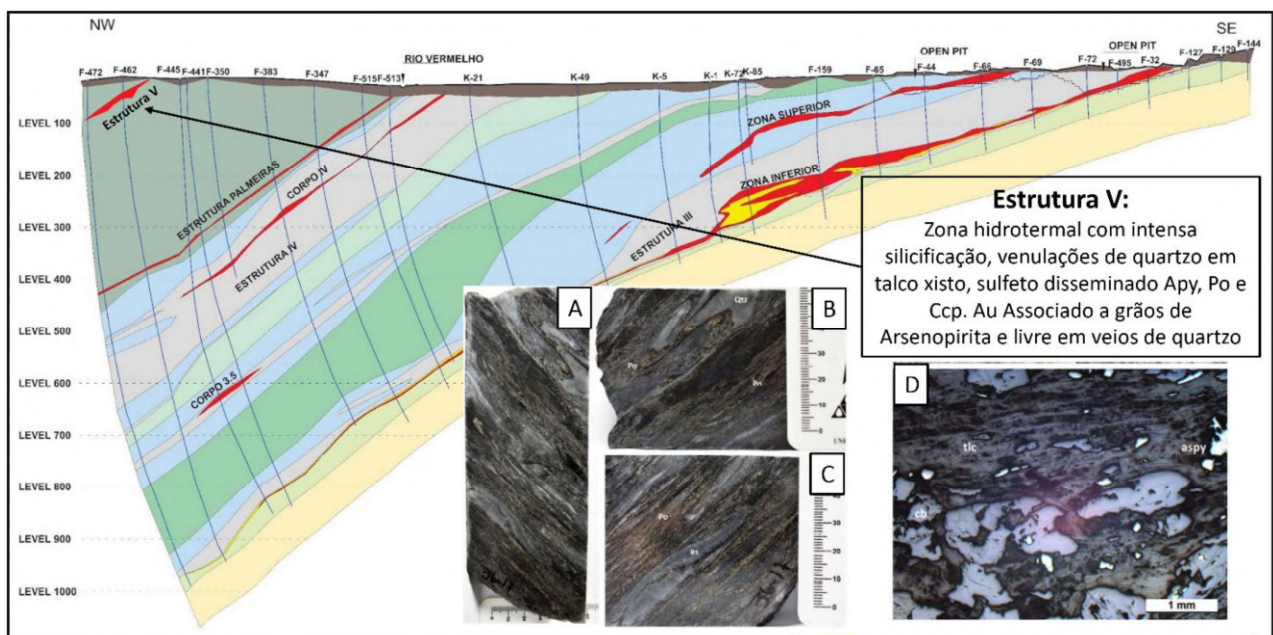


Figura 15. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura V. (A, B e C) – Diferentes testemunhos de sondagem com sulfetos disseminados em rochas metaultramáficas alteradas da Formação Córrego Alagadinho. (D) – Micrografia de talco xisto com arsenopirita disseminadas. AngloGold Ashanti, 2022.

4.1.3.2 Estrutura Palmeiras

A Estrutura Palmeiras localizada entre o contato dos metabasaltos que constituem a Formação Rio Vermelho com as rochas metassedimentares da Formação Ribeirão das Antas (Ulrich, 2021). Definida como uma extensa zona de alteração hidrotermal dos metabasaltos, a mineralização é observada nos halos de alteração hidrotermal divididos em zona externa, zona intermediária e zona interna.

A mineralização ocorre em lentes irregulares de sulfetos (arsenopirita, pirrotita, pirita e calcopirita) maciços com espessuras que variam entre 0,5 e 2,5 m de largura e 50 a 200 m de

profundidade e concordantes com as rochas encaixantes (Figura 16). Além dos sulfetos maciços a mineralização pode ocorrer ainda como ouro livre disseminado associado aos sulfetos.

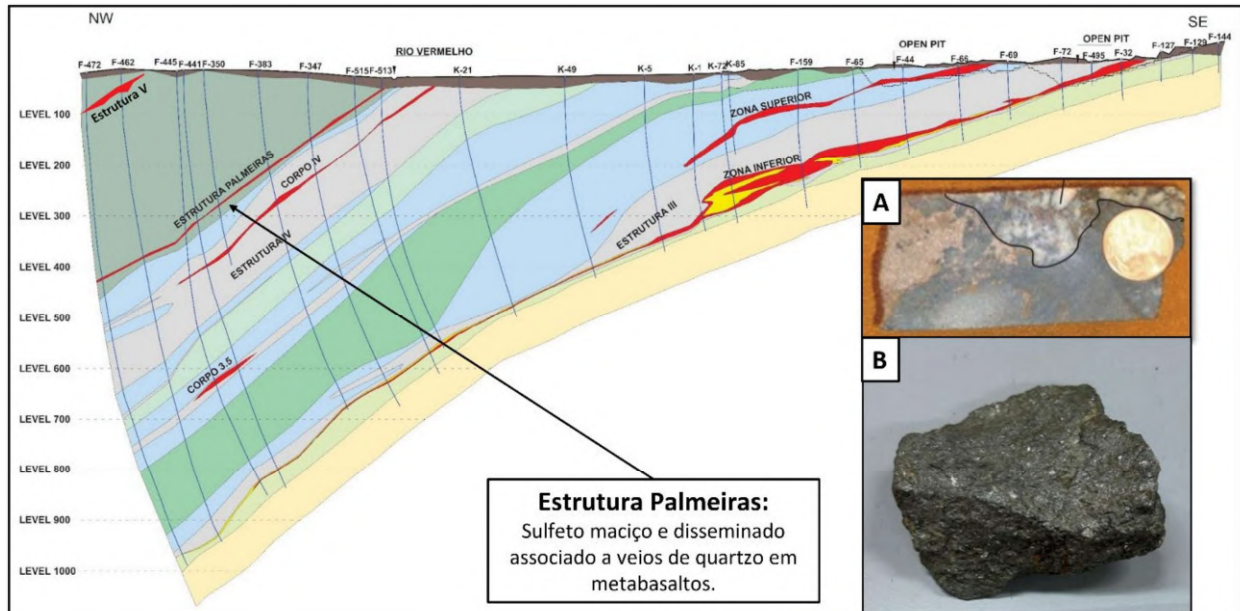


Figura 16. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura Palmeiras. (A) – Metabasalto com veio de quartzo e pirrotita maciça. (B) – Amostra de sulfeto maciço com agregados de arsenopirita, pirrotita e calcopirita. AngloGold Ashanti, 2022.

4.1.3.3 Estrutura III

A Estrutura III hospeda o maior depósito aurífero do GBC. Ela é dividida entre zona superior e inferior, sendo a única estrutura da área que possui todos os tipos de mineralizações observadas nas estruturas do GBC.

4.1.3.4 Estrutura III – Zona Superior

A mineralização da zona superior da mina III está inserida dentro da Formação Ribeirão das Antas (Ulrich *et al.*, 2021). O principal tipo de mineralização observada é constituída de lentes de sulfetação maciça centimétrica a decimétrica que ocorre associada a veios de quartzo centimétricos que possui como rochas hospedeiras metadolomitos (Figura 17 – B).

Os sulfetos observados são em sua maioria arsenopirita, pirrotita e calcopirita e em menor quantidade bornita e pirita. Outro dito mineralização observada nessa mesma estrutura são lentes decimétricas a métricas de granada-clorita-xisto-verde, com sulfetação disseminada de arsenopiritas que variam de aprox. 2 mm até 1,5 cm são principalmente euédricas e deformadas quando observadas em zonas de cisalhamento (assim como a mineralização da estrutura V),

associado a elas ocorrem a sulfetação de maciça de pirrotita e uma sulfetação intrafolial que aparente formar lamelas de pirrotita, pirita e por vezes calcopirita e pode ocorrer ainda ouro livre. Junto ao granada-clorita xisto é comum observar uma sericita-xisto, que possui o mesmo tipo de mineralização. Na zona superior as encaixantes são os principalmente os metadolomitos no *hangingwall* e xistos carbonosos e metagrauvas no *footwall*.

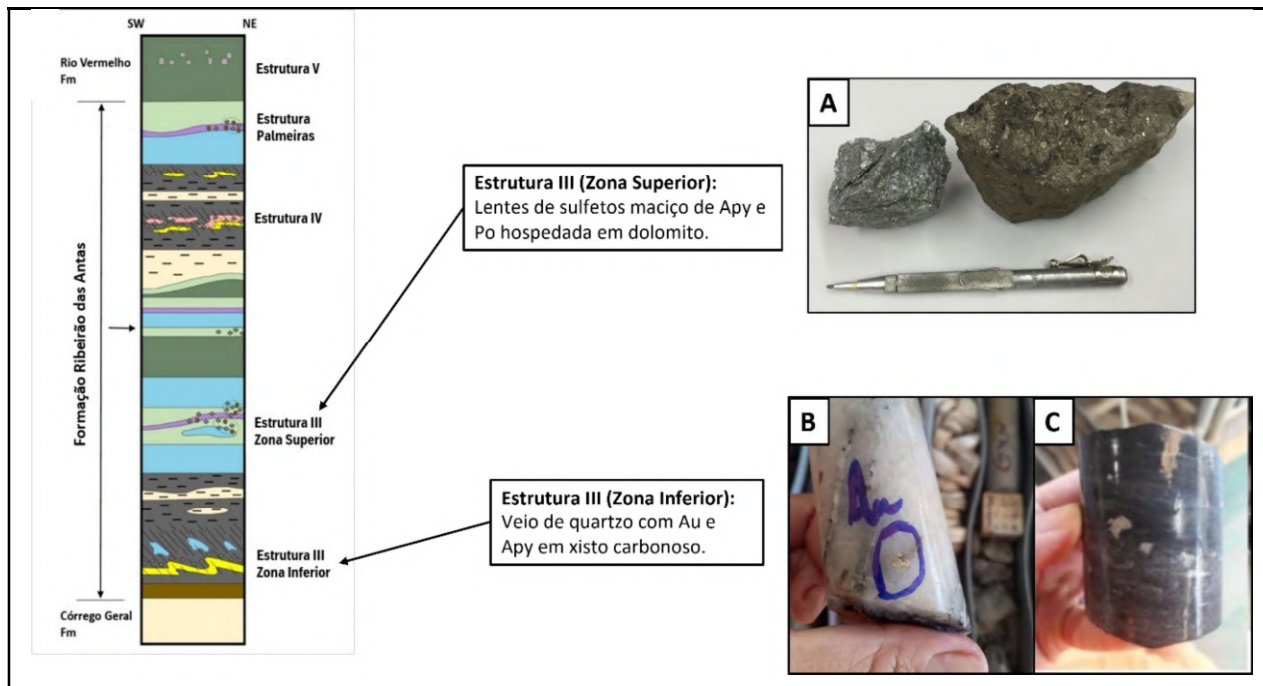


Figura 17. Coluna Esquemática das mineralizações do *Greenstone belt* de Crixás. (A) – Amostra de sulfetos maciços e agregados de cristais centimétrico de arsenopirita (esquerda) e pirrotita (direita). (B) – Au livre em veio de quartzo. (C) – Sulfeto disseminado de arsenopirita em filito carbonoso. Modificado de Ulrich *et al.*, 2021.

4.1.3.5 Estrutura III – Zona Inferior

A mineralização da zona inferior da Mina III é composta por veios de quartzo que se hospedam no pacote de filito carbonoso próximo ao contato com a metagrauvaca. Apresenta forma descontínua, com aproximadamente 0,5 a 5,0 m de largura, 500 m de comprimento e se estende até cerca de 1500 m segundo o *plunge* desde a superfície até mais 700 m de profundidade. (Campos, 2019). O ouro ocorre livre e preenchendo fraturas principalmente por volta de 40 cm do contato com *footwall* do veio, mas pode ser observado pontualmente em contato com o *hangingwall*. As pepitas vistas possuem aproximadamente 0.5 mm e ocasionalmente é possível observar pepitas pouco maiores.

Outro tipo de minério identificado na zona inferior são sulfetos disseminados no filito carbonoso que faz contato no *hangingwall* e *footwall* do veio de quartzo, estão dispostos como camadas com tamanhos que variam de aproximadamente 20 cm até 5 metros, ou ainda como lentes. Os principais sulfetos observados são arsenopiritas euédricas com tamanhos que variam de 2 mm a 1 cm, associadas a pirrotitas intrafoliares a S1, outros sulfetos são observados em menor proporção são calcopirita, pirita e bornita.

Essa mineralização está associada a falhas de cavalgamento, que possuem direção principalmente NW/SE. O ouro livre é observado com direção preferencial 280/20, que é causada pela remobilização do ouro para as charneiras das dobras de D₂, as charneiras das dobras são paralelas a lineação de intersecção L₂. É comum observar os veios de quartzo boudinados nessa região onde os eixos dos *boudins* também são paralelos à lineação.

4.1.3.6 Estrutura IV

A mineralização na Estrutura IV está localizada inteiramente dentro da Formação Ribeirão das Antas e é predominantemente de natureza hidrotermal e está associada a zonas silicificadas que afetam os xistos carbonosos e as rochas siliciclásticas (Ulrich *et al.*, 2021).

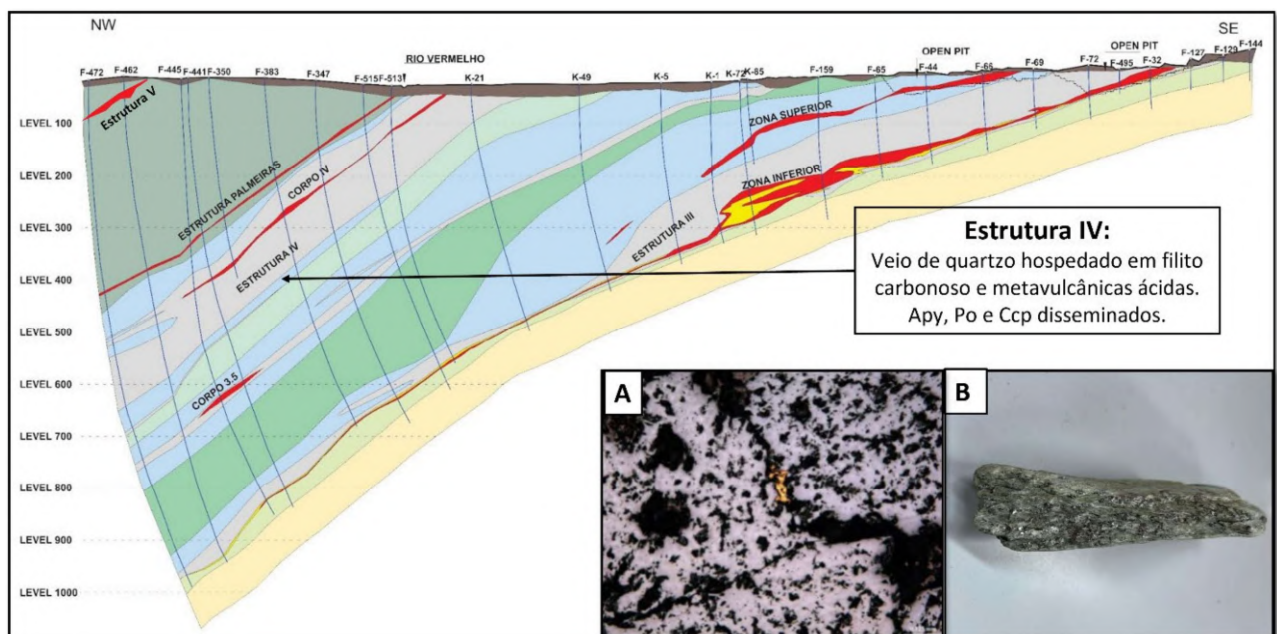


Figura 18. Seção geológica NW-SE gerada por furos alinhados com o depósito Mina III com destaque para a Estrutura IV. (A) – Micrografia de Arsenopirita com Au preenchendo praturas. (B) – Amostra de minério de sericita xisto com arsenopirita disseminada. AngloGold Ashanti, 2022.

Os tipos de minério observados são: minério disseminado e veios de quartzo. Os veios de quartzo mineralizados são centimétricos a decimétricos, e ocorrem como venulações do filito carbonoso com presença de ouro livre na base dos veios e fazem contato com pacotes de rochas metassedimentares. O minério disseminado ocorre associado principalmente camadas centimétricas a métricas de filito carbonoso sulfetado com arsenopirita, pirrotita e calcopirita.

4.2 Unidades Geológicas Mapeadas

Os litotipos identificados no mapeamento estão expostos na Figura 19. Compreendem rochas do embasamento granodiorítico do *Greenstone belt* e unidades das formações: Córrego Alagadinho, Rio Vermelho, Ribeirão das Antas e Córrego Geral.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA		
Idade	Unidades Estratigráficas	Litologias
Paleoproterozoico	Grupo Crixás	Formação Córrego Geral PP2cgMG VQZ Metagrauvacas: metassedimentos cinza-claros com granulometria média e ritmicamente bandados ou intercalados com lentes ocasionais de filitos carbonosos mais frequentes na base da formação. Veios de quartzo (VQZ).
		Formação Ribeirão das Antas PP2raGXN VQZ Filitos Carbonosos: metapelitos carbonosos pretos a acinzentados de granulação fina a muito fina, laminados e comumente venulados com quartzo e carbonato. Frequentemente intercalados com camadas de metagrauvacas e lentes de metadolomitos. Localmente estão associados a domínios de silicificação e sulfetações. Veios de quartzo (VQZ).
		PP2raDOL VQZ Metadolomitos: rochas metacarbonáticas, mármore e biotita-mármore de granulação muito fina a fina. Maciços; foliados ou brechados com filitos carbonosos. Ocasionalmente se intercalam com filitos carbonosos. Veios de quartzo (VQZ).
		PP2raCXV VQZ Clorita-granada xistos e granaditos: quartzo-clorita-granada xistos e quartzo-biotita-muscovita-granada xistos. Folíados de cor verde-rosado a verde-escuro, granulação muito fina com porfiroblastos centimétricos a decimétricos de granada. Matriz rica em micas intercaladas com bandas de quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).
Mesoarqueano	Grupo Crixás	MAβrvCANFX VQZ Anfibólio xistos: quartzo-carbonato-anfibólio xistos e tremolitos verde-claros a escuros, granulação fina a grossa, foliados. Venulações abundantes preenchidas por quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).
		MAβrvCX VQZ Clorita xistos: quartzo-carbonato-clorita xistos, biotita-clorita xistos, muscovita-clorita xistos, sericita-quartzo-clorita xistos, turmalina-clorita xistos, magnetita-clorita-xistos, talco-clorita xistos, clorita-fuchsita xistos. Verdes, cinza, bejes e amarelos, granulação fina a média com foliação expressiva. Venulações frequentes preenchidas por quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).
		MAβrvMBA VQZ Metabasaltos toleíticos: Anfibolitos verdes de granulação fina, maciços a levemente foliados. Ocorrências comuns de lavas almofadadas, variolas e amígdalas. Localmente ocorrem camadas ou lentes restritas de filitos carbonosos e metadolomitos. Veios de quartzo (VQZ).
	Formação Córrego Alagadinho	MAμcaBIF Formações Ferríferas Bandadas: Quartzitos e silixitos intercalado com níveis milimétricos a decimétricos de óxidos de ferro e lâminas de filito carbonoso. Ocorrem como lentes no topo da formação.
MAμcaTX QZS VQZ Xistos magnesianos: carbonato-talco xistos, clorita-talco xistos e talco-tremolita xistos. Beje-acinzentados ou esverdeados com granulação fina, friáveis e fortemente foliados. Raros derrames ultrabásicos pontuais de piroxenitos e peridotitos. Veios de quartzo (VQZ) e Quartzo sacaroidal (QZS).		
Formação Córrego Alagadinho	MAμcaSP QZS Serpentinóis: metakomatiitos serpentinizados pontualmente talcificados de coloração verde-claro a cinza-escuro. Granulação fina a grossa, maciços a foliados. Camadas com texturas spinifex e cumuláticas preservadas em lentes ou intercaladas. Veios de quartzo (VQZ) e Quartzo sacaroidal (QZS).	
	Complexo Anta MAa Granodioritos: granitóides de composição granodiorítica. 2.9 ± 7 G.a (U-Pb SHRIMP Zircão).	

Figura 19. Coluna estratigráfica da área mapeada com unidades litoestratigráficas.

4.2.1 Complexo Anta

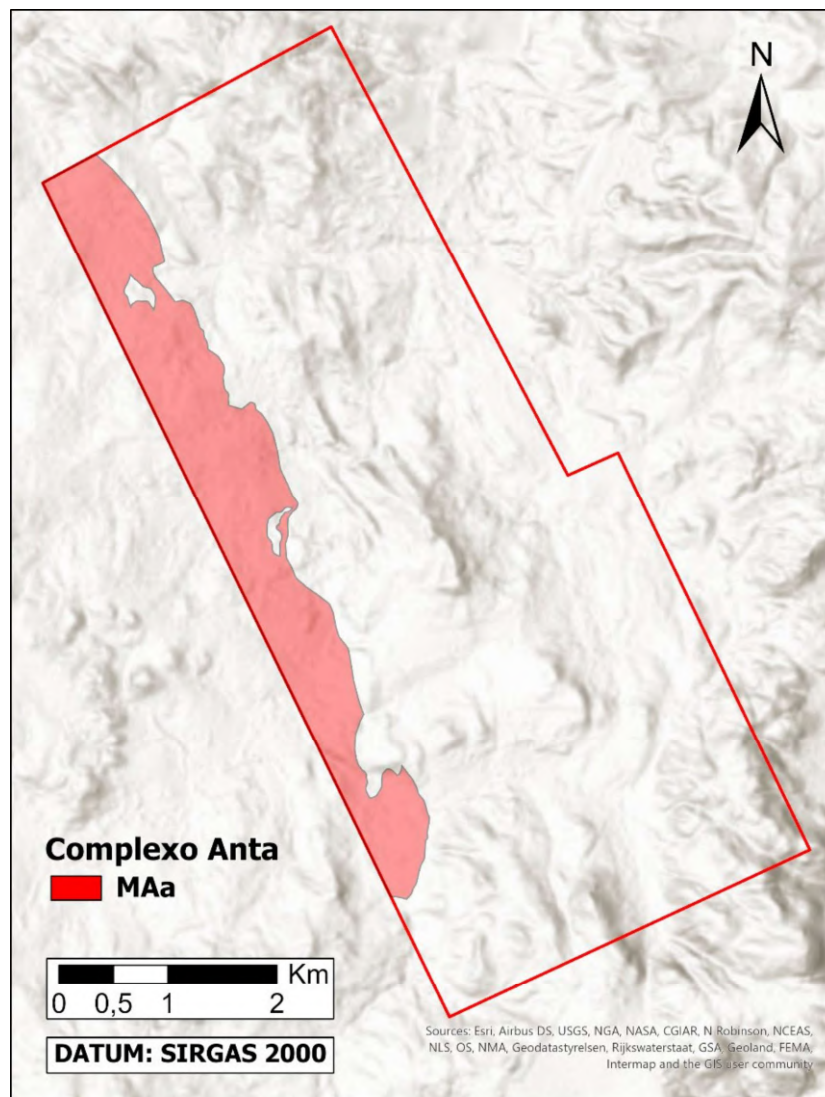


Figura 20. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas do Complexo Anta. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.

Os Complexos Granito-Gnaissicos que compõem os denominados terrenos arqueanos/paleoproterozóicos da porção noroeste de Goiás foram inicialmente individualizados por Danni & Ribeiro (1978) em sua caracterização do Grupo Pilar de Goiás, que relacionou esses domínios a uma associação típica de *granite-Greenstone belts* arqueanos.

Por cerca de duas décadas, os complexos gnáissicos foram interpretados como embasamentos dos *Greenstone belts*, entretanto, trabalhos de Jost *et al.* (1995) e Resende *et al.* (1998) descrevem evidências de que ao menos alguns desses granitóides foram elevados dentro ou intrudidos nas rochas supracrustais (Queiroz *et al.*, 2008).

Os Gnaisses Granodioríticos e Tonalíticos desses terrenos foram caracterizados por Sabóia em seu trabalho (1979), onde desmembrou o antigo Grupo Pilar de Goiás, de Danni & Ribeiro (1978) nas faixas: Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás.

Na área mapeada, é o domínio de ortognaisses Neoarqueanos que permeia a margem ocidental do *Greenstone belt* de Crixás.

O Complexo Anta compreende granitóides de composição granodiorítica dispostos na forma de domos irregulares (Sabóia *et al.*, 1979) que, segundo Vargas (1992), se subordinam aos gnaisses de composição tonalítica.

As idades de cristalização destas rochas foram comentadas por Queiroz (2008) em datações U-Pb realizadas em zircões que apresentaram intervalos de 2.84 G.a a 2.7 G.a e intervalos de 3.17 Ga a 2.95 para zircões tratados como herança de uma contaminação no magma de formação causado por uma crosta siálica mais antiga.

A porção ocidental do Complexo Anta consiste em granodioritos indivisos e gnaisses tonalíticos (Queiroz, 2008). A porção oriental mais próxima do *Greenstone belt* de Crixás foi dividida por Lacerda Filho *et al.* (2000) como um grande corpo de gnaisses granodiorítico intrudido por stocks de granitos agrupados na Suíte de Granitos Chapada (Queiroz, 2008). O grau de deformação dessas rochas compreende o metamorfismo das fácies epidoto-anfibolito a anfibolito para fácies xisto verde (Kuyumjian & Costa, 1999). Jost (2009) relaciona a alteração das rochas polideformadas desse complexo com as fácies anfibolito que apresenta retrometamorfismo na fácies xisto verde.

Segundo Vargas (1992), os granodioritos do Complexo Anta apresentam-se como gnaisses porfiríticos de coloração cinza com bandas leucocráticas a mesocráticas, granulação média com fenocristais de feldspatos potássicos e foliação de caráter milonítico com frequentes injeções pegmatíticas graníticas concordantes com a foliação.

Os granitóides da Suíte de Granitos Chapada são classificados por Queiroz (2008) como rochas intrusivas de composição tipicamente cálcio-alcalinas e pouco deformadas, representam as fases finais de desenvolvimento dos domos siálicos que compõem o domínio, com idades de 2792 ± 7 Ma.

As rochas do Complexo Anta foram observadas nas porções W-SW da área (Figura 20), onde ocorrem em contato com os litotipos do Grupo Crixás. Sua ocorrência é exposta geomorfologicamente por domínios de planícies amplas e pouco irregulares, pequenos platôs, morros ou zonas planas sem expressiva alteração topográfica com ocorrência isolada de blocos,

matações e corpos irregulares por vezes domiformes (Figura 21). Exemplos mapeados contemplaram os Granodioritos (GRA) da porção leste do Complexo Anta.



Figura 21. Afloramento de um corpo domiforme de granodiorito do Complexo Anta, ponto 48.

A exposição desse litotipo é bem demarcada visualmente por alterações de coloração no solo que variam de branco a bege-amarelado, como demonstrado pela figura 22. Entretanto, os contatos do embasamento com as rochas do Grupo Crixás são mascarados por coberturas de solo e saprólitos.

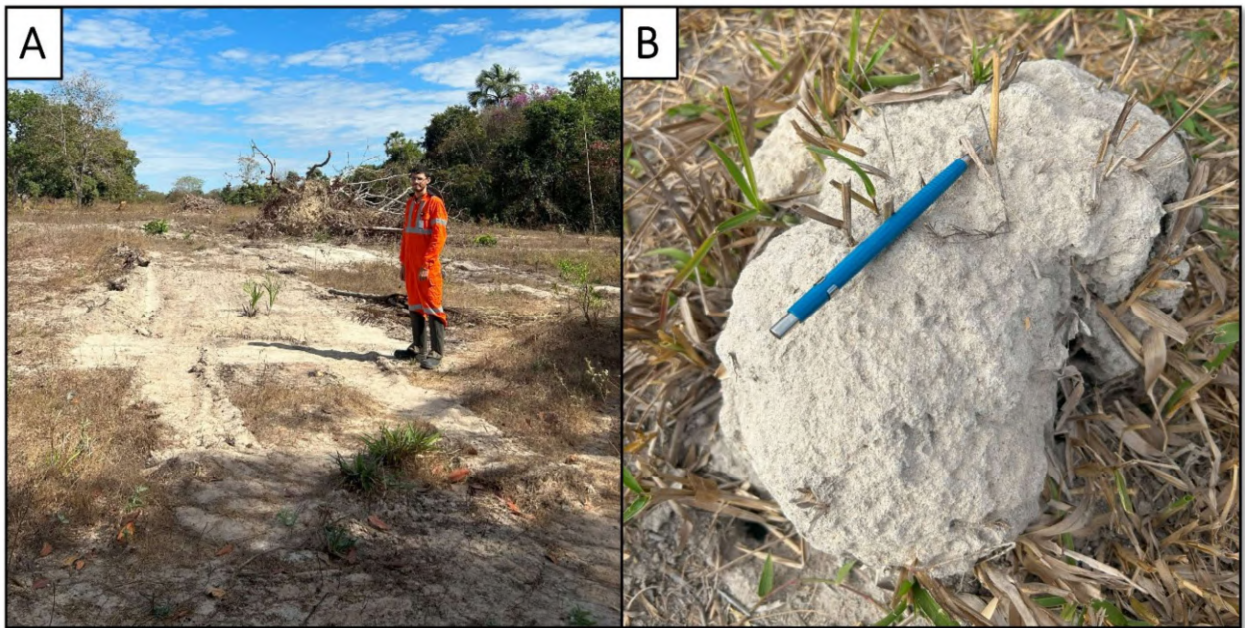


Figura 22. (A) – Solo revirado decomposto do embasamento e apresentando coloração bege com alta composição feldspática e quartzosa. (B) – Cupinzeiro juvenil composto por solo alterado de rochas do Complexo Anta.

A composição dessas rochas é majoritariamente de minerais silicáticos cálcio-alcálicos como K-feldspatos, quartzos e micas; epidotos e opacos ocorrem como acessórios. A coloração é branca com tons claros de rosa e verde quando fresco e amarelo, creme e bege quando intemperizado. As proporções variam de leucocráticas a mesocráticas, como exposto na figura 23. Apresentam granulação média, textura porfirítica, veios de quartzo ocasionais e algumas foliações gnáissicas por vezes incipientes determinadas pelo bandamento entre minerais máficos, principalmente micas, de minerais cálcio-silicatados (Figura 23– B).

Em análise macroscópica, utilizando o Diagrama de Streckeisen (Streckeisen, 1967) exposto na figura 23 (A), foi definido que a área composicional dessas rochas engloba granodioritos e granitóides ricos em quartzo.

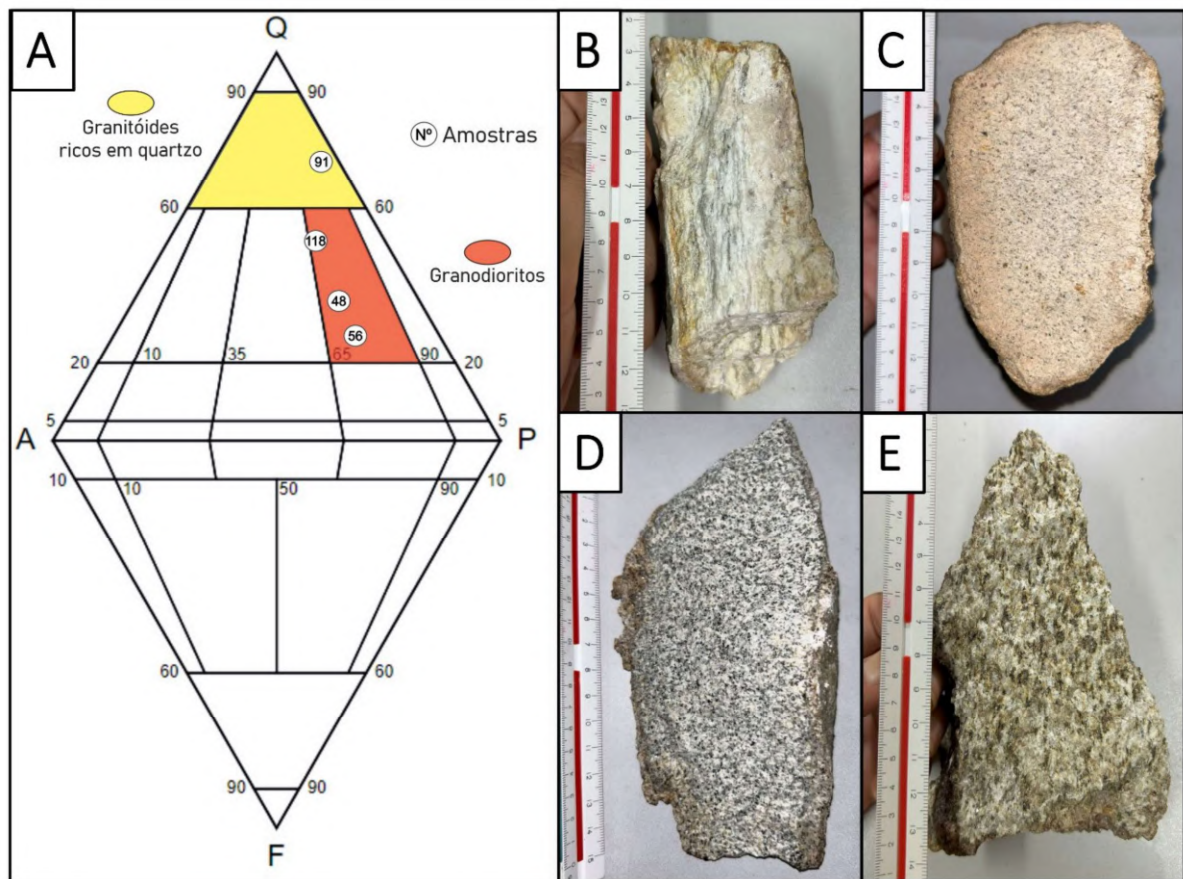


Figura 23. (A) – Diagrama QAPF de Streckeisen (Streckeisen, 1967) com destaque para as amostras coletadas em campo. (B) – Amostra 91; leucocrática com leve bandamento gnáissico. (C) – Amostra 118; leucocrática. (D) – Amostra 48; mesocrática. (E) – Amostra 56; mesocrática rica em carbonatos.

Em alguns representantes do Complexo Anta, como na amostra coletada no ponto 93 (Figura 24), observou-se uma assembleia composta de 50% de quartzo, 30% de plagioclásio, 15% de biotita, 3% de epidoto e 2% de minerais opacos e os acessórios como zircão e apatita. A textura granoblástica de grãos inequigranulares seriados se destaca em uma matriz com cristais poligonais predominantemente de quartzo com ocasionais porfiroblastos apresentando migração de borda de grãos em uma recristalização do tipo *Bulging* (Figura 24 – B), indicando uma deformação em regime de baixa temperatura e uma foliação aparente na direção relativa dos grãos (Passchier & Trouw, 2005). Os plagioclásios são frequentemente observados em grãos subédricos a euédricos com maclas polissintéticas da Lei da Albita e Periclina, já a biotita é vista comumente dispersa entre os grãos recristalizados em associação a grão de epidoto (Figura 24 – C), opacos e acessórios.

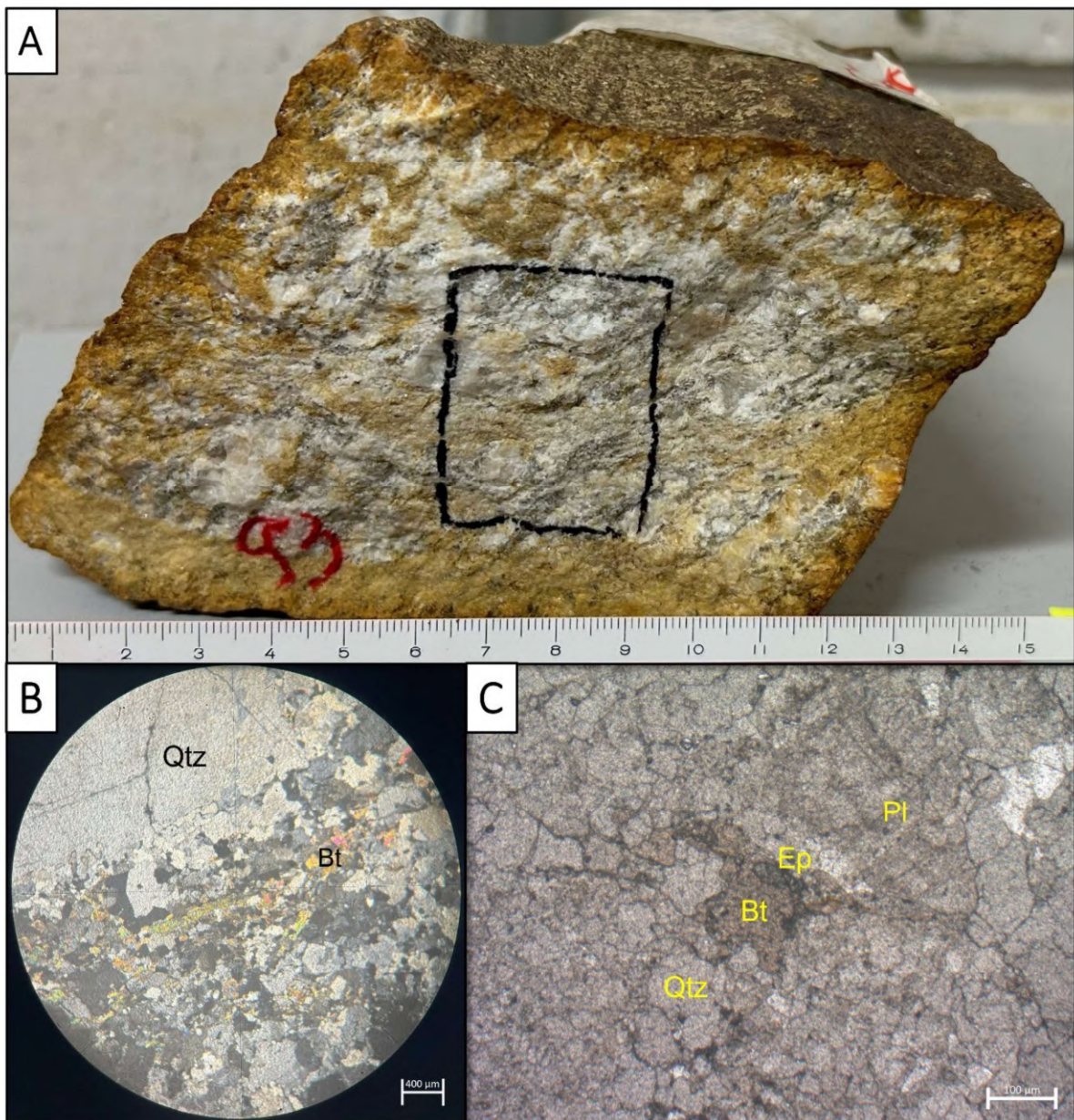


Figura 24. (A) – Amostra 93 com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Quartzo com bordas de recristalização do tipo *Bulging* associado a cristais de biotita intersticiais a NCX. (C) – Biotita com cristal de epidoto marginal em matriz rica em quartzo e plagioclásio a NC//.

A foliação principal (S_n) dos corpos granodioríticos é por vezes paralela com o S_n exposto nas supracrustais das zonas próximas ao contato. Nessas áreas, essa foliação tem vergências próximas a 250° com valores de mergulho de 40° . Lineações de estiramento mineral (L_e) contidas na foliação principal dos granodioritos é composta por tentativas de reorganização de grãos de minerais majoritariamente félsicos em uma direção média de 300° (Figura 25). Essas características indicam uma trama de esforços NE/SW que evoluíram em provável gradação para

vetores mais ao norte e orientaram as camadas tanto do *Greenstone belt* quanto do embasamento, como exemplificado pela figura 25.

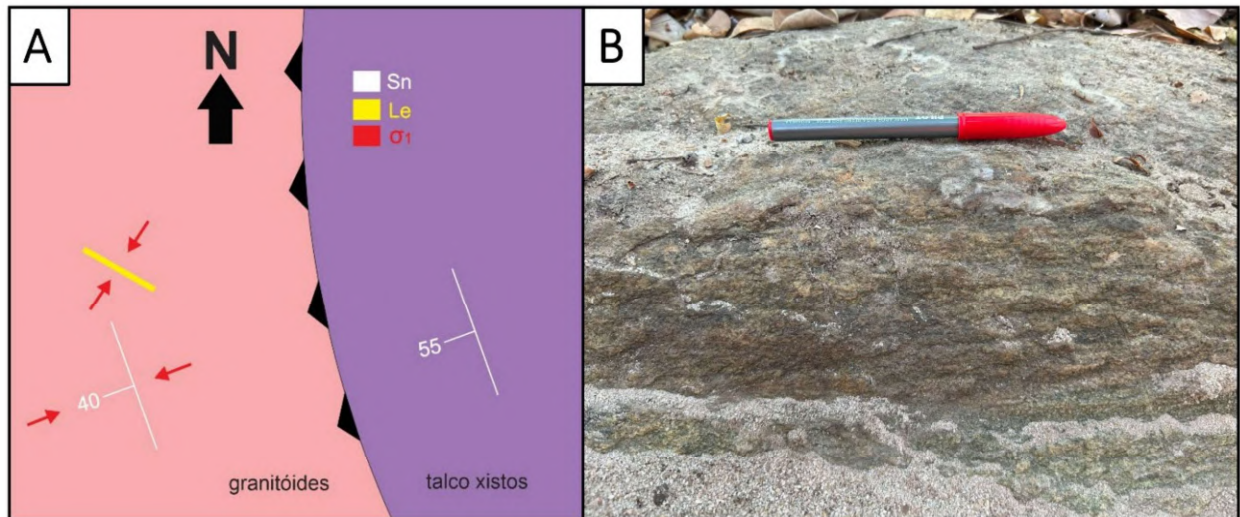


Figura 25. (A) – Figura representativa da direção das camadas indicando uma evolução dos esforços (σ_1) que agiram sobre essas rochas com direção NEE/SWW para NE/SW. (B) – Minerais orientados em uma lineação de estiramento impressa em camada de granodiorito.

O contato dessas rochas com as supracrustais é definido por uma zona de cisalhamento que, segundo Jost *et al.* (2019), provém da elevação diapírica desses magmas que ocorreu relativamente concomitante com o início da subducção ou sagducção das rochas vulcânicas. Em zonas próximas ao contato com o *Greenstone belt*, foram encontradas injeções pegmatíticas estiradas, dobradas, na forma de bandas ou assimétricamente bouldinadas com direção N/S e indicação de movimentação dextral (Figura 26). Segundo Ramsay (1987), tais indicativos corroboram para a existência de uma zona de cisalhamento. A direção dessas estruturas sugere a preservação dos eventos dinâmicos de empurrão E/W que o greenstone exerceu sob os granodioritos e posteriormente o evento N/S causado pelo cavalgamento do Arco Magmático de Mara Rosa sob o *Greenstone belt* de Crixás.

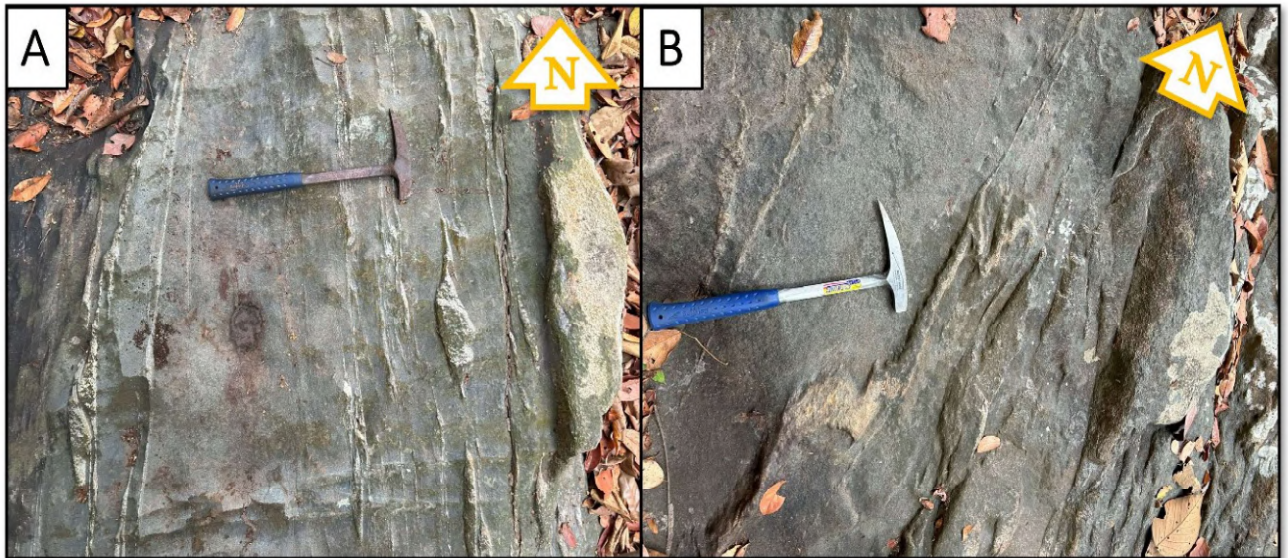


Figura 26. Injeções pegmatíticas em sentido N/S apresentando estruturas boudinadas assimétricas (A) e dobradas (B).

4.2.2 Grupo Crixás

É formado pelo conjunto das rochas supracrustais subjacentes ao embasamento arqueando que caracterizam um cenário de *Greenstone belt*. O Grupo Crixás foi proposto por Sabóia *et al.* (1979) como correspondente litoestratigráfico aos outros *Greenstone belts* que ocorrem na porção norte do Terreno Granito-*Greenstone belt* de Goiás. Compreendem rochas metavulcanossedimentares que se organizam da base para o topo em rochas metaultramáficas da Formação Córrego Alagadinho que são subsequenciadas por rochas metabásicas da Formação Rio Vermelho e, no topo do grupo, ocorrem os litotipos metassedimentares organizados inicialmente na Formação Ribeirão das Antas, que foi desmembrada em duas unidades distintas segundo a proposta de Jost *et al.* em 2019, que considera a separação dos conjuntos de sequências litológicas em duas formações distintas: a Formação Ribeirão das Antas, que mantém contato irregular com as rochas metabásicas e é composta por filitos carbonosos e lentes de dolomito e a Formação Córrego Geral, que encerra o último ciclo deposicional do grupo na forma de metagrauvascas.

4.2.2.1 Formação Córrego Alagadinho

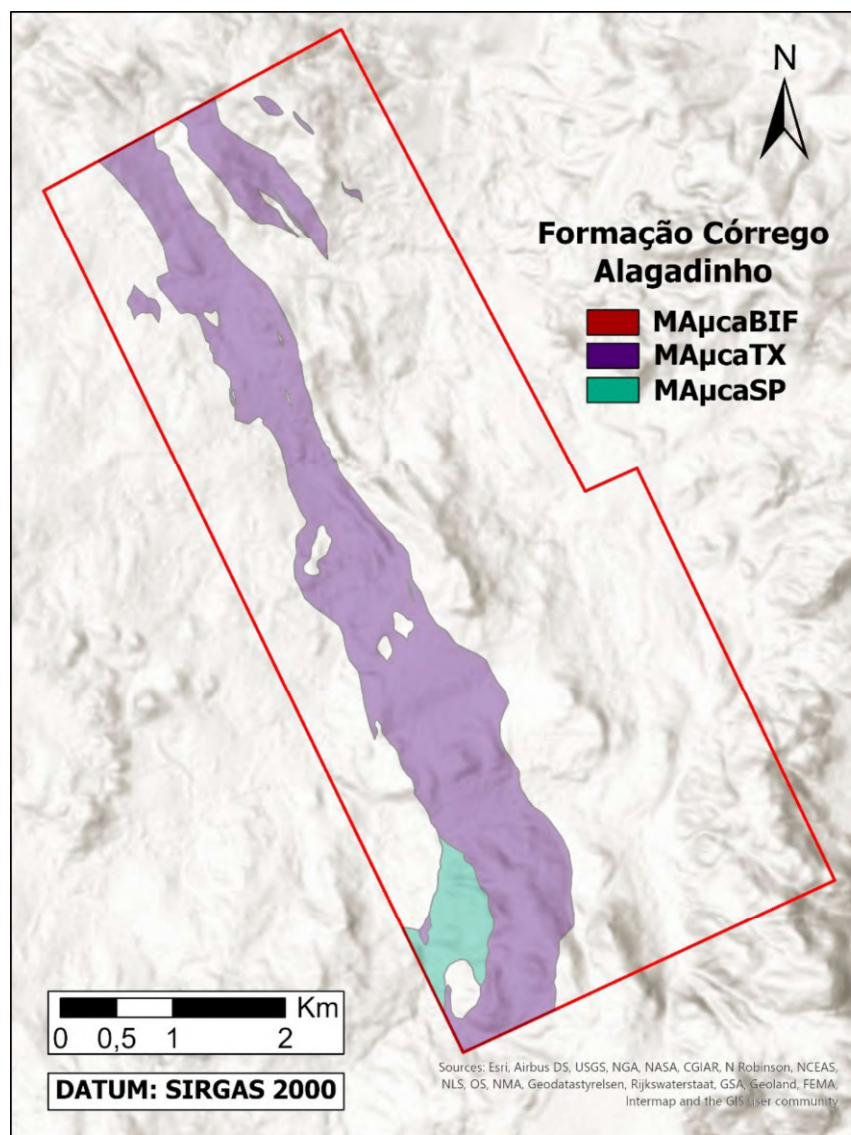


Figura 27. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Córrego Alagadinho. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.

Compreende litotipos inicialmente propostos por Sabóia *et al.* (1979) para os metakomatiitos e rochas metaultramáficas que compõem as bases estratigráficas dos *Greenstone belts* do Terreno Arqueano de Goiás. Sabóia *et al.* renomearam essas unidades em 1981 para compreender as seções tipo de domínios que ocorriam na região de Crixás. Essa nomenclatura levou em consideração as sequências de rochas dos setores sul, central e norte (Jost *et al.*, 2019).

As características petrográficas e geoquímicas dos komatiitos da Formação Córrego Alagadinho foram comentadas em detalhes por Sabóia & Teixeira (1980), Teixeira *et al.* (1981)

e Montalvão *et al.* (1981), que caracterizam esse litotipo como uma sucessão de derrames ultrabásicos com texturas e estruturas primárias conservadas nas regiões menos deformadas como texturas spinifex e cumuláticas, disjunções poliedrais e brechas de fluxo (Sabóia & Teixeira, 1980). A espessura estimada é de 125 e 500m (Yamaoka *et al.* 1985) e é composto por metakomatiitos, serpentinitos, talco xistos, talco-clorita xistos, talco-tremolita xistos, talco-magnetita xistos, talco-tremolita-serpentina xistos, clorita-cloritoide xistos, sills gabróicos, piroxenitos e sedimentos pelíticos no topo da sequência como formações ferríferas, metachert e xisto carbonoso (Sabóia & Teixeira 1980, Montalvão *et al.* 1981, Yamaoka *et al.* 1985, Yamaoka & Araújo 1988).

Análises de Arndt *et al.* (1989), Queiroz (1995) e Costa Jr. *et al.* (1997), classificam essas rochas como pertencentes a exemplares tratados como tipicamente arqueanos, com características de elementos incompatíveis que sugerem uma evolução de fontes mantélicas depletadas em Al.

Na área mapeada foram encontrados 3 tipos litológicos descritos por Sabóia & Teixeira (1980) e reforçados por Queiroz (1995) e Carvalho (2013).

4.2.2.1.1 Serpentinitos

Ocorrem na porção sudoeste da área em contato com o Complexo Anta, a oeste, e os talco xistos a leste. Geomorfologicamente compreendem uma região de vale onde compõem montes levemente íngremes com cotas que variam de 410 a 500 m. Ocorrem em piso, lajedo ou na forma de matacões dispersos, comumente concentrados na base dos taludes. Tendem a formar um solo silto-argiloso de coloração amarelo-alaranjado ou avermelhado. São maciços e não há percepção de estruturas primárias nos pacotes preservados. A foliação (S_n) é geralmente expressiva e a direção das camadas tende a NW/SE com mergulhos médios de 35° (Figura 28).



Figura 28. Afloramento de serpentinito maciço apresentando coloração cinza-esverdeado; $S_n=284/35$. Ponto 52.

A mineralogia macro dessas rochas foi descrita como: serpentina (65%), talco (20%), olivina/máficos indiferenciados (10%), magnetita/cromita (5%), carbonatos (4%) e plagioclásios (1%). É raro a presença de veios ou fraturas preenchidas por minerais asbestiformes de coloração esbranquiçada (provável crisotila). Essa composição sugere um protólito ultramáfico rico em olivina e piroxênio que foi metamorfizado nas fácies xisto verde.

Ocorrem associados aos serpentinitos faixas intercaladas de derrames ultrabásicos com textura spinifex (Figura 29). Essas feições não são comuns para o litotipo como um todo, demonstrando uma ocorrência limitada e uniforme entre as camadas, onde se acomodam como faixas estreitas ou lentes inseridas dentro dos pacotes de serpentinito maciço. As espessuras dessas fácies são irregulares e variam entre 0,5 e 6 m.

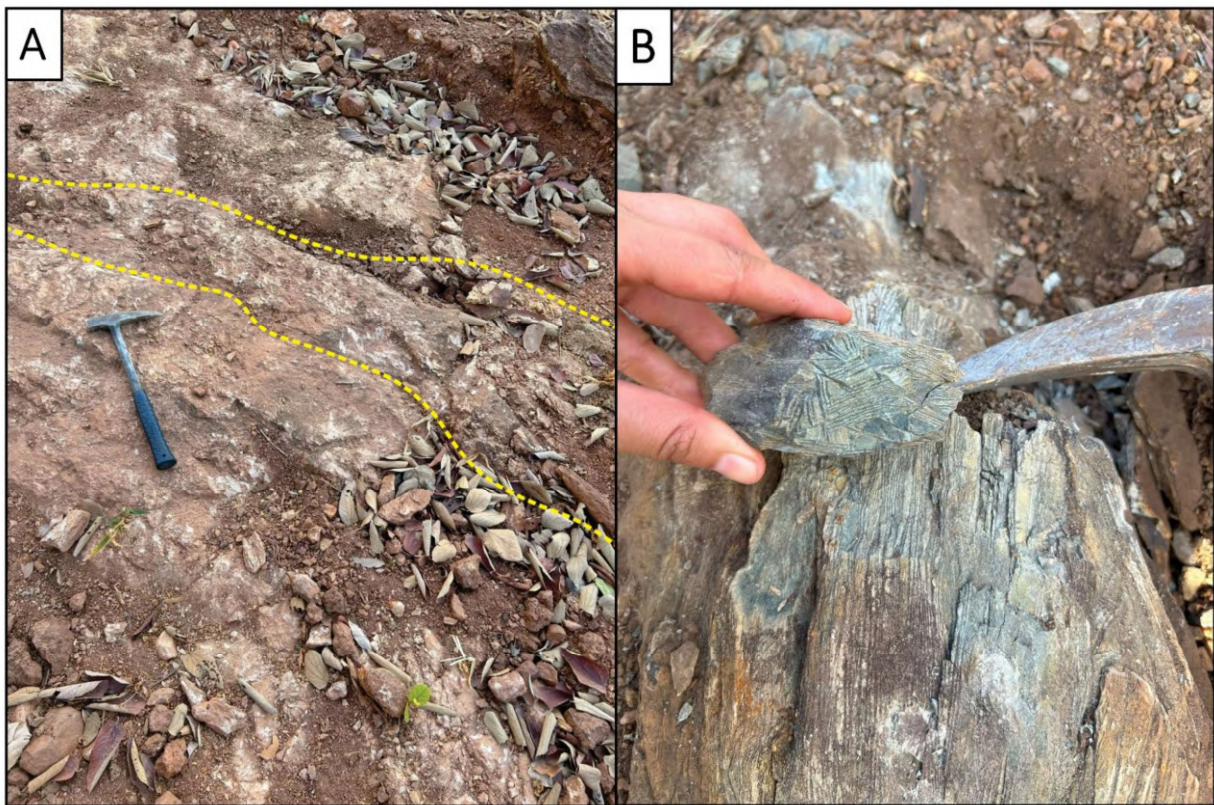


Figura 29. (A) – Afloramento de serpentinito no ponto 55 com lente intercalada de derrame ultramáfico com textura *spinifex* com limite destacado em amarelo. (B) – Textura *spinifex* observada no afloramento (A).

A textura do tipo *spinifex* nessas rochas é caracterizada pela ocorrência em lâminas pseudomorfizadas de olivina em padrões triangulares e dispersos aleatoriamente numa matriz serpentinizada. Essa ocorrência é relativa aos litotipos observados e descritos por Sabóia & Teixeira (1980) nas porções sul do *Greenstone belt* de Crixás, onde foram categorizadas como pertencentes a Unidade Superior A dos Derrames Ultramáficos com Textura *Spinifex* e predominância de olivina.

Na região da unidade observada ocorre uma grande zona de silicificação (QZS) na forma de agregados de quartzo com textura sacaroidal hialinos, pouco leitosos e fumês (Figura 30). O contato dessa unidade com os serpentinitos e derrames ultrabásicos com textura *spinifex* é bem delimitado com as rochas próximas a essa zona que também apresentam leve deformação e frequentes cristais de serpentinas em hábitos lamelares e placóides de coloração verde-oliva, como o exposto na figura 30.

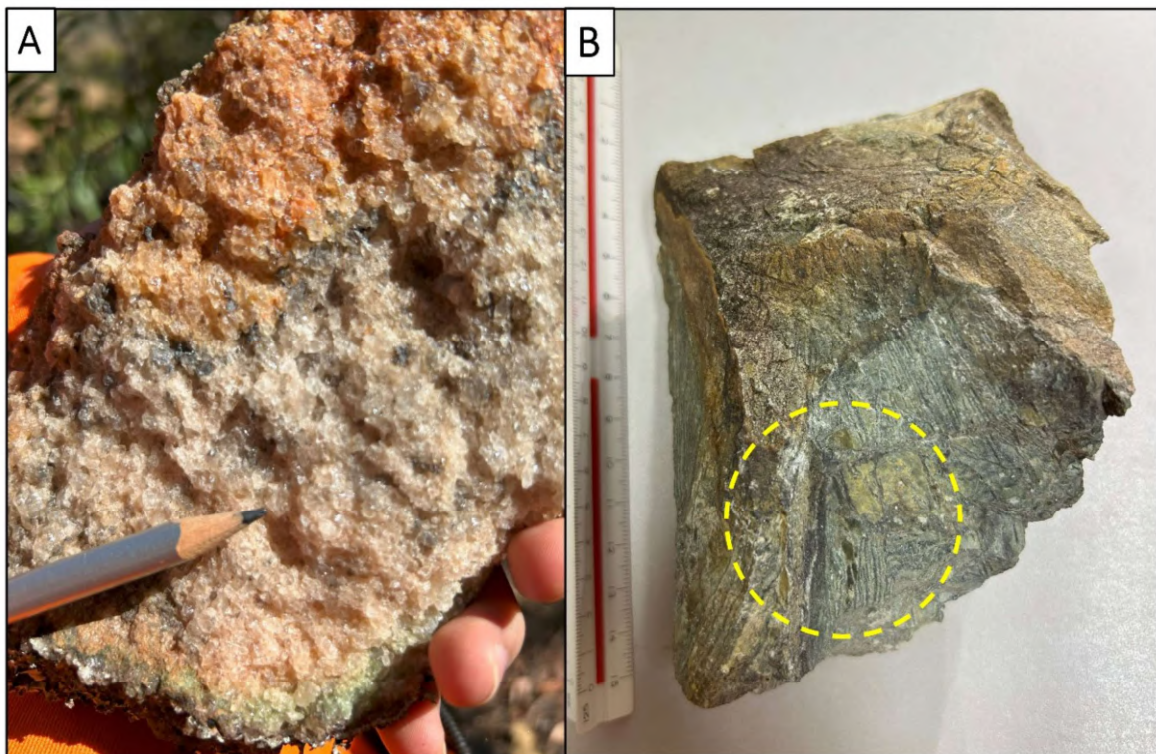


Figura 30. (A) – Amostra de massa de quartzo sacaroidal; Ponto 53. (B) – Amostra de *spinifex* com destaque em amarelo para cristais de serpentina em hábito placóide.

4.2.2.1.2 Xistos magnesianos (TX)

Compreendem faixas alongadas geralmente NW/SE com espessuras máximas de aproximadamente 50 m nas camadas mais contínuas e 8 m nas lentes. Sabóia & Teixeira (1980) interpretam esses pacotes de rochas como uma transformação metamórfica das unidades ultramáficas. O contato exposto dessa unidade com o serpentinito a SW da área, como o observado no ponto 149, apresenta caráter transicional (Figura 31), onde porções de talco, clorita e muscovita aumentam progressivamente até se tornarem talco xistos (talco > 50%).

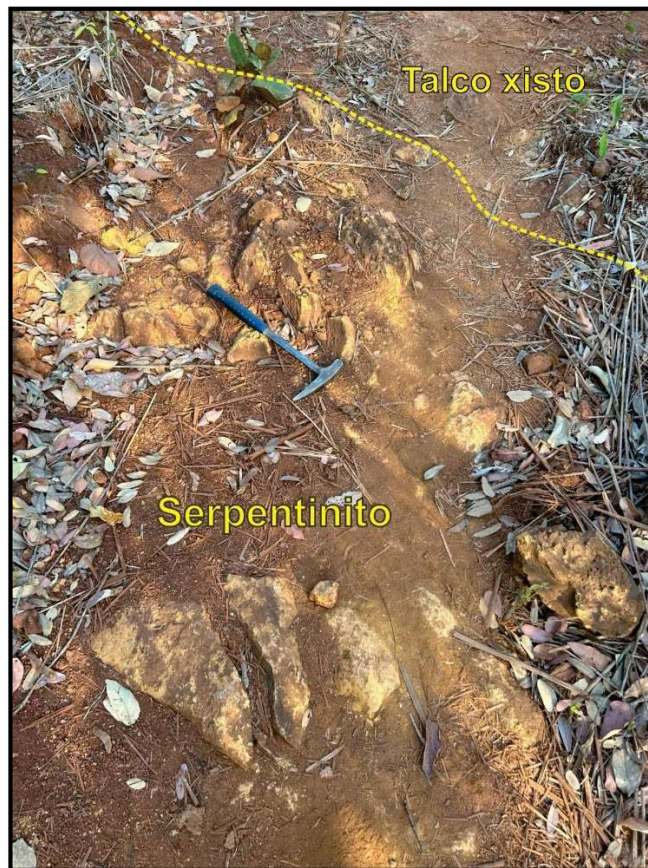


Figura 31. Contato entre camadas de serpentinito progressivamente evoluindo para rochas com porções mais ricas em talco (talco xisto). Ponto 149.

Essas rochas são observadas em maioria na forma de lajedos centimétricos a métricos e blocos tabulares abundantes, comumente movidos ou deslizados compondo grandes mosaicos de pisos alongados. Possuem uma foliação metamórfica e xistosidade expressivas (Figura 32) frequentemente associadas a uma clivagem de crenulação. A coloração destas rochas é variada devido à alta diversidade das fácies que as compõem, entretanto sempre são acompanhadas de tons amarelados ou alaranjados de bege, cinza e verde que são mais avermelhados quando intemperizados. A granulação é frequentemente fina a média com forte foliação metamórfica, a textura ao toque é macia e frequentemente tem aspecto untoso. A foliação dessas rochas (S_n) flutua em valores principais de 230° - 310° , mas próximas da porção nordeste da área podem apresentar valores variáveis médios entre 30° - 70° . Minerais intrafoliais e veios de carbonato e quartzo inferiores a 3 cm são frequentes e acompanham a deformação das camadas.

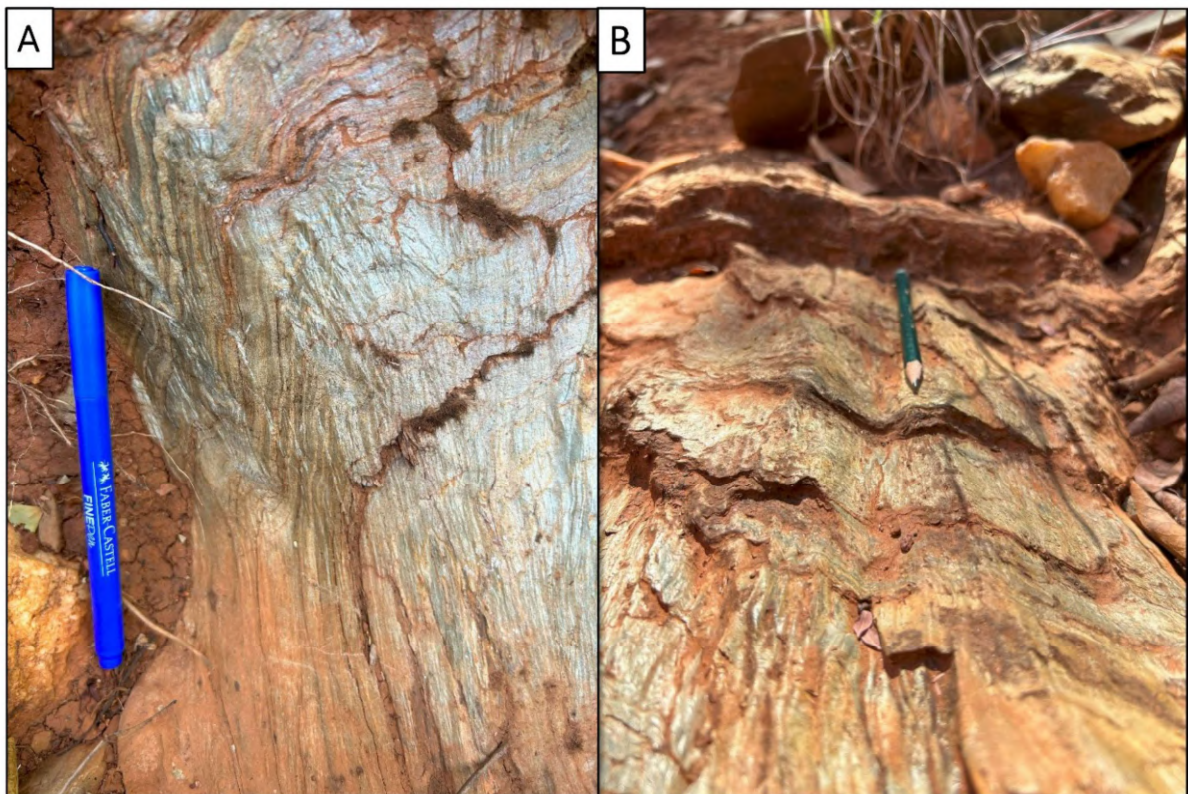


Figura 32. (A) – Afloramento preservado de talco xisto de coloração esverdeada e brilho untoso apresentando foliação expressiva. Ponto 47. (B) – Afloramento de talco xisto com exposição de clivagens de crenulação centimétricas em piso. Ponto 47.

Foram observadas nesse litotipo as seguintes litofácies: talco xisto, serpentina-talco xisto, magnetita-talco xisto, talco-clorita xisto, carbonato-clorita-quartzo-talco xisto, carbonato-quartzo-fuchcita xisto, magnetita-clorita-talco xisto, magnetita-talco-muscovita xisto, talco-tremolita xisto, magnetita-talco-tremolita xisto e talco-sericita xisto em zonas proximais a lentes de sericita xisto. No topo da sequência foram observados sedimentos pelíticos na forma de Formações Ferríferas Bandadas (MA μ caBIF) silicificadas expressivamente e raramente apresentando bandamentos carbonosos (Figura 33 – B).

As rochas de composições variáveis entre 60-75% de talco (Figura 32) são as predominantes no litotipo observado (MA μ caTX). Possuem xistosidade fina a média com textura lepidoblástica raramente granolepidoblástica e geralmente equigranular. Nessas unidades ocorrem em menores proporções carbonatos, clorita, muscovita, quartzo, sericita e magnetita/hematita. Localmente são observados veios de quartzo centimétricos a métricos (Figura 33 – A) cortando as camadas, ora paralelamente concordante e ora discordante.

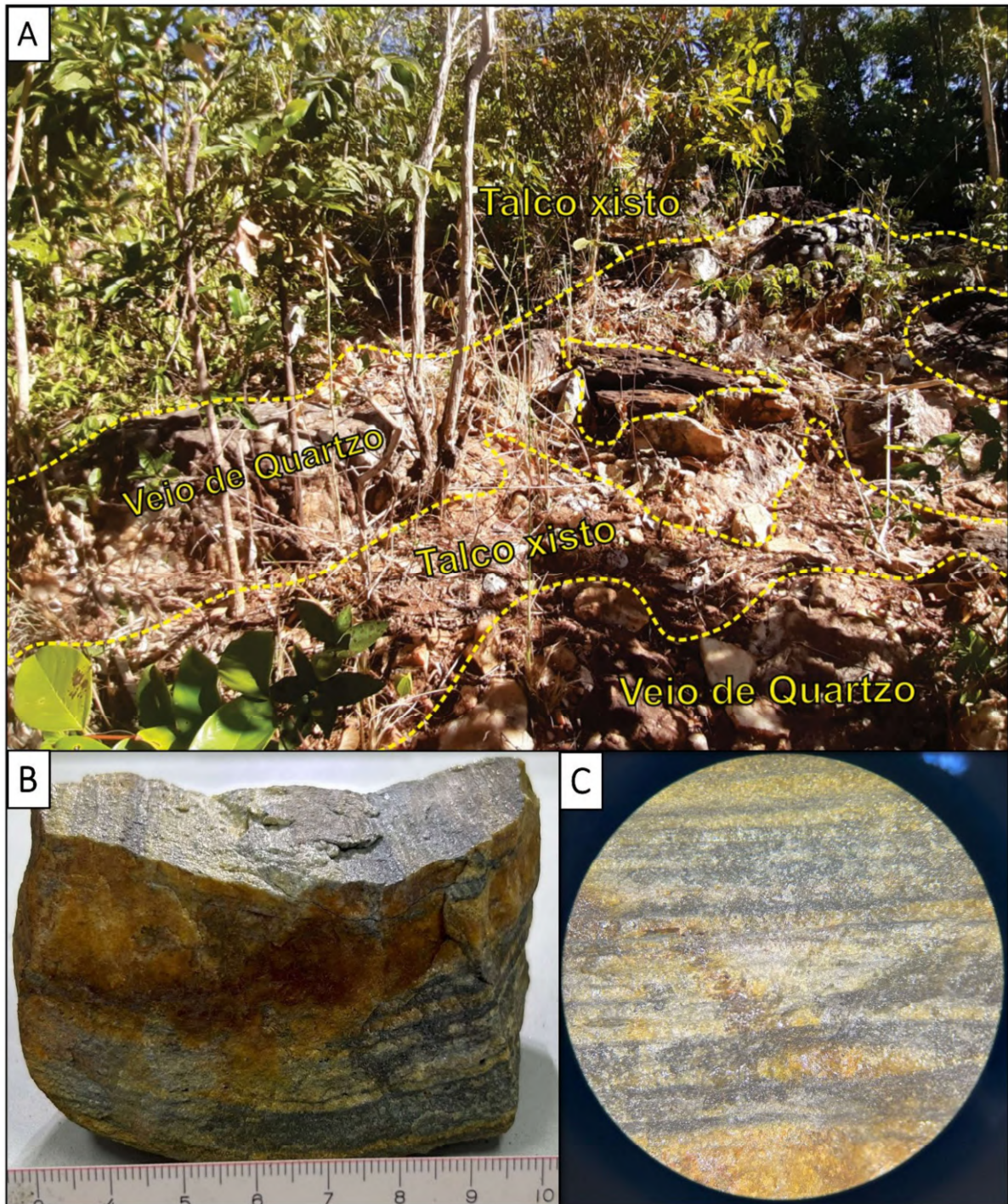


Figura 33. (A) – Afloramento de talco xisto interceptado por veios métricos de quartzo (limites delimitados em amarelo) com textura sacaroidal e por vezes cortando uma matriz de solo decomposto de talco xisto com clastos suspensos de quartzo. Ponto 15. (B) – Amostra de formação ferrífera bandada silicificada. Ponto 8. (C) – Bandamentos plano-paralelos milimétricos em amostra de formação ferrífera bandada silicificada (Estereomicroscópio, 30x).

Os exemplares observados nas zonas de contato com o embasamento granodiorítico (Figura 34) apresentaram composições de talco superiores a 90% e dispostos em uma textura

decussada orientada frequentemente em duas direções distintas de lineações que se interseccionam em ângulos próximos de 120° . Também acompanham nessas rochas em menores proporções (<10%) opacos, carbonatos, tremolita, muscovita e clorita.

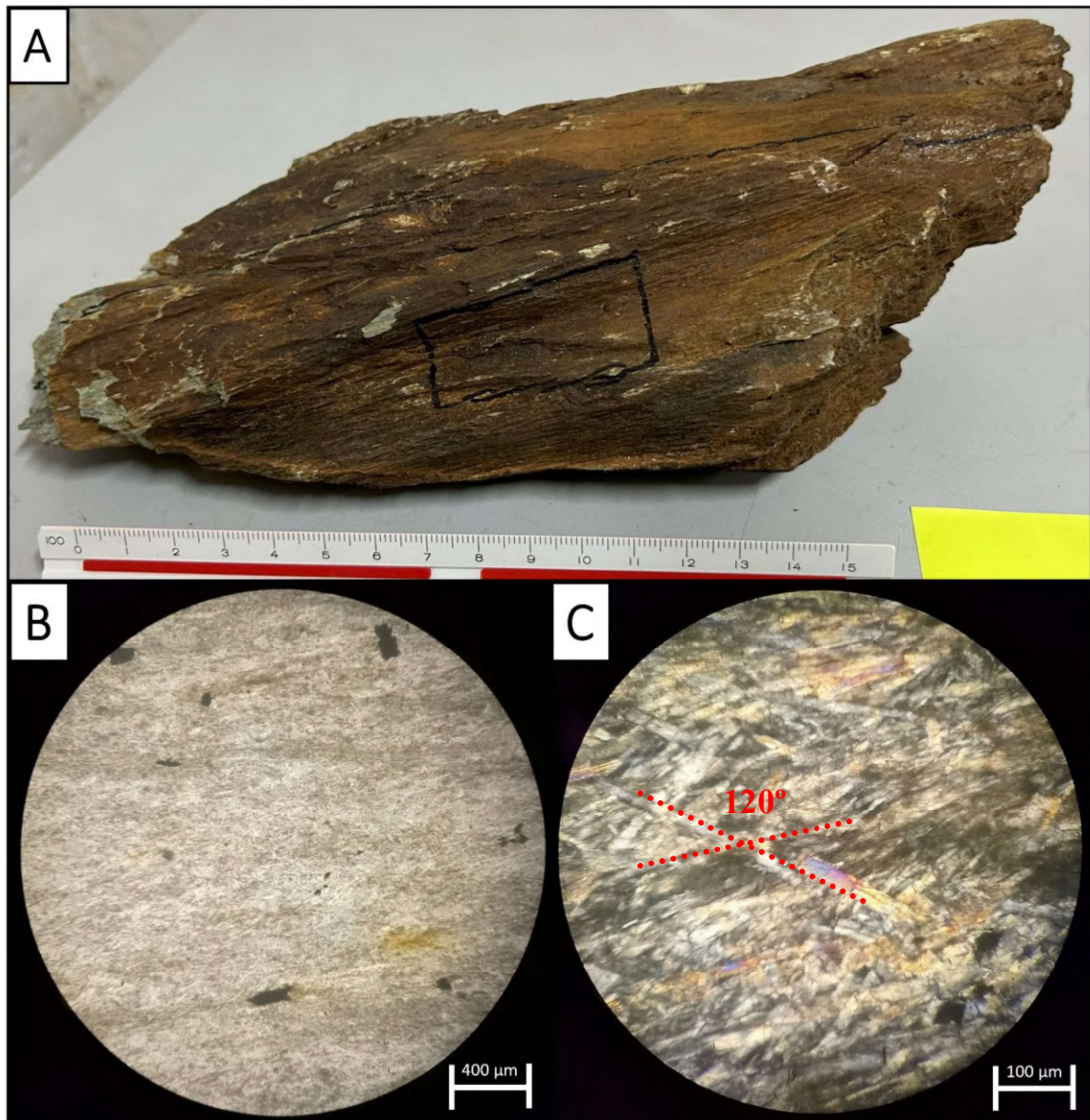


Figura 34. Talco xisto do ponto 47. (A) – Amostra de talco xisto com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Matriz composta de cristais prismáticos subédricos de talco branco a incolores com baixo relevo em uma textura granoblástica decussada com alguns minerais opacos dispersos (NC//). (C) – Destaque para a trama de minerais lamelares e ripiformes de talco em altas cores de interferência dispostos em duas orientações preferencias de lineação interseccionadas entre si por ângulos aproximados de 120° destacados em vermelho (NCX).

Referente às variâncias mineralógicas modais mais expressivas em micas, as propriedades do litotipo são perceptivelmente modificadas. Nesses casos, a textura, cor e

densidade relativa das rochas são diferenciadas entre si e permitem a expressão de fácies micáceas de talco xisto que foram observadas em alta diversidade na área como, carbonato-talco-clorita xistos, carbonato-clorita-quartzo-talco xistos (Figura 35 – A), magnetita-muscovita-clorita-talco xistos (Figura 35 – B), magnetita-muscovita-talco xistos (Figura 35 – C), magnetita-sericita-talco xistos (Figura 35 – D) e fuchsitita-talco xistos.

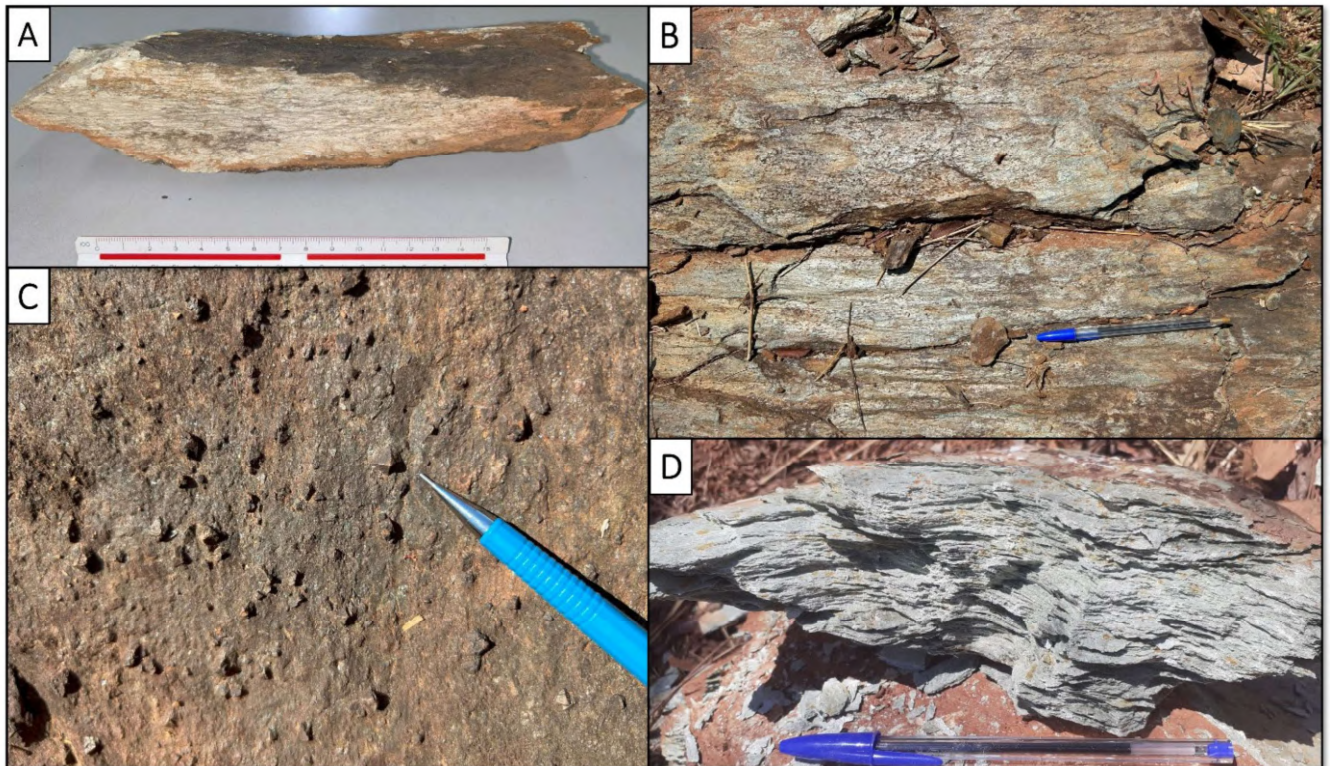


Figura 35. (A) – Amostra de um carbonato-clorita-quartzo-talco xisto. Ponto 47. (B) – Afloramento de magnetita-muscovita-clorita-talco xisto no ponto 169. (C) – Magnetitas euédricas em muscovita-talco xisto no ponto 46. (D) – Amostra de magnetita-sericita-talco xisto no ponto 211.

Localmente são encontradas raras ocorrências de derrames metabasálticos com presença de pillow lavas preservadas associadas a estruturas interpillow cristalizadas e alteradas na forma de talco-tremolita xistos como os exemplares observados no ponto 46.

4.2.2.1.3 Derrames Ultrabásicos

Na área, estão inseridos como ocorrências locais dentro dos pacotes de serpentinito e talco xistos na forma de rochas metaultramáficas com textura *spinifex* e derrames ultramáficos peridotíticos ou piroxeníticos (Figura 36) que ocorrem de forma isolada com composições mineralógicas de (65-30%) piroxênio, (30-65%) olivina e (<5%) de carbonatos. Alguns

afloramentos como o encontrado no ponto de controle 51 (Figura 36) são interpretados como lascas tectônicas da Formação Córrego Alagadinho sobre o embasamento arqueano.

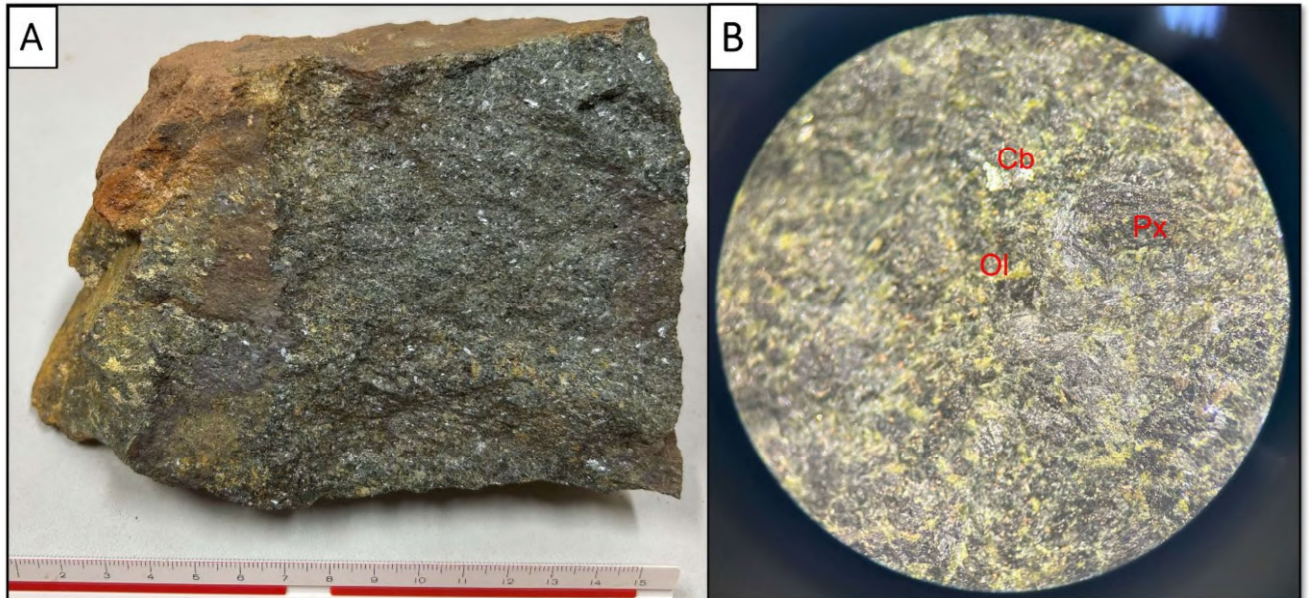


Figura 36. Amostra de rocha metaultramáfica do ponto de controle 51. (A) – Amostra macroscópica do ponto de controle 51. (B) – Matriz de granulação média a grossa composta por cristais de piroxênio de hábito prismático a granular de cor preta (Px), olivina granular de coloração verde oliva (Ol) e carbonatos em massa grosseira esbranquiçada (Cb), citados em destaque vermelho (Estereomicroscópio, 30x).

Em análise petrográfica realizada na Amostra 55 (Figura 37) que constitui uma rocha metaultramáfica com textura *spinifex*, foram observadas lâminas reliquiares euédricas a anédricas de olivinas e raros piroxênios, ambos expressivamente serpentinizados e imersos em uma matriz de agregados amorfos e aciculares pouco diferenciados de serpentina e talco com ocasionais tremolitas subédricas. É comum a presença de exsolução de minerais opacos (ilmenita e magnetita) que geram orientações paralelas entre as ripas pseudoformes de olivina (Figura 37 – C e D). Alguns grãos dispersos na matriz apresentando características texturais S_{n+1} foram identificados como piroxênios e interpretados como produtos de um provável retrometamorfismo acometido nessas rochas (Figura 37 – E).

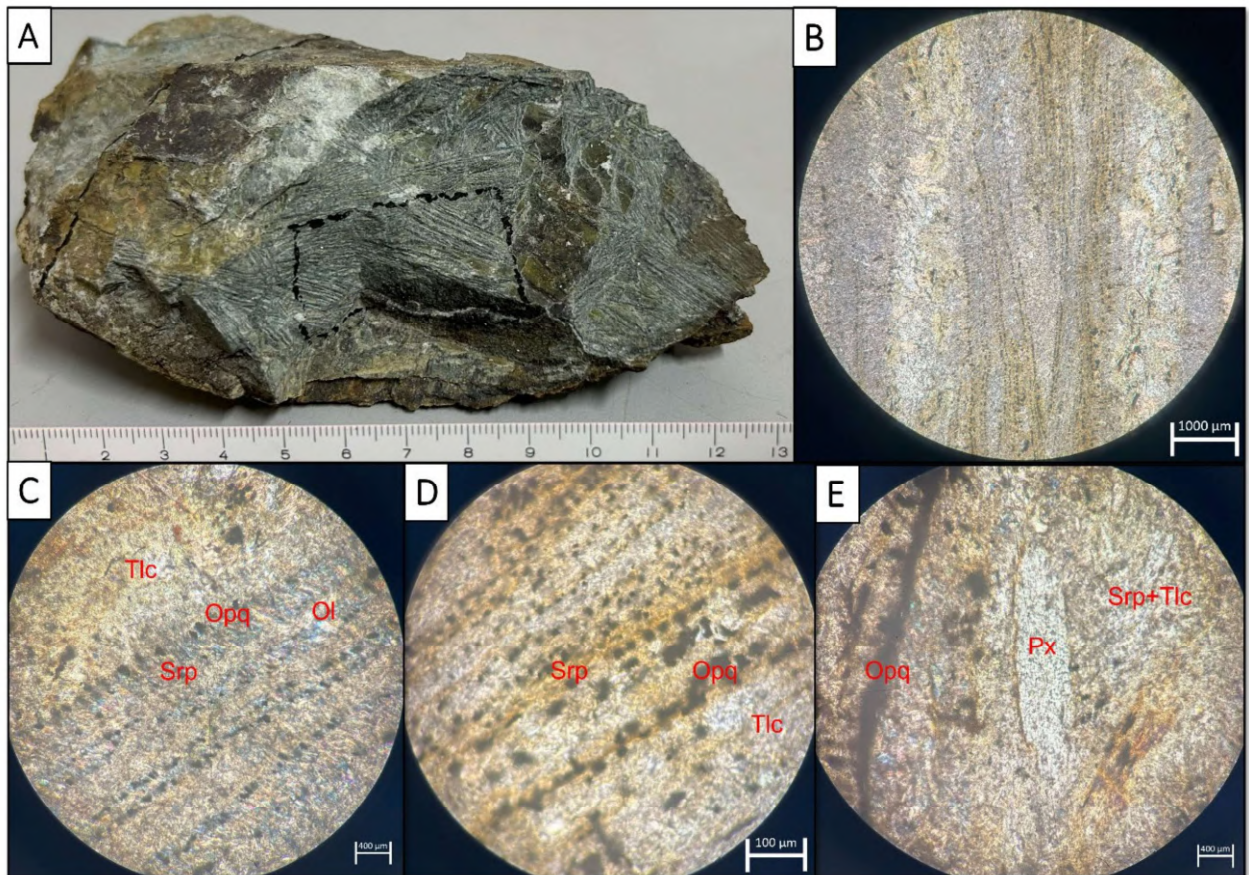


Figura 37. (A) – Amostra 55 com destaque do corte de laminação em preto. (B) – Trama *Spinifex* com alguns cristais pseudomorfos alongados a NCX. (C) – Cristal pseudomorfo de olivina expressivamente serpentinizado com bordas de exsolução de minerais opacos imerso em matriz rica em talco (NCX). (D) – Faixas alongadas paralelas de cristais completamente serpentinizados com orientação dada por opacos gerados por exsolução em matriz rica em talco (NC//). (E) – Grão de provável piroxênio gerado por retrometamorfismo imerso em matriz fina a amorfa de serpentina e talco a NCX, o grão a esquerda é uma ripa pseudoforme com limites definidos por minerais opacos em aparente textura esquelética.

4.2.2.2 Formação Rio Vermelho

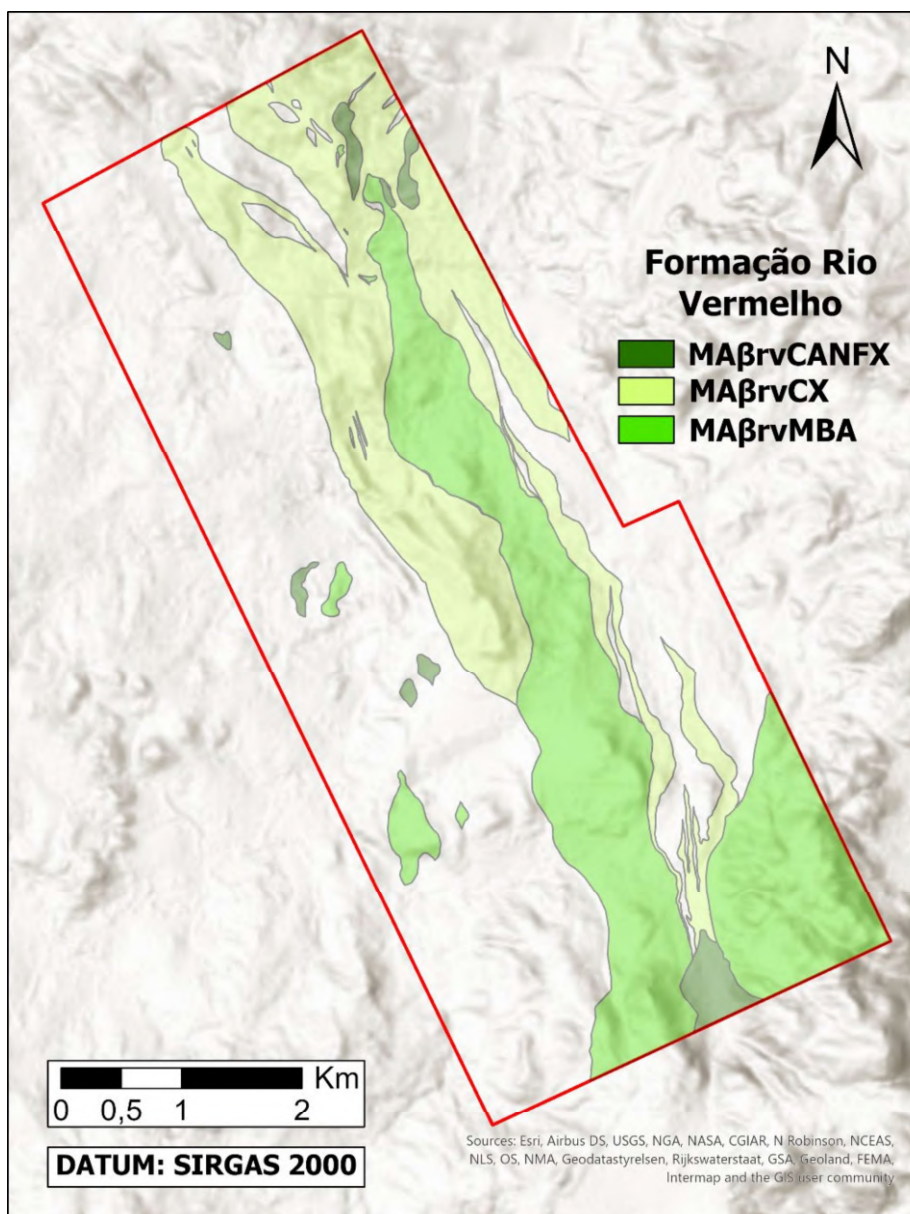


Figura 38. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Rio Vermelho. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.

A Formação Rio Vermelho (Figura 38) compreende, segundo Sabóia *et al.* (1979), as rochas metabasálticas da estratigrafia do *Greenstone belt* de Crixás. Localmente são encontradas intercalações lenticulares de formações ferríferas/manganesíferas, xistos carbonosos e sills e diques de gabro e peridotito (Jost & Oliveira, 1991 e Jost *et al.*, 2019).

Essas rochas se encontram sotopostas tectonicamente à Formação Córrego Alagadinho com espessura estimada de 300 m. Os protólitos eram derrames de lava, sills e diques que foram

submetidos a deformação e metamorfismo heterogêneos. Exposições aflorantes de menor alteração são maciças e apresentam estruturas primárias como pillow lavas, vesículas, varíolas e amígdalas, com assembleias minerais de Fe-tremolita, oligoclásio subordinado e menores quantidades de clorita, clinozoisita, quartzo, pirita ou magnetita, que indicam erupção que se desenvolveu em águas rasas (Montalvão *et al.* 1981, Fortes *et al.* 2001, Jost & Oliveira, 1991, Jost *et al.*, 2019).

Jost & Oliveira (1991) e Coelho (1999) consideram que de forma geral, os basaltos estão transformados em anfibólio xistos das fácies xisto verde superior a anfibólito inferior. Quando próximos de zonas de cisalhamentos/cavalgamentos expressivas onde ocorrem mineralizações auríferas, essas rochas são hidrotermalizadas em carbonato-anfibólio xistos, carbonato-clorita-biotita xistos, metadolomitos e milonitos.

Análises geoquímicas feitas por Sabóia *et al.* (1979) e dados de Jost *et al.* (2019) classificam essas rochas como intermediárias entre komatiitos e toleiiitos, com a presença de teores elevados de Fe (toleiiitos) e Cr (200-600 ppm), além de baixos teores médios de Ni (<250 ppm) e TiO₂ (< 1%).

As rochas referentes a essa formação na área mapeada se apresentam na forma de metabasaltos, anfibólitos e tremolíticos quando maciços, já nas exposições xistosas são compostos por porções alternantes de clorita e anfibólio, sempre em porções variáveis de carbonato e quartzo. Possuem coloração verde que varia de tons mais escuros à claros que se tornam solos comumente lateríticos pouco argilosos ou siltosos com areia fina e coloração vermelho ou amarelo-alaranjado. Os afloramentos dessas rochas apresentam baixa frequência de cristais resistentes de quartzo.

São observados principalmente em altos topográficos em afloramentos onde aglomerados de rochas saprolitizadas estão suspensas em matriz de solo lateritizado. Também ocorrem em pacotes maciços ou matacões preservados que chegam a 8 m de altura, com grandes lajedos em pontos diversos. As fácies xistosas são comumente vistas em piso e seu contato com os metabasaltos maciços ocorre em zonas transicionais geralmente suaves, como o contato observado no ponto 137 (Figura 39). Foram observadas ocorrências em pontos isolados de lavas almofadas (*pillow lavas*), vesículas e amígdalas.

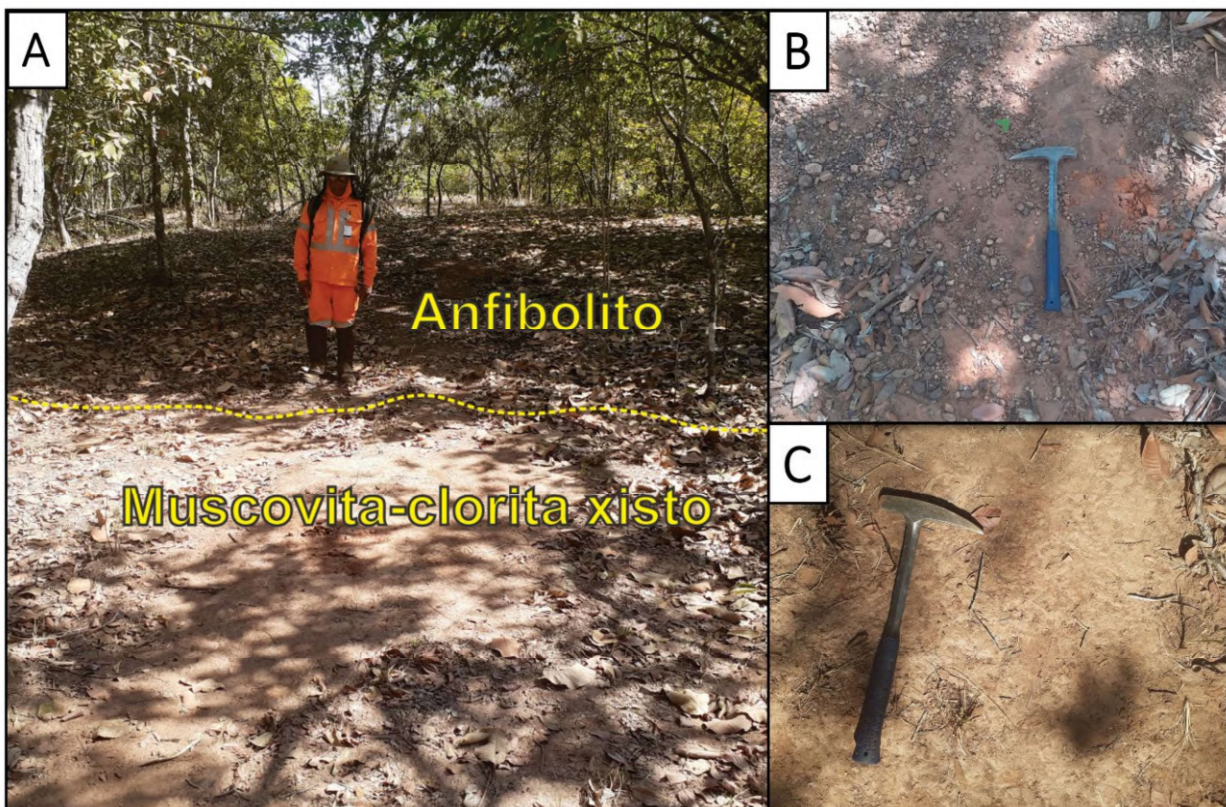


Figura 39. Contato exposto por contraste pedológico entre as fácies anfibolitos e clorita xistos da Formação Rio Vermelho no ponto 137. (A) – Contato entre o solo decomposto do Anfibolito e o solo decomposto do Muscovita-clorita xisto em amarelo. (B) – Solo decomposto do Anfibolito apresentando coloração vermelha levemente alaranjada de granulometria muito fina e composição pouco quartzosa, a constituição é compacta e maciça, se fragmentando em aglomerados granulares grossos quando cominuída. (C) – Solo decomposto do Muscovita-clorita xisto apresentando coloração beje a branca levemente avermelhada de granulometria fina a média e composição moderadamente quartzosa e rica em micas, a constituição é pouco consolidada e facilmente cominuída em fragmentos sem coesão.

É comum no litotipo a ocorrência de camadas lenticulares de metassedimentos intercalados na forma de metadolomitos e grafita xistos (Figura 40) ocasionalmente delimitados por contatos silicificados. Os metadolomitos observados nesse cenário possuem um acamamento por vezes discordante das rochas encaixantes e nenhuma estrutura primária evidente, sugerindo a hipótese de que essas rochas possam ser produto inteiramente de processos hidrotermais e não de metamorfismo de protólitos sedimentares.

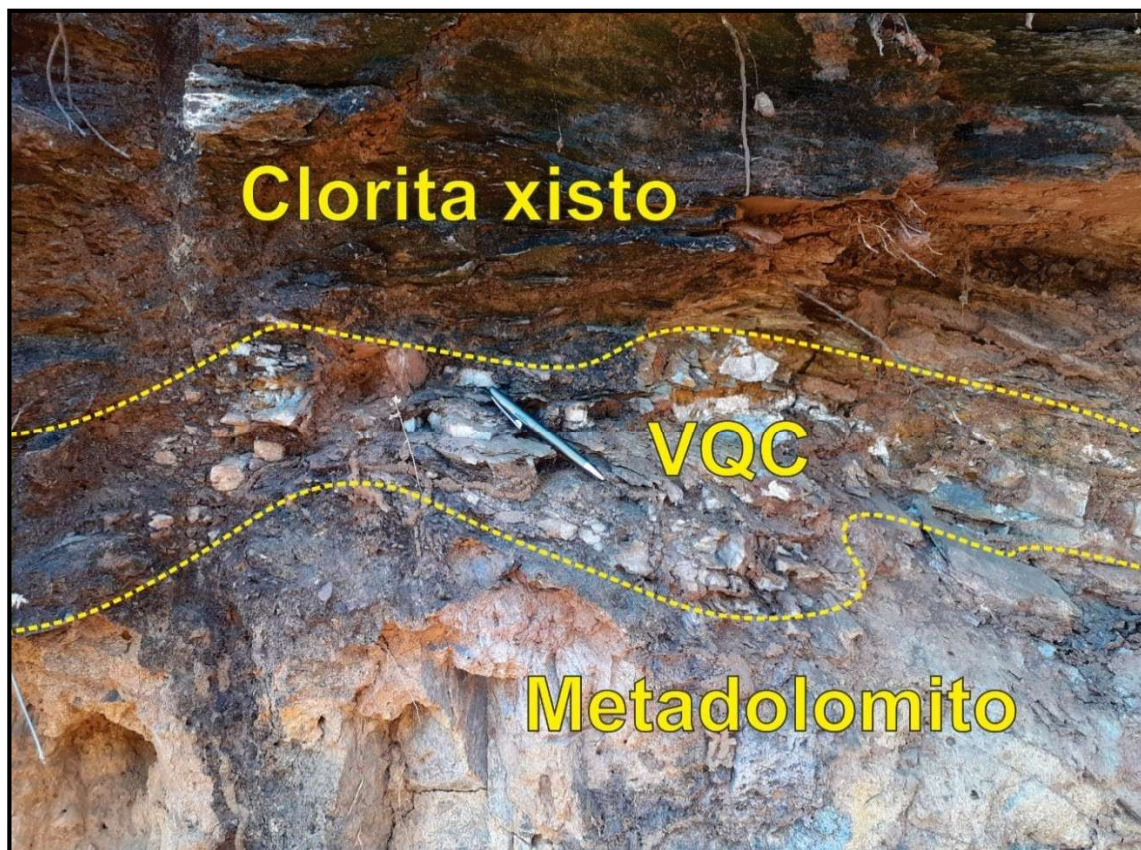


Figura 40. Contato entre o Clorita xisto e uma lente de Metadolomito saprolítico delimitado por um veio de quartzo-carbonato (VQC) no ponto 204.

4.2.2.2.1 Metabasaltos (MBA)

Compreendem os anfibolitos, carbonato anfibolitos, quartzo-carbonato anfibolitos e raros tremolíticos. Apresentam coloração verde-oliva a verde-folha com variações geralmente mais claras que também podem ser acinzentadas; são maciços a levemente foliados, possuem granulação muito fina a grossa e são compostos predominantemente por hornblenda e plagioclásio. Na mineralogia dessas rochas também acompanham carbonatos, quartzo, biotita e tremolita que, em algumas fácies, podem constituir aproximadamente 90% da proporção mineralógica da rocha. A Figura 41 apresenta algumas das ocorrências locais de estruturas observadas nessa unidade como: lavas almofadadas (*pillow lavas*) por vezes geopetálicas e invertidas, juntas plumosas e exfoliações esferoidais.

Se apresentam na área como grandes lajedos e enormes morros formados por rochas maciças. Quando alterados



Figura 41. (A) – Afloramento de metabasaltos com estruturas de lavas almofadadas preservadas em ponto de marco de preservação geoconservacionista. (B) – Afloramento de camadas de carbonato-quartzo-clorita anfibólitos com $S_n=281/22$ no ponto 23. (C) – Juntas plumosas preservadas em matacão de metabasalto no ponto 19. (D) – Foliação esferoidal em bloco rolado de carbonato-quartzo anfibólito no ponto de controle 22.

Os metabasaltos são observados em camadas alongadas sentido NW/SE com direções de mergulhos médios para E/W quando próximos da porção norte da área e N/S nas regiões mais ao sul. Os ângulos de mergulho das camadas variam entre 30-60°. Foram encontradas lineações minerais (L_m) com sentido NW/SE definidas por minerais brancos e leitosos que foram identificados como quartzos e carbonatos. São raras as ocorrências de pares conjugados preservados em afloramentos (Figura 42) observados no litotipo como um todo.

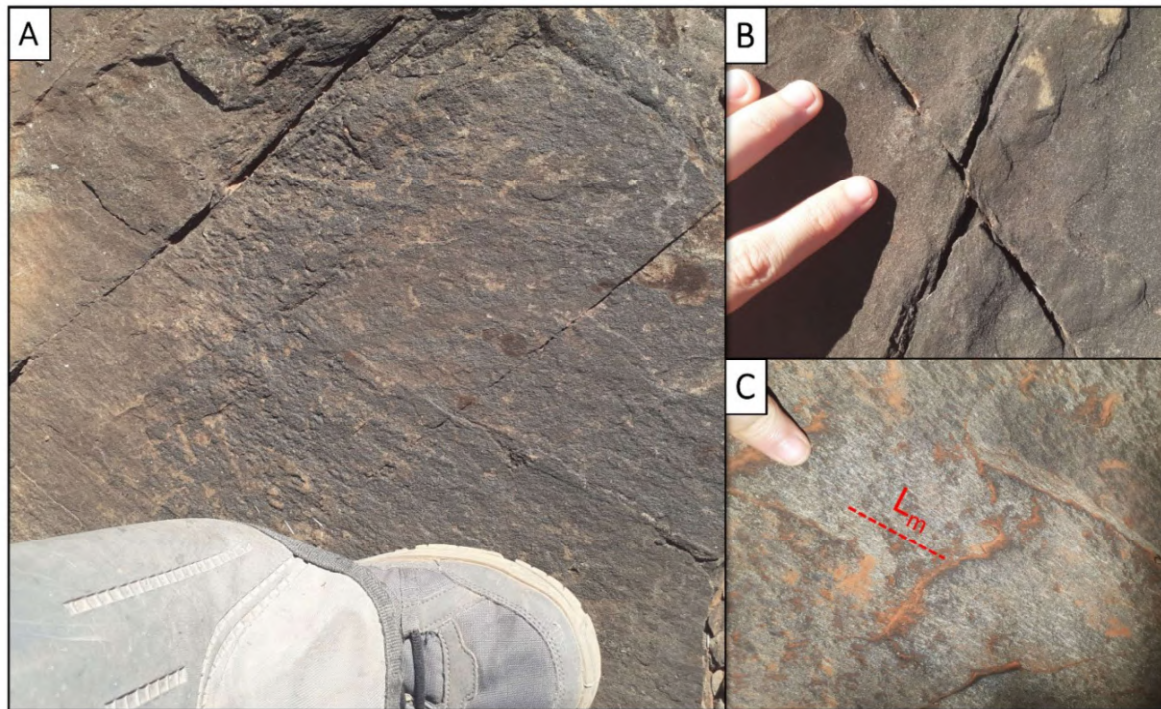


Figura 42. (A) – Afloramento em piso de metabasalto maciço com pares conjugados preservados no ponto 20. (B) – Par conjugado em metabasalto com leve deformação. (C) – Lineações minerais em carbonato-quartzo-clorita anfibolito do ponto 23.

Os carbonato anfibolitos e quartzo-carbonato anfibolitos (Figura 43) ocorrem dispersos pela área mapeada em padrões aparentemente lenticulares. Possuem matriz fina com aspecto venulado e mineralogia de anfibólio (40-60%), carbonatos (10-25%), quartzo (15%), clorita (5-15%) e outros minerais (0-10%).

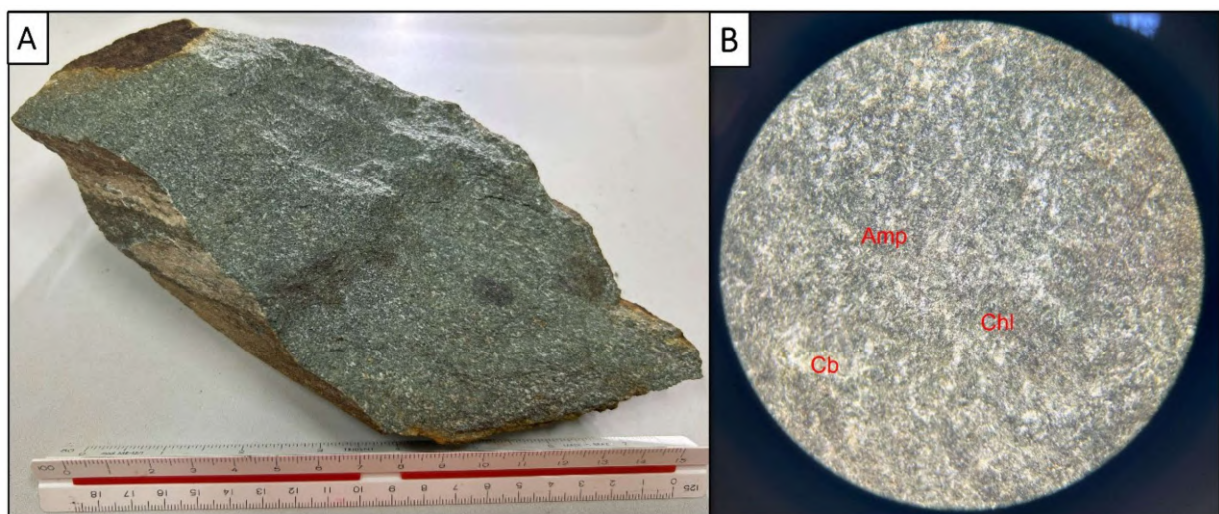


Figura 43. (A) – Amostra de quartzo-clorita-carbonato anfibolito do ponto 69. (B) – Mineralogia macroscópica em matriz de granulação fina com destaque para cristais de anfibólio de coloração verde-

escuro a levemente preta (Amp), clorita discretamente intersticial de coloração verde-claro (Chl) e vênulas intrafoliares e dispersas de carbonato (Cb), citados em vermelho (Estereomicroscópio, 30x).

Alguns afloramentos de lavas almofadadas, como o encontrado no ponto 46 (Figura 44), apresentam um conjunto de estruturas *pillow* revestidas por talco-tremolita xistos (Figura 44 – B e C) caracterizando conservação da camada de *interpillow* (Dimrotch *et al.*, 1978) de resfriamento rápido que, nesse caso, passou por processo secundário de alteração metamórfica (provável hidrotermalismo).

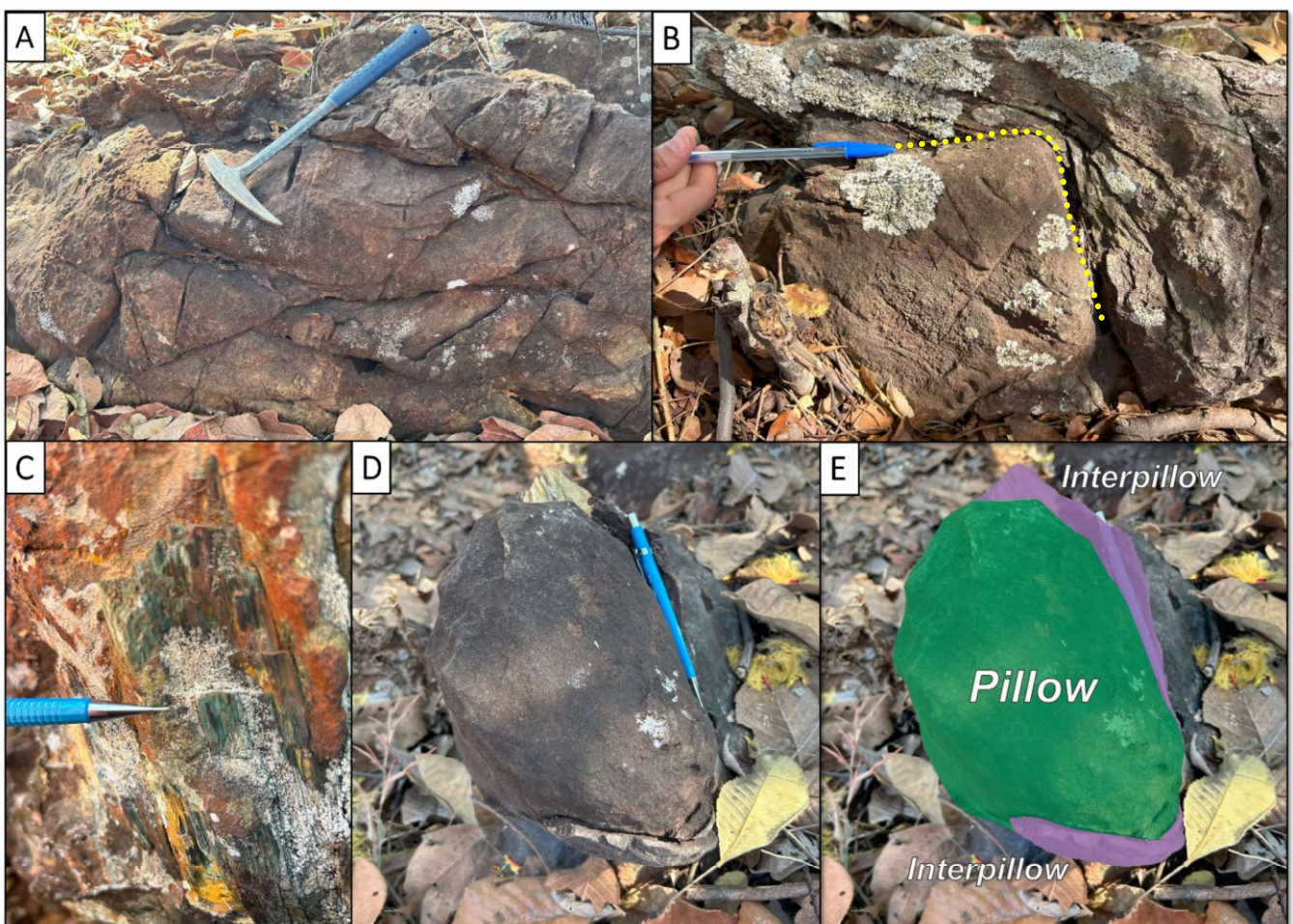


Figura 44. Ponto 46. (A) – Afloramento de metabasaltos de granulação muito fina com estruturas do tipo *pillow lava* preservadas. (B) – Contato entre o metabasalto e o talco-tremolita xisto destacado em amarelo. (C) – Cristal centimétrico de tremolita em zona *interpillow* apresentando estruturas do tipo *slikenlines* discretas nos cristais. (D) – *Pillow* isolada e suspensa por um envelope de talco-tremolita xisto (*interpillow*). (E) – Limites em destaque da *pillow* (verde) e *interpillow* (lilás).

Os tremolititos (Figura 45) foram observados na área comumente em pacotes isolados restritos ou em lentes inseridas em outras fácies. Possuem uma textura granuloblástica de grãos

grosseiros com composição majoritariamente de tremolita (70-90%), apresentando em alguns casos venulações associadas a uma matriz cálcio-silicatada. Também acompanham nessas rochas minerais como anfibólio (10-20%), quartzo (<10%) e clorita (<5%).

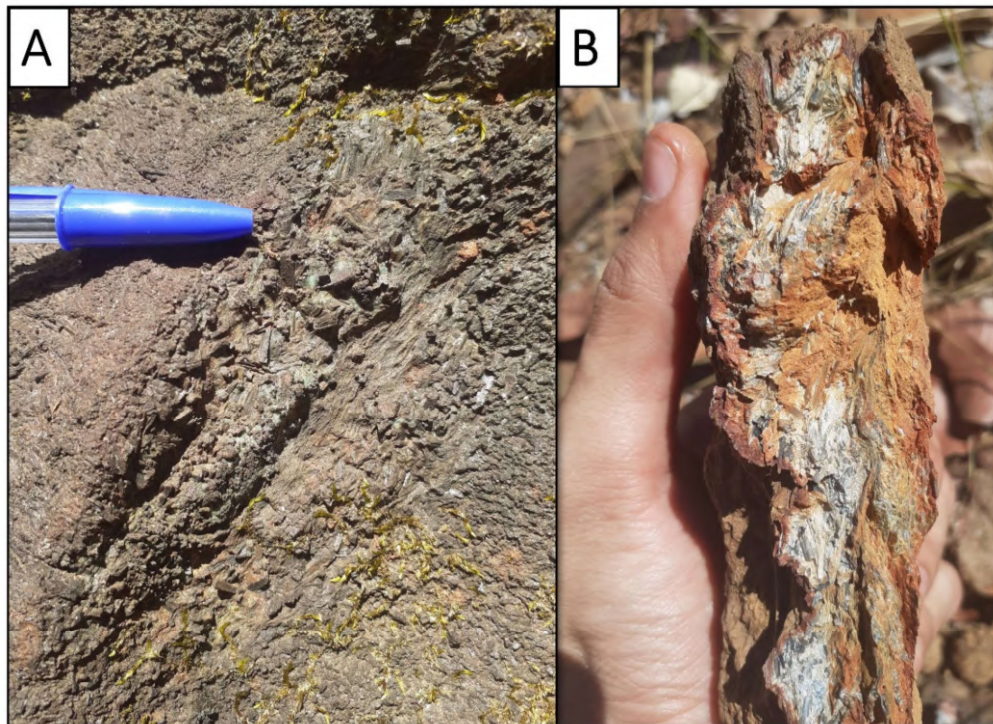


Figura 45. (A) – Afloramento *in situ* de tremolito apresentando granulação grossa de cristais prismáticos organizados em um alinhamento incipiente. Ponto de controle 139. (B) – Amostra de quartzo-carbonato tremolito encontrado em pequena lente ponto 105.

4.2.2.2 Anfibólio xistos (CANFX) e Clorita xistos (CX)

Os xistos metabásicos compreendem as rochas hidrotermalizadas ou metamorfisadas em fácies xisto verde a anfibolito inferior dos protólitos máficos da Formação Rio Vermelho.

As fácies anfibolíticas possuem coloração verde-escuro a claro, por vezes oliva ou acinzentado e uma foliação pouco desenvolvida. Compreendem os anfibólio xistos, quartzo-carbonato-anfibólio xistos e clorita-anfibólio xistos.

Quartzo-carbonato-anfibólio xistos (Figura 46) ocorrem dispersos pela área mapeada e estão frequentemente associados a veios métricos de quartzo que delimitam seu contato com as camadas encaixantes. A mineralogia é de anfibólio (40-55%), carbonatos (15-20%), quartzo (10-15%), plagioclásio (5-10%) e opacos (<1-2%).

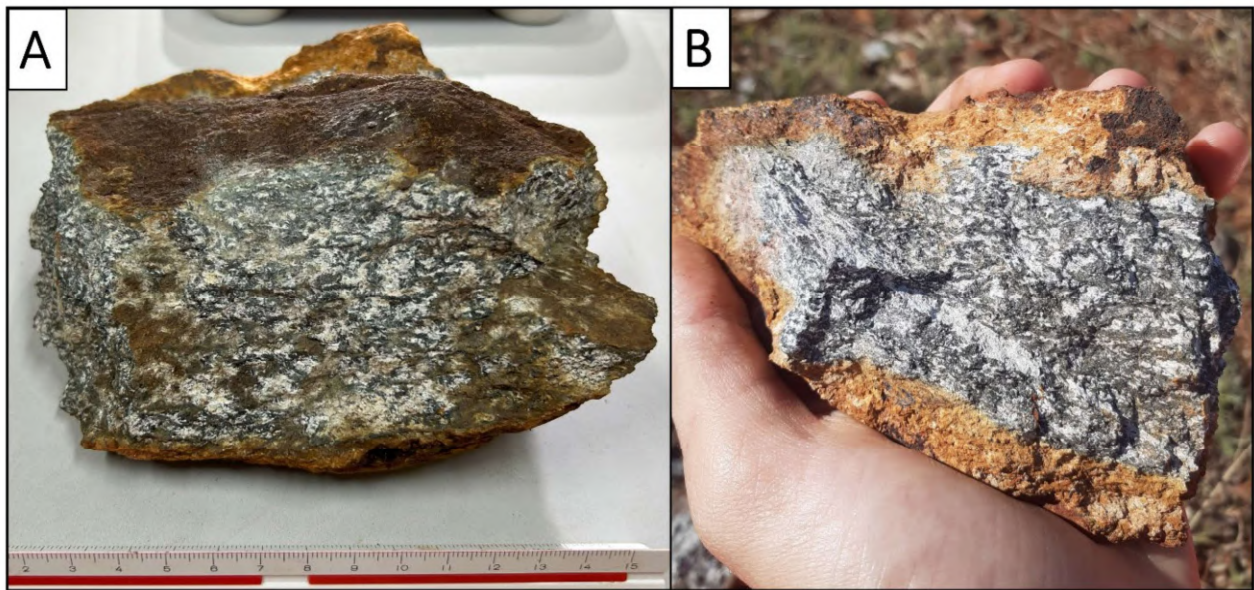


Figura 46. Amostra de plagioclásio-quartzo-carbonato-anfibólio xisto recolhida no ponto 116. (B) – Amostra de quartzo-carbonato-anfibólio xisto apresentando auréola de intemperismo no ponto 162.

As fácies micáceas com predomínio de clorita (Figura 47) compreendem uma variação expressiva de litotipos como: clorita xistos, turmalina-clorita xistos (Figura 47 – A), granada-turmalina-clorita xistos, biotita-clorita xistos, muscovita-clorita xistos, clorita-muscovita xistos (Figura 47 – B), sericita-clorita-muscovita xistos, sericita-quartzo-clorita xistos, quartzo-clorita-carbonato xistos, carbonato-quartzo-fuchcita xistos (Figura 47 – C), talco-sericita-clorita xistos (Figura 47 – D), clorita-magnetita xistos, carbonato-clorita-hematita-quartzo-magnetita xistos (Figura 47 – E) e quartzo-tremolita-sericita-clorita-magnetita-talco-muscovita xistos (Figura 47 – F).

A presença significativa de componentes como carbonato, clorita e biotita denunciam a atuação de processos metamórficos hidrotermais que agiram sobre esse ambiente de protólito provavelmente máfico. A alta variação na composição modal e mineralógica observada em diferentes níveis dessas rochas também reflete uma diversidade composicional significativa dos protólitos e maior heterogeneidade nas características do fluido hidrotermal. Algumas fácies com variações superiores a 50% de muscovita podem estar relacionadas a porções locais de mais alta intensidade de alteração metamórfica em condições de baixa a média temperatura e pressão ou mesmo zonas de cisalhamento isoladas em áreas de protólitos ricos em alumínio.

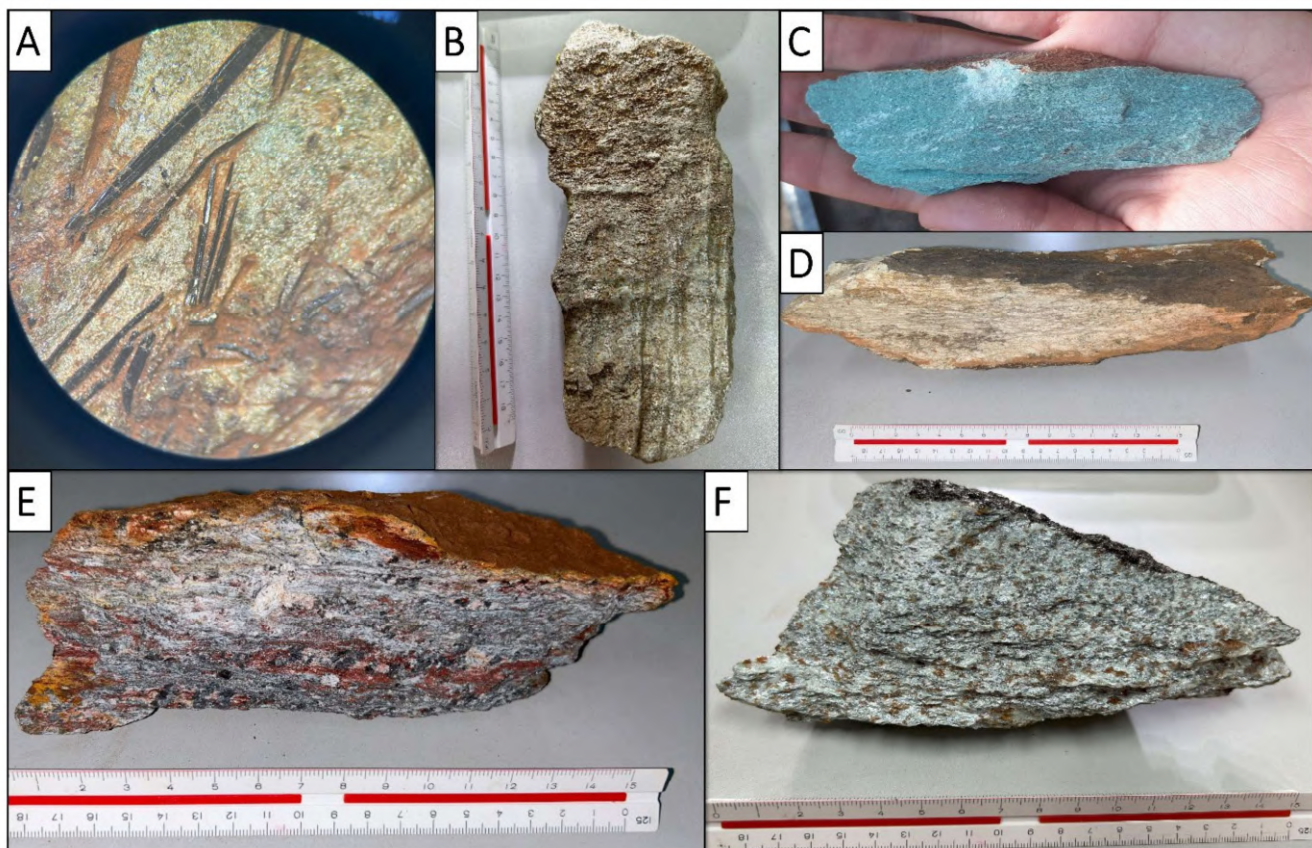


Figura 47. Mosaico apresentando as diversas fácies de clorita xistos. (A) – Porfiroblastos prismáticos de schorlita (tremolita preta) em matriz lepidoblástica de clorita xisto, amostra coletada no ponto 14 (Estereomicroscópio, 30x). (B) – Amostra de clorita-muscovita xisto com crenulação aparente (Ponto 60). (C) – Amostra de quartzo-carbonato-fuchsita xisto coletada no ponto 98. (D) – Amostra de talco-sericita-clorita xisto coletada no ponto 47. (E) – Amostra de clorita-magnetita xisto, carbonato-clorita-hematita-quartzo-magnetita xisto coletada no ponto 22. (F) – Amostra de quartzo-tremolita-sericita-clorita-magnetita-talco-muscovita xisto coletada no ponto 101.

As variações faciológicas do clorita xisto apresentam, de modo geral, granulação fina, textura granolepidoblástica a lepidoblástica e foliação expressiva composta por minerais micáceos que se organizam concordantemente com essa orientação (foliação). Nas fácies ricas em quartzo-carbonato, essa foliação é formada pela alternância desses cristais com lâminas de minerais micáceos como clorita e raramente biotita, sendo comum a presença de vênulas preenchidas ou veios intrafoliais e dobrados de quartzo e carbonato (Figura 48 – A). Foram observadas algumas fácies raras de lentes de quartzitos derivados da migração e recristalização de camadas ricas em quartzo inseridas dentro do clorita xisto (figura 48 – B). A observação de *slickensides* sob a superfície dessas unidades ricas em sílica sustentam também uma forte participação de fontes mecânicas na produção dessas variações faciológicas.

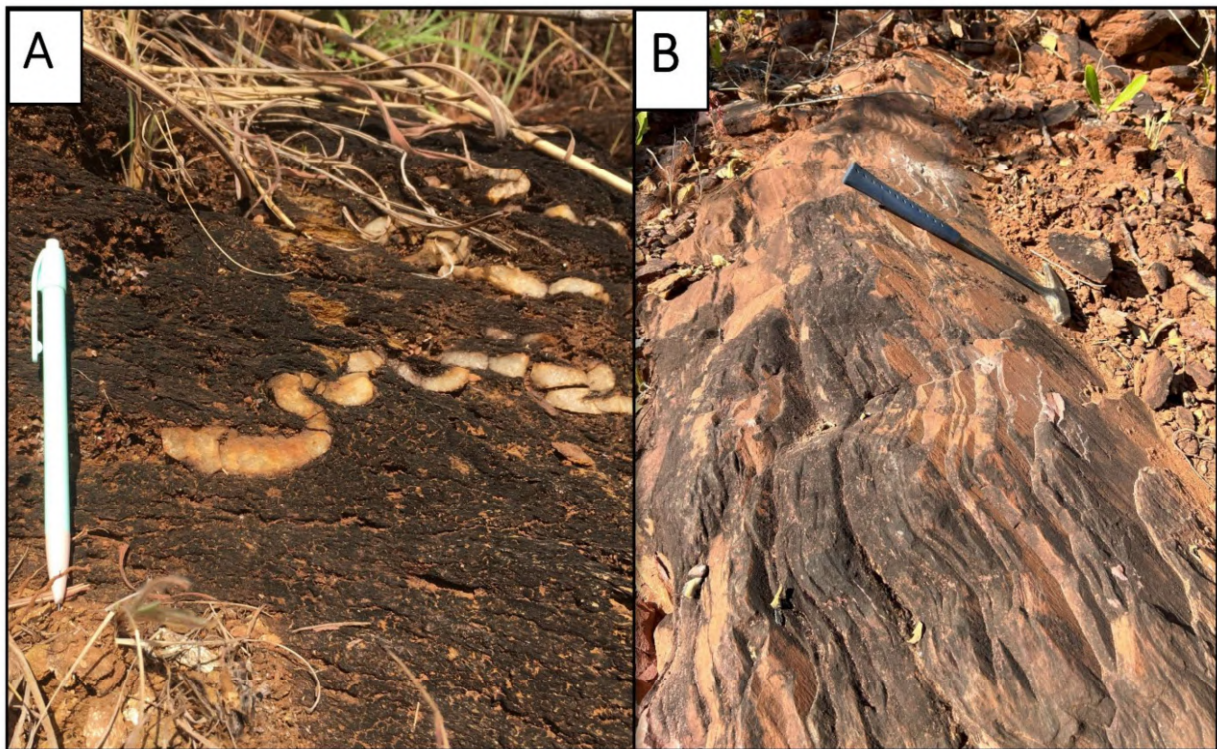


Figura 48. (A) – Veios de quartzo intrafoliais em dobras apertadas de padrões tipo “M” e “Z” em matriz de muscovita-clorita xisto (Ponto 1). (B) – Afloramento de quartzito com estriamentos (*slickensides*) no ponto 43.

As fácies de fuchsite xisto (Figura 49) foram encontradas em diversas regiões na forma de lentes restritas de aproximadamente 10 metros de espessura estimada. Apresentam a variação rica em cromo da muscovita como principal mineral componente (45-60%) em protólitos provavelmente máficos e ricos em alumínio. Também acompanham na composição dessas rochas epidoto (15-30%), carbonatos (15-25%), biotita (10-20%), quartzo (5-10%), clorita (0-10%), opacos (0-10%) e outros minerais acessórios como zircão e titanita (0-5%) Essas rochas são fortemente foliadas e possuem uma textura lepidoblástica a granolepidoblástica quando relacionada a maiores concentrações de epidoto e carbonatos que formam agregados de cristais granulares euédricos a anédricos na forma de bolsões intrafoliais intercalados com níveis ricos em fuchsite na forma de cristais de hábitos lamelares intrafoliais paralelamente orientados segundo S_n e ocasionalmente anastomosados. O epidoto é encontrado em relevo médio a alto, com hábito prismático comumente subédrico e com altas cores de interferência a nicóis cruzados, apresentando também zonamento em alguns cristais. A sua ocorrência associada a carbonatos nessas rochas pode sugerir um processo de saussuritização gerado por provável metamorfismo hidrotermal ou retrometamorfismo.

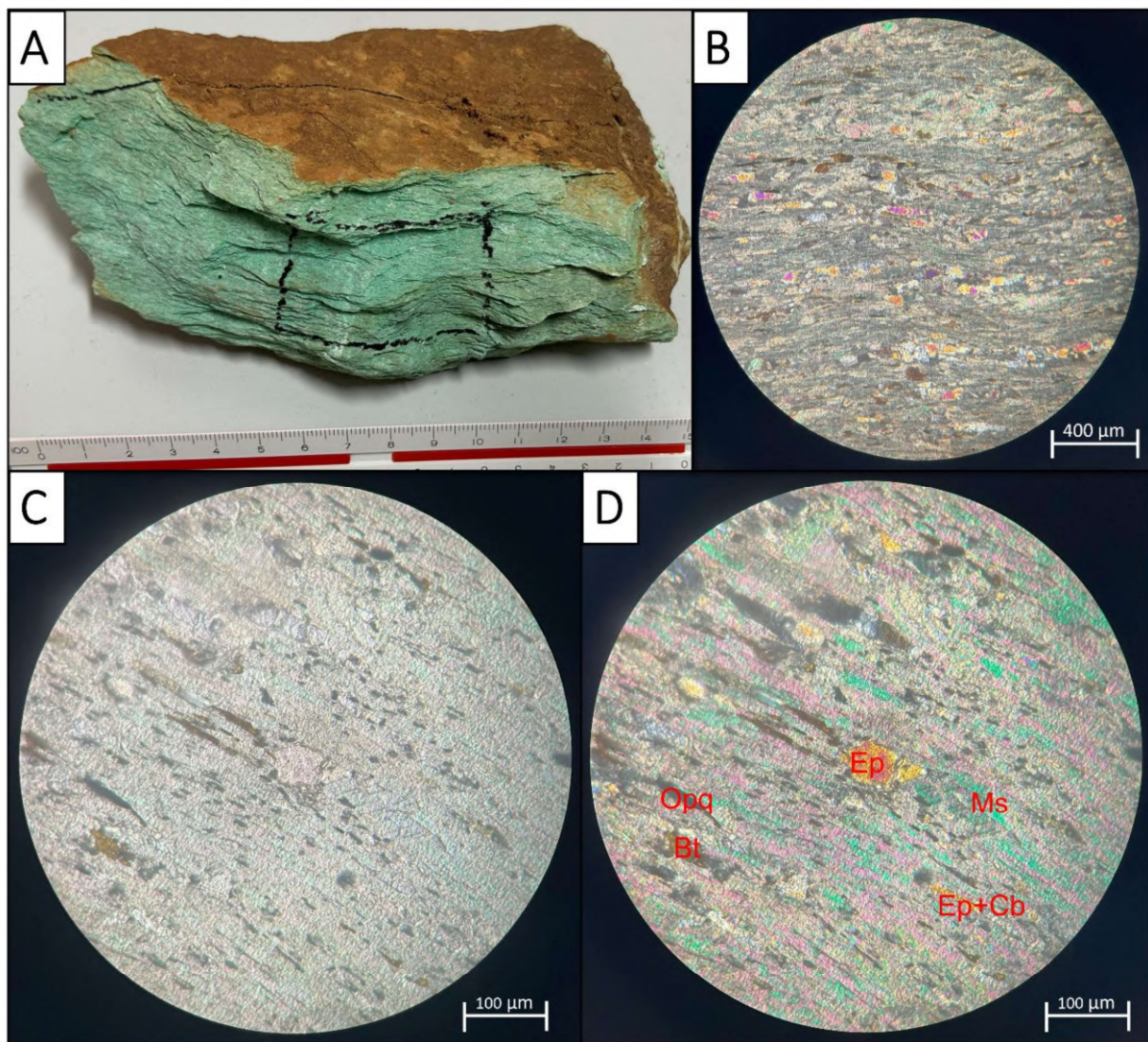


Figura 49. (A) – Amostra de fuchsitaxisto coletada no ponto 98 de granulação fina a muito fina, foliação expressiva e coloração fortemente esverdeada com brilho sedoso a perolado evidenciando alta concentração micácea. Corte da laminação destacado em preto. (B) – Fotomicrografia apresentando a textura granolepidoblástica de uma matriz rica em muscovita intercalada com níveis de agregados intrafoliais de cristais granulares (NCX). (C) – Orientação intrafolial e concordante de cristais de mica a NC//. (D) – Cristal de epidoto (Ep) intrafolial e subédrico no cruzamento dos nicóis apresentando altas cores de interferência em leve inconstância de cores no mesmo cristal (NCX).

É relativamente comum a ocorrência de pacotes bandados alternados ou níveis laminares de camadas ricas em magnetita/hematita disseminada ou intrafolial (Figura 50). Em alguns pacotes, o acúmulo desses óxidos chega a ultrapassar 70% da composição da rocha. A mineralogia observada nessas ocorrências é de magnetita/hematita (45-70%), clorita (10-30%), muscovita (5-30%), sericita (5-10%), quartzo(1-10%), carbonato(1-5%) e demais minerais (1-5%). São rochas de granulação fina, coloração cinza-escuro a azulado com tons esverdeados e uma foliação pouco expressiva.

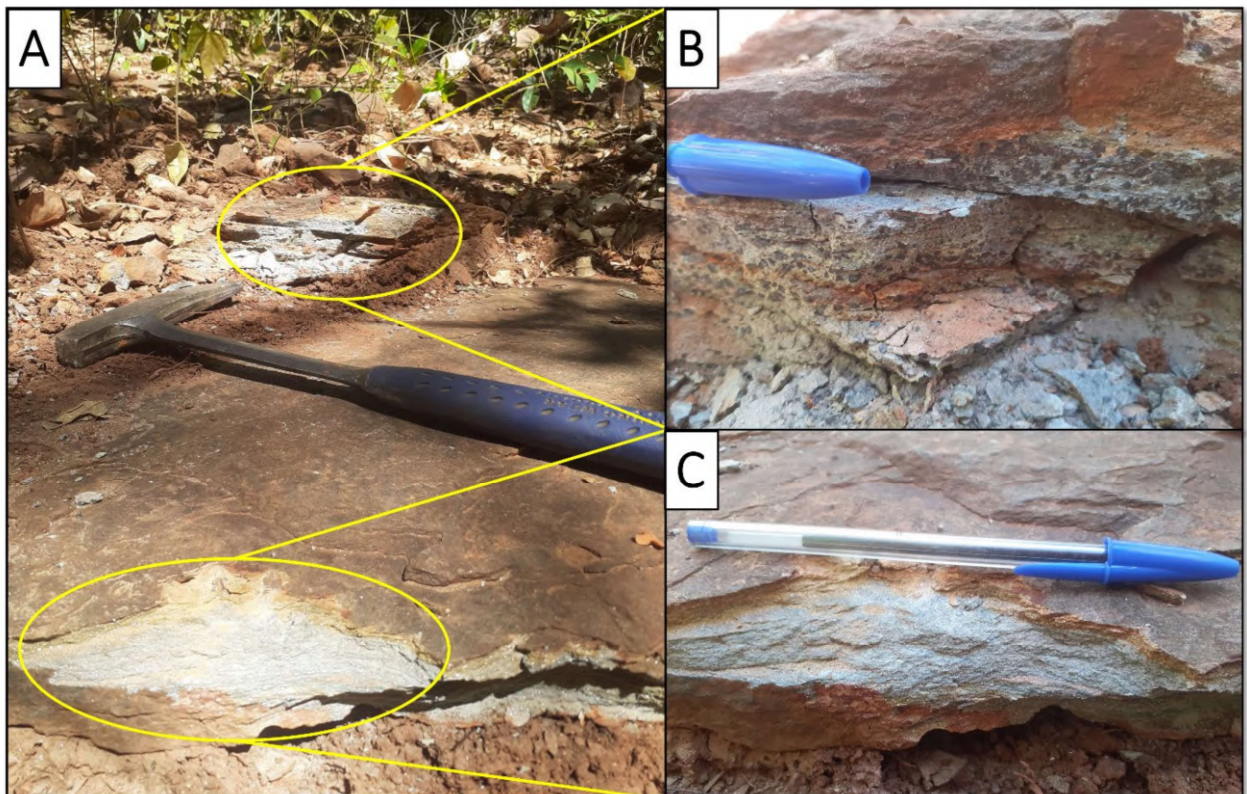


Figura 50. (A) – Afloramento no ponto 34. (B) – Camadas ricas em porfiroblastos de magnetita (mineral preto) disseminados e intrafoliais em uma matriz fina de clorita xisto. (C) – Camada de sericita-quartzo-clorita xisto sem magnetitas.

Características da relação entre a composição mineralógica dessas rochas e sua decomposição em solos caracteristicamente micáceos e oxidados na área de estudo foi observada em análise petrográfica realizada na amostra 107 (Figura 51), se tratando de um quartzo-biotita-magnetita-clorita-muscovita xisto em estado moderado de intemperização.

Macroscopicamente é observado uma rocha de matriz fina, a coloração rosa-avermelhada com tons mais bege-esbranquiçados é dada pela intercalação entre níveis laminares de muscovita e alguns quartzos com outros de material micáceo alterado e óxidos. A forte xistosidade metamórfica expressa em níveis centimétricos é também observada na análise petrográfica, onde sua consolidação é denunciada por uma trama anastomosada de minerais lamelares e placóides comumente inequigranulares e subédricos dispostos em uma textura lepidoblástica. Níveis de concentrados intrafoliais de opacos (magnetita) podem ser observados em zonas de maior concentração de muscovita.

A assembleia mineralógica dessa rocha consiste em: óxidos (30%), muscovita (20%), clorita (20%), magnetita (15%), biotita (10%) e quartzo (5%). A formação de óxidos na amostra

é explicada pela alteração intempérica de micas ricas em ferro como biotita, que ao se decomporem, liberam esse elemento ao ambiente para que formem óxidos de ferro como hematita.

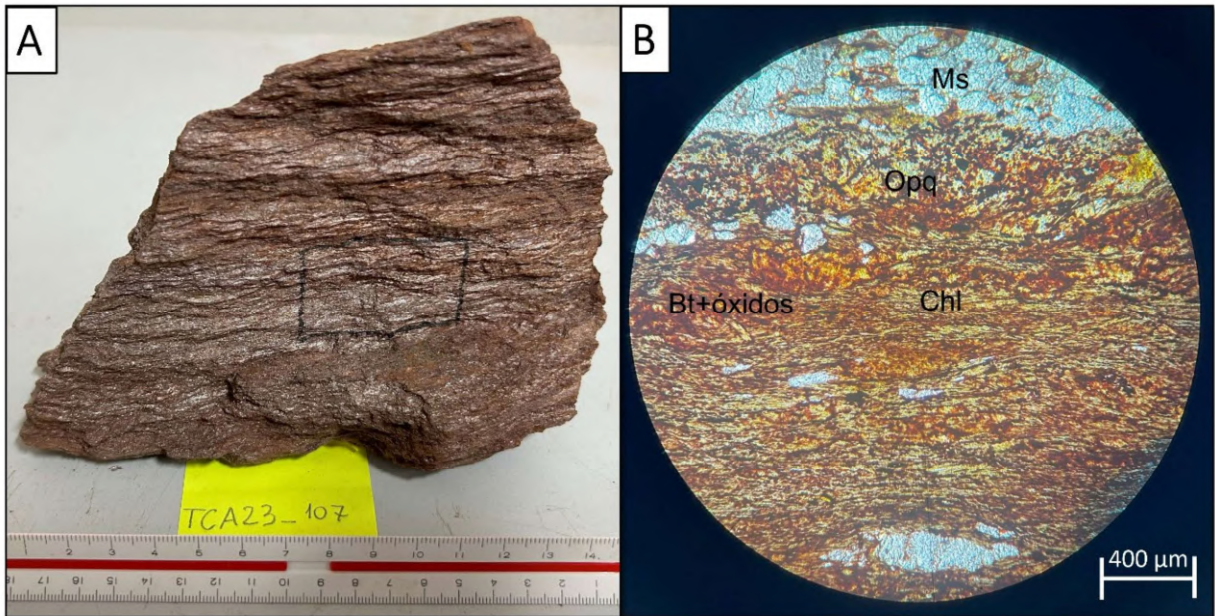


Figura 51. (A) – Amostra de quartzo-biotita-magnetita-clorita-muscovita xisto recolhida no ponto 107. (B) – Fotomicrografia apresentando o caráter lepidoblástico da amostra com cristais de clorita em cor levemente esverdeada em contato com cristais de biotita alterando para óxido de ferro. Grãos de muscovita são majoritariamente inequigranulares e intrafoliais (NC//).

4.2.2.3 Formação Ribeirão das Antas

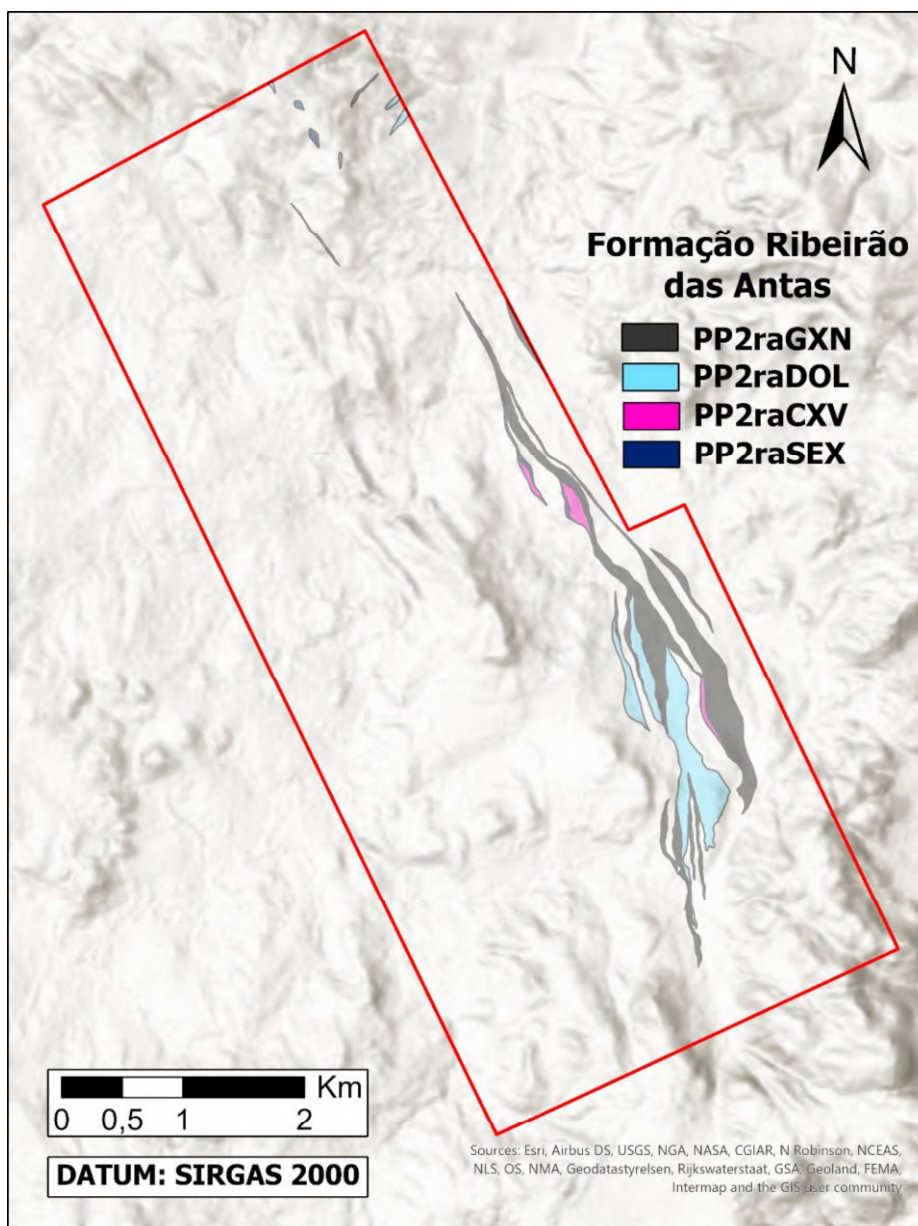


Figura 52. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Ribeirão das Antas. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.

Configura os representantes metavulcanoclásticos e metassedimentares do Grupo Crixás que foram descritos e propostos por Sabóia *et al.* (1979), bem como unidades litoestratigráficas compostas por hidrotermalitos em zonas de alta deformação e alteração hidrotermal. A divisão de Castro & Magalhães (1984) classifica a formação em três unidades que são, da base para o topo:

- Unidade Grafítica: composta por metapelitos grafíticos e manganésíferos com quartzitos carbonáceos e raros BIFs;
- Unidade Grafítica Manganésífera: classificada como componentes metapelíticos carbonosos e lateralmente gradacionais com metapelitos grafíticos e manganésíferos. Nessa unidade se hospedam as principais mineralizações auríferas do *Greenstone belt* e se encontram diversos halos de alteração hidrotermal com sericita, clorita, cloritoides, granada, carbonatos e magnetita;
- Unidade Metagrauvaqueana: formada por metagrauvasas líticas bandadas localmente intercaladas com xisto grafítico, quartzito grafítico e biotita xistos.

O contato entre a Formação Rio Vermelho e a Formação Ribeirão das Antas é gradacional e dado pela alternância entre as metavulcânicas e xistos carbonosos (Theodoro 1995 e Fortes *et al.* 2001).

As idades aproximadas de sedimentação dos litotipos metassedimentares do *Greenstone belt* de Crixás foram comentadas por Dix *et al.* (1995) e Fortes (1996) em estudos de análises em zircões de metagrauvasas que resultaram em correlações de 2.2 a 2.1 G.a. O cenário é tratado como uma orogenia de cadeias montanhosas do Riáciano que se formaram sob influência de uma partilha continental, juntamente com eventos climáticos e ambientais globais durante o Paleoproterozoico (Jost *et al.*, 2019).

Dados coletados de aproximadamente 1.000 km de testemunhos de sondagem pela Equipe de Geologia da Mineração Serra Grande desde o final de 1970, relevaram as mudanças gradacionais presentes fora da definição original da Formação Ribeirão das Antas nas porções centrais e noroestes do *Greenstone belt*, com isso, Jost *et al.* (2019) propôs uma redefinição estratigráfica formal, onde os filitos carbonosos com lentes de dolomito continuam a fazer parte da Formação Ribeirão das Antas, enquanto as metagrauvasas foram inseridas em uma nova unidade estratigráfica denominada “Formação Córrego Geral”, sendo esta justificada por suas características líticas, ambiente deposicional contrastante e mapeamento com escala mínima de 1:25.000 na superfície e subsuperfície das demais formações que compõem o Grupo Crixás. Portanto neste documento, serão consideradas as mudanças propostas por Jost *et al.* (2019) que excluem as metagrauvasas do topo da sequência do *Greenstone belt* de Crixás na composição litoestratigráfica da Formação Ribeirão das Antas.

Na área de mapeamento (Figura 52), as rochas que compõem a Formação Ribeirão das Antas estão dispostas em terrenos aplainados e com variação topográfica pouco expressiva, se apresentando com predominância na forma de solos, saprólitos ou lajedos frequentemente

recobertos por vegetação densa. Camadas preservadas das unidades carbonosas ou siliciclásticas podem ser encontradas na forma de piso ou lajedo em terrenos aplainados ou pequenos morrotes, sempre associados a horizontes de solo.

As melhores exposições desses litotipos em campo são observadas em escavações naturais de ravinas em drenagens e cursos d'água, como demonstrados na figura 53.



Figura 53. Exposições da Formação Ribeirão das Antas em ravinas de drenagens. (A) – Afloramento de metadolomito saprolitizado no Ponto 28. (B) – Afloramento de metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca em ravina no Ponto 41.

4.2.2.3.1 Filito Carbonoso

Compreendem os filitos carbonosos de coloração cinza-escuro ou pretos, laminados, bem foliados, de granulometria muito fina com aspecto pulverulento e friável (Figura 54 – A). São decompostos em solos pretos com tons roxos a avermelhados escuros e sua saprolitização raramente acompanha a geração de gangas lateríticas. Nestas gangas, localmente se observam goetitas com o hábito botroidal.

Frequentemente são observados em associação a lentes de quartzitos ou veios milimétricos e descontínuos de quartzo leitoso ao longo ou transversalmente a laminação sedimentar e à foliação metamórfica. É comum a observação de estruturas primárias preservadas

na forma de acamamentos sedimentares que são dominantes nos afloramentos e em amostras de mão. Encontram-se ocasionalmente intercalados com camadas ou lentes de metagrauvacas (Figura 54 – B) e metadolomitos, apresentando granulometria ligeiramente mais grosseira e composição quartzosa quando observado nessas intercalações.

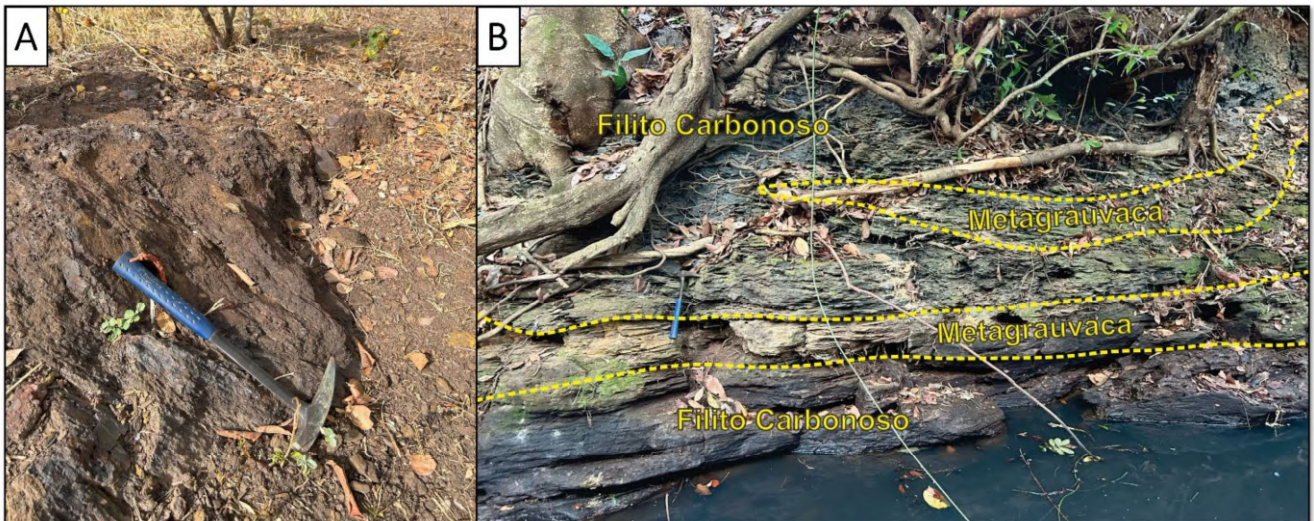


Figura 54. Exposições aflorantes de filito carbonoso. (A) – Afloramento de filito carbonoso apresentando expressiva xistosidade e coloração marrom arroxeada com pontos mais escuros (Ponto 72). (B) – Afloramento de filito carbonoso intercalado com lentes centimétricas de metagrauvaca com limites delimitados em amarelo (Ponto 173).

Essas rochas possuem uma foliação expressiva e comumente exibem acamamento sedimentar (S_0) preservado com caimentos de ângulos que variam entre 20° e 50° com direção W. Esse acamamento é paralelo a foliação ($S_0//S_1$). A presença frequente de venulações e veios de quartzo e carbonato denunciam a presença de pulsos hidrotermais que agiram sobre essas rochas em processos posteriores a sedimentação e consolidação das camadas.

A estruturação composicional dessas rochas é compreendida por finas laminações rítmicas com espessuras variadas de camadas escuras ricas em matéria carbonosa opticamente não reativa alternada com camadas mais claras ricas em minerais silicáticos, carbonatos e micas como muscovita e biotita. Existem ocorrências raras de oólitos milimétricos brancos de carbonato inseridos nesses litotipos. Em análise petrográfica de amostra coletada em contato com a metagrauvaca (Ponto 41), foi observado uma granulação fina em dois domínios distintos, um composto por uma textura lepidoblástica em duas direções distintas e outra por uma textura granoblástica de quartzos recristalizados com carbonatos e alguns plagioclásios indicando predominância da porção metagrauvaqueana (Figura 55). A mineralogia da rocha é resumida em

quartzo (35-45%), material carbonoso (30-45%), muscovita (5-15%), biotita (5-15%), plagioclásio (<5%), óxidos (<5%), sulfetos como pirrotita (<1%) e demais acessórios como zircão (<1%).

Buseck & Bo-Jun (1985) descrevem e discutem que a matéria orgânica se transforma em grafita pela deterioração dos compostos orgânicos durante o aumento do metamorfismo. O carácter opaco da massa de matéria carbonosa indica uma cristalinidade muito baixa, quando comparada com a cristalinidade pleocróica e anisotrópica e de alta cristalinidade da grafita. A ausência de grafita na amostra coletada indica um protólito sedimentar submetido a metamorfismo de baixo grau, provavelmente nas fácies xisto verde.

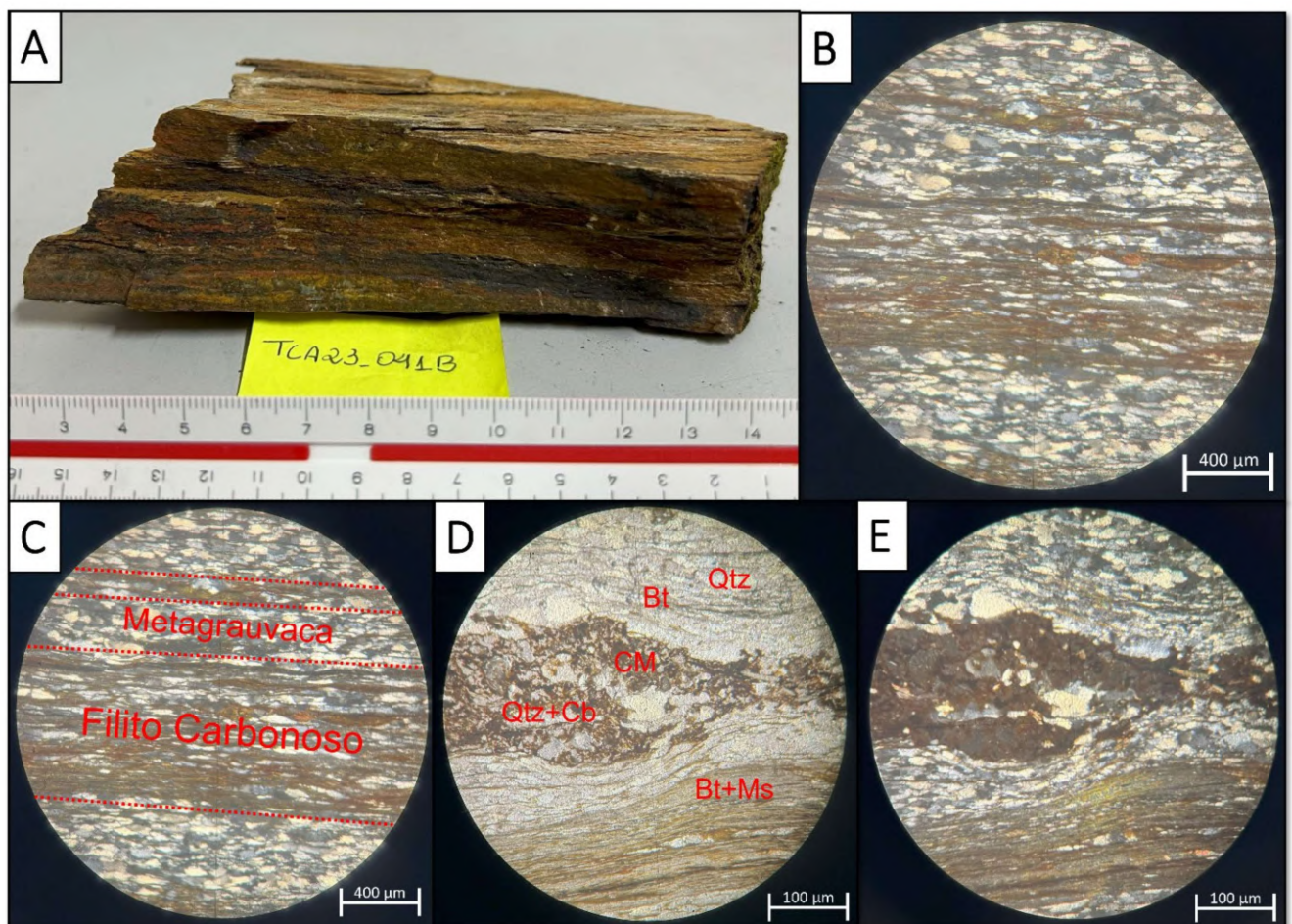


Figura 55. (A) – Amostra de metarritmito de filito carbonoso com metagrauvaca coletada no ponto 41. (B) – Micrografia da amostra 41B exibindo as laminações plano-paralelas de grãos finos com textura granoblástica intercalada com lepidoblástica (NCX). (C) – Limites entre as laminações de metagrauvaca e filito carbonoso com limites destacados em vermelho (NCX). (D) – Nível de fino material carbonoso (CM) com vênulas de quartzo (Qtz) e carbonado (Cb) em bouldinagem e bordado por níveis granoblásticos intercalados com porções lepidoblasticas ricas em biotita (Bt) e muscovita (Ms)(NC//). (E) – Destaque para a opacidade expressa pelo material carbonoso (CM) a nicóis cruzados (NCX).

Análises feitas por Fortes (1996) mostram que os filitos sofreram deformação contínua dada por fragmentos alongados e dobrados, rodeados por biotita, clorita e material carbonoso com grãos de quartzo sub-milimétricos, isolados, orientados e achatados. As fases minerais menores compreendem mica branca, biotita, clorita e fenoblastos anédricos locais de manganês ou granada anédrica com menos de 1 mm de diâmetro. A pirita e pirrotita são comuns e ocorrem como fenoblastos euédricos, tabulares ou películas.

4.2.2.3.2 Metadolomitos

Compreendem na área de estudo as rochas com composições carbonáticas superiores a 80% que ocasionalmente se intercalam com camadas ou lâminas carbonosas. Possuem uma granulometria muito fina e coloração branco a cinza-claro em amostras frescas que se decompõe em saprólitos amarelos a vermelho-rosados com tons brancos e densidade caracteristicamente baixa dada alta taxa de lixiviação dos carbonatos que possuem alta solubilidade. Em campo são observados já saprolitizados e alterados em horizontes de solo (Figura 56). Amostras frescas dessas unidades foram descritas macroscopicamente e microscopicamente em testemunhos de sondagem (ESVESD0015 e ESVESD0023) obtidos durante campanha de sondagem realizada pela Mineração Serra Grande entre os anos de 2022 e 2023.

Essas rochas foram tratadas como hidrotermalitos até meados de 1995 segundo a caracterização feita por Magalhães (1991). Theodoro (1995) analisou as fácies e ambientes sedimentares da Formação Ribeirão das Antas e concluiu a ocorrência de estruturas sedimentares primárias na forma de brechas carbonáticas, oncóides e estruturas dômicas, definindo assim uma origem sedimentar para esses litotipos.

Em análise da mesma autora (Theodoro, 1995), o modelo de sedimentação proposto é de uma deposição sob regime de águas rasas, ora em barreiras, ora dado por atividade biológica, cada qual com suas características geoquímicas próprias e em resposta às respectivas condições ambientais. A espessura dos horizontes de metadolomitos sugere que as condições de temperatura e oxigenação da água perduraram por longos períodos, enquanto as intercalações de dolomitos com filitos carbonosos indica que a sedimentação carbonatada avançou e recuou, acompanhando a regressão e a transgressão das condições anóxicas, mais duradouras e responsáveis pela deposição dos sedimentos biogênicos que geraram, por metamorfismo, os filitos carbonosos (Theodoro, 1995).

Os metadolomitos que constituem camadas mais contínuas da Formação Ribeirão das Antas apresentam um contato de caráter direto e concordante com as camadas de filitos carbonosos, enquanto representantes desta unidade em lentes mais restritas ou inseridas no filito carbonoso geralmente exibem contatos abruptos com foliação discordante (Figura 56 – B) e ocasionalmente associada a um halo de silicificação restrito pontualmente ou contínuo.

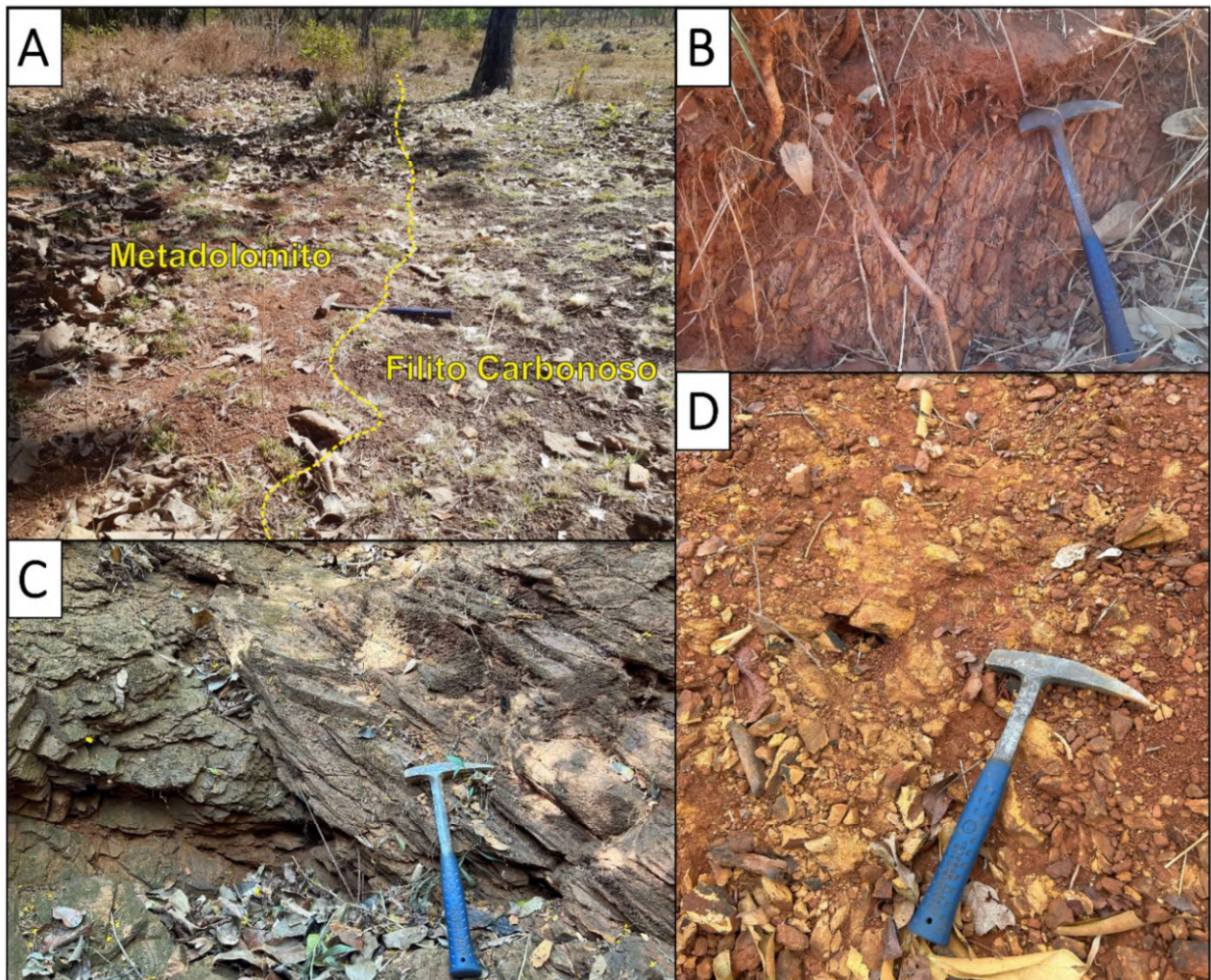


Figura 56. Afloramentos de metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas. (A) – Contato inferido por solo destacado em amarelo entre uma camada de filito carbonoso (solo preto amarronzado) e uma lente de metadolomito (solo laranja avermelhado) no ponto de controle 160. (B) – Afloramento de uma lente de metadolomito saprolitizado com $S_1 = 84/83$ (Ponto 215). (C) – Afloramento de metadolomito saprolitizado com $S_1 = 292/52$ (Ponto 29). (D) – Exposição de saprólito de dolomito se decompondo em solo laranja amarelado (Ponto de controle 29).

A condição de fácil alteração dessas rochas resulta na ausência de afloramentos frescos em campo. Também é relevante pontuar a dificuldade de se diferenciar os solos que são decompostos de metadolomitos da Formação Córrego das Antas dos solos decompostos de

clorita xistos da Formação Rio Vermelho, uma vez que ambos litotipos resultam em solos de coloração e textura semelhantes. Essa característica dificulta a delimitação precisa dos contatos dessa unidade com os demais litotipos.

Os afloramentos em menor grau de saprolitização apresentam estruturas primárias reliquiárias e foliações bem definidas, geralmente acompanhando o trend de direção comum a todas as unidades do GBC, com vergência para W e mergulhos médios de 30°.

Em campo não é possível fazer a distinção entre os metadolomitos de origem sedimentar e os que são resultado de ação hidrotermal. Jost *et al.* (2019) discorre que, em contraste aos pacotes de protólito sedimentar, os metadolomitos de origem hidrotermal apresentam, nos contatos superiores e inferiores, características estruturais herdadas das rochas encaixantes devido à circulação de fluidos e reações com a rocha ao longo dos canais condutores de hidrotermalismo.

Conclui-se que ambos os tipos de metadolomitos (sedimentares e hidrotermais) ocorram na Formação Ribeirão das Antas, sendo difícil sua distinção em amostras de mão coletadas em campo. A ocorrência desse litotipo na Formação Rio Vermelho provavelmente deve se associar a uma predominância no cenário de alteração por fluidos hidrotermais (metadolomitos hidrotermais), como os exemplares descritos nos testemunhos de sondagem em campanhas de sondagem de superfície sob talco xistos da Formação Córrego Alagadinho (furo ESVESD0023).

A mineralogia dessas rochas é composta por carbonatos (60-90%), quartzo (30-45%), material carbonoso (0-15%), biotita (0-25%) e titanita (<1%) (Theodoro 1995, Fortes *et al.* 2001, Borges & Campos 2019).

4.2.2.3.3 Hidrotermalitos

Castro & Magalhães (1984) definem e diferenciam as zonas de alta deformação de segunda e terceira ordem no interior dos filitos e no seu contato com os metabasaltos da Formação Rio Vermelho. Tais regiões são hospedeiras de mineralizações auríferas relacionadas a halos de alteração hidrotermal com composição variada.

Os halos de alteração são considerados por Castro & Magalhães (1984), Yamaoka & Araújo (1988), Thomson (1991) e Fortes (1996), como partes do espectro litológico da Formação Ribeirão das Antas.

Esses autores afirmam ainda, que os produtos de alteração hidrotermal mais comuns dos minérios de ouro são dolomitos e rochas contendo abundante clorita, granada, cloritoide, sericita, carbonato, biotita, magnetita, ilmenita, rutilo e turmalina, entre outras fases minerais menores.

Porém do ponto de vista da evolução da bacia sedimentar, não se inclui as rochas dos halos de alteração, assim como algumas das lentes dolomíticas, como parte das rochas sedimentares da Formação Ribeirão das Antas, por serem produtos pós-deposicionais, Jost (2019).

Na área mapeada, os representantes desse grupo configuram os quartzo-clorita-granada xistos, quartzo-clorita-carbonato-sericita-granada xistos (Figura 58 – B), quartzo-biotita-muscovita-granada xistos (Figura 59), sericita xistos, talco-sericita xistos, granada-sericita xistos e porções altamente pontuais de turmalinitos.

Configuram produtos de alteração hidrotermal com disposição restrita que se relacionam intimamente com zonas de cisalhamento de alto esforço. As ocorrências em campo são observadas em camadas delgadas ou na forma lentes alongadas com centro mais aberto que se assemelha com a geometria de um *horse* (Figura 57). Os afloramentos são observados em piso e lajedo, raramente como morrotes ou taludes.

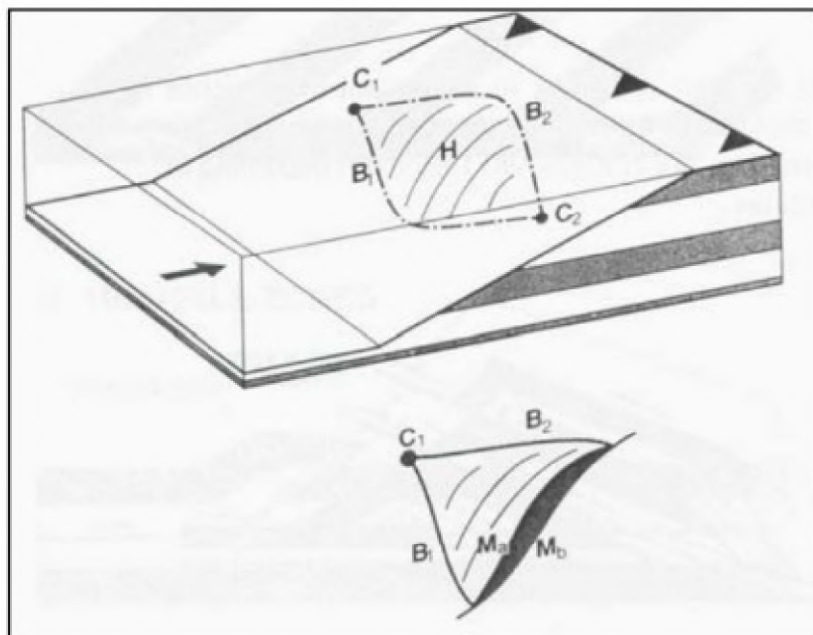


Figura 57. Modelo esquemático de *horse*. H = volume da rocha contida por falhas de empurrão; B₁ e B₂ = linhas de arrasto; C₁ e C₂ = limites de contato de canto; M₁ e M₂ = superfícies do cavalgamento comprimindo em bouldinagem o *horse*. Adaptado de McClay 1992 por Massucato 2004.

No depósito aurífero de Crixás essas rochas podem configurar horizontes de mineralização rica em sulfetos e ouro, dispostos frequentemente em halos de sericificação, carbonatização, dolomitização e silicificação.

4.2.2.3.4 Quartzo-clorita-granada xistos e Sericita xistos

Configuram os produtos hidrotermais da porção inferior da Estrutura Palmeiras (Formação Rio Vermelho). Essa zona é tratada como um nível de alteração hidrotermal expressivo na região proximal do contato entre a Formação Rio Vermelho e a Formação Ribeirão das Antas. Tais halos de alteração são comentados por Campos (2019) como majoritariamente cloríticos nas porções distais e mais filicos nas porções intermediárias a proximais.

As camadas expressivas de clorita-granada xistos encontradas na área são permeadas por camadas de sericita xisto e comumente se encontram sericitizados em proporções de $\pm 20\%$.

Possuem coloração verde claro a escuro ou rosado e uma foliação expressiva dada por minerais micáceos em uma matriz fina e rica em porfiroblastos de granada. Esses porfiroblastos são milimétricos a centimétricos e por vezes tem caráter sin-pós tectônico. Níveis esbranquiçados da matriz mostram intercalações de bandas ricas em quartzo e carbonato.

A mineralogia macroscópica desses litotipos é de carbonato (0-10%), hornblenda (0-20%), quartzo (10-40%), sericita (10-30%), clorita (20-50%) e granada (35-55%).

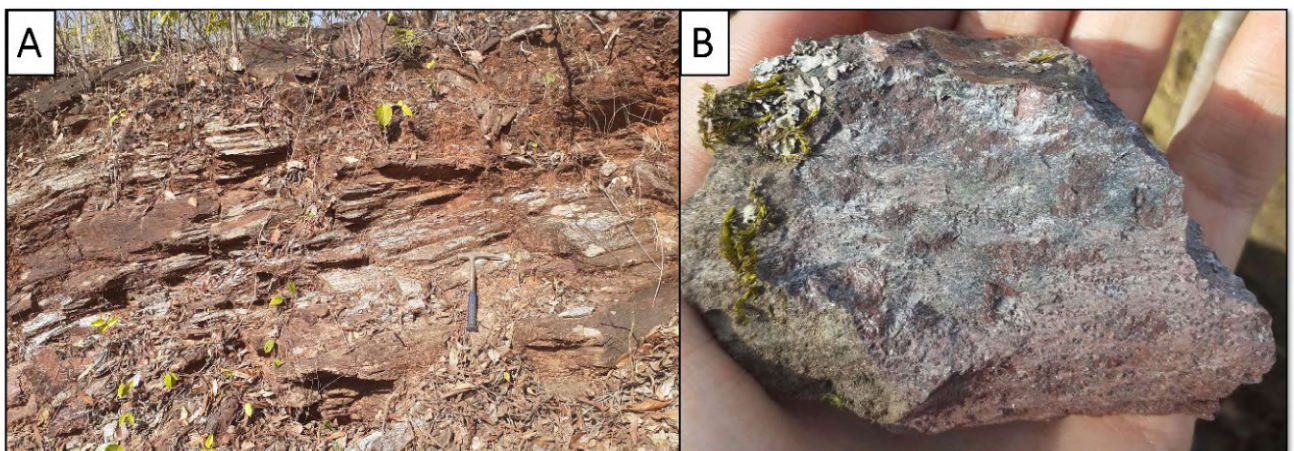


Figura 58. Afloramento de quartzo-clorita-carbonato-sericita-granada xisto no ponto 132 ($S_1 = 3/55$). (A) – Afloramento de quartzo-clorita-carbonato-sericita-granada xisto em pequeno morrote. (B) – Amostra coletada no ponto 132 apresentando coloração rosada com tons esverdeados dada presença de granada e sericita. Podem ser observados porfiroblastos de granada intercrescidos envolvidos pela foliação com aparente caráter sin-pós tectônica (S_n+1).

Os representantes de sericita xisto são observados em pequenos afloramentos de lajedos alongados, friáveis e comumente alterados e de coloração beje-esverdeado a cinza. Ocasionalmente são observadas lentes dessa litofácies hospedadas nas formações Córrego Alagadinho e Rio Vermelho de forma restrita. A composição dessas rochas ultrapassa 70% de

sericita e são acompanhadas de porções variadas de clorita ($\pm 10\%$), quartzo ($\pm 10\%$), carbonato ($\pm 5\%$) e granada ($\pm 5\%$); nas lentes alocadas nas camadas metaultramáficas e metabásicas elas podem conter talco ($\pm 20\%$) e tremolita (± 10).

4.2.2.3.5 Quartzo-biotita-muscovita-granada xisto

No ponto 26 foi observado uma zona de contato entre um quartzo-biotita-muscovita-granada xisto de matriz carbonosa e um filito carbonoso (Figura 59 – A). O contato era definido por uma estreita zona silicificada (centimétrica) com porções de veios de quartzo centimétricos intrafoliais.

Esta rocha também é membro do espectro litológico das unidades portadoras de granada que se relacionam intimamente com as zonas de cisalhamento e forte alteração hidrotermal do *Greenstone belt* de Crixás. Essa unidade é descrita por Theodoro (1995) como um milonito de origem hidrotermal alterado de protólitos sedimentares, envolvidos em zonas de altos esforços e delimitante entre os limites das fácies carbonosas e terrígenas siliciclásticas.

Esse litotipo é tratado Fortes (1996) como delimitador da base das mineralizações da Zona Inferior da Estrutura III.

Este hidrotermalito é diferenciado dos clorita-granada xistos por sua assembleia mineral, que caracteriza uma relação de alteração de rochas sedimentares dada a ausência de clorita e anfibólios, uma vez que esses configuram minerais característicos da alteração de rochas máficas.

Os porfiroblastos de granada hospedados nessas rochas alcançam dimensões centimétricas e por vezes podem ser observados intercrescidos discordantes da foliação (S_{n+1}).

Em caráter descritivo nesse trabalho, essas rochas foram englobadas no mapa geológico no grupo majoritário de hidrotermalitos portadores de granada (PP2raCXV), dado a falta de compreensão da relação de posição da camada com as estruturas mineralizadas do depósito.



Figura 59. Afloramento de quartzo-biotita-muscovita-granada xisto no ponto 26. (A) – Contato entre o quartzo-biotita-muscovita-granada xisto e o filito carbonoso. Observa-se no contato fragmentos e seixos de porções silicificadas e quartzo. (B) – Bloco rotacionado de quartzo-biotita-muscovita-granada xisto apresentando porfiroblastos centimétricos de granada e leve capa de alteração oxidada.

4.2.2.4 Formação Córrego Geral

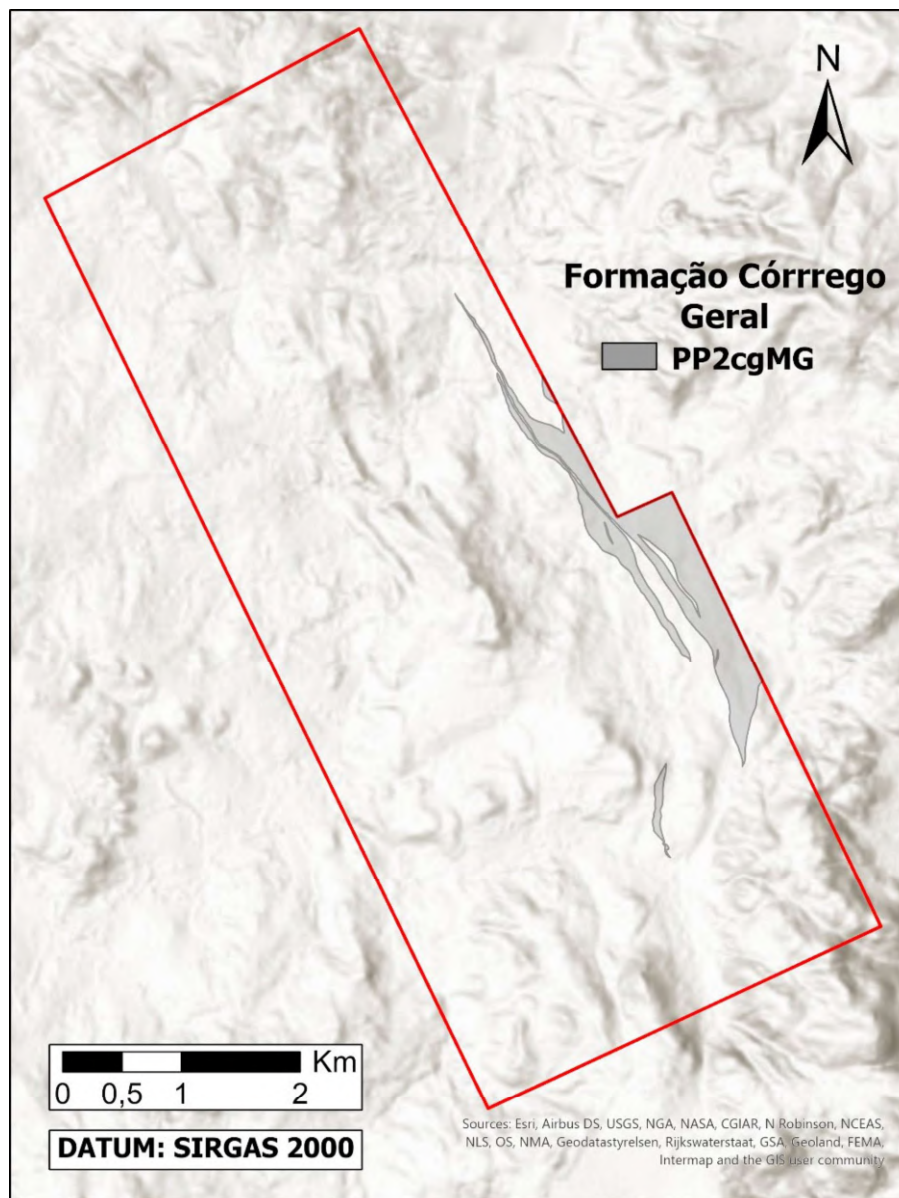


Figura 60. Imagem HILLSHADE do polígono da área mapeada com destaque para as rochas da Formação Córrego Geral. SRTM com relevo sombreado com iluminante N225° e inclinação de 45° obtida a partir de dados do sensor PALSAR.USGS, 2023.

Caracterizam as metagrauvacas líticas diferenciadas da Formação Ribeirão das Antas (Figura 60) segundo a proposta de Jost *et al.* (2019) para uma nova subdivisão do Grupo Crixás. De acordo com esses pesquisadores, essa subdivisão é fundamentada na homogeneidade litológica observada na Formação Córrego Geral, que se encontra exposta em uma extensa área tipo que consiste especialmente no núcleo da Dobra Antiforme do Rio Vermelho (Figura 61).

Assim como na Formação Ribeirão das Antas, as rochas siliciclásticas desta formação são denominadas "metagrauvascas", sem implicação genética direta. Historicamente, o termo tem sido utilizado em descrições de sondagens para exploração mineral na região.

Jost *et al.* (2019) descreve a formação como constituída por metagrauvascas que se intercalam com filitos carbonosos e são consideradas a última contribuição sedimentar siliciclástica do Grupo Crixás. Entretanto, devido à inversão estratigráfica, furos de sondagem revelam que essas rochas aumentam gradualmente em frequência e em espessura, e predominam por mais de 300 m abaixo da zona de deslocamento que hospeda o veio de quartzo aurífero da Zona Inferior da Estrutura III, a estrutura mineralizada de inversão estratigráfica mais profunda conhecida no depósito.

O estudo de caracterização desse litotipo proposto por Jost *et al.* (2019) considera as litofácies diversas presentes nas camadas de rocha na área tipo (Antiforme do Rio Vermelho) e as estruturas marcantes como acamamento rítmico, graduado, alternando de uma escala métrica até mesmo milimétrica.



Figura 61. Localização da área tipo da Formação Córrego Geral. MSG = Mineração Serra Grande; Premier = Mina de ouro da Domus Aurea Empreendimentos Ltda. Modificado de Jost *et al.*, 2019.

Na área de estudo, afloramentos dessa unidade se apresentam na forma de piso ou lajedos, pequenos morrotes (Figura 62) ou planícies de solo arenoso. Sua composição é inteiramente siliciclástica no extremo leste da área e fica gradativamente intercalada com camadas e pequenas lentes de filito carbonoso que se tornam dominantes em direção a oeste.

Possuem coloração cinza a cinza-escura, frequentemente em tons amarelados ou alaranjados. A granulação é fina a média com variações rítmicas centimétricas a decimétricas que configuram estruturas primárias.

É comum a observação de acamamento sedimentar e laminações sedimentares plano-paralelas com a foliação ($S_0//S_1$).

Análises petrográfica em lâminas delgadas realizadas por Jost *et al.* (2019) caracterizou a textura dessas rochas, definindo sua trama em domínios granoblásticos inseridos numa matriz lepidoblástica com sinais de recristalização metamórfica e re-orientação de grãos.

Segundo mesmo autor, a mineralogia desse litotipo consiste em quartzo, albita, feldspato potássico e fragmentos de rocha raros em uma matriz de minerais filossilicatos, com presença ocasional de carbonato e cimento de óxido de ferro.



Figura 62. Afloramento de metagauvaca em bloco rotacionado no ponto 172.

4.3 Geologia Estrutural

O *Greenstone belt* de Crixás (GBC) constitui um terreno polideformado, com formato alongado de direção NW-SE, com vergência para E, com comprimento de aproximadamente 45 km e largura de 6 km, cujo processo evolutivo remonta ao período Arqueano (aproximadamente 4 a 2.5 G.a.). Este terreno, conforme atestado por diversos autores, incluindo Saboia *et al.* (1979), Kuyumjian (1981), Kuyumjian & Araújo Filho (1984), Thompson (1987 e 1991), Magalhães (1991), Bettencourt *et al.* (1991), Jost *et al.* (1991, 1995, 2009 e 2019), Queiroz (1995), Massucato (2004) e Ulrich *et al.* (2021).

A intensa sobreposição de eventos ocorridos nesses terrenos dificulta a proposta de uma hierarquização definitiva para as relações estruturais, uma vez que são comprometidas pela sucessão dos eventos regionais e locais. Massucato (2004) expõe a complexidade desse desafio com a intensa obliteração estrutural causada pela alteração hidrotermal que agiu sobre os *Greenstone belts* do Terreno Arqueano de Goiás, resultando na destruição de estruturas deformacionais associadas a eventos prévios e contemporâneos ao hidrotermalismo.

Os resumos das fases de deformação serão apresentados a seguir, proporcionando uma síntese do que foi descrito por esses autores (Tabela 3), com o objetivo de facilitar a compreensão da geologia estrutural da área mapeada.

Segundo Kuyumjian & Araújo Filho (1984), o *Greenstone belt* de Crixás é caracterizado por 5 fases deformacionais. A fase inicial denominada D₀, identificam-se traços de planos de falhas de direção N-S e N30E, caracterizando uma fase rígida pré-greenstone, possivelmente marcada por calhas longitudinais no início da deformação (“calha em sinclinório”). Observa-se a formação de possíveis condutos vulcânicos e a presença de foliação gnáissica anteriores a D₀ em charneiras transportas de isoclinais nos domos. A fase D₁ revela uma escala métrica a quilométricas com dobras parasíticas métricas a centimétricas, manifestando-se através de B₁ (dobras) e S₁ (foliação) N10-15E, com dobramentos semi-recubentes. A tectônica tangencial forte é evidenciada na porção centro-sul do *Greenstone belt*, com indícios de transposição S₀ em dobras métricas a centimétricas. Na fase D₂ a ascensão diapírica de domos granitóides tardicinemáticos a D₂ provocou mudanças na calha original, na direção dos lineamentos estruturais e nos planos de S₂, afetando as dobras isoclinais. A fase D₃ em escala métrica a centimétrica apresenta padrões de interferência do tipo 3 de Ramsay, destacados em rochas xistosas próximas ao Rio Vermelho, a xistosidade plano-axial associada e esse evento é observada em dobras de baixo mergulho que deformam S₁. Já na fase D₄, observam-se dobramentos de periodicidade métrica e crenulações de S₁ e S₂ em microescala, particularmente

nos xistos grafitosos da Formação Ribeirão das Antas, possivelmente relacionados ao evento de posicionamento dos granitóides tardicinemáticos. A fase D₅ encerra a evolução deformacional do *Greenstone belt*, onde destacam-se dobras abertas e localmente apertadas predominantemente orientadas a N-S a N30W com periodicidade quilométrica a decimétrica. São observadas falhas de rejeito direcional com componente de mergulho na sequência do greenstone provocando dobras locais de arrasto, sem observação de desenvolvimento de foliações associadas.

O estudo de Thompson (1991) indica quatro fases distintas de deformação caracterizadas na região da Mina III. As fases D₁ e D₂ são interpretadas como relacionadas a dobramentos isoclinais em escala regional, provavelmente de origem Arqueana, restritas às tramas de S₁ e S₂ observadas em inclusões de granadas em milonitos granadíferos da estrutura III. A fase D₃ é caracterizada por uma trama linear subvertical, destacando-se como a característica estrutural dominante na área (Mina III) e é interpretada como uma associação referente a uma fase mais recente de empurrão tectônico. A fase D₄ configura uma clivagem de crenulação, possivelmente está relacionada ao colapso do evento tectônico de empurrão D₃. Essas quatro fases apresentam correlações com fases determinadas a partir de mapeamento regional. Como consequência do empurrão D₃, rochas de fácies anfíbolito sobrepujam estruturalmente as rochas de fácies xisto verde, sendo separadas por uma zona de intenso metassomatismo e domínios de silicificação na forma de veios de quartzo hospedeiros de mineralizações. A cronologia do evento D₃ permanece incerta, com idades que variam do Arqueano ao Brasileiro.

O estudo de Magalhães (1991) aborda compreende todas as rampas de empurrão entre a Estrutura IV e Estrutura III como “Cinturão de Cisalhamento de Empurrão Córrego Geral - Meia Pataca”, localizado na parte norte do *Greenstone belt* de Crixás. O cinturão envolve rochas das Formações Rio Vermelho e Ribeirão das Antas compostas principalmente por rochas vulcânicas básicas (metabasaltos toleíticos) e sedimentos imaturos (metagrauvas). O estudo destaca feições de deformação de cisalhamento e alteração hidrotermal associadas a paragêneses minerais metamórficas, refletindo um metamorfismo regional (fácies epidoto-anfíbolito e xisto verde), retrometamorfismo (fácies xisto verde) e metamorfismo progressivo (fácies epidoto-anfíbolito). Esse cinturão de cisalhamento está ligado à fase D₂ de deformação, caracterizada por um cisalhamento dúctil, foliação milonítica (S₂) e lineação de estiramento (L₂). A existência de rampas frontais e laterais oblíquas no modelo é sugerida pela sequência de imbricamento do tipo overstep. Dois eventos de alteração hidrotermal são identificados, sendo o primeiro associado à fase D₁ com predomínio de carbonatação, sericitização, silicificação e metassomatismo, enquanto o segundo, relacionado à D₂, apresenta sericitização, precipitação de carbonatos e

mineralizações auríferas que se concentram em faixas de maior deformação, especificamente nas falhas de empurrão onde as rochas hospedeiras são produtos de alta alteração como sericitamilonitos e ultramilonitos carbonosos granadíferos. Estes depósitos são orientados aproximadamente em direção às lineações de estiramento (L_2) que acompanham presença marcante de arsenopirita, pirrotita, ilmenita e calcopirita, indicando uma mineralização epigenética vinculada à fase de deformação D_2 e ao segundo pulso de alteração hidrotermal (sericitização).

O estudo de Queiroz (1995) apresenta uma análise estrutural que revela a presença de três famílias distintas de eventos, correspondendo a três fases sucessivas de deformação, denominadas D_{n-1} , D_n e D_{n+1} . A fase D_{n-1} é responsável pela formação de domos e quilhas, resultantes do acomodamento dos corpos granitóides. A fase D_n gera estruturas que indicam movimentação frontal com sentido NW evoluindo para S-E, incluindo dobras F_n (com charneiras em torno de N20-50W), foliação S_n (N18E/19NW), lineação mineral e de estiramento (L_m e L_{en} , respectivamente), ambas com direções médias de N71E/16, além das zonas de cisalhamento dúcteis tangenciais ZC_n , conforme descritas também por Magalhães (1991) em sua caracterização do “Cinturão de Cisalhamento e Empurrão Córrego Geral - Meia Pataca”. A fase D_{n+1} é caracterizada pela nucleação do chamado “Corredor Transpressivo Ribeirão das Antas/Rio Vermelho”, uma área tipo das formações Rio Vermelho e Ribeirão das Antas com direção N50-70W, em resposta a esforços direcionados à E-W. As estruturas associadas a esta fase incluem dobras F_{n+1} , foliação S_{n+1} (N09W/44SW), lineação de intersecção $L_{in/n+1}$ (N01W/15) e zonas de cisalhamento dúcteis sinistrais do Corredor Transpressivo. O *Greenstone belt* de Crixás revela uma história deformacional polifásica, atribuída a dois eventos tectônicos distintos, um ao Arqueano (fase D_{n-1}) e o seguinte ao Neoproterozóico (fases D_n e D_{n+1}).

Os estudos realizados por Massucato (2004), propõe 3 fases deformacionais, que ocorreram logo após a instalação inicial do *Greenstone belt* de Crixás. A fase D_1 é definida por um evento compressional de direção aproximadamente E-W e que possui vergência para E. Esse evento é caracterizado pela formação de um sistema de empurrão *thrust* com um ângulo de baixa inclinação, resultando em uma geometria semelhante a um duplex. Durante esse evento, são observadas zonas de cisalhamento rúptil-dúctil que ocorre em uma escala métrica. O evento D_1 é responsável pela geração de uma foliação S_1 com uma direção de 273/19 que é formada através da formação e orientação de minerais placóides, como as biotitas. Segundo mesmo autor, o evento D_2 é identificado por uma compressão orientada N-S, com vergência para o S, resultando no cavalgamento do Arco Magmático de Mara Rosa, localmente representado pelas rochas da

Sequência Santa Teresinha, sobre as rochas do *Greenstone belt* de Crixás. Esse evento propicia a formação de dobras F_2 e o desenvolvimento de uma clivagem plano axial, chamada de S_2 , com uma orientação preferencial de direção 298/19, nesse evento ocorre a remobilização do ouro para as charneiras de dobras de F_2 . O Evento 3 é marcado por uma compressão na direção E-W, evidenciando a formação de um grande dobramento com um eixo aproximadamente N-S. Esse fenômeno possibilita a criação de uma clivagem de crenulação conhecida como S_3 , na qual ocorrem microdobramentos, incluindo dobras do tipo kink e "en chevron", com eixos predominantemente na direção N-S.

A síntese proposta por Ulrich *et al.* (2021) considera diversos autores para unificar as fases deformacionais do *Greenstone belt* de Crixás em quatro eventos distintos de deformação, identificados e descritos nos depósitos minerais da Mineração Serra Grande. A primeira fase é denominada como D_1 , sendo está associada à foliação S_1 dominante que define o pico da montagem metamórfica. A foliação S_1 é paralela ao plano axial das dobras F_1 e mergulha suavemente para NW. As dobras F_1 são predominantemente desenvolvidas em rochas laminadas e siliciclásticas geralmente preservadas entre os corpos minerais. A foliação S_1 , frequentemente paralela ao S_0 (acamamento primário) mergulha para W-SW em ângulos moderados, mas muda espacialmente para o NE, definindo a antifórme do Rio Vermelho em escala regional. Veios de quartzo laminados ocorrem paralelamente à foliação S_1 em xistos carbonosos na zona inferior da Estrutura III e Estrutura IV. A deformação D_2 é caracterizada por dobras em "S" reclinadas, apertadas e assimétricas, com uma foliação S_2 plano axial às dobras F_2 . A foliação S_2 nos veios de quartzo refrata localmente da geometria da foliação S_2 nas dobras F_2 . A relação transversal entre S_1 e S_2 é observada nas dobras F_2 , orientadas paralelamente à lineação de estiramento L_2 . O evento D^3 é representado pela xistosidade penetrativa S_3 , mergulhando suavemente para NNE na sequência metavulcanoclástica do arco magmático Mara Rosa. A deformação D_4 é caracterizada por dobras F_4 verticais, abertas para fechadas, com eixos inclinados para N ou S e planos de dobras axiais íngremes tendendo a N-S. Estas dobras afetam a foliação S_1 em ambas as formações Riaccianas (Formação Ribeirão das Antas e Formação Córrego Geral) e a xistosidade S_3 .

Neste trabalho foram observados 4 eventos distintos, sendo D_0 referente a estruturação do GBC e os demais fases deformacionais (D_1 , D_2 e D_3). O evento D_1 considera uma compressão E-W seguido por um cavalgamento do Arco Mágmató de Mara Rosa sobre as supracrustais (D_2) e encerrado em D_3 como uma compressão aproximadamente N-S.

A correlação entre essas fases de deformação estão expostas em resumo na tabela 3, que aprimora a compreensão desses eventos deformacionais e como são tratados por cada autor citado anteriormente, relacionando as definições individuais de cada trabalho abordado com a interpretação utilizada neste estudo.

Trabalhos Prévios	Correlações entre as fases deformacionais		
Kuyumjian & Araújo Filho (1984)	D_0 e D_1	D_2 e D_3	D_4 e D_5
Thomson (1991)	D_1 e D_2	D_3	D_4 e D_5
Magalhães (1991)	-	D_1 e D_2	D_3
Queiroz (1995)	D_{n-1}	D_n	D_{n+1}
Massucato (2004)	D_1	D_2	D_3
Ulrich <i>et al.</i> (2021)	D_1	D_2 e D_3	D_4
Neste trabalho	D_0 e D_1	D_2	D_3

Tabela 3. Correlação entre as fases deformacionais abordadas entre os autores considerados e a interpretação abordada neste trabalho.

4.3.1 D_0

A fase D_0 inicia-se com a estruturação inicial do *Greenstone belts* de Crixás sob a crosta arqueana antiga na forma de um estratovulcão que gerou os membros inferiores da sequência. Essa fase também configura a sedimentação inicial de uma bacia rasa concomitante com o diapirismo de corpos granitoides félsicos em padrões de domos e quilhas observados na Figura 63.

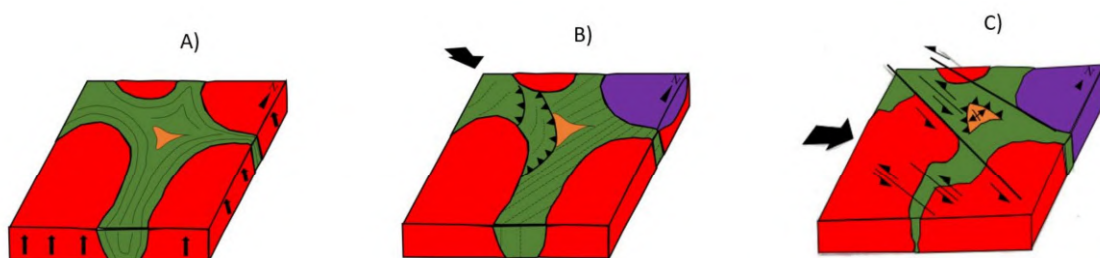


Figura 63. A) Nucleação da fase D_0 no primeiro evento tectônico. B) Primeira fase de deformação D_1 , que se apresenta de uma compressão de NW para SE, o que gera as primeiras falhas de empurrão. C) Compressão de W-S que relativa às falhas de empurrão de D_1 e gera ainda falhas de rejeito direcional. Modificado de Queiroz, 1995.

Os domos surgem a partir da interação dos blocos do Complexo Caiamar, localizados a leste/sudeste do GBC, juntamente com o Bloco Anta, que estabelece contatos nas direções noroeste/oeste e sudoeste. As quilhas, por sua vez, são preenchidas por rochas supracrustais ultramáficas, máficas e sedimentares que compõem o *Greenstone belt* propriamente dito. A calha principal, com dimensões aproximadas de 50x6 km e orientação aproximada N-S, é localizada no centro do GBC, enquanto as calhas subsidiárias se manifestam, principalmente, nas direções NW e NE.

É importante ressaltar que na porção sul do terreno a intensidade das deformações nas fases geológicas posteriores é notavelmente reduzida dado o distanciamento com o contato do cavalgamento da Arco Magmático de Mara Rosa ao norte. Nessas regiões preservam-se de maneira mais significativa as estruturas primárias referentes a D_0 , como derrames com estruturas do tipo *pillow lavas*.

4.3.2 D_1

Configura o estágio inicial de deformação no *Greenstone belt* de Crixás, subsequente à sua formação. É marcado por uma compressão com orientação E-W e vergência em direção a E (Figura 63 – B). Essa característica é dominante e descrita como um dos eventos primários por praticamente todos os autores previamente mencionados. Esse evento é, segundo Massucato (2004), caracterizado pela formação de um sistema de "cavalgamentos" de baixo ângulo, definindo uma geometria semelhante a um duplex. Essa situação foi identificada por meio da análise de seções geológicas N-S e E-W, com base em furos de sondagem realizados nas áreas da Mina III e Mina Nova (Figura 64). Segundo mesmo autor, tal evento também seria o responsável pela inversão estratigráfica do *Greenstone belt* de Crixás.

Nesse contexto, as falhas de empurrão associadas a esses cavalgamentos estão acompanhadas por zonas de cisalhamento de ordem centimétrica a quilométrica, propiciando também o desenvolvimento da foliação S_1 .

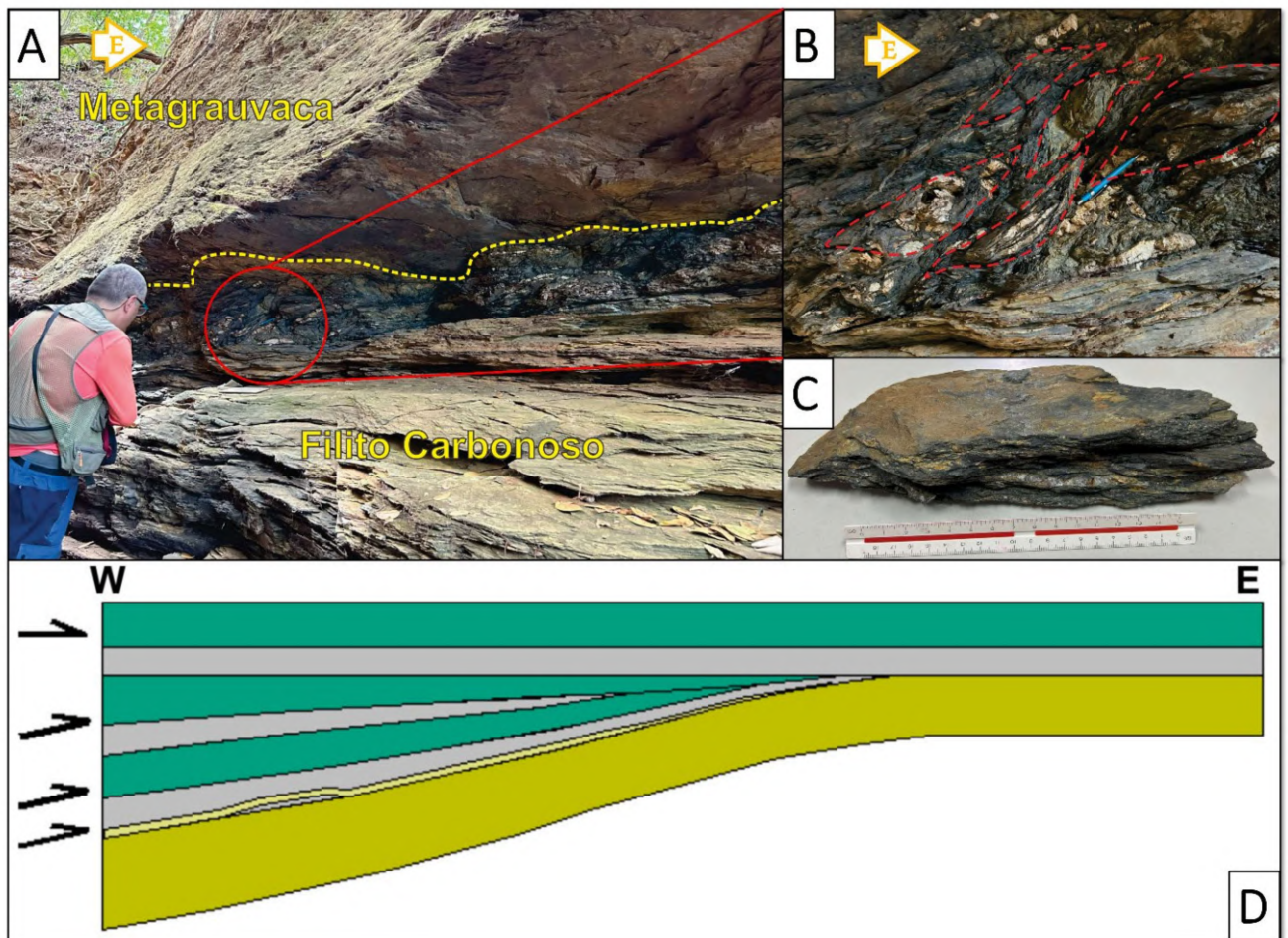


Figura 64. (A) – Afloramento do contato (amarelo) entre o filito carbonoso e a metagrauvaca no ponto 41. Em vermelho destaca-se detalhe de zona de brecha com estruturas do tipo duplex. (B) – Estruturas decimétricas de um sistema do tipo duplex (vermelho) que compõem o contato entre camadas metassedimentares, ambas pertencentes à Formação Ribeirão das Antas. (C) – Amostra coletada na zona de brecha apresentando foliação marcante com veios de quartzo acomodados intrafoliais. (D) – Figura esquemática representando a seção E-W entre a Mina III e a Mina Nova. Destaca-se uma geometria assemelhada a um duplex com terminação apical. Verde = Metabasaltos; Cinza = Filito carbonoso; Beje = Veio de quartzo; Ocre = Metagrauvaca (extraído de Massucato, 2004).

Durante as observações de campo, verificou-se que essas zonas desempenham um papel crucial na formação da foliação S_1 . Essa foliação se desenvolve a partir da reorientação e geração de novas micas, dado ao metamorfismo de baixo grau que ocorreu na região e conferiu a esses litotipos uma textura lepidoblástica comumente encontrada em toda a área, como ilustrado na figura 65.

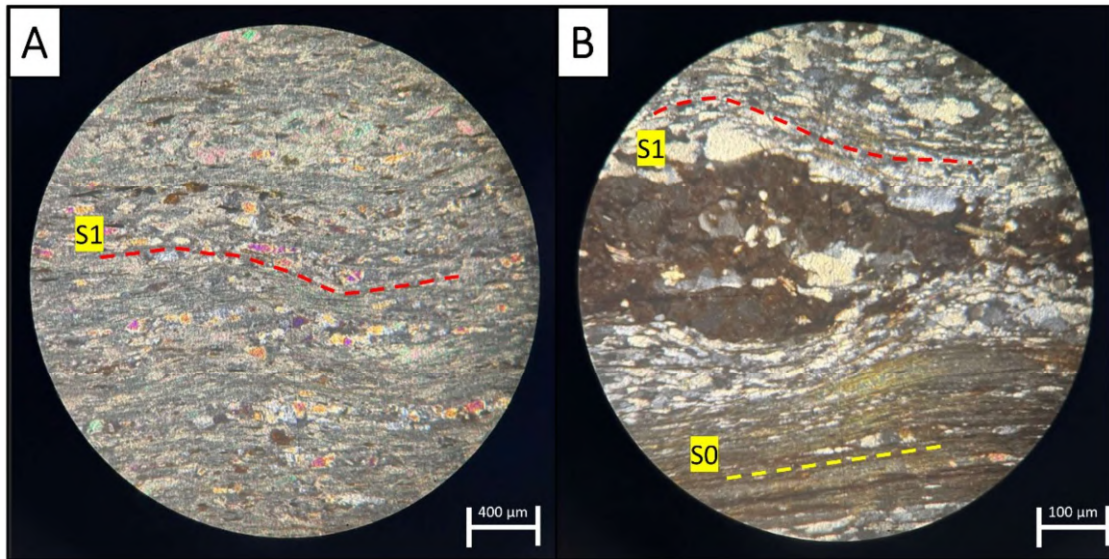


Figura 65. (A) – Micrografia de fuchsite xisto com foliação S_1 demarcada em vermelho e exibindo concordância textural com o alinhamento dos minerais na matriz, principalmente com as lamelas de minerais micáceos. (B) – Acamamento sedimentar S_0 paralelo a S_1 em metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca.

Ocasionalmente, observa-se a transposição do acamamento original (S_0) pela foliação S_1 , estabelecendo um paralelismo entre ambas as estruturas, como apresentado na (figura 66).

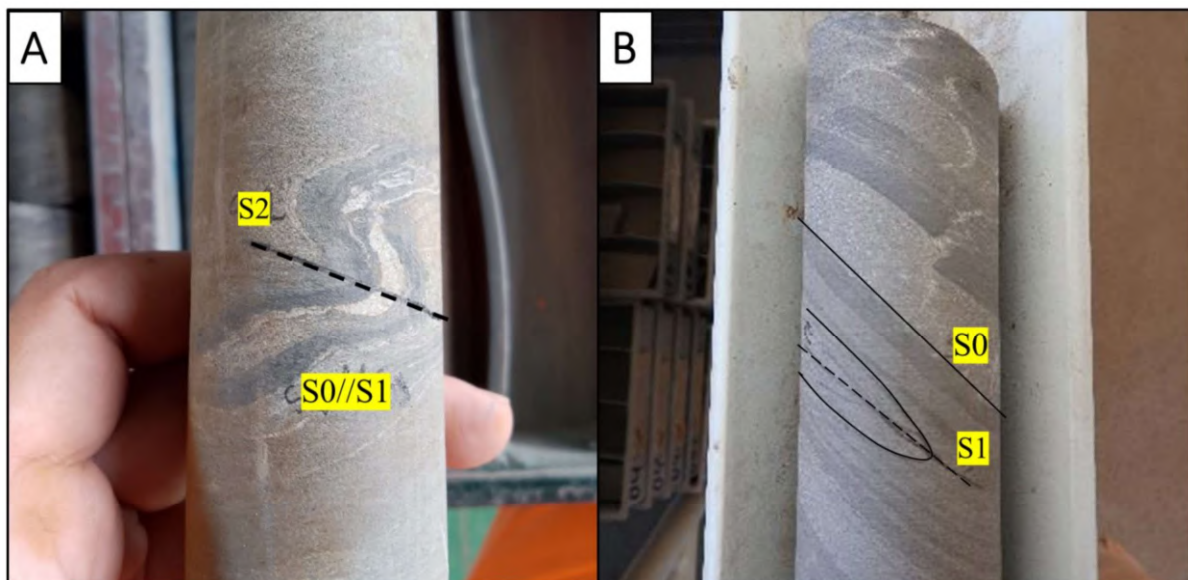


Figura 66. Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em metagrauvacas da Formação Córrego Geral. (A) – Destaque em preto das relações entre os planos S_0/S_1 . (B) – Destaque em preto da foliação S_1 como plano axial de uma dobra recumbente centimétrica, formada a partir do evento D_1 .

O acamamento S_0 representa a configuração original do pacote sedimentar antes de sofrer os processos de metamorfismo que ocorreram na área, marcando a deposição dos sedimentos. É

identificável no pacote sedimentar composto principalmente por filitos carbonosos e metagrauvas das Formações Ribeirão das Antas e Córrego Geral (Figura 67).

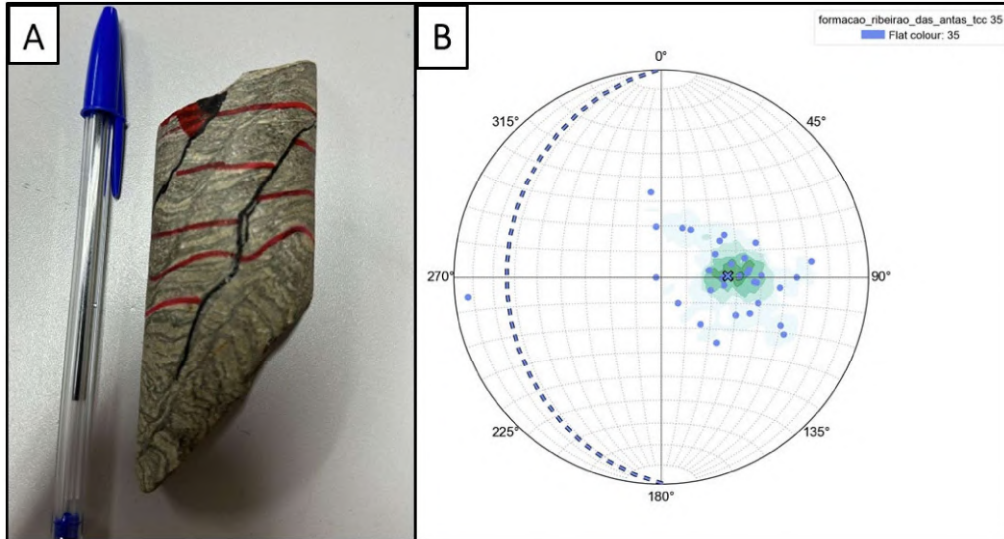


Figura 67. (A) – Foliação S_1 (N-S/25W) marcada em vermelho, evidenciando reorientação de biotitas, e em preto temos a foliação plano axial S_2 . (B) – Estereograma de contorno de polos da Formação Ribeirão das Antas e Córrego Geral com S_0 em valores médios de 88 SW/26W e sobreposição de S_1 em N-S/25W. Ao analisar o estereograma observa-se a formação de dobras levemente simétricas suaves e com eixo E-W e plano axial vertical.

A foliação S_1 varia em torno de N-S/25W, conforme demonstrado no estereograma de pólos da figura 68.

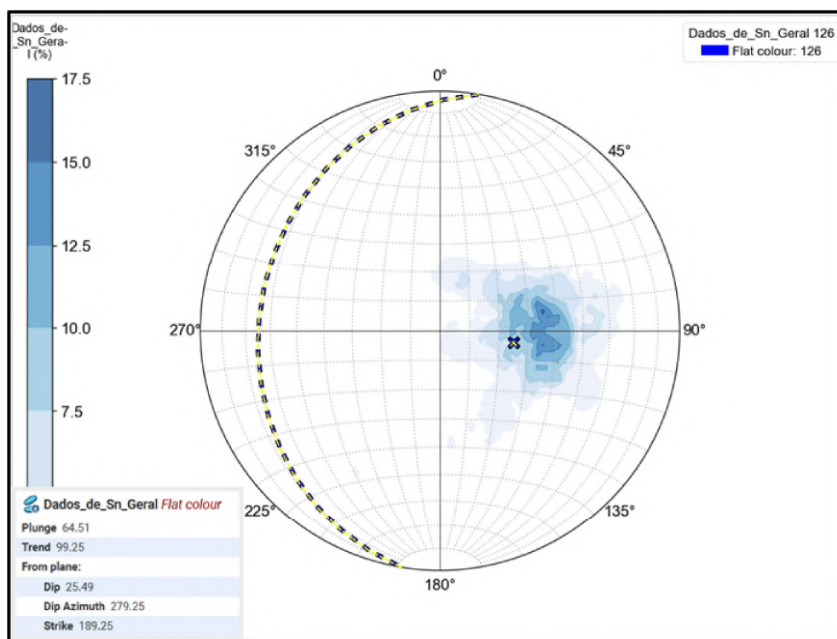


Figura 68. Estereograma de contornos de pólos da foliação S_1 .

4.3.2.1 Lineações L_{m/e_1}

Em diversos pontos foram identificados lineações mineral (L_{m1}) e lineações de estiramento (L_{e1}), sempre presente sobre a superfície S_1 , manifestando-se através de lineações minerais, agregados minerais ou prolongamentos de porfiroblastos. A figura 69 apresenta uma exposição dessas estruturas observadas em testemunhos de sondagem sobre rochas da Formação Ribeirão das Antas e Córrego Geral.

Esta manifestação é resultado do alinhamento e estiramento de diversos minerais, nas distintas rochas encontradas, sendo eles: anfibólio, presente em metabasaltos com diferentes estágios de anfibolitização e em xistos com talco e anfibólio; clorita, sericita e/ou biotita, distribuídas de maneira generalizada em todos os litotipos do GBC. Nos metassedimentos, quando muito micáceos, foram observadas marcas lineares de minerais possivelmente dissolvidos onde não foi possível realizar sua identificação. Além dessas lineações (L_{m/e_1}), foram observadas ainda lineações geradas pelo estiramento de feldspatos potássicos em granitóides pertencentes ao Bloco Anta (embasamento), o que mostra que eles também sofreram esforços de cisalhamento durante o evento D_1 .

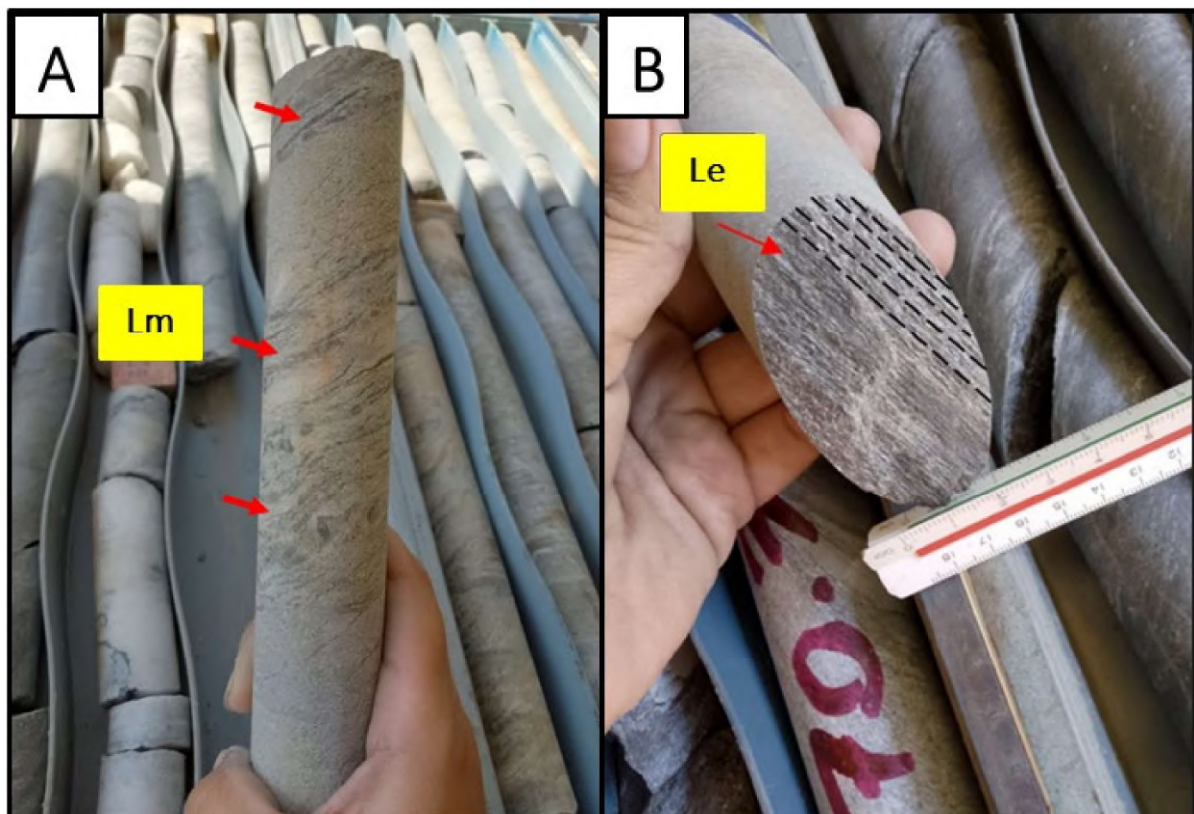


Figura 69. Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em rochas metassedimentares da Formação Ribeirão das Antas. (A) – Exposições da L_m na forma de lâminas de material carbonoso, porfiroblastos de hornblenda (destaque vermelho) e micas alinhadas em S_1 em matriz de metadolomito.

(B) – Exposições da L_e composta por rearranjo de minerais micáceos destacada por tracejado preto em matriz de metarritmito de filito carbonoso e metagrauvaca.

Para as lineações observadas em D_1 , foi elaborado um estereograma com curvas de isofrequência, onde os máximos de concentração da lineação $L_{m1/e1}$ são predominantemente observados em torno da orientação N56W/28NE (Figura 70), e apresenta ainda com uma dispersão que se estende até aproximadamente N-S. A posição espacial da $L_{m1/e1}$ indica um transporte tectônico na direção aproximada de NW/SE. Ao analisar a orientação preferencial de S_1 (N-S/25W) e os indicadores cinemáticos relacionados a D_1 , é possível inferir que durante o estágio D_1 , o deslocamento foi predominantemente frontal, ocorrendo de NW para SE.

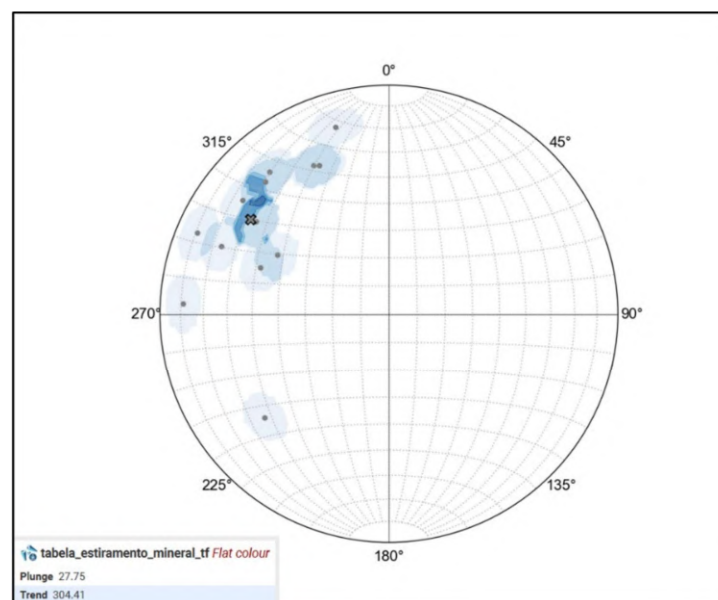


Figura 70. Estereograma das lineações $L_{m1/e1}$.

As zonas de cisalhamento foram originalmente nucleadas com uma orientação próxima a 300/35, paralela à posição original de S_1 . Posteriormente, durante o evento D_2 , essas zonas de cisalhamento foram dobradas, indicando movimentação transcorrente sinistral, conforme proposto por Queiroz (1995). Este contexto geológico evidencia a complexidade das mudanças estruturais ao longo do tempo na região estudada.

4.3.3 D_2

A segunda fase de deformação na região mapeada é caracterizada pelo cavalgamento das rochas pertencentes à Arco Magmático de Mara Rosa sobre aquelas do *Greenstone belt* de Crixás

(Massucato, 2004). Este fenômeno resultou em um regime compressional de orientação Norte-Sul, com convergência em direção ao Sul (Figura 63 – C). Diferentemente da fase anterior de deformação, os efeitos desse evento culminaram na formação de estruturas menos penetrativas, contudo, sua relevância é notável no contexto deformacional, como exposto na figura 71.

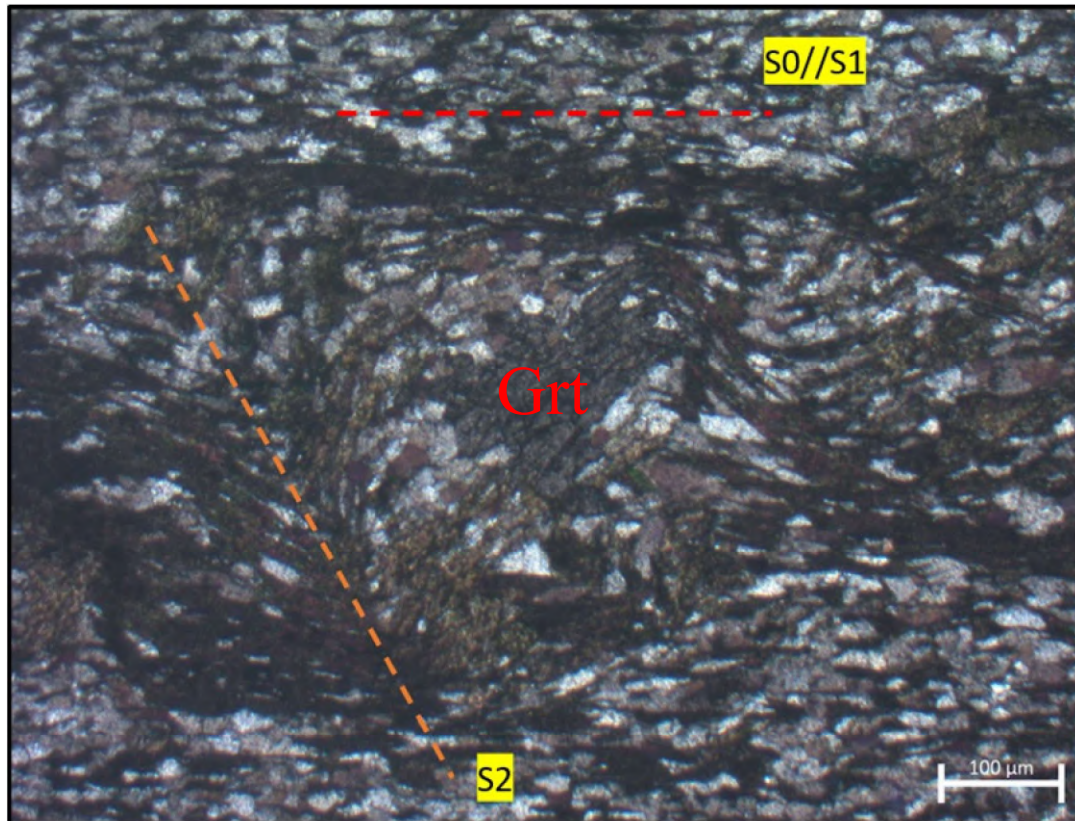


Figura 71. Fotomicrografia a NCX de um quartzo-clorita-granada xisto do furo de sondagem ESVESD0009 mostrando inclusões de porfiroblastos de granada (Grt) sin-tectônico com inclusões rotacionadas durante a fase D_2 (destaque tracejado laranja). As biotitas observadas apresentam duas gerações distintas: uma pré-tectônica à fase D_2 ($S_0//S_1$) e outra que ocorre sin-tectônica à mesma fase (S_2).

Durante o mapeamento, diversas estruturas relacionadas aos eventos D_2 foram observadas, principalmente em dobramentos de venulações e veios na forma de silicificações e/ou carbonatações, indicando ainda a existência de um pulso hidrotermal que percolou fluidos nessas rochas durante um período anterior a D_2 , dada a presença constante dessas estruturas, principalmente intrafoliais, estarem dispostas em padrões de dobramento definidos subordinadamente a S_2 , como demonstrado no mosaico da figura 72.

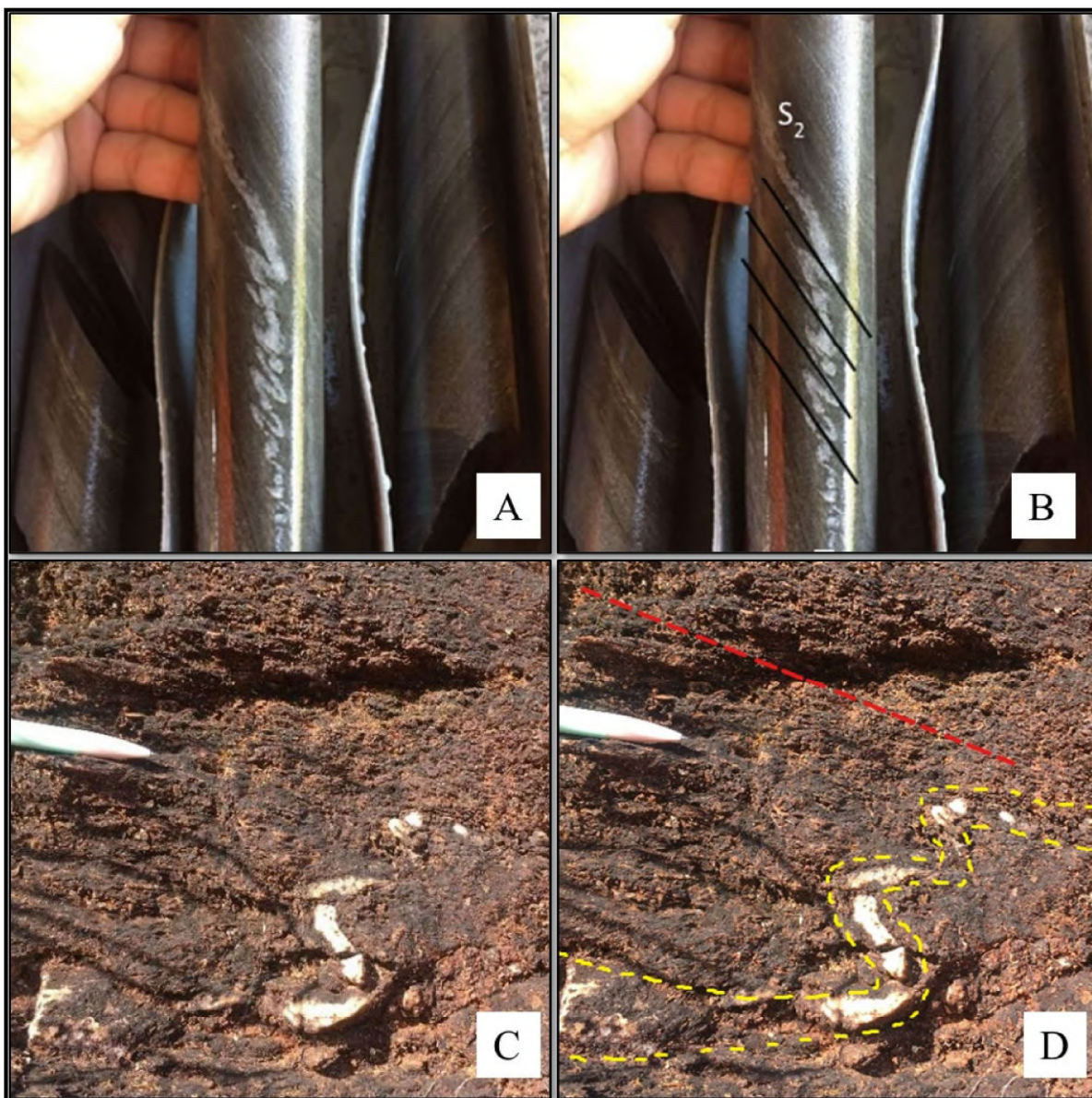


Figura 72. (A) e (B) – Testemunhos de sondagem de diâmetro NQ (4,76 cm) em rochas metassedimentares da Formação Ribeirão das Antas apresentando a segunda fase de deformação, responsável por gerar dobras recumbentes e semi-recumbentes subordinadas a foliação plano axial S_2 . (C) e (D) – Dobra do tipo “M” centimétrica e intrafolial em clortita-muscovita xisto do ponto 1. A dobra é formada por veio de quartzo hospedado na xistosidade S_1 (amarelo) e os planos axiais da dobra formam uma segunda clivagem que é chamada de S_2 (vermelho). Estas dobras apresentam uma proeminente vergência para SW e são caracterizadas por um plano axial de orientação 57/19NW, cuja disposição transpõe tanto a foliação S_1 quanto S_0 . Observa-se, adicionalmente, a formação de dobras parasíticas no contexto das dobras S_2 , indicando um subsequente redobramento causado pela terceira fase de deformação (D_3).

A partir da deformação denominada D_2 , emergem dobras cilíndricas, por vezes isoclinais e que possuem com uma notável vergência para o sudoeste (SW). Este fenômeno está associado à transposição da foliação S_1 , com a reorientação e formação de novas minerais, particularmente nos filitos carbonosos, resultando no desenvolvimento de uma clivagem com plano axial,

identificada como S₂ de direção preferencial N10S/30W, conforme observado no estereograma (Figura 73 – B). Conforme descrito por Massucato (2004), é durante essa fase que ocorrem os principais pulsos de hidrotermalismo que são responsáveis pela injeção que extensos veios de quartzo e junto a ela a mineralização do ouro.

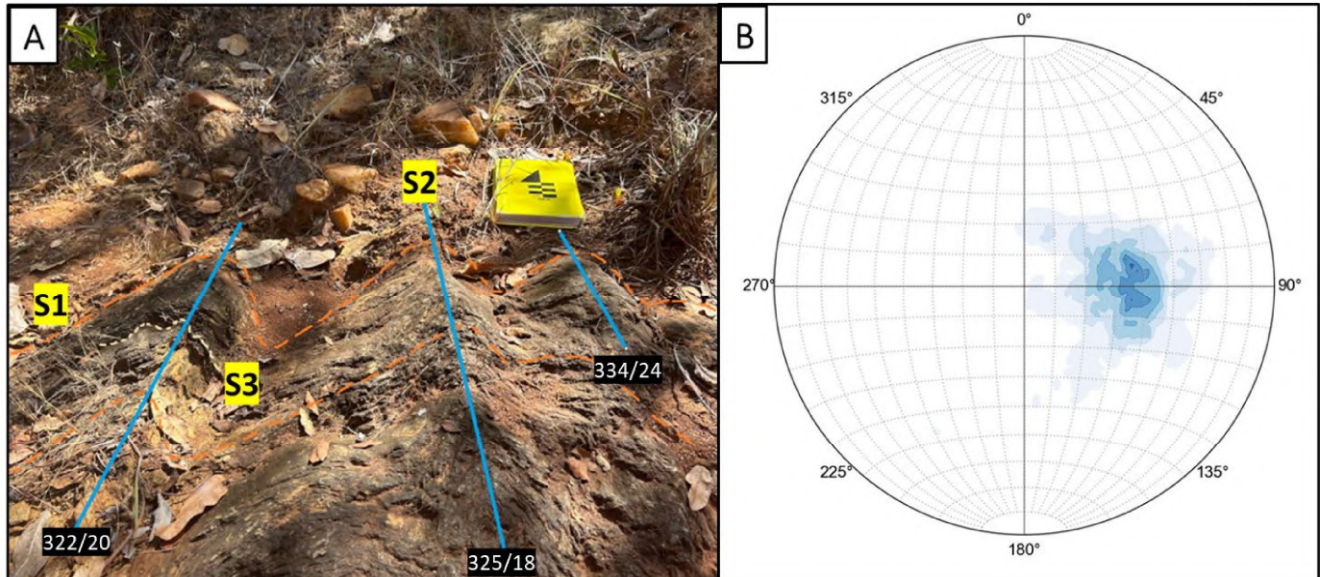


Figura 73. (A) – Dobras referentes as fases deformacionais D₂ e D₃ no ponto 47. Em laranja, expõe-se um conjunto de dobras fechadas sinclinais e anticlinais, com eixos marcados em azul e com valores de vergência para SW, além destas, é possível observar dobras F₃ de menor ordem que se formam nos flancos (S3). (B) – Estereograma de densidade de pólos dos acamamentos (S_n) totais. A direção média observada é 10/30NWE apresenta leve dispersão para N-S.

Observa-se que a direção principal das rochas relacionadas a esse evento (D₂) são condizentes ao plunge das mineralizações auríferas do *Greenstone belt* de Crixás (Figura 74).

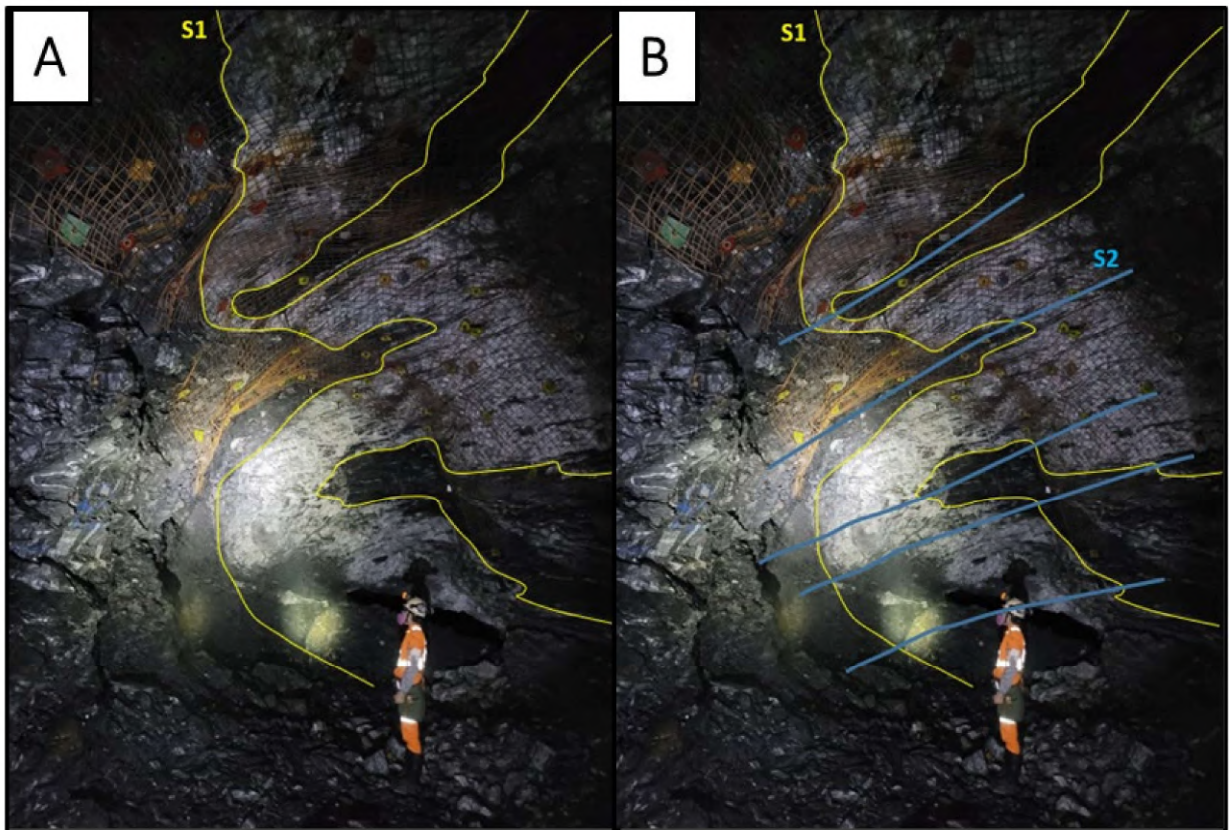


Figura 74. Veio de quartzo mineralizado na estrutura III. (A) – A mineralização do Au no *Greenstone belt* de Crixás está associada principalmente à veios de quartzo de escala decimétrica a métrica, que se encontram intrafoliais a S_1 . (B) – Esses veios se encontram dobrados pelo evento D_2 , onde o plano axial das dobras constituem a foliação S_2 .

4.3.4 D_3

A última fase de deformação observada é denominada como D_3 , sendo caracterizada por uma compressão orientada de Leste para Oeste, que desenvolveu uma clivagem de crenulação denominada de S_3 (Figura 75).

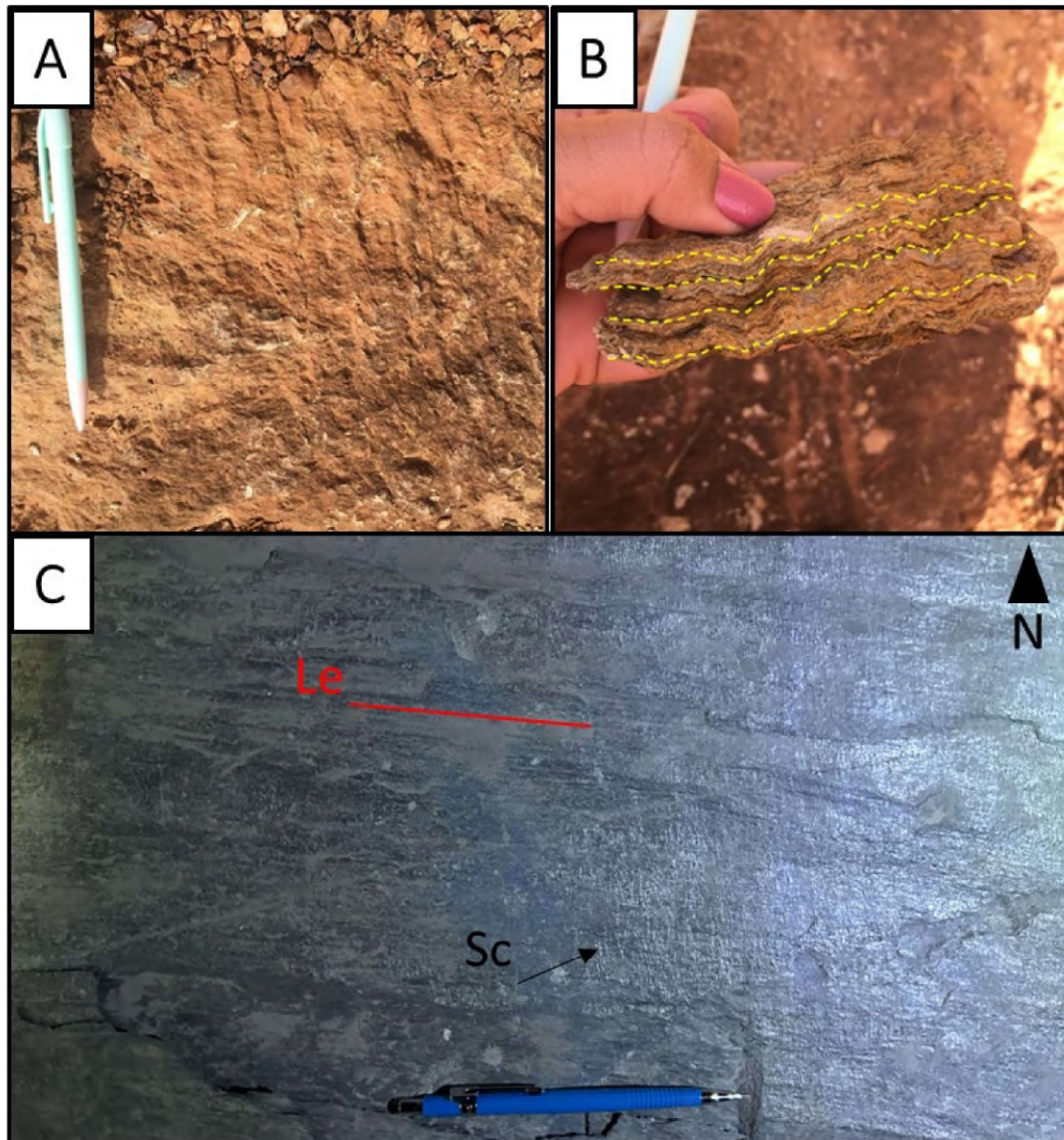


Figura 75. Clivagens de crenulação observadas no Ponto 1 (A) demarcadas em amarelo (B). Clivagens de crenulação (S_c) presentes em muscovita xisto da Formação Rio Vermelho no ponto 79, em vermelho nota-se uma lineação de estiramento (L_e) associada.

A clivagem de crenulação, conhecida como S_3 , é observada em praticamente todos os tipos de rochas foliadas do GBC. Destaca-se especialmente nas rochas que apresentam uma maior concentração de minerais filossilicáticos e metassedimentos finos como o filito carbonoso na base dos veios de quartzo na Mina III. Nesse contexto, desenvolvem-se micro dobramentos, como as dobras do tipo kink e "en chevron", cujos eixos possuem uma orientação praticamente Norte-Sul (Figura 75 – B).

4.4 Evolução Tectônica

A evolução tectônica do *Greenstone belt* de Crixás é comentada por Jost *et al.* (2019) em um resumo que sintetiza a ordem dos principais eventos de consolidação e evolução do terreno, ilustrados na figura 76.

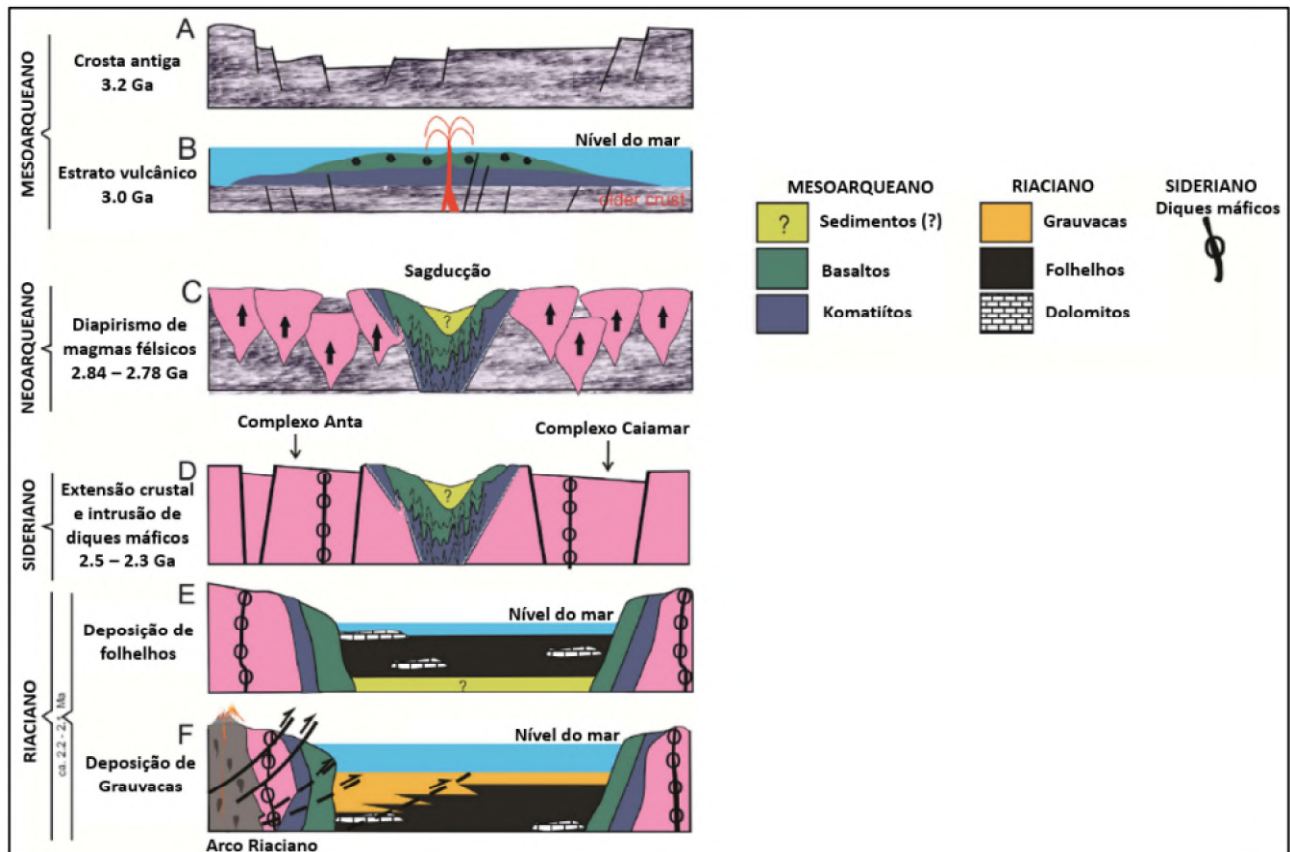


Figura 76. Esquema da evolução tectônica do *Greenstone belt* de Crixás. A) Fase inicial com crosta antiga (3.2 G.a.). B) Erupção vulcânica que gerou um estrato-vulcão responsável pelas rochas dos membros inferiores do *Greenstone belt*. C) Evento de diapirismo de magmas com composição félsica (2.84 - 2.78 G.a.). D) Extensão crustal associada a enxames de diques máficos. E) Deposição de folhelhos ricos em material carbonoso durante o início do Riacyano. F) Deposição das metagrauvacas em estado final da bacia. Jost *et al.*, 2019.

O primeiro episódio documentado refere-se à formação de uma crosta félsica com uma idade de 3,3 G.a., cuja datação foi realizada através de análises de zircão nos complexos TTG's Anta e Caiamar, conforme abordado no estudo conduzido por Queiroz *et al.* (2008). Cerca de 300 milhões de anos após esse evento, a crosta antiga experimentou processos de fraturamento devido à influência de um possível *hotspot* ou pluma mantélica que resultou na formação de uma ilha oceânica caracterizada por um estrato vulcão. Com o desdobramento desses processos, emergiu as unidades inferiores (Formação Córrego Alagadinho e Formação Rio Vermelho),

composta predominantemente por Komatiitos e basaltos toleíticos, que exibem notáveis estruturas de pillow lavas conforme documentado por Fortes *et al.* (2003).

De acordo com Jost *et al.* (2019), essa expressiva alteração térmica na região desencadeou um processo de reciclagem crustal devido ao derretimento parcial do manto. Esse fenômeno resultou na formação de magmas félsicos que ascenderam diapiricamente e evoluíram para os ortognaisses que compõem os complexos granodioríticos Anta e Caiamar. A análise das relações estruturais revela que a atividade vulcânica precedeu a cristalização magmática dos protólitos de gnaiss em aproximadamente 200 milhões de anos.

A ascensão dos corpos granitóides comprimiu as supracrustais e resultou na formação de uma quilha triangular estreita, com formato levemente cúspide, que atinge profundidades consideráveis, conforme evidenciado por Blum *et al.* (1996). A configuração tridimensional do GBC, juntamente a distribuição geográfica de suas unidades rochosas e os contatos cisalhados com os complexos arqueanos sugerem que o *Greenstone belt* representa uma quilha sinforme que se desenvolveu durante um processo de afundamento ou sagdução (processo de sinéclise causado por diapirismo).

A região atualmente ocupada pelo *Greenstone belt* de Goiás permaneceu geologicamente estável, sem eventos deformacionais, desde o Neoarqueano Superior até o Paleoproterozóico Inferior. Análises isotópicas sugerem que durante o Sideriano (2,5-2,3 Ga), ocorreu um período de extensão crustal nessa área. Esse fenômeno desencadeou a reativação de sistemas de falhas preexistentes, bem como a reintrodução de intrusões intracratônicas, incluindo diques e estoques máficos (ver Figura 17D). Essas observações são derivadas de dados apresentados por Girardi *et al.* (2013).

Imediatamente após o período Sideriano, uma pequena depressão na região tornou-se o local propício para a deposição de sedimentos Riacionos, caracterizados pela formação de folhelhos carbonosos e lentes de dolomito em águas rasas (Figura 76 – E). A presença de folhelhos negros indica que a fase inicial da bacia se estabeleceu como um ambiente euxínico, sugerindo uma elevação gradual do nível do mar e disponibilidade de nutrientes propícios à proliferação abundante de cianobactérias. Conforme destacado por Condie (2004), a deposição de xistos negros na história da Terra serve como marcador temporal, correlacionando-se com eventos de superplumas e ruptura de supercontinentes. O autor também aponta que a ruptura do supercontinente está associada a excursões positivas dos isótopos de carbono na água do mar, particularmente durante o intervalo de 2,2 a 2,1 bilhões de anos. Além disso, Bekker *et al.* (2006) e Bekker (2014) discutem uma anomalia global registrada em carbonatos marinhos, dada entre

2,33 G.a. e 2,11 G.a. Tal anomalia, conhecida como Evento Lomagundi Global ocorreu imediatamente após o dramático evento glacial do Paleoproterozóico (Terra bola de neve), conforme descrito por Kopp *et al.* (2005), coincidindo com o Evento de Oxidação Global (GOE) de 2,33 G.a a 2,07 G.a.

De acordo com a análise de Jost *et al.* (2019), a bacia, após a instauração do ambiente euxínico, passou a receber de forma gradativa e episódica cargas clásticas constituídas por sedimentos, caracterizados como areias imaturas. Essa deposição ocorreu com um aumento progressivo tanto em volume quanto em frequência, acompanhada por movimentos laterais e verticais. Os desdobramentos desse processo resultaram na formação de um contato em forma de cunha com os xistos carbonosos, culminando na predominância e supressão das condições euxínicas. Observa-se, através das variações laterais e verticais nas facies das metagrauvacas, juntamente com sua estratificação graduada e sucessões rítmicas, uma indicação de que o transporte e a deposição dessas cargas clásticas se deram por meio de correntes de turbidez, as quais variavam em intensidade em termos de volume e energia.

O registro sedimentar Riáciano na área do *Greenstone belt* de Crixás persistiu até experimentar uma compressão progressiva com destacamentos, culminando na primeira mineralização de ouro em torno de 2.165 M.a., conforme indicado por datações de zircão hidrotermal em veios de quartzo da Zona Inferior da Estrutura III (Tassinari *et al.*, 2006). Entretanto, a compressão tectônica Riáciana na direção leste propagou-se pela porção norte do Terreno Crixás-Goiás, como inferido por evidências de campo e dados isotópicos do *Greenstone belt* Pilar de Goiás e do Complexo Hidrolina, ambos situados a leste de Crixás. Na região do Pilar de Goiás, Jost *et al.* (1992) relatam a intrusão de soleiras e estoques de trondhjemita com elevado teor de Al₂O₃ em falhas de empurrão na borda leste, que cortam as rochas supracrustais, com uma idade de zircão U-Pb SHRIMP de 2.145 ± 12 M.a, conforme documentado por Queiroz (2000). Além disso, um estoque de diorito indeformado, controlado pela falha de deslizamento N60W que intercepta a fronteira sudoeste do Complexo Hidrolina, apresentou uma idade de zircão U-Pb SHRIMP de 2.146 ± 1,6 M.a (Jost *et al.*, 1993). Esses dados evidenciam uma polaridade tectônica em direção leste na porção norte do Terreno, bem como uma atividade magmática posterior à idade hidrotermal do zircão no veio de quartzo aurífero da Zona Inferior do Cinturão de Crixás. A idade de pico de 2,2 G.a. da população de zircões detríticos mais proeminente nos grauvaques de Crixás indica o soerguimento sin-tectônico da principal área-fonte do Riáciano.

Por volta de 1,57 bilhão de anos atrás, evidencia-se uma fase de atividade vulcânica e sedimentação. Este período foi sucedido por um intervalo sem registros, e aproximadamente 550 milhões de anos atrás, testemunha-se a amalgamação da Faixa Brasília, a qual aglutinou os blocos arqueanos no interior do Arco Magmático de Mara Rosa. Durante o estágio de colapso do orógeno brasileiro, ocorreram deformações periféricas e mineralizações auríferas.

5 GEOLOGIA ECONÔMICA

Através do mapeamento realizado na área alvo e do modelamento geológico tridimensional baseado em furos na região, é possível estabelecer algumas relações entre as rochas com potencial aurífero e as principais estruturas mineralizadas consideradas em MSG.

No depósito, o padrão das mineralizações tem forte relação com o contexto geológico-estrutural ao qual o cenário foi exposto durante sua formação. O ouro é observado como ocorrência em todas as formações, sempre associado a domínios de silicificação e carbonatação e localmente a halos distintos que são particulares para cada litologia, que reagiu de forma distinta a ação do metamorfismo regional e hidrotermalismo.

A validação da geometria das camadas mapeadas é observada na figura 77, que expõe uma sobreposição, do produto do mapeamento na região das camadas aflorantes de metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas, com valores elementais obtidos em campanhas de amostragem geoquímica de solo realizadas internamente pela Mineração Serra Grande.

Os contatos das unidades ultramáficas são contrastados pelos valores de Mn (Figura – B), mais expressivos no contato da Formação Córrego Alagadinho com a Formação Rio Vermelho e progressivamente menor conforme observado nas camadas a leste, localizadas sobre as rochas metassedimentares. Os valores de Fe são um ponto de discrepância expressivo entre as rochas máficas e ultramáficas com as metassedimentares siliciclásticas da Formação Córrego Geral, é notável que sua ocorrência não é excludente das metassedimentares carbonosas e calciossilicatadas, indicando uma relação comum desse elemento com um ambiente euxínico.

Os valores elementais de Ba, Th e U (Figura – D, E e F) indicam uma progressão da disposição nas camadas metassedimentares em direção a leste, sendo os valores de Ba comumente expressivos nas rochas da Formação Ribeirão das Antas e Córrego Geral e o Th e U nas camadas siliciclásticas de metagrauvas da Formação Córrego Geral.

Também foram observados valores de Au e As que indicam um forte trend N-S para algumas das camadas na área de destaque, que foram removidos deste relatório por motivos de sigilo empresarial.

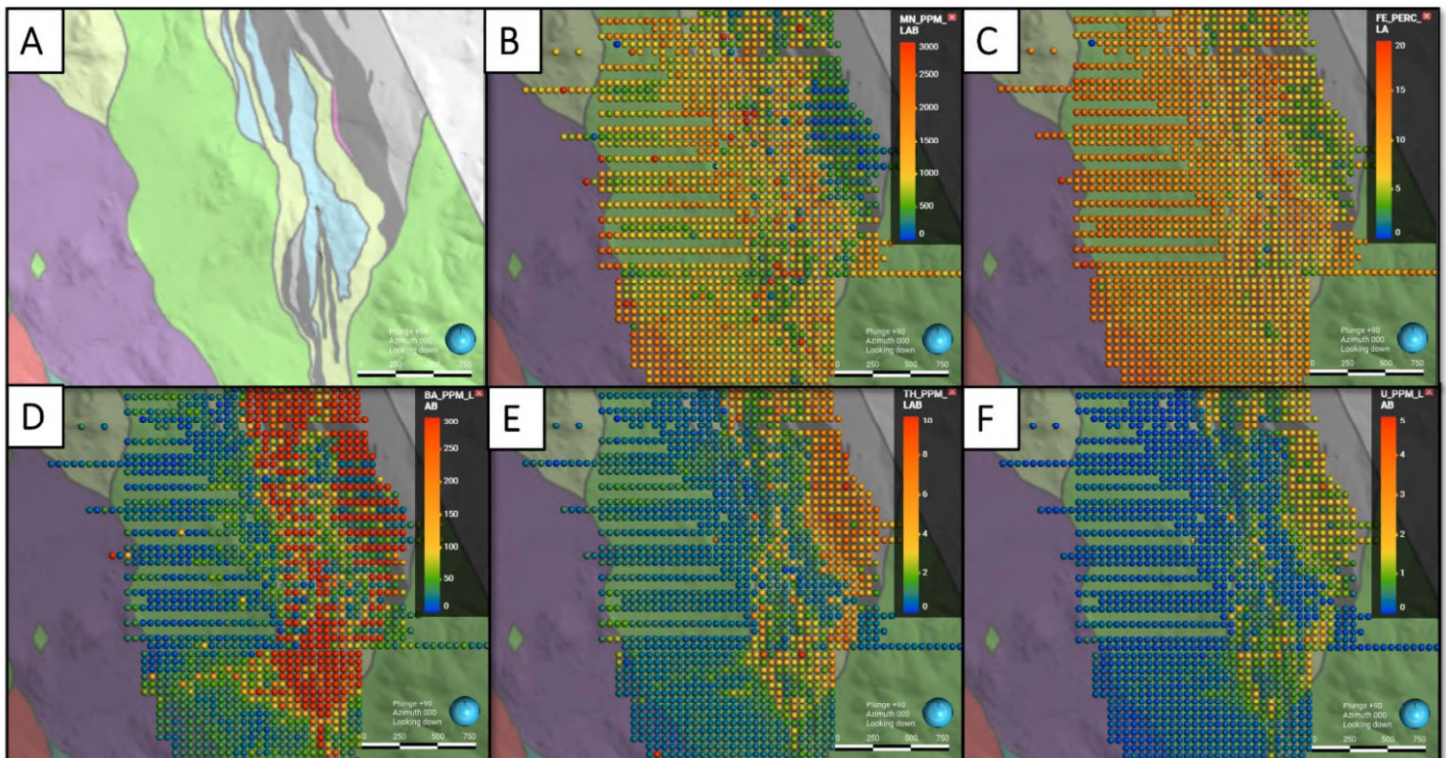


Figura 77. Mosaico de relação entre a área de destaque dos metadolomitos e uma sobreposição de campanhas de análise geoquímica de solo. (A) – Recorte da área mapeada. (B) – Mapa elemental de Manganês (Mn). (C) – Mapa elemental de Ferro (Fe). (D) – Mapa elemental de Bário (Ba). (E) – Mapa elemental de Tório (Th). (F) – Mapa elemental de Urânio (U).

Os metadolomitos de origem sedimentar aflorantes ao sul da MSG, correlativos a Formação Ribeirão das Antas, foram observados em campo e discriminados dos metadolomitos mineralizados de provável origem hidrotermal inseridos em lentes na Formação Córrego Alagadinho.

Tal diferenciação de origem é baseada em valores abordados em pesquisa por Dix *et al.* (1995) e Fortes (1996) relacionam a idade de zircões detriticos nos metadolomitos da Formação Ribeirão das Antas próximos aos valores de 2.2 - 2.1 G.a., tais valores são condizentes também as metagrauvas da Formação Córrego Geral. Jost *et al.* (2019) relaciona essas evidências com o panorama de fragmentação continental do Riáciano durante o mesmo intervalo. Essa relação induz a interpretação que essas camadas são sedimentares e foram produto de fontes semelhantes às que geraram as metagrauvas, entretanto, é relevante pontuar que não há o descarte da hipótese de remobilização desses minerais durante a percolação de fluidos hidrotermais.

Em mapeamentos de galerias subterrâneas realizados em diversos alvos na Mineração Serra Grande, é comum a observação de metadolomitos inseridos na Formação Ribeirão das Antas, mineralizados com ouro fino ou grosseiro altamente aglomerado (efeito pepita) e

associados a camadas proximais de filito carbonoso que são interpretadas como trapas primárias para o Au durante o primeiro evento de mineralização aurífera. A presença de minério em camadas cálcio-carbonatadas próximas a camadas ricas em material carbonoso é tratada uma remobilização do Au durante pulsos tardios de hidrotermalismo.

A figura 78 apresenta o tipo mais comum de mineralização aurífera em metadolomitos de origem hidrotermal, como são tratadas as camadas encontradas inseridas nas formações do Mesoarqueano. Essas ocorrências tipo são associadas a halos propilíticos carbonáticos (Bonnet & Corriveau, 2007) ricos em carbonatos (calcita e dolomita), clorita, sericita e feldspatos. A presença de dolomita, Fe-dolomita e calcita nessas rochas é interpretada como precipitação em zonas de alteração distais onde são encontradas associadas a veios expressivos de quartzo maciço gerado durante queda rápida de pressão que induz redução na solubilidade da sílica (Weatherley & Henley, 2013).

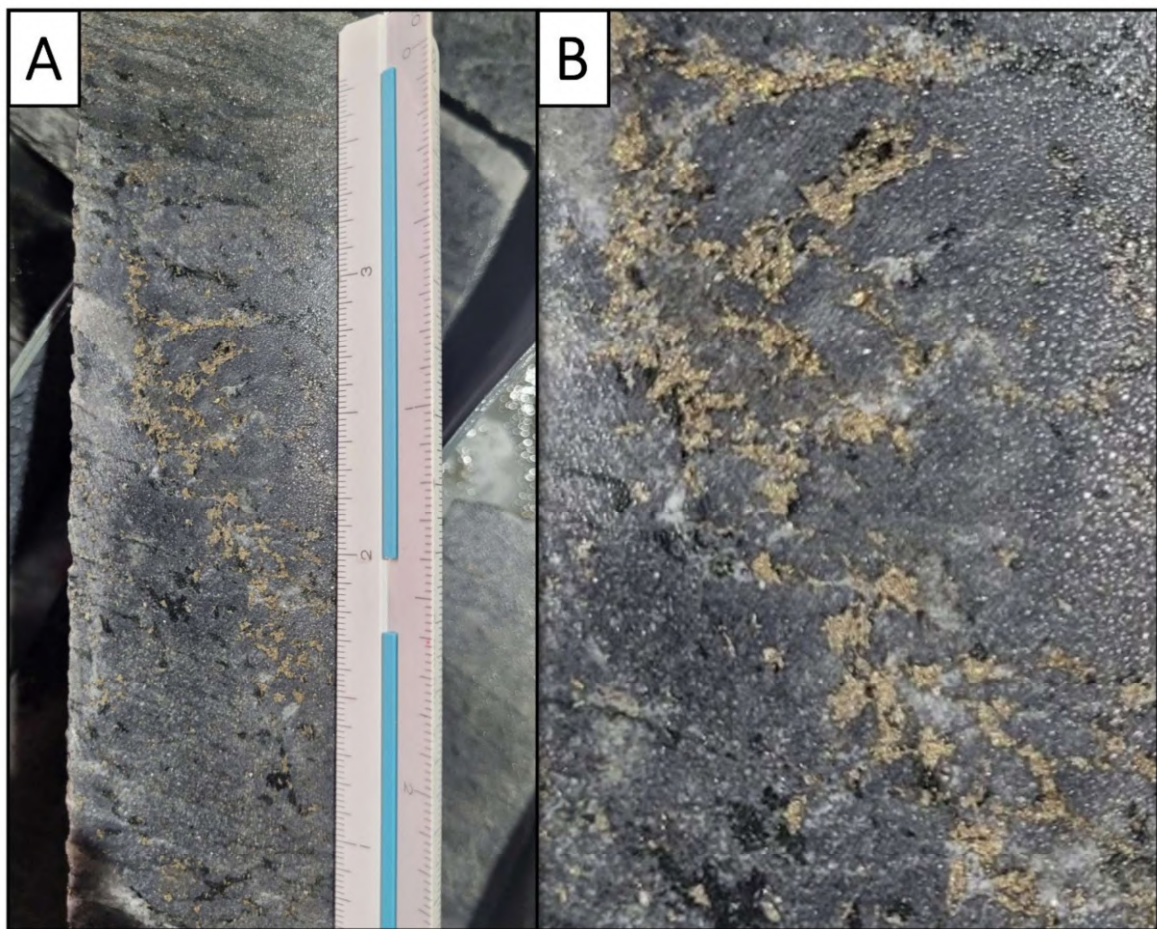


Figura 78. (A) – Corte paralelo ao furo em testemunho de sondagem com metadolomito mineralizado da Formação Córrego Alagadinho. (B) – Mineralizações de pirrotita com piritas agregadas associadas a pequenos veios e venulações preenchidas por quartzo e carbonato. As mineralizações se hospedam em uma rocha de coloração cinza esbranquiçada a levemente esverdeada, alguns domínios de anfibólios (mineral verde-escuro) são observados pontualmente na matriz.

A amostra ESVS23DOL (Figura 79) representa um metadolomito mineralizado hospedado em um clorita-anfibólio-quartzo xisto da Formação Rio Vermelho. A análise petrográfica dessa rocha revela uma ganga bem delimitada por uma assembleia predominantemente quartzo-carbonática com alguns domínios dispersos de clorita e hornblenda. As bandas de micas e anfibólios são dispostas concordantemente a S_1 , segregadas por níveis mais ricos em quartzo e carbonatos. A orientação dos cristais, todavia, nem sempre apresenta uma orientação concordante com a foliação e são tratados como sin-tectônicos dado sua relação com os cristais anédricos, pequenos e de caráter recristalizado de quartzo na matriz.

A discriminação entre as calcitas e dolomitas está na ausência de prismas escalenoedros que evidenciam os cristais amorfos de dolomita que também possuem um relevo levemente mais expressivo com total ausência de clivagem romboédrica, em contraste aos cristais de calcita, com clivagem romboédrica perfeita e um alto padrão de planos de geminações.

Os agregados amorfos de dolomita também se associam a cristais equigranulares e poligonais de quartzo que formam domínios de agregados de múltiplos cristais em bandas acomodadas entre os cristais maiores de dolomita.

Uma análise feita por Ribeiro (2018) relacionou os halos de cloritização e carbonatação presentes nas fácies de xistos magnesianos da Formação Córrego Alagadinho como intimamente ligados as mineralizações auríferas da Estrutura V. Tal análise pode, por consequência, associar os metadolomitos na Formação Córrego Alagadinho com uma origem hidrotermal, não sedimentar. Essa relação também propõe que esses halos de minerais de alteração ferro-magnesianos (cloritas e hornblendas) estejam conectadas com uma remobilização de componentes elementais nos fluidos hidrotermais que interagiram com as encaixantes pelas quais percolaram, modificando sua composição antes que formassem os metadolomitos tratados como hidrotermalitos hospedados na Estrutura V.

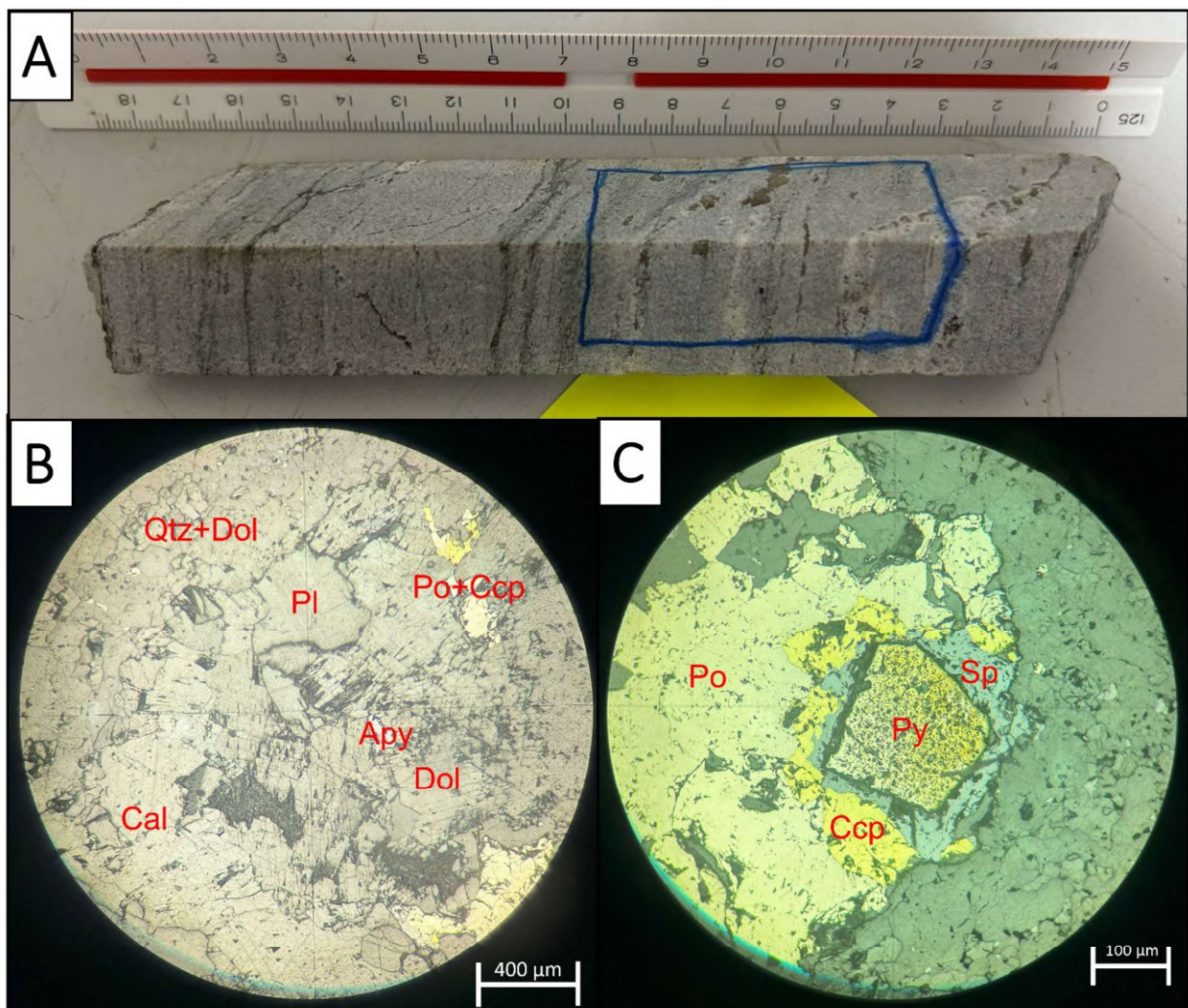


Figura 79. (A) – Amostra ESVES23DOL com destaque do corte de laminação em azul. (B) – Associação quartzo-carbonática na ganga com alguns sulfetos agregados de pirrotita (Po) e Calcopirita (Ccp) com ocasionais cristais de arsenopirita (Apy) disseminados (NC//). (C) – Associação de sulfetos com um cristal euédrico de alto relevo de pirita (Py) no cruzamento dos nicóis. Esfalerita (Sp) englobada por uma massa de calcopirita (Ccp) e pirrotita (Po) a NCX.

A ocorrência de depósitos auríferos na região dos metadolomitos que afloram ao sul de MSG é denunciada pela existência de garimpos desativados que atuavam diretamente sobre as camadas aflorantes de metadolomitos e tratavam essas rochas como seu principal minério.

Essas rochas (metadolomitos) foram relacionados em campo aos correspondentes que hospedam as mineralizações auríferas na Estrutura IV e III Superior.

A área demonstra certo estrangulamento das camadas em direção a S e aproximação das estruturas mineralizadas, que no contexto da Mina Nova, Mina III e Mina Palmeiras, são comportados em pacotes distantes entre si, variando em uma relação de 100 a 500 metros de profundidade que observada em sondagem testemunhada. É provável que os metadolomitos

aflorantes sejam exclusivamente da Estrutura IV, mas essa afirmação carece de mais evidências em campo.

A Estrutura IV é comentada em detalhe por Campos (2019), onde a classifica como uma zona de cisalhamento de baixo ângulo que ocorre na forma de minério disseminado com menores ocorrências de veio de quartzo.

A autora (Campos, 2019) delimita ainda, os principais halos de alteração da estrutura (Figura 80). Os halos de alteração distais são tratados como domínios dolomitizados alternados de níveis carbonosos, micáceos e quartzosos menos alterados e pervasivos de rochas ricas em biotita, muscovita, Fe-clorita (ripidolita) e plagioclásio (oligoclásio). Os halos proximais constituem zonas de intensa alteração hidrotermal, com rochas ricas em quartzo, plagioclásio e carbonato que hospedam mineralizações na forma de sulfetos disseminados, principalmente na forma de arsenopirita (Apy).

		Estrutura IV			
Zona	Minerais	Metamorfismo Regional	Distal	Intermediário	Proximal
	Material carbonoso				
	Quartzo				
	Biotita				
	Muscovita				
	Fe-Mg Clorita				
	Oligoclásio				
	Andesina				
	Fe-Carbonato				
	Granada				
	Turmalina				
	Zircão				
	Apatita				
	Ilmenita				
	Rutilo				
	Pirrotita				
	Arsenopirita				
	Calcopirita				

Figura 80. Esquema de representação da assembleia mineralógica da Estrutura IV de acordo com as zonas de alteração hidrotermal. Campos, 2019.

A partir da análise dos produtos do mapeamento, bem como furos de sondagem na área e modelo geológico tridimensional da região, é possível estipular uma relação das litologias na porção dos metadolomitos ao sul de MSG com as estruturas mineralizadas Palmeiras, IV e III, como demonstra a figura 81.

Tal relação considera as características da Estrutura Palmeiras, que são transicionais entre a Formação Rio Vermelho e a Formação Ribeirão das Antas e os litotipos de quartzo-biotita-muscovita-granada xisto, tratados como delimitadores da Estrutura III (Fortes, 1996).

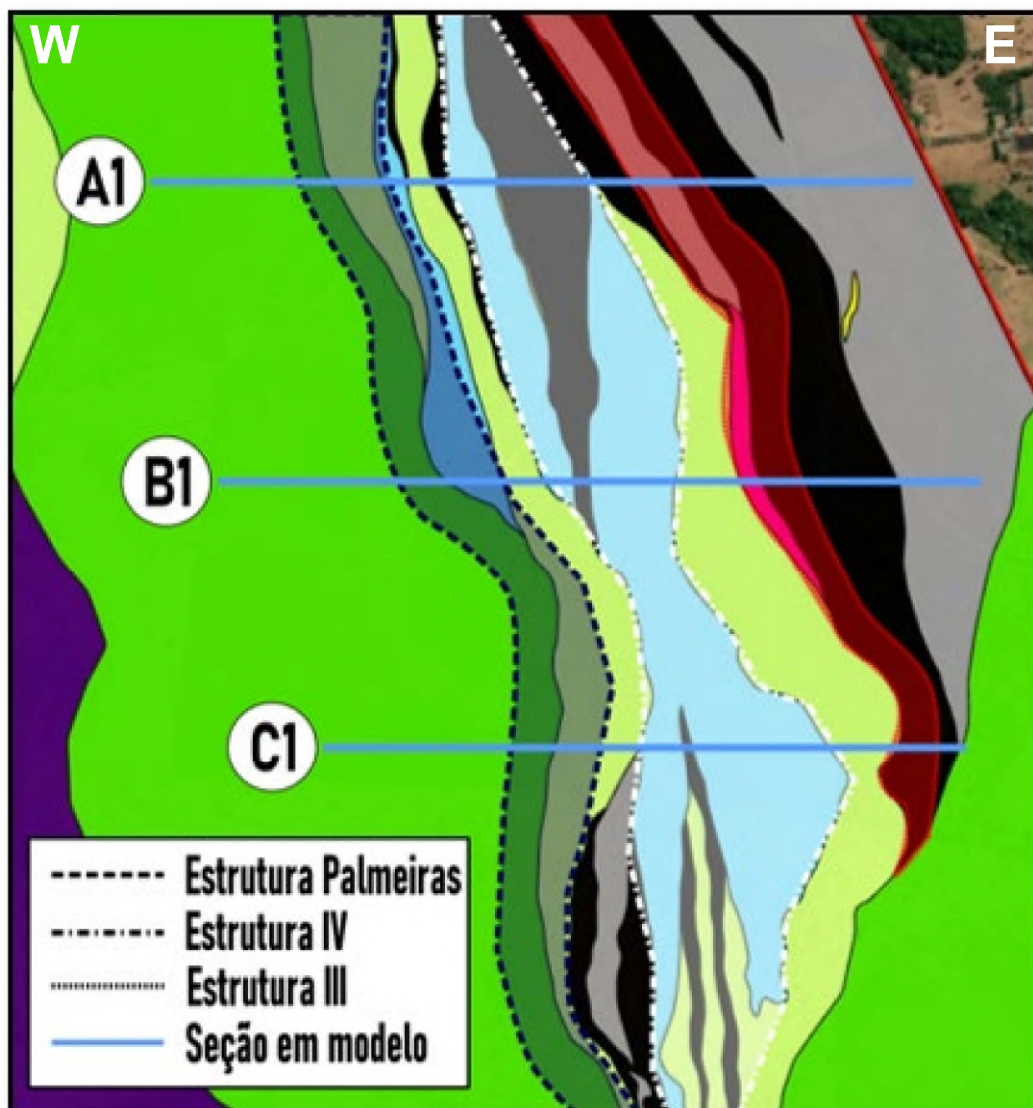


Figura 81. Mapa da região dos metadolomitos aflorantes ao sul de MSG com prováveis estruturas mineralizadas relacionadas as litologias e seções em corte no modelo geológico tridimensional (A1, B1 e C1).

As seções que cortam o modelo geológico da área (Figura 82) demonstram uma relação das camadas de metadolomitos com halos de cloritização que, em campo, não puderam ser discriminados entre si como sendo parte das rochas metabásicas alteradas da Formação Rio Vermelho, domínios de metadolomitos impuros intercalados com camadas micáceas ou ainda produtos da cloritização das metagrauvas.

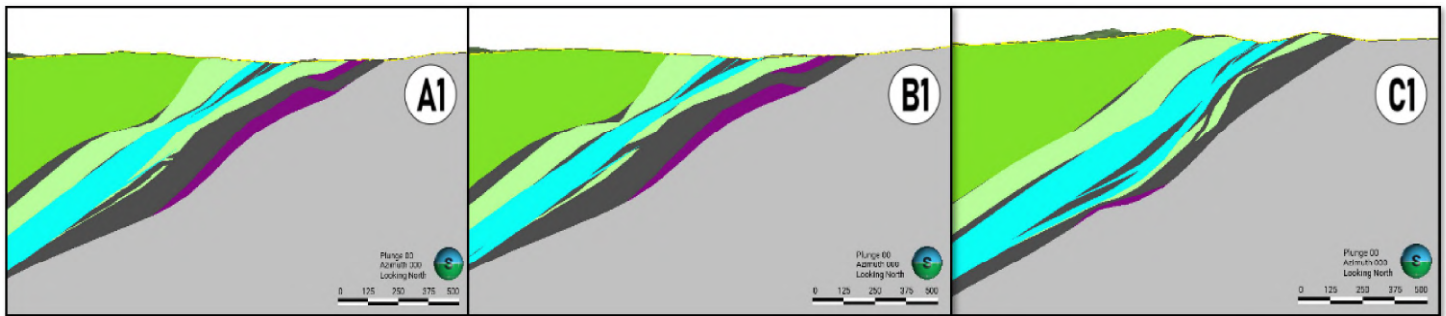


Figura 82. Seções em corte no modelo geológico 3D apresentando a relação das camadas modeladas a partir de dados em testemunhos de sondagem na área.

As relações de metamorfismo e mineralização que definem a Estrutura IV, comentadas por Campos (2019), são observadas em campo na forma de camadas ocasionais e delgadas de filito carbonoso, frequentemente silicificado e associado a veios de quartzo, que são encontrados intercalados nos metadolomitos e clorita xistos que delimitam os contatos marginais dessas camadas.

Em destaque se encontram os exemplares do ponto 184 (Figura 83 – A), que foram observados em camadas intercaladas com veios de quartzo e camadas de clorita xisto. O afloramento exhibe uma cobertura intempélica de coloração expressiva em tons vermelhos e roxos que exibiram texturas semelhantes a decomposição de sulfetos como pirrotita e calcopirita. Algumas lineações minerais (L_c) obtidas neste ponto apresentaram valores de 298/44, indicando uma forte tendência ao *plunge* habitual do minério em MSG, que é observado em valores próximos de 290°.

A presença expressiva de quartzo como o principal mineral associado a mineralizações auríferas se traduz no fenômeno apresentado por Goldfarb *et al.* (2005) que expõe a predominância da composição quartzosa em veios de depósitos orogênicos de ouro.

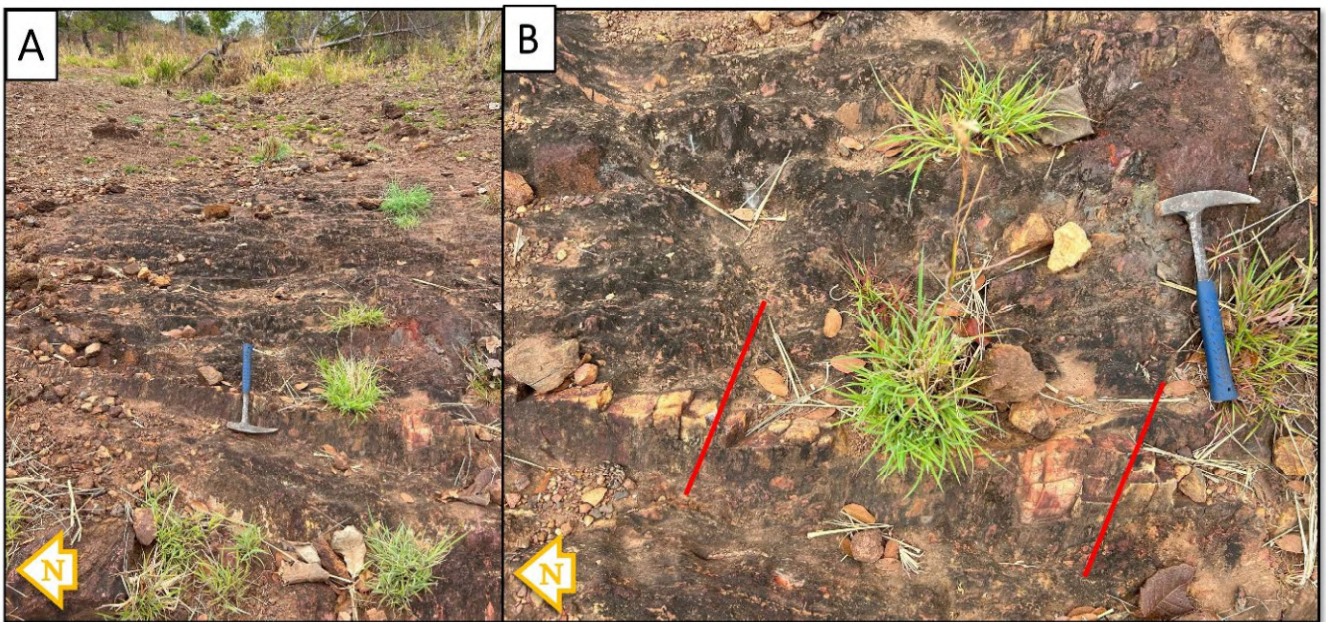


Figura 83. Ponto 184. (A) – Afloramento do ponto 184 com camadas de filito carbonoso silicificado e intercalado com veios de quartzo. (B) – Características em solo que sugerem uma decomposição de sulfetos com destaque em vermelho para as lineações minerais (L_c) de 298/44.

Na área foram observadas ainda, com distribuição altamente restrita, ocorrências de turmalinitos associados a mineralizações de arsenopirita em camadas de filito carbonoso proximais ou inseridas nos metadolomitos, como demonstra o exemplar encontrado no ponto 72 (Figura 84).

As concentrações de turmalina associadas a depósitos estratiformes, na maioria dos casos, representam o resultado de alterações hidrotermais locais (Slack, 1996).

Essas ocorrências são descritas por Magalhães (1991) e discutidas por Theodoro (1995) como sendo uma classe de brecha resultante da alteração hidrotermal em zonas de contato entre camadas de dolomitos ou mármore impuros com camadas de filito carbonoso.

Em amostra macroscópica (Figura 84 – A), essas rochas são compostas por uma matriz de material carbonoso preto de granulometria muito fina rica em cristais de arsenopirita disseminados. A análise microscópica revelou a presença de uma matriz muito fina composta majoritariamente por cristais euédricos e raros subédricos de turmalina (70%) incolores ou cinza-azulados dispostos na forma de prismas em um arranjo aleatório com material carbonoso preenchendo vacâncias intersticiais (30%). Os cristais de arsenopirita possuem forma tendente a idiomorfia e moderadamente subédrica, com coloração característica branca de alta reflectância e anisotropia forte. Ocorrem fraturas e maclas nesses sulfetos em planos que indicam preferência em um hábito romboédrico.

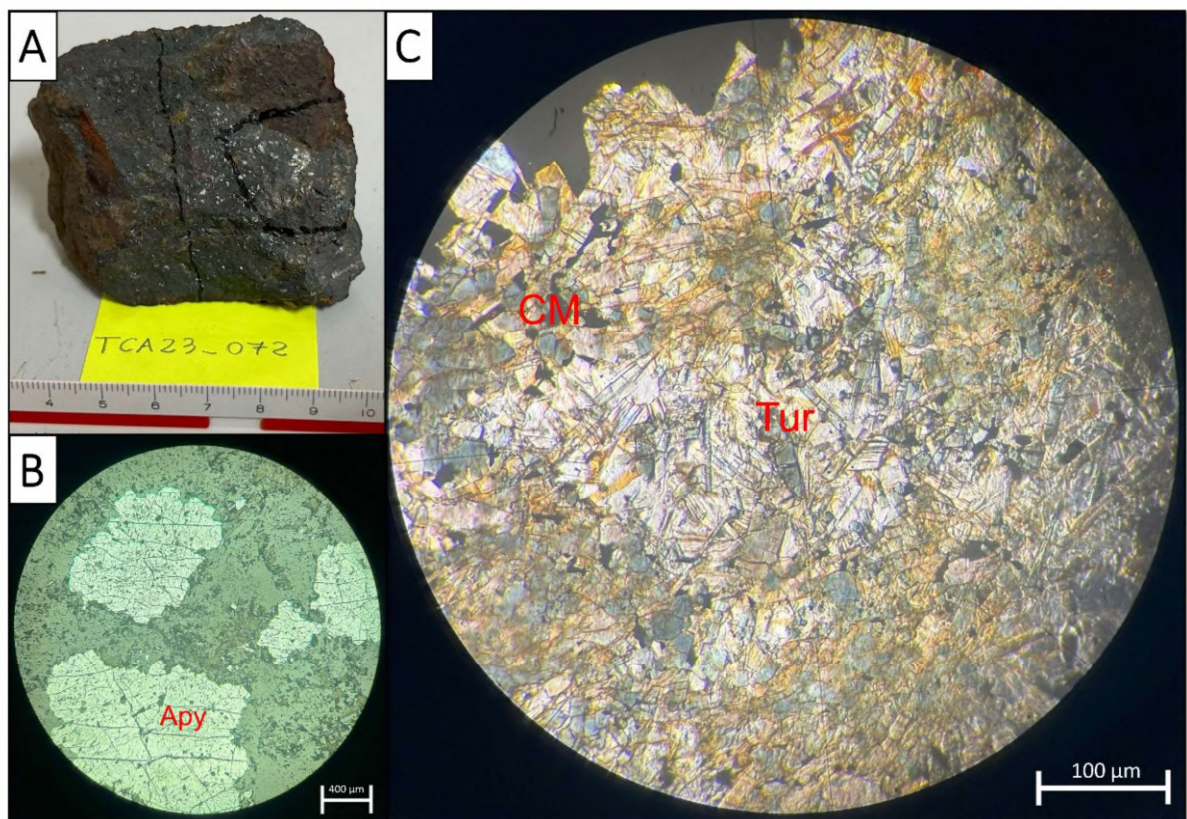


Figura 84. Amostra 72. (A) – Amostra macroscópica coletada no ponto 72. (B) – Micrografia a NC// demonstrando cristais de arsenopirita (Apy) suspensos numa matriz muito fina de coloração cinza-escura. (C) – Cristais inequigranulares euédricos de turmalina (Tur) associados a material carbonoso pontual (NCX).

As zonas associadas às estruturas mineralizadas na área mapeada demonstram uma forte relação com zonas de silicificação, carbonatação, veios de quartzo e domínios que sofreram forte alteração hidrotermal que se relaciona intimamente aos eventos de deformação registrados na área, em especial ao evento D₂, que gerou a remobilização dos pulsos auríferos primários para camadas dispostas em S₂.

A proposta da interação do fluido hidrotermal com as litologias e as estruturas mineralizadas admitidas em MSG é apresentada na figura 85 a partir de dados coletados em campanhas de sondagem e campo subterrâneo e de superfície nas áreas da Mina III, Mina Nova e Mina Palmeiras.

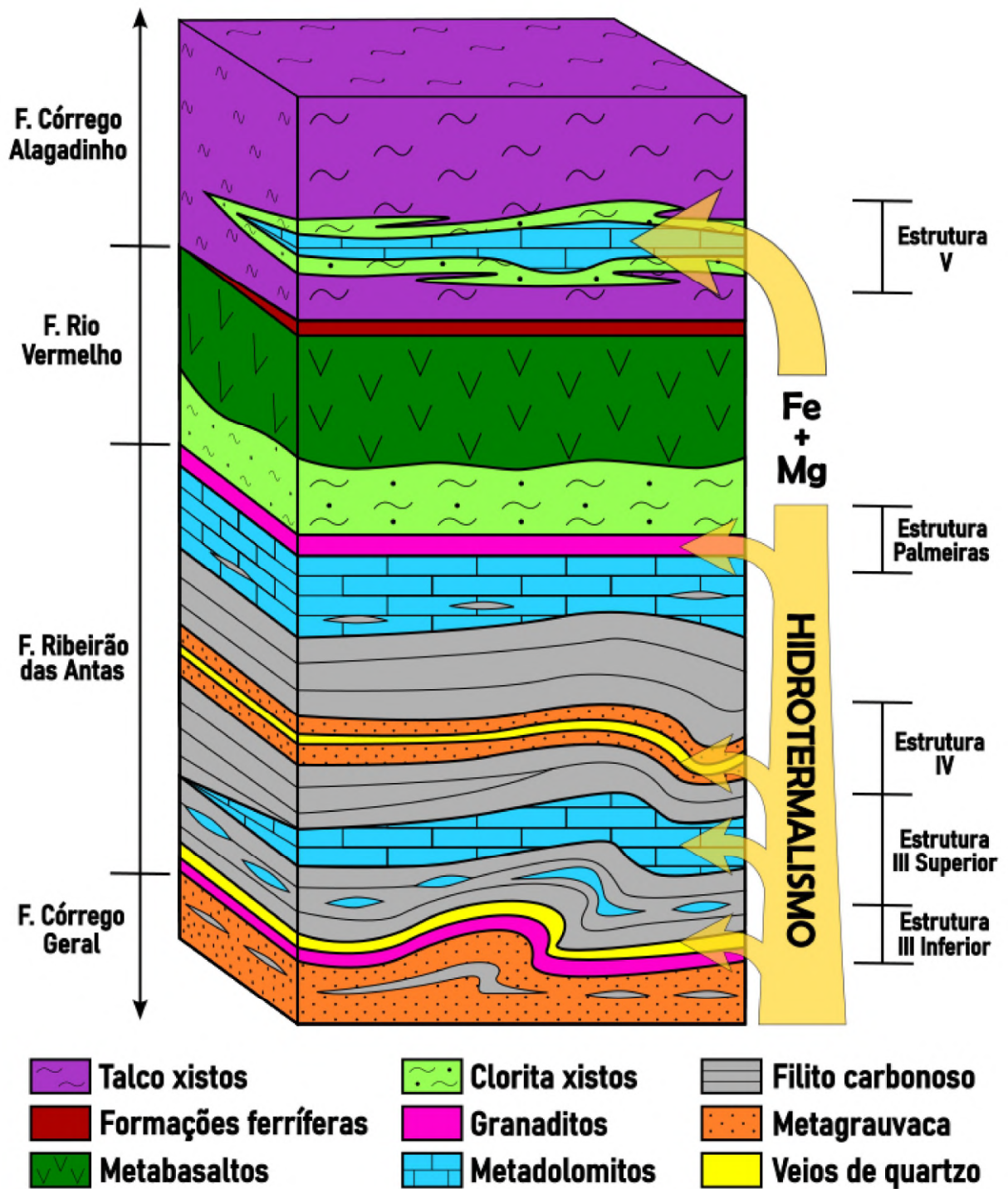


Figura 85. Modelo esquemático da ação hidrotermal sobre as principais litologias e estruturas mineralizadas do *Greenstone Belt* de Crixás. Disposição estratigráfica baseada em dados de sondagem e campo nas áreas da Mina III, Mina Nova e Mina Palmeiras.

6 CONCLUSÃO

Foram identificadas na área mapeada 14 litologias tipo que ocorrem no *Greenstone belt* de Crixás e contemplam rochas pertencentes a todas as formações do Grupo Crixás e alguns representantes do embasamento cristalino (Complexo Anta). Também foram identificados litotipos que atuam como camadas guias para a prospecção mineral na região, principalmente relacionadas as estruturas mineralizadas admitidas na Mineração Serra Grande.

A análise estrutural apontou para a presença de 4 momentos de deformação principais que foram relacionados com valores de literatura para formular a perspectiva de progressão estrutural do GBC, que a partir dos valores estruturais obtidos em campo, demonstrou uma considerável progressão na direção dos vetores que agiram sobre as camadas do GBC, iniciando sua movimentação em E-W e progressivamente redirecionando o vetor para N-S, conforme avanço do Arco Magmático de Mara Rosa que se chocou a N do terreno e posicionou a Sequência Santa Terezinha no topo do GBC.

Diversas zonas cisalhamento compressionais puderam ser identificadas em campo a partir de dados de medidas estruturais e relações petrogenéticas entre diversos litotipos que reagiram de forma particular a exposição dos esforços de deformação que atuaram na área. Essas áreas foram usadas como direcionamento da continuidade das estruturas mineralizadas e ajudaram a compreender melhor a relação estratigráfica das formações do Grupo Crixás.

O mapeamento indicou uma geometria preferencial das camadas geológicas com direção NW-SE e vergência para NE-SW. Foram observados diferentes tipos de metamorfismo, com predomínio do metamorfismo regional nas fácies xisto verde e anfibolito e a expressiva ação do metamorfismo hidrotermal, que agiu sobre quase todas as camadas do GBC e se relacionou intrinsecamente às zonas mineralizadas.

Houve uma expansão considerável do conhecimento em relação a disposição e geometria dos metadolomitos que afloram ao sul de MSG, bem como melhor compreensão da relação dos mesmo com as demais litologias das áreas onde ocorrem e principalmente com as estruturas mineralizadas que puderam ser inferidas na região. O mapeamento permitiu rastrear a continuidade desses corpos, que aparentam sofrer um estrangulamento ao sul de MSG, sofrendo uma abertura na área de concomitância entre diversas zonas de cisalhamento, onde aflora, seguido de um afinamento abrupto que oblitera a presença não somente das camadas da Formação Ribeirão das Antas, como também da Formação Córrego Geral. A espessura das camadas é de até 100 m com teores em furos históricos que apontam para teores médios em

razões de até 70 m de profundidade, considerado valor altamente rentável para um processo de lavra em formato de mina a céu aberto.

Esses resultados podem colaborar na redução de custos em pesquisa futura na área, com redução de metragem de sondagem e maior assertividade de litologias específicas durante a execução de eventuais campanhas de sondagem.

Outros trabalhos com vieses geometalúrgicos são necessários para compreender de forma mais abrangente o sistema mineralizante que gera o ouro observado no formato fino e grosseiro nos metadolomitos da Estrutura IV e III superior, que apresentam também um alto efeito pepita e padrão de disposição comumente errático e incomum. Os parâmetros de recuperação em planta também devem ser considerados para efetiva lavra do minério.

A observação e levantamento de dados mineralógicos e estruturais com percepção de estruturas primárias e acamamentos $S_0//S_1$ consolidam embasamento válido para a diferenciação na origem entre os metadolomitos mineralizados, tratados como hidrotermalitos, da Formação Córrego Alagadinho e os metadolomitos, tratados como sedimentares, da Formação Ribeirão das Antas.

A presença de um fluido de alteração hidrotermal como principal formador das mineralizações foi observado em diversos pontos de campo e, em maior expressividade, pontualmente associado a halos de alteração tratados como proximais que envolvem expressiva silicificação e carbonatação associada a sulfetação acomodada entre as foliações, vênulas, veios e na forma disseminada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anhaeusser, C.R., 2014. Archaean *Greenstone belts* and associated granitic rocks – A review. *J. Afr. Earth Sci.* 100, 684–732.

Arcanjo, J.B.A.. 2011. Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações. Salvador: CPRM/SGB,144 p.

Arndt N. T., Teixeira N. A. & White W. M. 1989. Bizarre geochemistry of komatiites from the Crixás *Greenstone belt*. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 101:187-197.

Bekker, A., Karhu, J.A., Kaufman, A.J., 2006. Carbon isotope record for the onset of the Lomagundi carbon isotope excursion in the Great Lakes area, North America. *Precambrian Res.* 148, 145–180.

Bekker, A., 2014. Lomagundi Carbon Isotope Excursion. *Encyclopedia of Astrobiology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 6.

Borges, C.C.A & Campos, L.M. 2019. Caracterização petrográfica dos litotipos do *Greenstone belt* de Crixás. Acordo de cooperação científica entre Universidade de Brasília e AngloGold Ashanti – Mineração Serra Grande. Crixás Gold Project. Relatório Interno.

Blum, M.L.B.; Pires, A.C.B. & Mendes, L.R. 1996. Preliminary gravity map and 2-D gravity and magnetic data inversion of the Crixás *Greenstone belt*, Goiás. In: Symp. Archaean Terranes South American Platform, Brasília, 1996. Extended Abstracts... Brasília, SBG, p.33-35.

Bogossian, J., et al. 2020. Hydrothermal alteration and mineralization in the Faina greenstone belt: evidence from the Cascavel and Sertão orogenic gold deposits, *Ore Geology Reviews*, Volume 119,2020,103293,ISSN 0169-1368.

Bonnet, A.-L., and Corriveau, L., 2007, Alteration vectors to metamorphosed hydrothermal systems in gneissic terranes, in Goodfellow, W.D., ed., *Mineral deposits of Canada—A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods*: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5, p. 1035–1049.

Caderno de caracterização do Estado de Goiás. 2021. Área de Gestão Estratégica. CODEVASP. Ministério de Desenvolvimento Regional. Brasília, 2021.).

Carvalho, D.B., 2013. Prospecção de Níquel sulfetado do *Greenstone belt* de Crixás, GO. Ph.D. thesis. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Castro, H.G., Magalhães, L.F. 1984. Revisão Estratigráfica do Grupo Pilar de Goiás na Faixa Crixás. In: 32º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro:SBG, 1984. p. 2563-2576.

Campos, L.M. 2019. Caracterização das zonas de alteração hidrotermal associadas à mineralização de ouro no *Greenstone belt* de Crixás – GO. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Distrito Federal.

Coelho R.F. 1999. Caracterização Mineralógica do Minério das Jazidas Auríferas Mina III e Mina Nova, *Greenstone belt* de Crixás (GO). Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado. 125 p.

Costa Jr., C.N., Ferreira Filho, C.F., Osborne, G.A. & Araújo, S.M., Lopes, R.O. 1997. Geology and geochemistry of the Boa Vista nickel sulfide deposit, Crixás *Greenstone belt*, central Brazil. Rev. Bras. de Geociências, Brasília, v.27, n. 4, pp. 365-376.

Condie, K.C., 1981. Archean *Greenstone belts*. Elsevier, 434p.

Condie, K.C., 2004. Supercontinents and superplume events: distinguishing signals in the geologic record. Phys. Earth Planet. Inter. 146, 319–332.

Danni, J.C.M., Ribeiro, C.C., 1978. Caracterização estratigráfica da sequência vulcano-sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. In: SBG, XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, pp. 582–596.

Dimroth E., Cousineau P., Leduc M., Sanschagrín Y. 1978. Structure and organization of Archean subaqueous basalt flows, Rouyn–Noranda area, Quebec, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences. 15(6): 902-918.

Fortes, P.T.F.O. 1996. Metalogênese dos depósitos auríferos Mina III, Mina Nova e Mina Inglesa, *Greenstone belt* de Crixás, GO. Tese de mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

Fortes, P.T.F.O., Gaspar J.C., Coelho R.F., Giuliani G., Jost, H., Costa C.N., Moraes R., Kuyumjian R.D., Santos, R.V., Pimentel, M.M. 2001. Geologia das jazidas auríferas Mina III e Mina Nova, *Greenstone Belt* de Crixás (GO). Ministério de Minas e Energia, Brasília. DNPM, Caracterização de depósitos auríferos em distritos mineiros brasileiros, 243-300.

Furnes, H., Dilek, Y., de Wit, M., 2015. Precambrian greenstone sequences represent different ophiolite types. Gondwana Res. 27 (2), 649–685. Gerdes, A., Zeh, A., 2006.

Girardi, V.A.V., Teixeira, W., Mazzucchelli, M., Costa, P.C.C., 2013. Sr-Nd constraints and trace-elements geochemistry of selected Paleo and Mesoproterozoic mafic dikes and related intrusions from the South American Platform: insights into their mantle sources and geodynamic implications. *J. South Am. Earth Sci.* 41, 65–82.

Goldfarb, R.J., Baker, T., Dube, B., Groves, D.I., Hart, C.J.R., Gosselin, P.. 2005. Distribution, character, and genesis of gold deposits in metamorphic terranes. *Econ. Geol.* 407–475, 100th Anniversary Volume.

Joffre V.L.F. & Frasca A.A.S. Mapa Geotectônico do Estado de Goiás e Distrito Federal 1:50.000. CPRM. 2016.

Jost H. & Oliveira A. M. 1991. Stratigraphy of the *Greenstone belts*, Crixás region, Goiás, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 4, p. 201-214.

Jost, H., Oliveira, A.M., Vargas, M.C., 1992. Petrography, geochemistry and structural control of trondhjemitic intrusions in greenstone belts of the Crixás region, Central Brazil. In: *Brazilian Geological Congress, 37, São Paulo. Proceedings*, vol. 1. pp. 43–44.

Jost, H., Pimentel, M.M., Fuck, R.A., Danni, J.C.M., Heaman, L., 1993. Idade U-Pb do Diorito Posselândia, Hidrolina, Goiás. *Rev. Bras. Geociências* 23, 352–355.

Jost, H., Kuyumjian, R.M., Freitas, A.L.S., Costa, A.L.L., Nascimento, C.T.C., Vasconcelos, F.M., Galotti, L., Martins, M.C.A., Carvalho, M.N., Condé, V.C., 1995. Geologia da porção norte do *Greenstone belt* de Guarinos, GO. *Revista Brasileira de Geociências* 25 (1), 51–60.

Jost H., Chemale Jr, F., Dussin I. A., Tassinari, C.C.G. & Martins R. 2009. Idade das Rochas Encaixantes e da Mineralização Aurífera da Mina III, *Greenstone belt* de Crixás, Goiás. II Simp. Brasil. de Metalogenia. 4 p.

Jost, H., J. F. H, Apollo., W. Weber., R.R Salles., J.C Marques., A. J Massucatto., D.A Costa., B.A Santos. 2019. Stratigraphic update, paleotectonic, paleogeographic, and depositional environments of the Crixás Greenstone Belt, Central Brazil, *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 96.

Kopp, R.E., Kirschvink, J.L., Hilburn, I.A., Nash, C.Z., 2005. The Paleoproterozoic snowball Earth: a climate disaster triggered by the evolution of oxygenic photo- synthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102, 11131–11136.

Kuyumjian, R.M., & Filho, J.D. (1984). Contribuição à tectônica do, greenstone belt da faixa crixás. *Rev. Bras. Geoc.*, 14(2):92-96.

Kuyumjian R. M. & Costa A. L. L. 1999. Geologia, geoquímica e mineralizações auríferas da Seqüência Mina Inglesa, *Greenstone belt* de Crixás, Goiás. Revista Brasileira de Geociências 29(3):313-318.

Lacerda Filho, J.V., Rezende, A., Silva, A. 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos: geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal, escala 1:500.000. CPRM, Goiânia.

Lisle, R.J., Barnes, B.J.W. 2014. Mapeamento Geológico Básico: Guia Geológico de Campo. Bookman Editora, 2014. Ed. 5, 247p. ISBN: 8582601921, 9788582601921.

Massucato, A. J. 2004. Relatório de Geologia Estrutural - Aspecto Estruturais do Greenstone Belt de Crixás - GO - Anglo Gold Ashanti. Crixás-GO. 30p, Relatório Interno.

McClay. K.R. 1987. The mapping of geological structures. Geological Society of London Handbook Series, 1991.

McClay. K.R. 1992. Thrust Tectonics. Springer Dordrecht. XV, 447. Edição única.

Medeiros, V.C. & Rosa-Costa, L.T. 2020. Guia de Procedimentos Técnicos. Volume 1 – Cartografia Geológica. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM, Brasília.

Montalvão, R.M.G., Lopes, L.M., Pereira, L.G., 1981. Petrologia dos komatiitos de Crixás, Goiás. Sociedade Brasileira de Geologia. Núcl. Centro-Oeste, Goiã., Boletim Inf. 10, 89–127.

PASSCHIER, C.W. & TROUW, R.J.A.. 2005. Microtectonics. Springer, 366p.

Queiroz C. L., 1995. Caracterização dos Domínios Estruturais e da Arquitetura do *Greenstone belt* de Crixás, GO. Universidade de Brasília, DF. Dissertação de Mestrado, 215 pp.

Queiroz C. L. 2000. Evolução tectono-estrutural dos terrenos granito-*Greenstone belt* de Crixás, Brasil Central. Inédito. Universidade de Brasília, DF. Tese de Doutorado, 209 pp.

Queiroz, C.L., Jost, H., Silva, L.C., McNaughton, N.H., 2008. U-Pb SHRIMP and Sm-Nd geochronology of granite-gneiss complexes and implications for the evolution of the Central Brazil Archean Terrai. J. South am. Earth Sci. 26, 100-124.

Ramsay J.G. 1987. The Techniques of Modern Structural Geology. Volume 2: Folds and Fractures. Academic Press.

Resende, M.G., Jost, H., Osborne, G.A., Mol, A. 1998. The stratigraphy of the Goiás and Faina *Greenstone belts*, Central Brazil: a new proposal. *Revista Brasileira de Geociências* 28 (1), 77–94.

Ribeiro, J. F; Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. *Ecologia e flora*. EMBRAPA, Brasília, 2008. v. 1, p. 152-212.

Ribeiro, R.V. 2018. Contexto Geológico e Alteração Hidrotermal da Mineralização Aurífera do Alvo Estrutura V, *Greenstone Belt* de Crixás (GO). Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2018.

Sabóia, L.A., Teixeira, N.A. 1979. Os *Greenstone belts* de Crixás e Goiás, GO. Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Centro-Oeste, Goiânia, Boletim Informativo 9, 43-72.

Sabóia, L.A., Teixeira, N.A. 1980. Lavas ultrabásicas da unidade basal do *Greenstone belt* de Crixás (GO). *Revista Brasileira de Geociências* 10 (1), 28-42.

Slack J.F. 1996. Tourmaline associations with hydrothermal ore deposits. E.S. Grow & L.M. Anovitz (Eds.) *Boron mineralogy, petrology and geochemistry*. *Reviews in Mineralogy*, v.33, p. 560-643.

Streckeisen, A. L., 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. Final report of an inquiry. *Neues Jahrbuch fur Mineralogie, Abhandlungen*, 107, 144-240.

Tassinari, C.C.G., Jost, H., Santos, J.C., Nutman, A.P., Bennell, M.R., 2006. Pb and Nd isotope signatures and SHRIMP U-Pb geochronological evidence of Paleoproterozoic age for Mina III gold mineralization. In: *South American Symposium on Isotope Geology*, 5, Pucon, Chile, Proceedings, pp. 615–617.

Teixeira, N.A., Sabóia, L.A., Ferreira, M.C., Teixeira, A.S., Castro, J.H.G., 1981. Estruturas e texturas das lavas ultrabásicas e básicas do *Greenstone belt* de Crixás, Goiás. *Soc. Bras. Geol., Núcl. Centro-Oeste, Boletim Inf.* 10, 33–87.

Theodoro S.M.C.H. 1995. Ambiente de sedimentação da Formação Ribeirão das Antas, Grupo Crixás - GO. Dissertação de Mestrado 105, Instituto de Geociências-UnB, 88 pp.

USGS. 2023. United States Geological Survey. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> > acesso em 20 de junho de 2023.

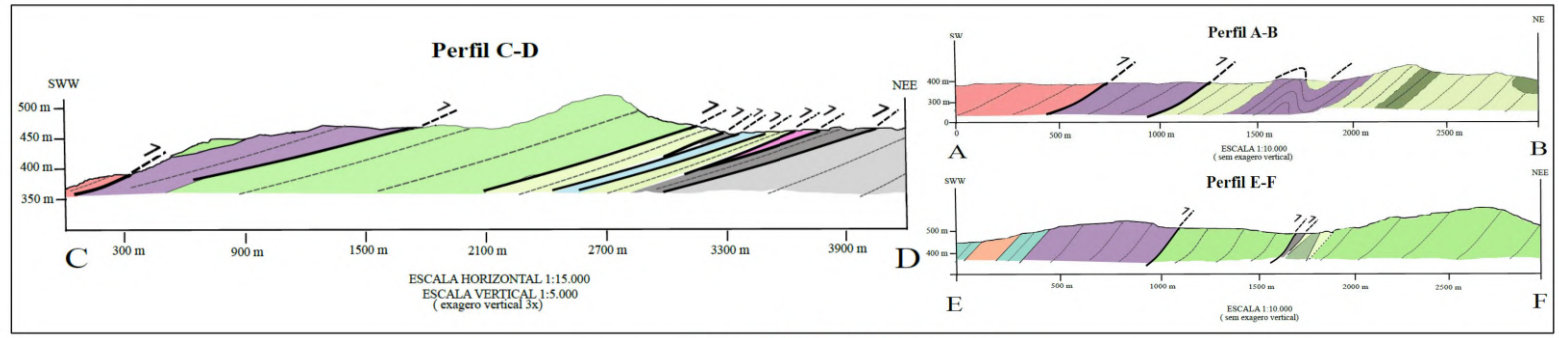
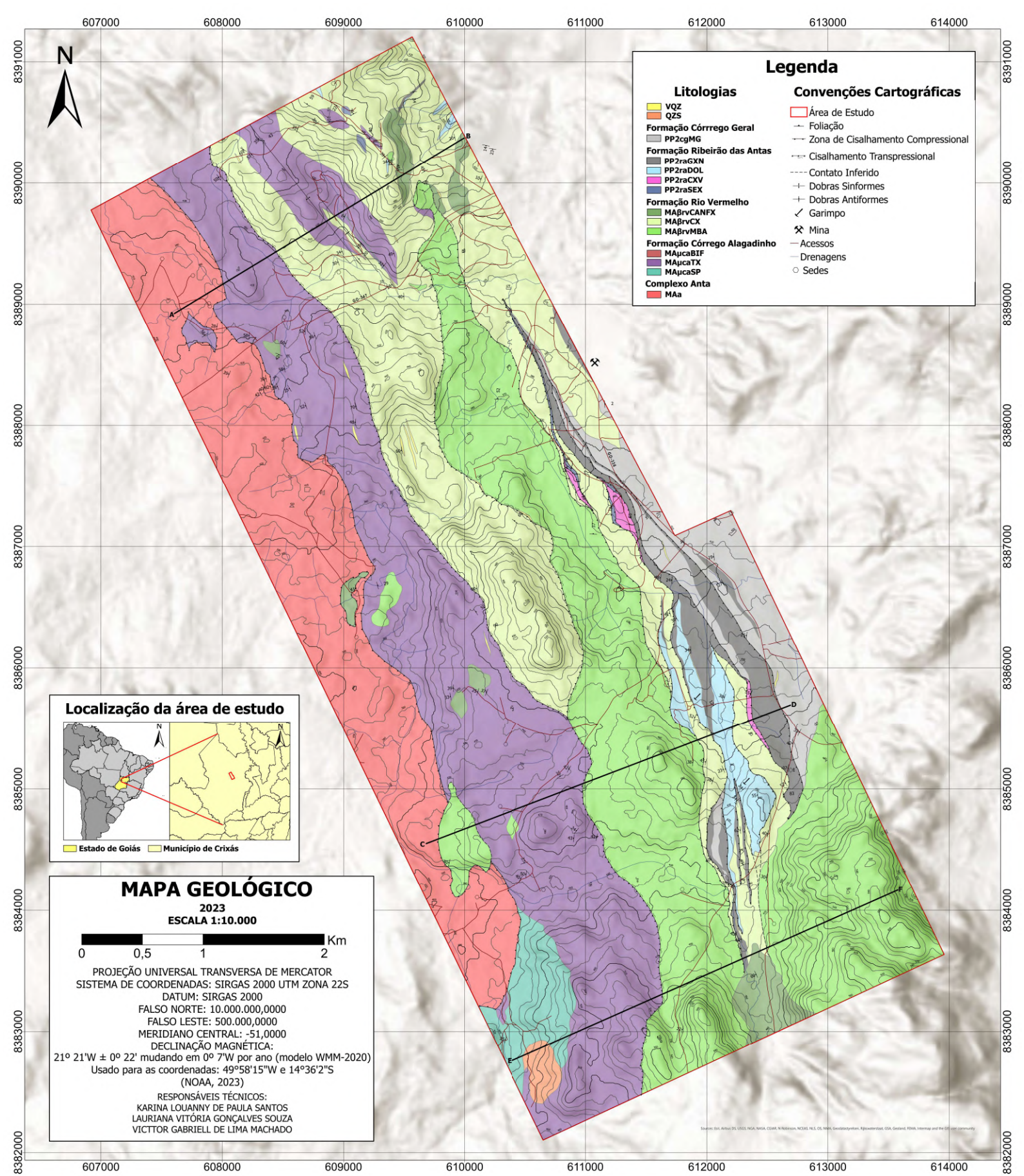
Ulrich S., Hageman S., Marques J.C., Figueiredo F.L.A.R., Ramires J.E.F., Frantz J.C., Petersen K. 2021. The Orogenic Crixás Gold Deposit, Goiás, Brazil: A Review and New Constraints on the Structural Control of Ore Bodies.

Vargas, M. C. Geologia das Rochas Granito-Gnáissicas da Região de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás e Hidrolina, Goiás. Brasília, 1982. 172p. (Tese de Mestrado, Instituto de Geociências).

Weatherley, D.K., Henley, R.W., 2013. Flash vaporization during earthquakes evidenced by gold deposits. *Nat. Geosci.* 6, 294–298.

Yamaoka W. N., Araújo E. M. & Gracia E. M. 1985. Relatório Final de Pesquisa, Mineração Serra Grande Ltda., Crixás, Goiás. (Relatório Interno).

Yamaoka W. N. & Araújo E. M. 1988. Depósito de ouro da Mina III, Crixás, Goiás. In: Principais Depósitos Mineraiis do Brasil, v.3, Brasília, DNPM, p. 491-498.

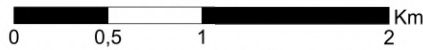




MAPA DE PONTOS

2023

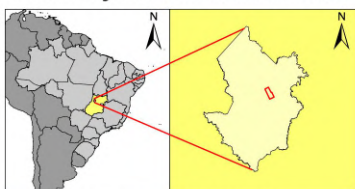
ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
 DATUM: SIRGAS 2000
 FALSO NORTE: 10.000.000,0000
 FALSO LESTE: 500.000,0000
 MERIDIANO CENTRAL: -51,0000
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:
 21° 21'W ± 0° 22' mudando em 0° 7'W por ano (modelo WMM-2020)
 Usado para as coordenadas: 49°58'15"W e 14°36'2"S
 (NOAA, 2023)

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
 KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
 LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
 VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO

Localização da área de estudo

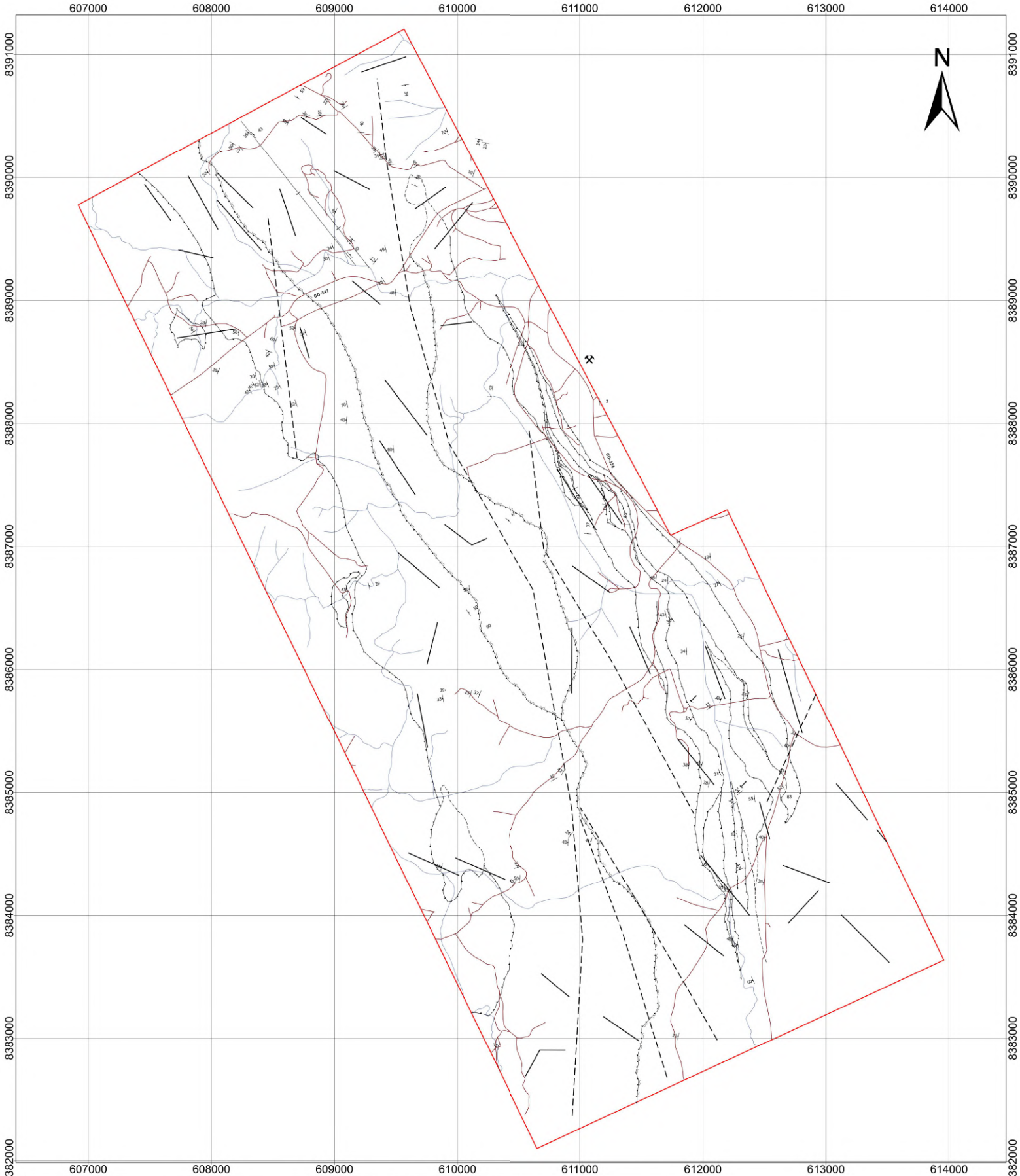


Estado de Goiás Município de Crixás

Legenda

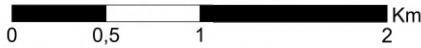
- ▲ Sedes
 - ✓ Garimpo
 - ⌘ Mina
 - Acessos
 - Drenagens
 - Pontos
 - ▭ Área de Estudo
- Organização:





MAPA DE GEOLOGIA ESTRUTURAL

2023
ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
DATUM: SIRGAS 2000

FALSO NORTE: 10.000.000,0000

FALSO LESTE: 500.000,0000

MERIDIANO CENTRAL: -51,0000

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:

21° 21'W ± 0° 22' mudando em 0° 7'W por ano (modelo WMM-2020)

Usado para as coordenadas: 49°58'15"W e 14°36'2"S

(NOAA, 2023)

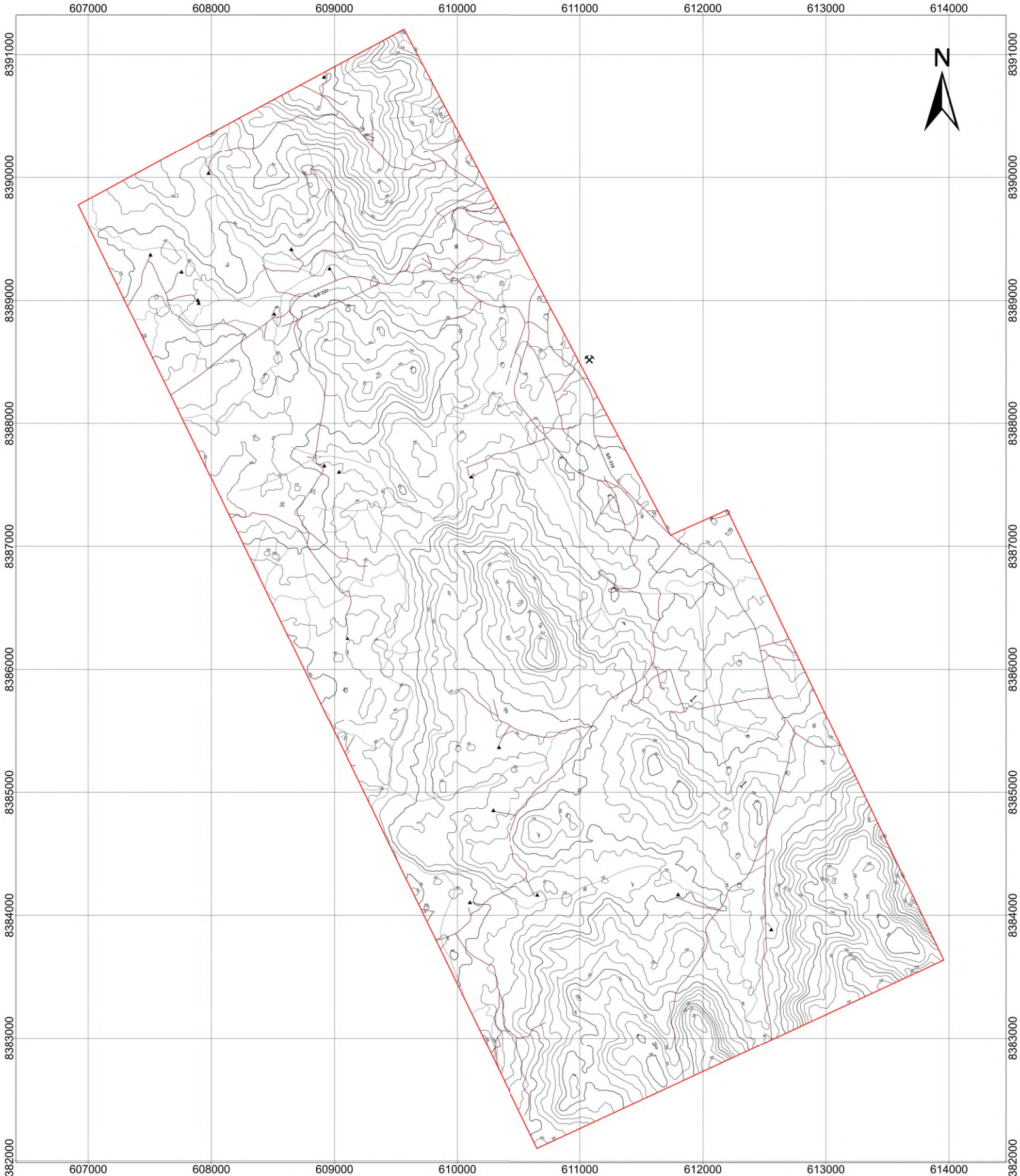
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO



Legenda	
---	Foliação
+	Dobras Antiformes
+	Dobras Siniformes
—	Falhas ou Fraturas
—	Lineamentos
—	Garimpo
✕	Mina
—	Acessos
—	Drenagens
—	Zona de Cisalhamento Compressional
—	Cisalhamento Transpressional
—	Contato Inferido
□	Área de Estudo

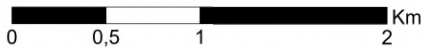
Organização:





MAPA TOPOGRÁFICO

2023
ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
 DATUM: SIRGAS 2000
 FALSO NORTE: 10.000.000,0000
 FALSO LESTE: 500.000,0000
 MERIDIANO CENTRAL: -51,0000
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:
 $21^{\circ} 21' W \pm 0^{\circ} 22'$ mudando em $0^{\circ} 7' W$ por ano (modelo WMM-2020)
 Usado para as coordenadas: $49^{\circ} 58' 15'' W$ e $14^{\circ} 36' 2'' S$
 (NOAA, 2023)

Legenda

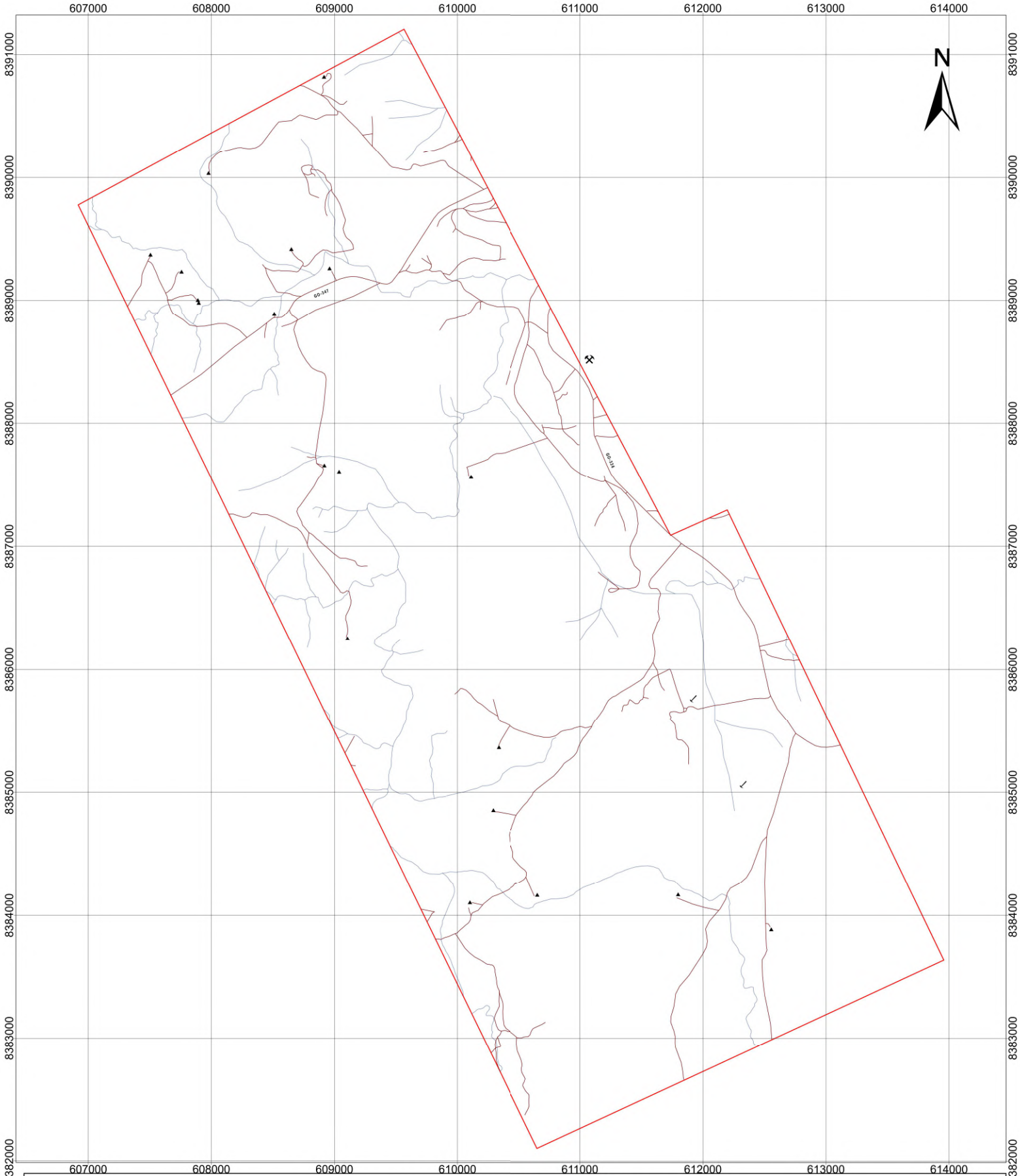
- ▲ Sedes
- ✓ Garimpo
- ✕ Mina
- Acessos
- Drenagens
- ▭ Área de Estudo
- Curvas de nível



RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
 KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
 LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
 VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO

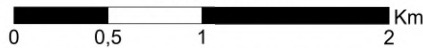


Organização:



MAPA BASE DE CAMPO

2023
ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
 DATUM: SIRGAS 2000
 FALSO NORTE: 10.000.000,0000
 FALSO LESTE: 500.000,0000
 MERIDIANO CENTRAL: -51,0000
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:
 21° 21'W ± 0° 22' mudando em 0° 7'W por ano (modelo WMM-2020)
 Usado para as coordenadas: 49°58'15"W e 14°36'2"S
 (NOAA, 2023)

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
 KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
 LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
 VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO



Legenda

- ▲ Sedes
- ✓ Garimpo
- ✕ Mina
- Acessos
- Drenagens
- Área de Estudo

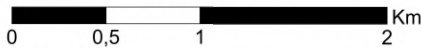
Organização:





MAPA BASE DE IMAGEAMENTO

2023
ESCALA 1:10.000

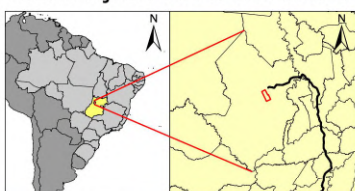


PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
 DATUM: SIRGAS 2000
 FALSO NORTE: 10.000.000,0000
 FALSO LESTE: 500.000,0000
 MERIDIANO CENTRAL: -51,0000
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:
 $21^{\circ} 21' W \pm 0^{\circ} 22'$ mudando em $0^{\circ} 7' W$ por ano (modelo WMM-2020)
 Usado para as coordenadas: $49^{\circ} 58' 15'' W$ e $14^{\circ} 36' 2'' S$
 (NOAA, 2023)

Legenda

- ▲ Sedes
- ✓ Garimpo
- ✕ Mina
- Acessos
- Drenagens
- Área de Estudo

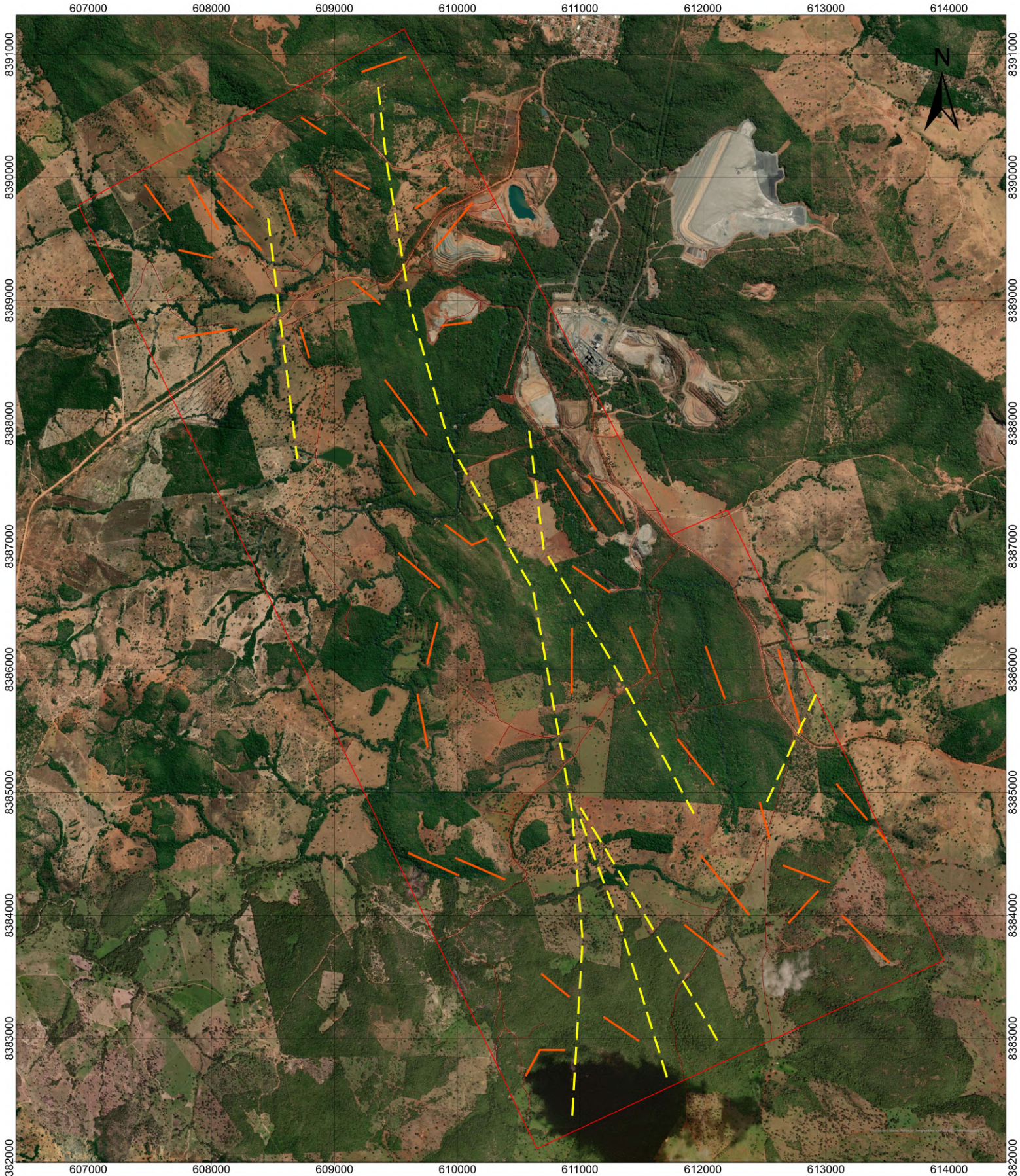
Localização da área de estudo



RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
 KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
 LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
 VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO



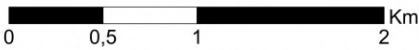
Organização:



MAPA DE FOTOINTERPRETAÇÃO ESTRUTURAL

2023

ESCALA 1:10.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE COORDENADAS: SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S
 DATUM: SIRGAS 2000
 FALSO NORTE: 10.000.000,0000
 FALSO LESTE: 500.000,0000
 MERIDIANO CENTRAL: -51,0000
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA:
 $21^{\circ} 21' W \pm 0^{\circ} 22'$ mudando em $0^{\circ} 7' W$ por ano (modelo WMM-2020)
 Usado para as coordenadas: $49^{\circ} 58' 15'' W$ e $14^{\circ} 36' 2'' S$
 (NOAA, 2023)

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:
 KARINA LOUANNY DE PAULA SANTOS
 LAURIANA VITÓRIA GONÇALVES SOUZA
 VICTOR GABRIEL DE LIMA MACHADO



Legenda

- Falhas ou Fraturas
- Lineamentos
- / Garimpo
- ⊗ Mina
- Acessos
- Drenagens
- Área de Estudo

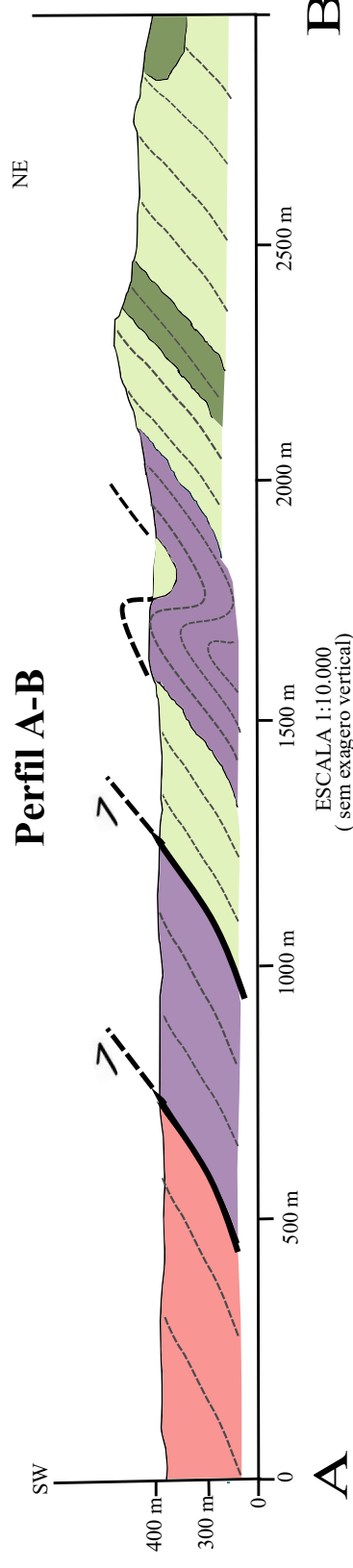
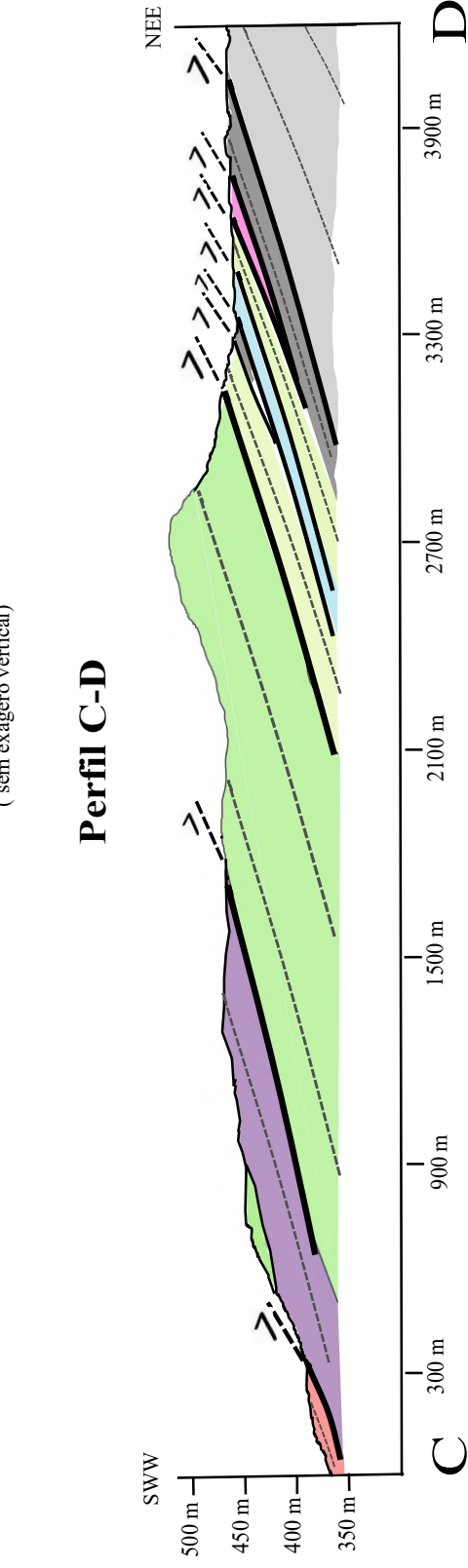
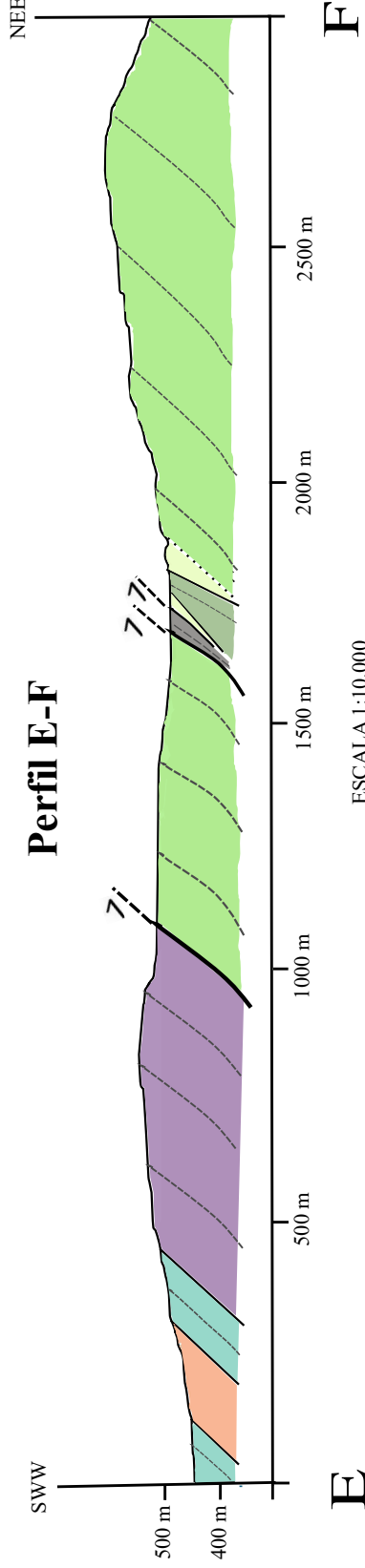
Organização:



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

Idade	Unidades Estratigráficas	Litologias	
Paleoproterozoico	Grupo Crixás	Formação Córrego Geral	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #cccccc; padding: 2px; margin-right: 5px;">PP2cgMG</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Metagrauvas: metassedimentos cinza-claros com granulometria média e ritmicamente bandados ou intercalados com lentes ocasionais de filitos carbonosos mais frequentes na base da formação. Veios de quartzo (VQZ).</p>
		Formação Ribeirão das Antas	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #333333; color: white; padding: 2px; margin-right: 5px;">PP2raGXN</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Filitos Carbonosos: metapelitos carbonosos pretos a acinzentados de granulação fina a muito fina, laminados e comumente venulados com quartzo e carbonato. Frequentemente intercalados com camadas de metagrauvas e lentes de metadolomitos. Localmente estão associados a domínios de silicificação e sulfetações. Veios de quartzo (VQZ).</p>
			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #99ccff; padding: 2px; margin-right: 5px;">PP2raDOL</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Metadolomitos: rochas metacarbonáticas, mármore e biotita-mármore de granulação muito fina a fina. Maciços; foliados ou brechados com filitos carbonosos. Ocasionalmente se intercalam com filitos carbonosos. Veios de quartzo (VQZ).</p>
			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ff00ff; padding: 2px; margin-right: 5px;">PP2raCXV</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Clorita-granada xistos e granaditos: quartzo-clorita-granada xistos e quartzo-biotita-muscovita-granada xistos. Folíados de cor verde-rosado a verde-escuro, granulação muito fina com porfiroblastos centimétricos a decimétricos de granada. Matriz rica em micas intercaladas com bandas de quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #6699cc; padding: 2px; margin-right: 5px;">PP2raSEX</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Sericita xistos: talco-sericita xistos e clorita-sericita xistos de coloração beje-esverdeada a verde-acinzentado, friáveis, foliados com granulação fina a muito fina. Ocorrência em camadas delgadas ou lentes. Veios de quartzo (VQZ).</p>
Mesoarqueano	Grupo Crixás	Formação Rio Vermelho	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #339966; color: white; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAβrvCANFX</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Anfibólio xistos: quartzo-carbonato-anfibólio xistos e tremolititos verde-claros a escuros, granulação fina a grossa, foliados. Venulações abundantes preenchidas por quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).</p>
			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #99cc66; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAβrvCX</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Clorita xistos: quartzo-carbonato-clorita xistos, biotita-clorita xistos, muscovita-clorita xistos, sericita-quartzo-clorita xistos, turmalina-clorita xistos, magnetita-clorita-xistos, talco-clorita xistos, clorita-fuchsita xistos. Verdes, cinza, bejes e amarelos, granulação fina a média com foliação expressiva. Venulações frequentes preenchidas por quartzo e carbonato. Veios de quartzo (VQZ).</p>
			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #339933; color: white; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAβrvMBA</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> </div> <p>Metabasaltos toleíticos: Anfibolitos verdes de granulação fina, maciços a levemente foliados. Ocorrências comuns de lavas almofadadas, variolas e amígdalas. Localmente ocorrem camadas ou lentes restritas de filitos carbonosos e metadolomitos. Veios de quartzo (VQZ).</p>
		Formação Córrego Alagadinho	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAμcaBIF</div> </div> <p>Formações Ferríferas Bandadas: Quartzitos e silexitos intercalado com níveis milimétricos a decimétricos de óxidos de ferro e lâminas de filito carbonoso. Ocorrem como lentes no topo da formação.</p>
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #993399; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAμcaTX</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px; margin-right: 5px;">VQZ</div> <div style="background-color: #ff9900; padding: 2px; margin-right: 5px;">QZS</div> </div> <p>Xistos magnesianos: carbonato-talco xistos, clorita-talco xistos e talco-tremolita xistos. Beje-acinzentados ou esverdeados com granulação fina, friáveis e fortemente foliados. Raros derrames ultrabásicos pontuais de piroxenitos e peridotitos. Veios de quartzo (VQZ) e Quartzo sacaroidal (QZS).</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #33cc99; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAμcaSP</div> <div style="background-color: #ff9900; padding: 2px; margin-right: 5px;">QZS</div> </div> <p>Serpentinitos: metakomatiitos serpentinizados pontualmente talcificados de coloração verde-claro a cinza-escuro. Granulação fina a grossa, maciços a foliados. Camadas com texturas spinifex e cumuláticas preservadas em lentes ou intercaladas. Veios de quartzo (VQZ) e Quartzo sacaroidal (QZS).</p>			
Complexo Anta	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #cc0000; color: white; padding: 2px; margin-right: 5px;">MAa</div> </div> <p>Granodioritos: granitóides de composição granodiorítica. 2.9 ± 7 G.a (U-Pb SHRIMP Zircão).</p>		

Seções Geológicas - Greenstone Belt de Crixás



LEGENDA

Litologias

- VOZ
- QZS
- Formação Córrego Geral
- MG
- Formação Ribeirão das Antas
- GXN
- DOL
- CXV
- SEX
- Formação Rio Vermelho
- CANFX
- CX
- MBA
- Formação Córrego Alagadinho
- TX
- SP
- Complexo Anta
- GRA

Simbologia

- Interpretações e contatos inferidos
- Contato litológico
- Zona de Empurrão



PONTO	UTM	X	Y	Z	ROCHA	FORMAÇÃO	DIP DIRECTION	DIP
1	22L	610228	8390278	419	CX	Formação Rio Vermelho	190	23
2	22L	610174	8390306	424	CX	Formação Rio Vermelho	192	14
3	22L	610041	8390121	436	IND	Formação Rio Vermelho		
4	22L	610131	8390032	435	CX	Formação Rio Vermelho	290	10
5	22L	607840	8388338	436	CX	Formação Rio Vermelho	141	32
6	22L	609397	8389161	390	CX	Formação Rio Vermelho	235	28
7	22L	609143	8389497	403	SEX	Formação Ribeirão das Antas	225	20
8	22L	609109	8389455	307	BIF	Formação Rio Vermelho		
9	22L	609128	8389374	389	VQZ	Formação Rio Vermelho	50	20
10	22L	608985	8389435	391	CX	Formação Rio Vermelho	250	34
11	22L	608952	8389348	392	CX	Formação Rio Vermelho	250	30
12	22L	609044	8389628	406	MAG	Formação Rio Vermelho		
7B	22L	609143	8389497	403	TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC1	22L	608925	8389380	396	SoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC2	22L	608837	8389223	395	IND	Formação Rio Vermelho		
PC3	22L	608939	8389167	404	IND	Formação Rio Vermelho		
13	22L	608990	8389682	408	CX	Formação Rio Vermelho		
14	22L	609006	8389722	409	SEX	Formação Ribeirão das Antas	295	8
15	22L	608843	8389665	435	TX	Formação Córrego Alagadinho		
16	22L	608753	8389623	440	TX	Formação Córrego Alagadinho		
17	22L	608930	8390089	427	CBCX	Formação Rio Vermelho		
PC4	22L	608883	8389707	429	TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC5	22L	608756	8389660	441	RoVQZ	-		
PC6	22L	608774	8389551	429	RoVQZ	-		
PC7	22L	608910	8389511	415	RoVQZ	-		
18	22L	612647	8385048	490	VQZ	-	242	52
19	22L	612760	8384599	528	MBA	Formação Rio Vermelho		
20	22L	612492	8384273	490	MBA	Formação Rio Vermelho	286	30
21	22L	612354	8384246	473	SoGXN	Formação Ribeirão das Antas		
22	22L	612300	8384380	483	MAG	Formação Rio Vermelho	339	49
23	22L	611797	8383018	535	MBA	Formação Rio Vermelho	281	22
PC10	22L	612613	8384636	495	SoMBA	Formação Rio Vermelho		

PC8	22L	612725	8384736	505	IND	Formação Rio Vermelho		
PC9	22L	612753	8384557	531	MBA	Formação Rio Vermelho		
24	22L	612514	8385844	442	VQZ	-		
25	22L	612459	8385844	446	GXN	Formação Ribeirão das Antas		
26	22L	612360	8385789	457	GXN	Formação Ribeirão das Antas	295	55
27	22L	612319	8385778	455	DIQUE	Formação Rio Vermelho	110	
28	22L	612144	8385760	440	DOL	Formação Ribeirão das Antas	292	38
29	22L	611900	8385595	442	DOL	Formação Ribeirão das Antas	292	52
26B	22L	612360	8385789	457	CXV	Formação Córrego Alagadinho	292	56
27B	22L	612300	8385777	454	DIQUE	Formação Rio Vermelho	206	
PC11	22L	612422	8385782	450	VQZ	-		
30	22L	612055	8385694	358	GXN	Formação Ribeirão das Antas	203	21
31	22L	612049	8385730	356	SiGXN	Formação Ribeirão das Antas		
32	22L	611883	8385219	481	MBA	Formação Rio Vermelho	278	38
33	22L	611989	8385225	473	MBA	Formação Rio Vermelho	265	48
34	22L	612102	8385136	480	CX	Formação Rio Vermelho		
35	22L	612134	8385161	480	DOL	Formação Ribeirão das Antas	247	23
36	22L	612047	8385070	495	SiCX	Formação Rio Vermelho	288	38
30B	22L	612055	8385694	358	DOL	Formação Ribeirão das Antas	328	12
33B	22L	611989	8385225	473	MAG	Formação Rio Vermelho	286	45
PC12	22L	611782	8385554	460	SoDOL	Formação Ribeirão das Antas		
37	22L	611809	8387038	369	CX	Formação Rio Vermelho	277	9
38	22L	611657	8386968	362	VQZ	-		
39	22L	611636	8386823	409	MG	Formação Córrego Geral		
40	22L	611617	8386745	416	MG	Formação Córrego Geral	275	48
41	22L	611710	8386725	400	MG	Formação Córrego Geral	271	24
42	22L	611688	8386580	421	CX	Formação Rio Vermelho		
43	22L	611694	8386452	425	SiCX	Formação Rio Vermelho	255	42
41B	22L	611710	8386725	400	MG/GXN	Formação Córrego Geral	285	20
41C	22L	611710	8386725	400	GXN	Formação Ribeirão das Antas	273	38

44	22L	610871	8385216	452	TX	Formação Córrego Alagadinho		
45	22L	610861	8385166	448	TX	Formação Córrego Alagadinho	300	42
46	22L	610406	8384605	467	TX/MBA	Formação Córrego Alagadinho		
47	22L	610465	8384267	437	TX	Formação Córrego Alagadinho	301	40
PC13	22L	611096	8385597	449	CX	Formação Rio Vermelho		
PC14	22L	610790	8385107	452	TX	Formação Córrego Alagadinho	330	32
PC15	22L	610495	8384396	444	TX	Formação Córrego Alagadinho	342	37
PC16	22L	610508	8384301	437	SapTX	Formação Córrego Alagadinho	277	50
48	22L	610241	8384175	409	GRA	Complexo Anta		
49	22L	610101	8383762	421	GRA	Complexo Anta		
50	22L	610409	8383036	426	TX	Formação Córrego Alagadinho		
51	22L	610366	8383038	419	SP	Formação Rio Vermelho		
52	22L	610332	8382935	424	SP	Formação Rio Vermelho	284	35
53	22L	610601	8382802	447	QZS	Formação Rio Vermelho		
54	22L	610573	8382853	441	QZS/SP	Formação Rio Vermelho		
55	22L	610590	8382949	441	SP	Formação Rio Vermelho		
PC17	22L	610104	8383963	411	GRA	Complexo Anta		
PC18	22L	610379	8382963	420	SP	Formação Rio Vermelho		
56	22L	608850	8387710	353	GRA	Complexo Anta		
57	22L	609126	8387909	419	VQZ	-		
58	22L	609095	8388026	421	TX	Formação Córrego Alagadinho	275	40
59	22L	609030	8388446	436	VQZ	-		
60	22L	608877	8388487	432	TX	Formação Córrego Alagadinho		
61	22L	608680	8388776	415	TX	Formação Córrego Alagadinho	272	52
62	22L	608761	8388738	422	TX	Formação Córrego Alagadinho	249	56
PC19	22L	609100	8388157	431	TX	Formação Córrego Alagadinho	255	70
63	22L	610417	8387212	342	CX	Formação Rio Vermelho	40	60
64	22L	610533	8387211	413	CX/VQZ	-		
65	22L	610512	8387337	426	MBA/CANFEX/VQZ	-		
66	22L	610501	8387343	426	MBA/CX	Formação Rio Vermelho		

67	22L	610454	8387354	433	GXN	Formação Ribeirão das Antas	174	20
68	22L	610159	8387481	412	VQZ	-		
69	22L	610515	8387770	402	MBA	Formação Rio Vermelho		
70	22L	610702	8387524	403	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC20	22L	610686	8387394	406	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC21	22L	610617	8387507	405	SoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC22	22L	610288	8387369	430	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC23	22L	610277	8387411	421	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC24	22L	610254	8387491	418	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC25	22L	610193	8387456	414	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC26	22L	610780	8387584	405	MBA	Formação Rio Vermelho		
71	22L	612216	8384208	434	GXN/MG/DOL	Formação Ribeirão das Antas	270	55
72	22L	612173	8384230	462	GXN	Formação Ribeirão das Antas	265	35
73	22L	612034	8384424	466	GXN	Formação Ribeirão das Antas	250	40
74	22L	612501	8384635	508	MX	Formação Rio Vermelho	274	40
75	22L	612282	8383762	478	VQZ	-	260	60
76	22L	612238	8383800	484	MX/GXN	Formação Ribeirão das Antas	285	40
77	22L	612302	8385569	489	RoGXN	Formação Ribeirão das Antas		
78	22L	612404	8383472	492	CANFX	Formação Rio Vermelho	245	60
73B	22L	612034	8384424	466	MG	Formação Córrego Geral	270	25
PC27	22L	612207	8384250	462	VQZ	-		
PC28	22L	612177	8384272	467	VQZ	-		
PC29	22L	612215	8383956	459	SoDOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC30	22L	612266	8383877	473	RoVQZ	-		
PC31	22L	612359	8383629	488	RoMBA/CANFX	Formação Rio Vermelho		
PC32	22L	612199	8383959	477	GXN	Formação Ribeirão das Antas		
79	22L	609886	8390160	450	MX	Formação Rio Vermelho	70	10
80	22L	609666	8390095	472	MX	Formação Rio Vermelho	329	45
81	22L	609455	8390105	483	CANFX	Formação Rio Vermelho	350	45
82	22L	609394	8390152	491	MX	Formação Rio Vermelho	355	35

83	22L	609382	8390172	499	MBA	Formação Rio Vermelho	297	30
84	22L	609369	8390178	501	DOL	Formação Ribeirão das Antas	257	34
85	22L	609338	8390217	506	CX	Formação Rio Vermelho	320	39
86	22L	609215	8390369	540	TX	Formação Córrego Alagadinho	6	40
87	22L	609098	8390476	514	CX	Formação Rio Vermelho		
88	22L	608883	8390505	517	MX	Formação Rio Vermelho	355	10
PC33	22L	609976	8390160	417	SapCANFX	Formação Rio Vermelho		
PC34	22L	609801	8390113	466	MX	Formação Rio Vermelho	105	15
PC35	22L	609795	8390106	470	MX	Formação Rio Vermelho		
PC36	22L	609254	8390305	511	SapCX	Formação Rio Vermelho		
PC37	22L	609143	8390344	490	SEX	Formação Ribeirão das Antas		
PC38	22L	608936	8390514	502	MX	Formação Rio Vermelho		
89	22L	607636	8388417	403	GRA	Complexo Anta		
90	22L	608328	8388278	416	VQZ	-		
91	22L	608311	8388267	418	GRA	Complexo Anta	239	42
92	22L	608343	8388313	419	GRA	Complexo Anta	237	40
93	22L	608394	8388321	418	GRA	Complexo Anta	254	42
94	22L	608479	8388267	421	MBA	Formação Rio Vermelho		
95	22L	608551	8388304	423	TX	Formação Córrego Alagadinho	239	25
96	22L	608490	8388492	416	TX	Formação Córrego Alagadinho		
97	22L	608686	8388163	413	MBA ou TX	Formação Córrego Alagadinho	251	52
PC39	22L	607924	8388399	433	SoGRA	Complexo Anta		
PC40	22L	608075	8388408	429	SoGRA	Complexo Anta		
PC41	22L	608246	8388276	421	SoGRA	Complexo Anta		
PC42	22L	608406	8388278	420	SoGRA/SoTX	Complexo Anta		
PC43	22L	608053	8388423	416	TX	Formação Córrego Alagadinho	293	39
98	22L	608700	8390652	522	CX	Formação Rio Vermelho	35	59
99	22L	608745	8390832	525	RoDOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC46	22L	608810	8390767	523	SoDOL/RoCX	Formação Ribeirão das Antas		
100	22L	608858	8390630	523	RoCX	Formação Rio Vermelho		

101	22L	608874	8390637	522	MX/MTX	Formação Córrego Alagadinho		
102	22L	608859	8390609	523	RoCX	Formação Rio Vermelho		
103	22L	608887	8390601	519	MTX	Formação Córrego Alagadinho	16	49
104	22L	608942	8390636	515	DOL	Formação Ribeirão das Antas	212	22
105	22L	608999	8390658	515	RoCX	Formação Rio Vermelho		
106	22L	609081	8390572	515	SEX	Formação Ribeirão das Antas	330	36
107	22L	608997	8390600	514	CX	Formação Rio Vermelho		
108	22L	608773	8390494	496	MX	Formação Rio Vermelho	330	30
109	22L	608620	8390447	473	QTZ	Formação Rio Vermelho	292	35
PC47	22L	608446	8390325	465	TX	Formação Córrego Alagadinho		
110	22L	608298	8390363	459	TX	Formação Córrego Alagadinho	221	35
111	22L	608344	8390348	461	TX	Formação Córrego Alagadinho	53	43
112	22L	608308	8390261	457	VQZ	-		
113	22L	608241	8390233	450	TX	Formação Córrego Alagadinho	230	57
114	22L	608173	8390272	444	CX/VQZ	-	210	50
115	22L	608132	8390208	437	VQZ	-		
116	22L	608035	8390153	436	CANFX	Formação Rio Vermelho		
117	22L	607969	8390040	426	TX	Formação Córrego Alagadinho	234	50
118	22L	608358	8388386	402	GRA	Complexo Anta	259	30
PC48	22L	608452	8388320	405	GRA	Complexo Anta	247	28
PC49	22L	608490	8388442	404	TX/MBA	Formação Córrego Alagadinho		
119	22L	608510	8388468	405	MBA/CANFX	Formação Rio Vermelho	257	58
PC50	22L	608404	8388563	419	GRA/TX	Complexo Anta		
120	22L	608466	8388582	418	MBA	Formação Rio Vermelho	204	42
121	22L	608449	8388610	419	CANFX	Formação Rio Vermelho		
PC51	22L	608522	8388677	412	MBA	Formação Rio Vermelho	291	60
122	22L	608219	8388742	424	TX	Formação Córrego Alagadinho	274	58
PC52	22L	608129	8388844	416	VQZ	-		
123	22L	607990	8388822	412	GRA	Complexo Anta		
124	22L	607954	8388816	412	MBA	Formação Rio Vermelho	279	28

PC53	22L	607879	8388820	412	MBA	Formação Rio Vermelho		
125	22L	607856	8388748	421	TX	Formação Córrego Alagadinho	325	56
126	22L	607850	8388897	406	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC54	22L	607625	8389060	399	GRA	Complexo Anta		
PC55	22L	607331	8389509	406	GRA	Complexo Anta		
PC56	22L	607184	8389301	417	GRA	Complexo Anta		
PC57	22L	607371	8389375	404	GRA	Complexo Anta		
127	22L	611065	8387106	392	MBA	Formação Rio Vermelho	2	37
128	22L	611622	8386502	402	CX/DOL/GXN	Formação Ribeirão das Antas		
129	22L	611693	8386547	428	CX	Formação Rio Vermelho		
130	22L	611723	8386468	415	GXN/DOL	Formação Ribeirão das Antas	259	28
131	22L	611747	8386411	423	DOL/GXN/CX	Formação Ribeirão das Antas	236	30
132	22L	611364	8387185	425	CXV	Formação Córrego Alagadinho	3	55
133	22L	611395	8387193	420	RoCXV	Formação Córrego Alagadinho		
134	22L	611032	8387206	396	SoMBA	Formação Rio Vermelho		
135	22L	610954	8387411	404	RoCX/RoCXV	Formação Córrego Alagadinho		
136	22L	610958	8387465	405	CX/SEX	Formação Ribeirão das Antas	155	28
137	22L	611129	8387363	414	SoMBA/SoCX	Formação Rio Vermelho		
138	22L	611212	8387333	423	CX	Formação Rio Vermelho	192	18
139	22L	611247	8387424	420	RoSEX	Formação Ribeirão das Antas		
140	22L	611280	8387194	414	CXV	Formação Córrego Alagadinho		
141	22L	609494	8389066	385	CBCX	Formação Rio Vermelho	265	40
PC58	22L	609513	8389114	386	VQZ	-		
PC59	22L	609591	8389190	395	SoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC60	22L	609635	8389095	381	SoCBCX	Formação Rio Vermelho		
142	22L	609682	8389227	386	CX	Formação Rio Vermelho		
PC61	22L	609591	8389132	389	VQZ	-		
143	22L	610535	8382604	446	TX	Formação Córrego Alagadinho		
144	22L	610625	8382592	457	QZS	Formação Rio Vermelho		
PC62	22L	610575	8382637	450	QZS	Formação Rio Vermelho		

145	22L	610555	8382666	447	QZS/TX	Formação Córrego Alagadinho		
146	22L	610525	8382730	440	TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC63	22L	610568	8382830	442	QZS	Formação Rio Vermelho		
PC64	22L	610552	8382893	435	QZS	Formação Rio Vermelho		
147	22L	610505	8383000	434	SP	Formação Rio Vermelho		
148	22L	610583	8382973	442	SP	Formação Rio Vermelho		
PC65	22L	610722	8383124	473	SP	Formação Rio Vermelho		
149	22L	610868	8383067	484	SP/TX	Formação Córrego Alagadinho		
150	22L	610314	8383103	420	TX	Formação Córrego Alagadinho		
151	22L	610334	8383246	422	SP/GRA	Complexo Anta		
PC66	22L	610344	8383389	424	SoGRA	Complexo Anta		
152	22L	609071	8386642	388	CANFX	Formação Rio Vermelho		
153	22L	609100	8386658	382	GRA	Complexo Anta	255	41
PC67	22L	609120	8386601	396	GRA	Complexo Anta		
PC68	22L	609109	8386572	396	VQZ	-		
154	22L	609109	8386572	396	CANFX	Formação Rio Vermelho		
PC69	22L	609103	8386279	400	SoGRA	Complexo Anta		
155	22L	609284	8386682	397	TX	Formação Córrego Alagadinho	76	29
PC70	22L	609282	8386617	387	TX	Formação Córrego Alagadinho		
156	22L	609357	8386483	392	RoMBA/TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC71	22L	609401	8386651	386	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
157	22L	609492	8386687	384	TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC72	22L	609528	8386551	387	SoTX	Formação Córrego Alagadinho		
PC73	22L	608778	8387107	417	GRA	Complexo Anta		
PC74	22L	608785	8387373	418	GRA	Complexo Anta		
PC75	22L	608623	8387844	411	SoTX/SoGRA	Complexo Anta		
PC76	22L	608585	8388033	420	SoTX/SoGRA	Complexo Anta		
PC77	22L	608642	8387851	411	VQZ	-		
158	22L	608994	8387873	403	TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC78	22L	609211	8387836	409	VQZ	-		

PC79	22L	609260	8387828	407	VQZ	-		
159	22L	609476	8387793	422	CBCX	Formação Rio Vermelho	262	60
PC80	22L	609599	8387689	385	RoCX	Formação Rio Vermelho		
PC81	22L	609585	8387784	385	VQZ	-		
PC82	22L	609605	8387835	386	VQZ	-		
160	22L	609655	8387822	388	RoCX	Formação Rio Vermelho		
161	22L	610177	8385802	450	TX	Formação Córrego Alagadinho	292	37
162	22L	610104	8385805	441	CANFX	Formação Rio Vermelho	289	25
163	22L	610048	8385839	442	CANFX/TX	Formação Córrego Alagadinho		
PC83	22L	610041	8385884	446	RoCANFX	Formação Rio Vermelho		
PC84	22L	609949	8385701	435	RoCANFX	Formação Rio Vermelho		
164	22L	609943	8385651	432	CANFX	Formação Rio Vermelho		
165	22L	609886	8385645	429	CANFX/TX	Formação Córrego Alagadinho		
166	22L	609879	8385765	434	TX	Formação Córrego Alagadinho	260	33
167	22L	609902	8385833	439	TX	Formação Córrego Alagadinho	270	39
PC85	22L	610674	8385444	449	SapTX	Formação Córrego Alagadinho		
PC86	22L	610179	8385863	451	RoCANFX	Formação Rio Vermelho		
PC87	22L	610184	8385900	451	RoTX	Formação Córrego Alagadinho		
PC88	22L	610184	8386004	455	RoTX	Formação Córrego Alagadinho		
PC89	22L	610182	8386215	465	VQZ	-		
168	22L	610196	8386319	464	TX/CX	Formação Córrego Alagadinho	58	90
169	22L	610093	8386466	453	TX	Formação Córrego Alagadinho	55	50
170	22L	610096	8386656	445	CX	Formação Rio Vermelho	262	30
171	22 L	611650	8387293	416	MG	Formação Córrego Geral		
PC90	22 L	611746	8387046	415	SoMG	Formação Rio Vermelho		
172	22 L	612056	8386916	416	MG	Formação Córrego Geral	262	19
PC91	22 L	612213	8386815	414	RoMG	Formação Rio Vermelho		
PC92	22 L	612333	8386717	412	SoMG	Formação Rio Vermelho		
173	22 L	612131	8386703	409	GXN/MG	Formação Córrego Geral	238	27
PC93	22 L	611962	8386713	406	SoMG	Formação Rio Vermelho		

PC94	22 L	612174	8386528	416	SoMG	Formação Rio Vermelho		
174	22 L	612326	8386271	432	SaMG	Formação Córrego Geral	277	25
PC95	22 L	612154	8386272	426	SoGXN	Formação Ribeirão das Antas		
PC96	22 L	612115	8386265	424	SoMG	Formação Rio Vermelho		
PC97	22 L	612554	8386301	419	RoMG/GXN	Formação Ribeirão das Antas		
175	22 L	611864	8386147	429	GXN	Formação Ribeirão das Antas	267	34
PC98	22 L	611852	8386115	429	VQZ	-		
176	22 L	611697	8385985	438	SaDOL	Formação Ribeirão das Antas		
177	22 L	611687	8385979	439	CX/DOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC99	22 L	611648	8385903	441	SoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC100	22 L	611728	8386014	435	SoCX	Formação Rio Vermelho		
PC101	22 L	611804	8385829	433	SoCX	Formação Rio Vermelho		
PC102	22 L	612568	8385888	447	VQZ	-		
178	22 L	612761	8385468	472	MG	Formação Córrego Geral	297	33
PC103	22 L	612670	8385172	470	SaMG	Formação Córrego Geral	273	37
PC104	22 L	612705	8385378	468	SaMG	Formação Córrego Geral	269	40
PC105	22 L	612457	8384867	509	SaDOL	Formação Ribeirão das Antas		
179	22 L	612493	8384865	505	SaDOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC106	22 L	612480	8384808	508	SaDOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC107	22 L	612418	8384916	509	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
180	22 L	612427	8384936	507	MBA	Formação Rio Vermelho		
181	22 L	612417	8384951	504	MBA	Formação Rio Vermelho	263	55
182	22 L	612298	8384999	584	DOL	Formação Ribeirão das Antas	320	24
183	22 L	612248	8384908	481	DOL/GXN	Formação Ribeirão das Antas	320	34
PC108	22 L	612192	8384785	480	RoCX	Formação Rio Vermelho		
184	22 L	612274	8384664	484	GXN	Formação Ribeirão das Antas	264	62
PC109	22 L	610615	8384346	447	SoCBCX	Formação Rio Vermelho		
185	22 L	610901	8384596	465	CBCX/TX	Formação Córrego Alagadinho	274	43
186	22 L	610923	8384659	472	TX	Formação Córrego Alagadinho	309	24
187	22 L	610959	8384742	479	TX	Formação Córrego Alagadinho	33	64

PC110	22L	611011	8384910	463	MBA	Formação Rio Vermelho	
PC111	22L	611032	8384912	464	VQZ	-	
PC112	22L	611083	8384962	464	VQZ	-	
PC113	22L	611164	8384953	467	SoMBA	Formação Rio Vermelho	
188	22L	611090	8384605	459	TX	Formação Córrego Alagadinho	283
PC114	22L	610838	8384431	448	VQZ	-	
PC115	22L	611365	8384914	470	VQZ	-	
PC116	22L	611306	8384831	468	VQZ	-	
PC117	22L	611232	8384652	458	VQZ	-	
189	22L	609966	8384065	403	GRA	Complexo Anta	
190	22L	609957	8384139	399	MBA	Formação Rio Vermelho	
191	22L	609898	8384361	408	MBA	Formação Rio Vermelho	
192	22L	609868	8384395	415	MBA	Formação Rio Vermelho	284
193	22L	609846	8384417	419	MBA	Formação Rio Vermelho	
PC118	22L	609898	8384323	402	MBA	Formação Rio Vermelho	
PC119	22L	609883	8384324	401	SoGRA	Complexo Anta	
PC120	22L	609844	8384297	398	SoGRA	Complexo Anta	
PC121	22L	612660	8385352	464	SoGXN	Formação Ribeirão das Antas	
PC122	22L	612395	8384493	493	SoDOL	Formação Ribeirão das Antas	
194	22L	612114	8383422	500	MBA	Formação Rio Vermelho	
195	22L	612206	8383264	502	MBA/CANFX	Formação Rio Vermelho	
PC123	22L	612284	8383206	495	MBA	Formação Rio Vermelho	
PC124	22L	612342	8383096	495	RoCANFX	Formação Rio Vermelho	
PC125	22L	612480	8383054	491	SapCANFX	Formação Rio Vermelho	
PC126	22L	612040	8383959	472	VQZ	-	
PC127	22L	611965	8383861	483	MBA	Formação Rio Vermelho	
PC128	22L	611936	8383884	482	VQZ	-	
196	22L	611205	8387388	424	CXV/SEX	Formação Ribeirão das Antas	
197	22L	611208	8387494	419	SEX	Formação Ribeirão das Antas	
PC129	22L	611327	8387528	419	SoMG	Formação Rio Vermelho	

198	22L	610853	8387662	411	SEX	Formação Ribeirão das Antas	222	21
PC130	22L	610945	8387732	405	SoGXN	Formação Ribeirão das Antas		
199	22L	610273	8388221	378	MBA	Formação Rio Vermelho	2	52
PC131	22L	610670	8388580	390	IND	Formação Rio Vermelho		
200	22L	610541	8388647	392	CX/SEX/GXN	Formação Ribeirão das Antas	269	31
PC132	22L	610308	8389132	377	SoCX	Formação Rio Vermelho		
201	22L	611163	8388177	396	SapMG	Formação Córrego Geral	86	2
PC133	22L	611122	8388102	397	SoCX	Formação Rio Vermelho		
PC134	22L	611216	8387787	410	SoCX/SoMG	Formação Rio Vermelho		
PC135	22L	611182	8387696	412	SoMG	Formação Rio Vermelho		
PC136	22L	610861	8388234	387	SoCX	Formação Rio Vermelho		
PC137	22L	609975	8389874	428	VQZ/CANFX	Formação Rio Vermelho		
PC138	22L	609785	8389913	438	VQZ/CANFX	Formação Rio Vermelho		
PC139	22L	609761	8389859	434	RoCANFX	Formação Rio Vermelho		
PC140	22L	609721	8389768	435	RoTX	Formação Córrego Alagadinho		
202	22L	609654	8389679	436	CX	Formação Rio Vermelho		
203	22L	609914	8390374	433	CX	Formação Rio Vermelho	255	20
204	22L	609908	8390487	411	CX/DOL	Formação Ribeirão das Antas		
PC141	22L	609840	8390570	413	SapCX	Formação Rio Vermelho		
PC142	22L	609818	8390635	429	SapDOL	Formação Ribeirão das Antas		
205	22L	609410	8390725	482	CX	Formação Rio Vermelho		
206	22L	609546	8390715	465	CX/GXN/DOL	Formação Ribeirão das Antas		
207A	22L	609576	8390748	469	CX	Formação Rio Vermelho	267	38
207B	22L	609576	8390748	469	DOL	Formação Ribeirão das Antas	173	34
PC143	22L	609609	8390762	465	VQZ	-		
PC144	22L	609612	8390636	445	RoCX	Formação Rio Vermelho		
PC145	22L	609447	8390448	472	IND	Formação Rio Vermelho		
PC146	22L	609497	8390369	470	CX	Formação Rio Vermelho		
PC147	22L	609176	8389379	397	RoMAG	Formação Rio Vermelho		
PC148	22L	609274	8389371	399	SEX	Formação Ribeirão das Antas		

208	22L	609329	8389320	399	TX	Formação Córrego Alagadinho	310	32
PC149	22L	609404	8389189	391	VQZ	-		
PC150	22L	609448	8389208	397	RoCX	Formação Rio Vermelho		
209	22L	609499	8389238	402	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC151	22L	609540	8389329	407	RoMBA	Formação Rio Vermelho		
PC152	22L	609509	8389419	417	RoCX	Formação Rio Vermelho		
210	22L	609466	8389421	423	CX	Formação Rio Vermelho		
211	22L	609413	8389419	425	TX	Formação Córrego Alagadinho	255	49
PC153	22L	609435	8389537	432	VQZ	-		
PC154	22L	608448	8389577	438	SapCX	Formação Rio Vermelho		
212	22L	609522	8389749	452	CX/VQZ	-		
213	22L	609636	8389833	454	MBA	Formação Rio Vermelho		
PC155	22L	609675	8389898	448	MatMBA	Formação Rio Vermelho		
214	22L	609655	8389936	451	MBA	Formação Rio Vermelho	22	58
PC156	22L	608834	8388907	413	RoTX	Formação Córrego Alagadinho		
PC157	22L	608844	8389042	399	RoCX	Formação Rio Vermelho		
PC158	22L	612507	8385126	482	SoCX	Formação Rio Vermelho		
PC159	22L	612612	8384913	485	VQZ	-		
215	22L	612634	8384957	482	SapDOL	Formação Ribeirão das Antas	84	83
PC160	22L	612655	8384984	480	SoGXN/SoCX	Formação Ribeirão das Antas		
PC161	22L	612746	8384998	483	SoGXN	Formação Ribeirão das Antas		
PC162	22L	612896	8384967	490	SoMBA	Formação Rio Vermelho		