UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA (IGESC)
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

Thiago Soares Ferreira

Estudo geomorfológico no distrito de Água-Emendada (MG): um morro testemunho em formação

Monte Carmelo (MG)
Abril de 2025

THIAGO SOARES FERREIRA

Estudo geomorfológico no distrito de Água-Emendada (MG): um morro testemunho em formação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Alan Silveira.

Monte Carmelo (MG)

Abril de 2025

THIAGO SOARES FERREIRA

Estudo geomorfológico no distrito de Água-Emendada (MG): um morro testemunho em formação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Alan Silveira.

Monte Carmelo, 27 de abril de 2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alan Silveira (Orientador)

(IGESC-UFU)

Prof. Dr. Fabiano Mota da Silva

(IGESC-UFU)

Prof. Dr. Jeferson Gomes Confessor

(UFCAT)

Monte Carmelo

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

F383 Ferreira, Thiago Soares, 2000-
2025 Estudo geomorfológico no distrito de Água-Emendada (MG): um morro testemunho em formação [recurso eletrônico] / Thiago Soares Ferreira. - 2025.

Orientador: Alan Silveira.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Geologia.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.

1. Geologia. I. Silveira, Alan,1981-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Geologia. III. Título.

CDU: 551

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu orientador, Alan Silveira, por todo a dedicação, paciência e conhecimento compartilhado ao longo deste trabalho. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, e suas contribuições foram essenciais para a conclusão deste projeto. Agradeço por acreditar no meu potencial e me guiar com tanta competência.

Agradeço também à minha família, meus pais, Roberto Ferreira e Jane Ferreira, minha irmã Roberta Ferreira, que sempre me apoiaram incondicionalmente em todos os momentos da minha jornada acadêmica. O incentivo e compressão foram pilares fundamentais para que eu chegasse até aqui. Um agradecimento especial à minha namorada, Mary, que esteve ao meu lado nos momentos mais desafiadores, me dando força e motivação para seguir em frente.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer aos meus amigos Leonardo, Olavo, Hernani, Thalles, Ewerton, Braga, João Fioratti, Octavio, Foca e Negrini, que tornaram essa caminhada mais leve e divertida. Obrigado por todas as risadas, conselhos e pelo apoio nos momentos de tensão. Vocês são parte essencial dessa conquista.

RESUMO

Os morros testemunhos se configuram como um tipo de relevo residual que se desenvolve em frente às escarpas de planaltos e cuestas, sendo sustentados por rochas e concreções de maior resistência. Essas feições residuais se desvinculam das formas originais por ações denudativas, com atuação de drenagens ortogonais (subsequentes) e anaclinais (obsequente). São feições típicas de bordas de Bacias Sedimentares, como é o caso da borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná se observa a presença de relevos residuais ruiniformes, interpretados como morros testemunhos por trabalhos recentes na região de Estrela do Sul em MG. Porém, na área selecionada para este estudo, Água-Emendada, essa característica é menos marcante, sugerindo que essa feição de relevo representa um morro testemunho em processo de formação. Água-Emendada está posicionada na transição entre as unidades morfoestruturais da Bacia Sedimentar do Paraná e da Faixa de Dobramentos Brasília Meridional, ocupando áreas dos municípios de Monte Carmelo, Romaria e Estrela do Sul, na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Com isso, este estudo teve o objetivo de investigar a gênese e a evolução do relevo de Água-Emendada, a partir da abordagem geomorfopedológica. A metodologia esteve baseada em dois níveis de investigação que compõe um roteiro metodológico da morfopedologia. O primeiro nível se constituiu por fases de produção de documentos cartográficos intermediários, que depois de integrados, resultou em um documento de síntese, nomeado por carta Geomorfopedológica, na escala 1:25.000. O segundo nível do roteiro metodológico envolveu a realização de trabalhos de campo, elaboração de blocos-diagramas e a aplicação de índices morfométricos. Foram identificados e cartografados 5 compartimentos geomorfopedológicos, a saber: Tabular Aplainado Latossolizado (I); Residual Aplainado Latossolizado (II); Moderadamente Dissecado Latossolizado (III); Escarpado Encouraçado em Patamar Estrutural (IV), e; Dissecado Regolítico Pedogênizado. Os resultados dos índices de Razão de Declividade Efetiva (RDE) total e de segmento variaram significativamente, com anomalias de 1ª ordem associadas a trechos de alta energia erosiva, especialmente nos afluentes do rio Bagagem, enquanto o ribeirão São Félix apresentou valores mais baixos, indicando menor atividade erosiva. Esse fator pode levar à futura captura fluvial do ribeirão São Félix pelo Bagagem, consumando a desvinculação do relevo residual de Água-Emendada em relação ao Planalto Tabular. A análise integrada revelou que o compartimento residual está sendo progressivamente isolado pela ação das drenagens ortogonais e anaclinais, trazendo dados

de que o relevo estudado se configura como um morro testemunho em processo de formação na borda NE da Bacia do Paraná.

Palavras-chave: Geomorfopedologia, relevo residual, planalto tabular, planalto dissecado, índices morfométricos.

ABSTRACT

Testimony hills are configured as a type of residual relief that develops in front of escarpments of plateaus and cuestas, being supported by rocks and concretions of greater resistance. These residual features become detached from the original forms due to denudational actions, with the presence of orthogonal (subsequent) and anaclinal (obsequent) drainages. They are typical features of the edges of Sedimentary Basins, as is the case of the northeastern edge of the Paraná Sedimentary Basin, where the presence of ruiniform residual reliefs is observed, interpreted as testimony hills by recent studies in the region of Estrela do Sul in MG. However, in the area selected for this study, Água-Emendada, this characteristic is less marked, suggesting that this relief feature represents a testimony hill in the process of formation. Água-Emendada is positioned at the transition between the morphostructural units of the Paraná Sedimentary Basin and the Southern Brasília Fold Belt, occupying areas of the municipalities of Monte Carmelo, Romaria, and Estrela do Sul, in the mesoregion of Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Therefore, this study aimed to investigate the genesis and evolution of the relief of Água-Emendada, based on the geomorphopedological approach. The methodology was based on two levels of investigation that compose a methodological framework of morphopedology. The first level consisted of phases for the production of intermediate cartographic documents, which, after being integrated, resulted in a synthesis document, named the Geomorphopedological Map, at a scale of 1:25,000. The second level of the methodological framework involved carrying out fieldwork, the elaboration of block diagrams, and the application of morphometric indices. Five geomorphopedological compartments were identified and mapped, namely: Flattened Tabular Latossolized (I); Flattened Residual Latossolized (II); Moderately Dissected Latossolized (III); Armored Escarpment in Structural Bench (IV); and Dissected Regolithic Pedogenized. The results of the total and segmental Effective Slope Ratio (ESR) indices varied significantly, with first-order anomalies associated with stretches of high erosive energy, especially in the tributaries of the Bagagem River, while the São Félix stream showed lower values, indicating lower erosive activity. This factor may lead to the future fluvial capture of the São Félix stream by the Bagagem River, consummating the detachment of the residual relief of Água-Emendada in relation to the Tabular Plateau. The integrated analysis revealed that the residual compartment is being progressively isolated by the action of orthogonal and anaclinal drainages, providing evidence that the studied relief is

configured as a testimony hill in the process of formation on the NE edge of the Paraná Basin..

Keywords: Geomorphopedology, residual relief, tabular plateau, dissected plateau, morphometric indices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bloco-diagrama da Bacia do Alto Paraná organizado por Ab'Sáber. Em círculo vermelho, a localização de Dolearina (Estrela do Sul) estudada por Batista (2023), próximo à Água-Emendada. 17

Figura 2: Localização da área de estudo. 18

Figura 3: Base Cartográfica 28

Figura 4: Carta Hipsométrica 29

Figura 5: Carta de Declividade 30

Figura 6: Carta Litológica 31

Figura 7: Carta Geomorfológica 32

Figura 8: Carta Pedológica 33

Figura 9: Compartimentos Geomorfopedológicos 35

Figura 10: Compartimento Geomorfopedológico I. A) Perfil de Latossolo vermelho. B, C e D) Amplas formas aplainadas Latossolizadas com cultivo agrícola. E) Imagem aérea 3D do Google Earth, com setas indicando amplas formas aplainadas.... 36

Figura 11: Compartimento Geomorfopedológico II. A e C) Trecho do vilarejo Água-Emendada, onde as cabeceiras de drenagens ortogonais dos tributários do rio Bagagem e do ribeirão São Félix estão próximas (setas vermelhas). B e D) Limite do compartimento II, transicionando para o compartimento IV, a partir da quebra de relevo (linha vermelha). E) Imagem aérea 3D do Google Earth, com limite do relevo residual em formação a partir da linha amarela e o compartimento geomorfopedológico III à SE da imagem (seta amarela). 38

Figura 12: Compartimento Geomorfopedológico III. A, B e C) Formas com topos convexos moderadamente dissecadas. D) Afloramento de Micaxisto do Grupo Araxá. E) Imagem 3D do Google Earth. Ao fundo, cidade de Monte Carmelo e formas suavemente convexizadas (seta vermelha). No primeiro plano (seta amarela), compartimento geomorfopedológico II, que se configura um relevo residual. As formas mais dissecadas (seta verde) ao entorno do relevo residual, representam áreas escarpadas do compartimento geomorfopedológico IV. 39

Figura 13: Compartimento Geomorfopedológico IV. A) Blocos de arenito sustentando a escarpa. B e C) Plintossolos Pétricos sustentando terço superior da escarpa. D) Cava de cascalho com perfil constituído por Plintossolo sobreposto ao Micaxisto do

Grupo Araxá. E) Imagem 3D do Google Earth em escarpa de relevo residual, local de registro da foto B. 40

Figura 14: Compartimento Geomorfopedológico V. A, B e C) Áreas com elevado grau de entalhamento de rede hidrográfica adensada, formas convexas com vertentes declivosas. D) Água-Emendada, em área de entalhe do São Félix e de tributários do Bagagem. E) Imagem 3D do Google Earth, demonstrando entalhamento de afluentes do rio Bagagem. 42

Figura 15: Perfil Topográfico 43

Figura 16: Drenagens utilizadas para cálculo de RDE Total e Segmento. 45

Figura 17: Fragmentos dos mapeamentos da pesquisa, com destaque ao Relevo Residual de Água-Emendada. A) Carta Hipsométrica. B) Carta de Declividade. C) Carta Litológica. D) Carta Geomórfica. E) Carta Pedológica. F) Carta Geomorfopedológica. 52

Figura 18: A) Escarpa erosiva com canais anaclinais (obsequentes). B) Imagem 3D do Google Earth, demonstrando os canais ortoclinais do ribeirão São Felix (seta vermelha) e de afluente do rio Bagagem (seta verde). 53

Figura 19: Bloco Diagrama da área. A) As setas indicam os relevos residuais, sendo o São José (seta vermelha), Monte Carmelo (seta amarela), Água-Emendada (seta verde) e Morro vermelho (seta branca). As linhas pretas mostram os canais ortogonais (subsequente) e as linhas azuis claro os canais anaclinais (obsequente). B) As setas brancas indicam a Bacia Sedimentar do Paraná e as setas pretas a Faixa de Dobramentos Brasília. Os relevos residuais são indicados por polígonos vermelhos. 55

LISTA DE TABELAS

Quadro 1: Síntese dos Compartimentos Geomorfopedológicos 44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1. O tema central, o problema, a justificativa, a área de estudo e a premissa da pesquisa 15
2. OBJETIVOS 20
3. METODOLOGIA 21
3.1. FASE 1: Revisão bibliográfica e cartográfica. 21
3.2. FASE 2: Base Cartográfica. 21
3.3 FASE 3: Mapeamentos Intermediários. 22
3.3.1 Hipsométrico 22
3.3.2 Declividade 22
3.3.3. Litológico 22
3.3.4. Geomorfológico 22
3.3.5. Pedológico 22
3.4 FASE 4: Compartimentação geomorfopedológica. 23
3.5 FASE 5: Perfis Topográficos 23
3.6 FASE 6: Índices Morfométricos 23
3.7 FASE 7: Atividades de Campo para Validar os Mapas 24
3.8 FASE 8: Elaboração dos Blocos-Diagramas 25
3.9 FASE 9: Análise Integrada dos Resultados 25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 26
4.1 Mapeamentos Intermediários para a Compartimentação Geomorfopedológica 26
4.2 Compartimentos geomorfopedológicos 34
4.3 Índices Morfométricos 45
4.4 Água-Emendada: um relevo residual em formação 50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

1. INTRODUÇÃO

A Geomorfologia é a ciência que se ocupa do estudo dos relevos terrestres, onde "geo" refere-se à Terra, "morfo" à forma da superfície e "logia" ao estudo (Ribeiro; Marçal; Correa, 2010). O seu objetivo principal é examinar as formas de relevo, incluindo a sua origem, composição e os processos que lhe dão a aparência (Florenzano, 2008). Essa geociência aborda questões climáticas e lito-estruturais, que são responsáveis pela enculturação de seu objeto (Penteado, 1983). As formas de relevo são identificadas pela presença de diversas configurações que delineiam a topografia específica de uma região, ou seja, em algum momento elas foram esculpidas pela ação de determinado processo ou grupo de processos (Christofoletti, 1974).

Já a Pedologia é a ciência que se dedica ao estudo do solo, que vem do termo grego "pedon", (Queiroz Neto, 1984). Concentra-se nos aspectos genéticos do solo e possui aplicações de grande relevância tanto diretas quanto indiretas, revelando a estrutura química, física, morfológica e mineralógica do solo, sendo de suma importância para questões agrícolas, geotécnicas e ecológicas (Lepsch, 2011). De acordo com Ker et al. (2012), a Pedologia é uma ciência desafiadora, pois lida com a formação e a distribuição espacial dos solos na paisagem, bem como suas implicações socioambientais.

A definição e a área de abrangência dessas ciências são relevantes, pois historicamente, a Geomorfologia se ocupa da investigação da morfogênese, enquanto a Pedologia se dedica à pedogênese. Por um bom tempo se tratou as relações entre morfogênese e a pedogênese de forma oposta, porém Queiroz Neto (2011) alerta que morfogênese e a pedogênese atuam simultaneamente na construção das formas de vertentes, não havendo antagonismo. Ou seja, o relevo é um fator de formação do solo, assim como o solo interfere no desenvolvimento do modelado (Rubira *et al.*, 2019).

Outra questão importante que envolve a relação entre essas ciências, em especial para este trabalho, refere-se à abordagem Geopedológica. Para Zinck (2012) a Geopedologia é uma contração da Geomorfopedologia, onde o prefixo “geo” remete à superfície terrestre, englobando a geomorfologia, mas também contribuições da geologia e da geografia. Segundo o autor, o ponto central da Geopedologia está na valorização da geomorfologia como principal elemento organizador da paisagem pedológica (Zinck, 2012).

A Geomorfopedologia contribui para um maior entendimento da evolução da paisagem geomorfológica, que está diretamente ligada com a geologia, considerando que o controle lito-estrutural interfere diretamente na evolução do relevo e na pedogênese

(Villela et al., 2015). Vidal-Torrado *et al.* (2005) enfatizam que a aplicação de métodos da Geomorfologia, Estratigrafia e Hidrologia aos estudos pedológicos contribui significativamente para o entendimento da gênese dos solos e para a identificação de atributos relacionados aos eventos geológicos e morfodinâmicos. Nesse contexto, torna-se essencial o reconhecimento das superfícies geomórficas e de seus segmentos, bem como de suas interações com os fluxos internos e externos d'água no solo (Vidal-Torrado *et al.*, 2005).

Dessa forma, o trabalho se dedica à compreensão da evolução da paisagem geomorfológica fazendo uso da abordagem geomorfopedológica, em área de borda de bacia sedimentar com relevo residual, procurando integrar nessa compreensão as relações entre as variáveis geomorfológicas, geológicas e pedológicas. Castro e Salomão (2000), a partir da influência de Tricart e Kilian (1978) sobre a relação morfogênese e pedogênese, propuseram um roteiro metodológico que integra informações dessas variáveis. O roteiro, que recebe o nome de abordagem morfopedológica, é composto por seis níveis de abordagem (Castro, Salomão, 2000).

Entre os níveis referenciados, para essa pesquisa, destacam-se os dois primeiros. Primeiramente são produzidos mapeamentos intermediários para a compartimentação morfopedológica, seguida do estudo específico dos processos que atuaram na elaboração dos solos no tempo, a partir de trabalhos de campo que interceptam as unidades morfopedológicas previamente definidas (Castro; Salomão, 2000).

Trabalhos como os de Silva *et al.* (2020), Batista *et al.* (2021), Silva *et al.* (2023) e Leonel (2024), ilustram a aplicação desses dois níveis de abordagem. Assim, a geomorfopedologia se constitui como abordagem teórica da investigação, ao passo que a compartimentação morfopedológica de Castro e Salomão (2000), com destaque aos seus dois primeiros níveis, subsidiam a orientação metodológica. A temática envolve a formação de relevos residuais na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, mais precisamente na área conhecida por Água-Emendada (MG), posicionada nos limites de três municípios, sendo Monte Carmelo, Estrela do Sul e Romaria, no estado de Minas Gerais.

1.1. **O tema central, o problema, a justificativa, a área de estudo e a premissa da pesquisa.**

Um tipo específico de relevo residual são os morros testemunhos (residual hill), que surgem diante dos fronts escarpados de planaltos e cuestas, sendo sustentados por

rochas mais resistentes (Suertegaray et al., 2003). Penteado (1984), ao investigar os morros testemunhos associados a relevos cuestiformes, destacou que sua preservação está condicionada à sua posição em relação aos rios ortoclinais (ou subsequentes) que correm em direções opostas, ao recuo rápido de uma escarpa festonada e a uma densa rede anaclinal (ou obsequente) que favorece a erosão regressiva do front. Além disso, a autora menciona a presença e formação de uma depressão ortoclinal ou subsequente situada em frente à escarpa de recuo (Penteado, 1984).

No que diz respeito à formação das depressões ortoclinais, Ab'Sáber (1949) se referiu ao termo "circundesnudação" para explicar a gênese de patamares de erosão rebaixados localizados nas bordas de bacias sedimentares. Cruz (2010) observa que esse conceito é aplicado por Ab'Sáber na Bacia Sedimentar do Paraná, onde o leito do Rio Paraná coincide com o eixo da Bacia, resultando na formação de linhas de cuestas em sua margem, acompanhadas de uma ampla rede de circundesnudação pós-cretácea, como demonstrado no bloco-diagrama da figura 1.

Ao examinar a Chapada dos Guimarães, Ross (2014) a reconheceu como uma unidade de relevo altamente elevada e bem conservada nas margens da Bacia do Paraná. O pesquisador acrescenta que há outras áreas elevadas e relativamente bem preservadas encontradas nos Estados de Mato Grosso do Sul, sudoeste de Goiás, oeste de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), entre outros (Ross, 2014).

Em relação às chapadas do oeste de Minas Gerais, Feltran (1997) mapeou escarpas erosivas nas bordas de planaltos tabulares, próximas ao embasamento cristalino, que se encontra atualmente em um nível mais baixo. Na mesma localidade, para o Triângulo Mineiro e pequena parte do Alto Paranaíba, Baccaro *et al*. (2001), registraram os Planaltos Tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná que transmudam para os Planaltos Dissecados do Paranaíba, localizados no Complexo Granítico-Gnáissico (Faixa de Dobramentos Brasília).

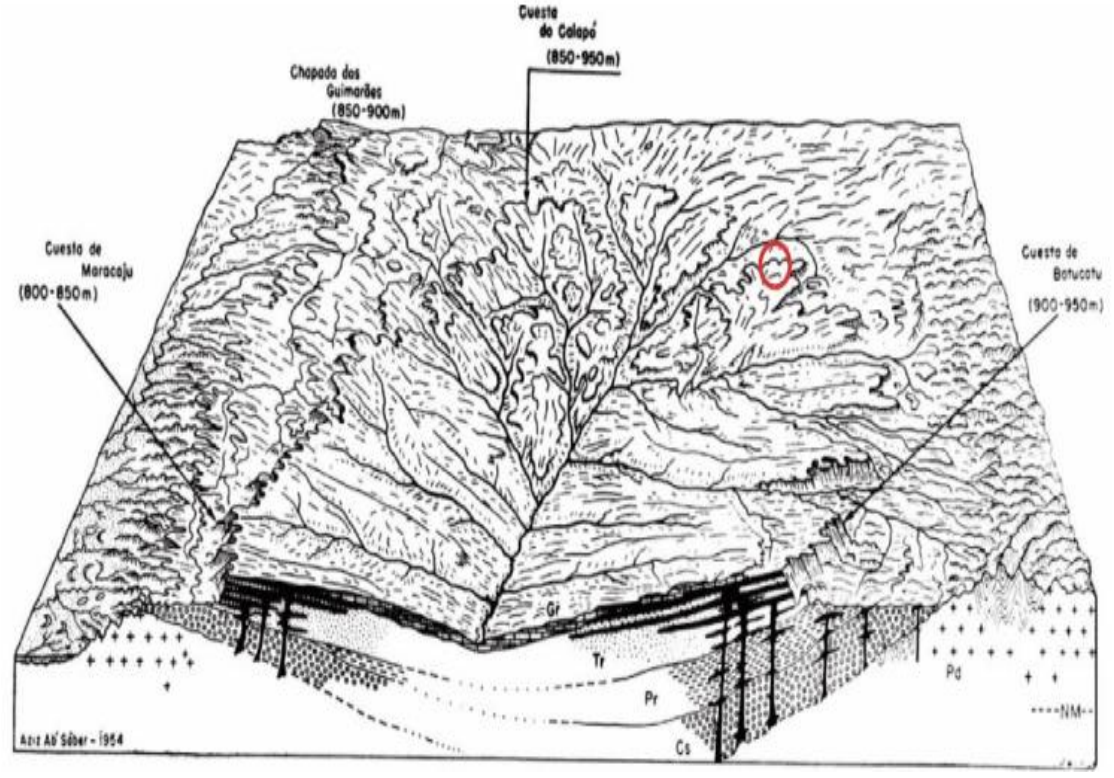


Figura 1: Bloco-diagrama da Bacia do Alto Paraná organizado por Ab'Sáber. Em círculo vermelho, a localização de Dolearina (Estrela do Sul) estudada por Batista (2023), próximo à Água-Emendada. Fonte: Cruz (2010).

Em uma investigação recente, Batista *et al.* (2021) e Batista (2023) identificaram a presença de relevos residuais sustentados por arenitos e couraças diante da escarpa de chapadas no oeste de Minas Gerais, mais especificamente na região de Estrela do Sul, situada na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. A figura 1 busca ilustrar a posição desta área de estudo, localizada na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná (círculo vermelho).

É dentro deste contexto que se destaca a importância desse estudo, considerando que a área a investigada também está localizada neste setor nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na mesma escarpa erosiva estudada por Batista *et al*. (2021) e Batista (2023). A região conhecida como Água-Emendada está posicionada na transição entre as unidades morfoestruturais da Bacia Sedimentar do Paraná e o domínio interno da Faixa de Dobramentos Brasília Meridional (Chaves; Dias, 2017), como visto na figura 2.

Na Bacia foram identificadas as coberturas Detrítico-Lateríticas Coluvionares e os arenitos da Formação Marília, enquanto na Faixa de Dobramentos são encontrados micaxistos finos a médios, pertencentes ao grupo Araxá (Chaves; Dias, 2017). De acordo

com o mapeamento realizado por Motta *et al.* (2004), a área possui Latossolos Vermelhos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Plintossolos Pétricos.

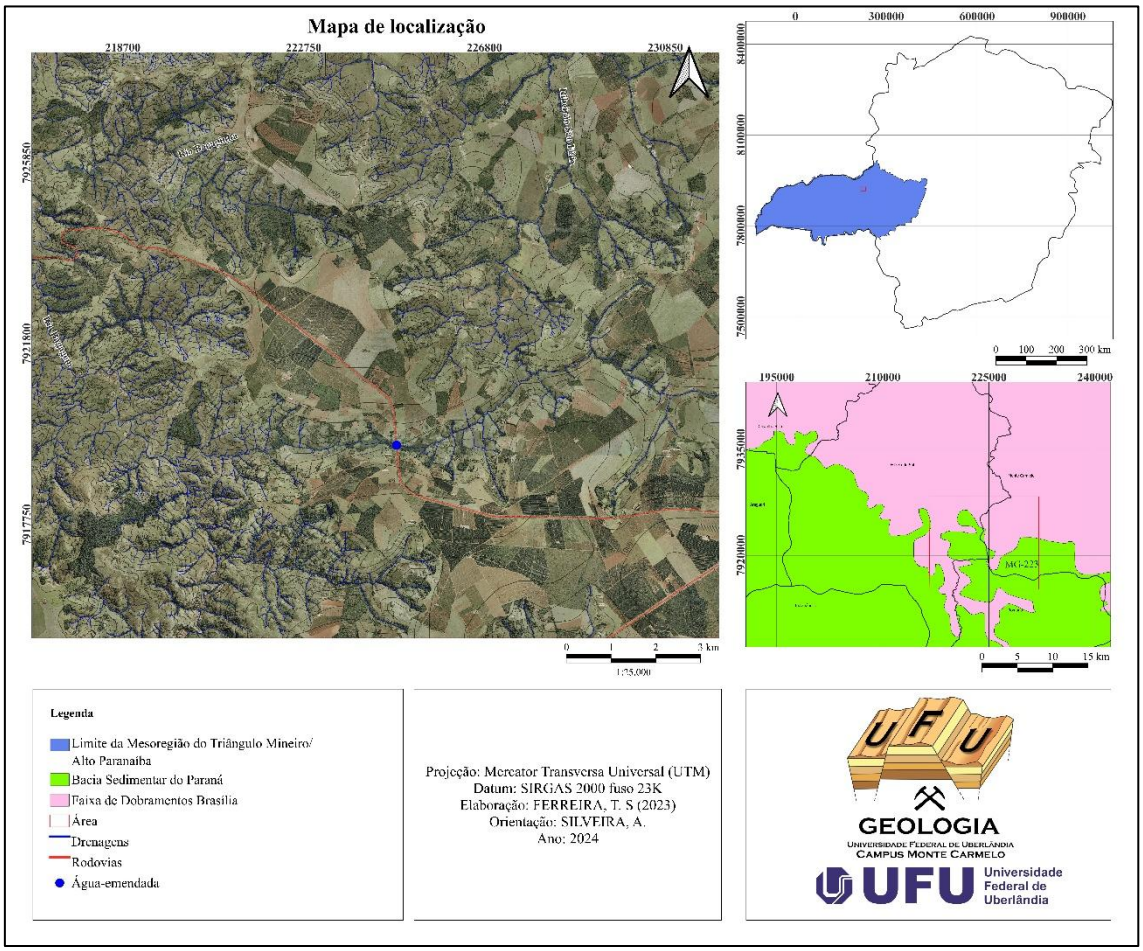


Figura 2: Localização da área de estudo.

Enquanto na área estudada por Batista *et al.* (2021) Batista (2023) observam-se mais evidentemente a presença de relevos residuais ruiniformes interpretados como morros testemunhos, na região de Água-Emendada essa característica é menos marcante. Portanto, parte-se do entendimento de que esta feição de relevo representa um morro testemunho em processo de formação. Este fenômeno é impulsionado pelas cabeceiras de drenagem que seguem em direção aos rios Bagagem e Perdizes, propiciando atualmente a erosão regressiva, que em futuras circunstâncias resultará no desmembramento de Água-Emendada do Planalto Tabular.

Com o propósito de investigar essa hipótese, o estudo adotou a Geomorfopedologia como abordagem teórico-conceitual, a qual incorpora a integração de informações provenientes da geomorfologia, geologia e pedologia. A orientação metodológica seguiu os dois primeiros níveis investigativos delineados por Castro e Salomão (2000), os quais abrangem, respectivamente, procedimentos cartográficos e

atividades de campo para a construção de transectos. Adicionalmente, foram integrados a esses procedimentos os índices morfométricos, tradicionalmente empregados em investigações geomorfológicas. Ao passo que os transectos foram substituídos por blocos-diagramas.

2. OBJETIVOS

O estudo teve o objetivo principal de compreender a gênese e o desenvolvimento do relevo de Água-Emendada. Como objetivos específicos, pretendeu-se:

-Reconhecer e cartografar os compartimentos geomorfopedológicos de Água-Emendada;

-Organizar blocos-diagramas que posicionem os compartimentos geomorfopedológicos previamente identificados, especialmente os relevos residuais em formação;

-Aplicar índices morfométricos para drenagens ortogonais (subsequentes) em relação ao front escarpado.

3. METODOLOGIA

A metodologia seguiu o roteiro metodológico proposto por Castro e Salomão (2000), com aplicação dos dois primeiros níveis. O primeiro nível envolveu a identificação de compartimentos geomorfopedológicos, a partir de mapeamentos intermediários contendo informações geomorfológicas, litológicas e pedológicas.

O segundo nível se concentrou em uma análise detalhada em campo, contemplando também a aplicação de índices morfométricos para canais ortogonais (subsequentes) em relação ao front escarpado, seguindo a orientação de Christofoletti (1979) e Etchebehere (2004). Além disso, foi realizado a confecção de perfis topográficos e blocos-diagramas para melhor visualização e entendimento da formação do relevo residual estudado.

O Primeiro Nível abrigou as seguintes fases:

3.1. FASE 1: Revisão bibliográfica e cartográfica.

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre temas como relevos residuais, morros testemunhos e relevos residuais em bordas de bacias, com destaque para os trabalhos de Ab'Sáber (1949), Abreu (1982), King (1955), Casseti (2007), Penteado (1984), Ross (2014), Feltran (1997), Baccaro *et al*. (2001), Batista *et al.* (2021), entre outros.

Além disso, também se realizou uma revisão bibliográfica e cartográfica para a área de estudo em relação às suas características geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Destacam-se os trabalhos de Chaves e Dias (2017); Motta *et al.* (2004) e IBGE (2007).

3.2. FASE 2: Base Cartográfica.

A Base Cartográfica foi elaborada a partir de curvas de nível extraídas por imagens SRTM (USGS), utilizando o *software* QGIS versão 3.28, em escala (1:25.000), com curvas de nível em equidistância de 20 metros, variando de 720 a 1020 metros. As drenagens foram extraídas a partir da fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4 (IBGE, 2007). Também foram extraídas as rodovias principais, sendo a MG-223 e uma pequena porção da MG-190, além das estradas não pavimentadas, com auxílio de imagens do Google Earth.

3.3 FASE 3: Mapeamentos Intermediários.

3.3.1 Hipsométrico

A carta hipsométrica foi gerada a partir de imagens SRTM (USGS) utilizando a ferramenta *r-recode* (QGIS), classificando 7 classes de hipsometria com um intervalo de 40 metros, entre classes de <780 a >980 metros, fazendo com que tenha uma melhor visualização das classes altimétricas da área.

3.3.2 Declividade

Para a carta de declividade também foi utilizado o Modelo Digital de Elevação através de imagem SRTM como um arquivo raster de entrada, assim, com o uso da ferramenta de reclassificação por tabelas se obteve uma variação de 0 a 30%, na qual as cores mais claras apresentam baixa declividade, enquanto as mais escuras uma alta declividade.

3.3.3. Litológico

Foi elaborada a partir do mapeamento organizado por Chaves e Dias (2017), além de fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4 (IBGE, 2007), imagens do Google Earth e com trabalhos de campo, para adequação escalar.

3.3.4. Geomorfológico

A carta geomorfológica foi organizada com base na proposta taxonômica de Ross (1992). A partir da fotointerpretação da mesma folha (IBGE, 2007), com integração de informações extraídas do Google Earth, para uma observação tridimensional, mais os dados em campo, se obteve as unidades morfoesculturais, sendo subdivididas em Planaltos tabulares da Bacia do Paraná e Planaltos dissecados da Faixa de Dobramento Basília. Além disso, também foram mapeadas por fotointerpretação as feições estruturais, formas denudativas, dados topográficos, modelados de entalhe e forma de acumulação, com uso de simbologias de Tricart (1965).

3.3.5. Pedológico

A carta pedológica foi elaborada a partir do mapeamento realizado por Motta *et al.* (2004) juntamente com a fotointerpretação da folha (IBGE, 2007). Vale ressaltar que a interpretação das cartas litológica e geomorfológica tiveram uma importância fundamental para sua elaboração, além do uso do Google Earth, para os procedimentos de fotopedologia do local, e adequação escalar, em relação aos dados de Motta *et al.* (2004).

3.4 FASE 4: Compartimentação geomorfopedológica.

Nesta fase ocorreu uma integração dos dados geológicos, geomorfológicos e pedológicos adquiridos nos mapeamentos intermediários, com o objetivo de propor compartimentos geomorfopedológicos, seguindo o método empregado por Villela *et al.* (2015), Passos *et al.* (2020) e Batista *et al.* (2021).

O Segundo Nível da pesquisa foi constituído pelas fases:

3.5 FASE 5: Perfis Topográficos

Para a elaboração dos perfis topográficos foi utilizado uma extensão do *software* QGIS 3.28 chamada Profile tool, na qual foram feitos 4 perfis, sendo AB, BC, CD, EF, cortando os principais compartimentos geomorfopedológicos da área e mostrando com detalhes os entalhamentos dos principais rios.

3.6 FASE 6: Índices Morfométricos

Para o entendimento da dinâmica de dissecação do relevo e da atuação dos processos erosivos nos canais fluviais foi aplicada uma análise morfométrica baseada na Razão de Declividade Efetiva (RDE), proposto por Hack (1973) sendo aplicado no Brasil por Etchebehere *et al.* (2004). Tal índice, ao quantificar os níveis energia disponível ao longo do curso da drenagem, permite inferir o potencial erosivo de diferentes trechos da rede de drenagem, sendo especialmente útil para a identificação de segmentos com alto gradiente topográfico e possível instabilidade morfoestrutural (Etchebehere *et al.,* 2004). A fórmula utilizada é dada por:

$$RDEtotal = \Delta H/(\ln(L))$$

Onde:

△H= diferença altimétrica entre a cabeceira e a foz;

InL= Logaritmo natural de extensão do canal.

Esse índice foi calculado para os principais cursos d'água da área de estudo, sendo o Rio Bagagem e seus afluentes, bem como o Ribeirão São Félix. Esses cursos fluviais compartam-se como canais ortogonais (ou subsequentes) em relação ao front escarpado. Além da análise total de cada curso (RDE), também foi realizado o cálculo por segmentos, permitindo avaliar variações locais da declividade ao longo do perfil longitudinal. Para tanto, os cursos foram divididos em trechos entre curvas de nível, sendo registradas as

altitudes de início e fim, extensão horizontal e o valor de RDE segmentar, conforme orientação de Etchebehere *et al.* (2006). A equação para este índice é dada por:

$$RDEsegmento = \Delta H/\Delta L \; x \; L$$

Onde:

ΔH = Diferença de altitude entre duas curvas de nível subsequentes

ΔL = Projeção horizontal do segmento de drenagem entre duas curvas de nível

L = Comprimento da drenagem entre a cabeceira e a curva de nível jusante

Os dados obtidos foram projetados em tabelas. A identificação de setores com comportamento morfométricos anômalo foi reconhecida pelos critérios estabelecidos por Seeber e Gornitz (1983), que propõe o uso da razão entre os valores de RDE segmentar e total (RDEs/RDEt) como indicador de possíveis instabilidades ou descontinuidades estruturais. De acordo com Seeber e Gornitz (1983), valores iguais ou superiores a 10 são considerados representativos de anomalias de 2ª ordem, enquanto aqueles situados entre 2 e 10 indicam anomalias de 1ª ordem. Valores abaixo desse limiar tendem a refletir setores morfologicamente mais estáveis, com menor concentração de energia erosiva ao longo de trechos específicos da drenagem (Seeber; Gornitz, 1983).

3.7 FASE 7: Atividades de Campo para Validar os Mapas

Diante da complexidade observada na área de estudo, e consequentemente da relevância científica, a realização de novas atividades de campo se mostrou fundamental para refinar e validar os dados obtidos por meio do mapeamento, assim, o reconhecimento direto dos compartimentos Geomorfopedológicos. Com isso, as atividades de campo desempenharam papel decisivo na validação da Compartimentação Geomorfopedológica.

A construção cartográfica realizada ao longo deste trabalho teve como base a integração de diversas fontes, como modelos digitais de elevação, cartas topográficas, dados pedológicos e imagens de satélites, mas é por meio da verificação direta em campo que se assegura a precisão das unidades delimitadas. Além disso, realizou-se o registro fotográfico dos distintos compartimentos geomorfopedológicos identificados, procurando demonstrar evidencias sobre a evolução dos relevos residuais.

3.8 FASE 8: Elaboração dos Blocos-Diagramas

A construção dos blocos-diagramas foi elaborada a partir de imagens SRTM (USGS) utilizando o *software* QGIS versão 3.28, que teve como finalidade representar de forma visual a organização espacial dos compartimentos geomorfopedológicos da região de Água-Emendada, com ênfase na feição residual em processo de formação.

A elaboração do modelo tem como principal característica apoiar visualmente a hipótese central da pesquisa, permitindo observar a organização do relevo e os agentes de separação entre o planalto original e o residual. Além disso, permite compreender como a drenagem atua no favorecimento do isolamento progressivo do compartimento residual.

3.9 FASE 9: Análise Integrada dos Resultados

A etapa consistiu na articulação entre os diferentes produtos temáticos e dados obtidos ao longo da pesquisa, com o propósito de sustentar a hipótese central de que a feição localizada em Água-Emendada se constitui em um relevo residual em formação. Essa análise não foi restrita à observação isolada de mapas, índices ou atributos morfológicos, mas sim desenvolvida com base na sobreposição e comparação entre os elementos litológicos, morfométricos, geomorfológicos e pedológicos, possibilitando uma interpretação integrada da dinâmica da paisagem.

Para isso, os mapas elaborados nas fases iniciais foram inter-relacionados, possibilitando identificar padrões e facilitando a distinção dos compartimentos geomorfopedológicos, sendo as feições residuais classificados como Residual Aplainado Latossolizado.

Simultaneamente, os resultados obtidos com os índices morfométricos foram relacionados com as unidades do mapeamento geomorfopedológico. Isso revelou uma correspondência significativa entre os altos valores de RDE e os trechos mais inclinados das vertentes do compartimento residual, sugerindo forte atividade erosiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No continuo do texto são apresentados os resultados derivados da aplicação dos primeiro e segundo níveis metodológicos. Primeiramente são apresentados os documentos cartográficos intermediários (4.1), seguido da compartimentação geomorfopedológica (4.2) e índices morfométricos (4.3). Fecha-se este capítulo com a discussão central do trabalho: Água-Emendada, um morro testemunho em formação (4.4), apresentando blocos-diagramas e resgatando informações tratadas nos itens que o antecederam.

4.1 Mapeamentos Intermediários para a Compartimentação Geomorfopedológica

A base cartográfica (figura 3) foi o primeiro mapa gerado, evidenciando a menor cota de 760 metros e a maior em 1020 metros. O setor central, NE e SE possuem curvas menos adensadas, enquanto os setores NW e SW apresentam um maior adensamento das curvas, ressaltando que na região SW esse adensamento é bem maior que as adjacências. Importante destacar o adensamento das drenagens extraídas ficam em maior quantidade nas áreas onde as curvas são mais próximas.

Na carta hipsométrica (figura 4) observam-se 7 classes de hipsometria, nos intervalos de <780 e >980 metros. Fica evidente o contraste altimétrico na área, mostrando que a região central e SE são de maior altitude, enquanto na periferia já está mais dissecada e rebaixada. Aproximadamente 20% da área está ocupada por classes de <780 e 860 metros.

A carta de declividade (figura 5) deixa evidente que os locais mais declivosos (>12 – 20% e <30%) estão nas vertentes escarpadas, além de ocuparem aproximadamente 60% da área. As menos íngremes (<3% e <6%) se encontram em topos tabulares e estão ocupando cerca de 40% da área. Isso tem total relação com a altitude, na qual se concentram as menores classes nos locais mais elevados e as classes de maiores declividades, ao entorno desses topos tabulares, em menores altitudes.

Na carta litológica (figura 6) o Grupo Araxá (neoproterozoico) está situado na região mais dissecada, variando entre <780 e 930 metros de altitude (se situando na parte basal das escarpas), tanto a NW e SW, quanto a NE. Já a Formação Marília (mesozoico) está localizada em uma cota topográfica intermediária, entre os litotipos do Grupo Araxá e as Coberturas Detrito-Lateríticas Coluvionares (Chaves; Dias, 2017). Estas Coberturas

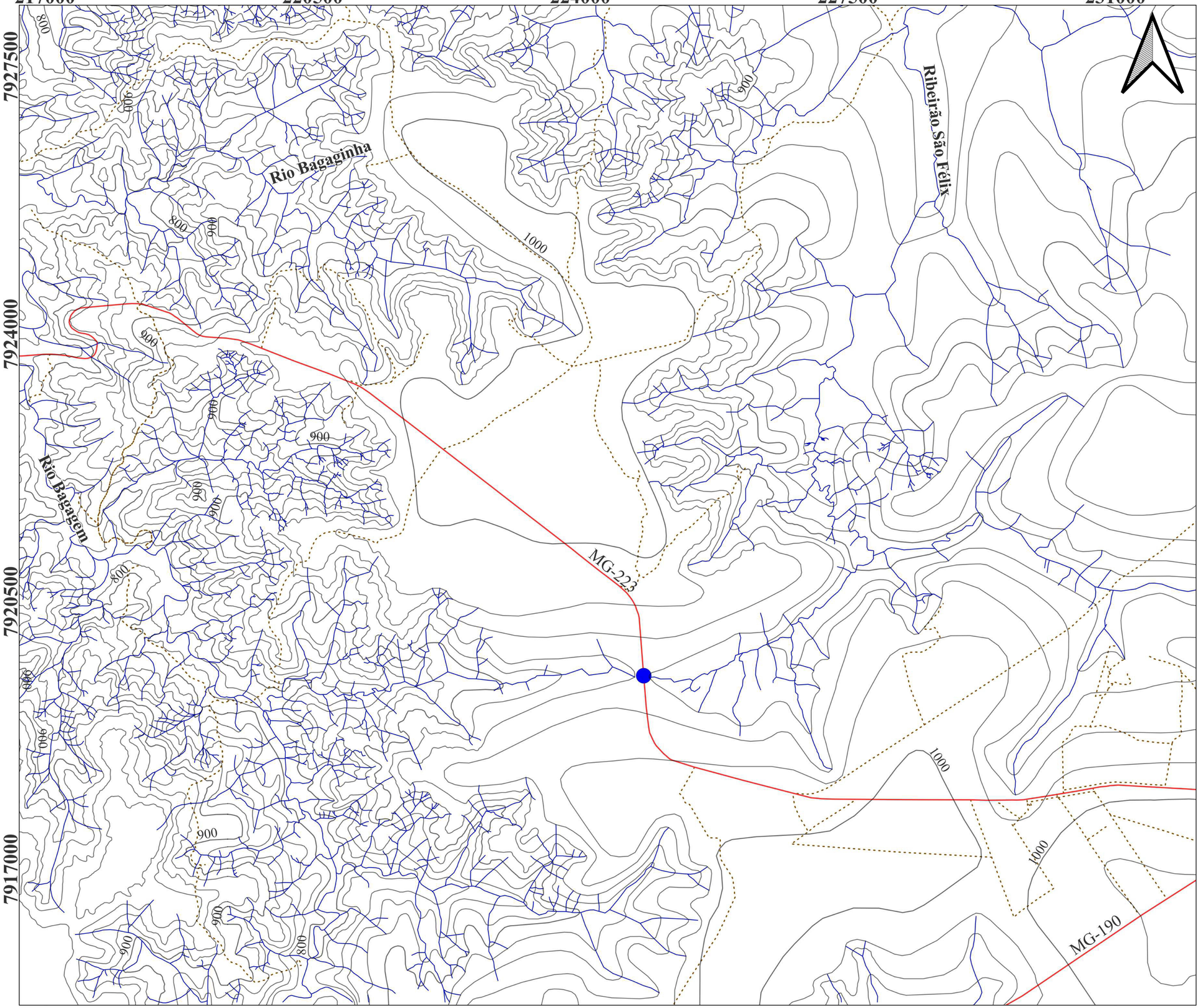
cenozoicas estão localizadas nos setores de maior cota altimétrica, situada no setor central e NE e SW da área (Chaves; Dias, 2017).

Na carta geomorfológica (figura 7) os Planaltos Tabulares da Bacia do Paraná se encontram nas áreas de maior altitude e menor declividade (<3%), coincidindo com os produtos gerados e descritos anteriormente. Com isso, nessas formas tabulares desenvolvem a agricultura extensiva irrigada de grãos e café.

Já os Planaltos Dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília ficam nos locais com maior adensamento de drenagens, com cotas entre 840 a 940 metros de altitude, e porcentagem na declividade de (>6 – 12 %; 12 – 20% e >30%), e com isso é visto que abrangem uma maior quantidade de rupturas topográficas, vales encaixados em V e linha de cumeada aguda.

Por fim, para a carta pedológica (figura 8) foram identificados e mapeados quatro tipos de solos: Plintossolos (Háplicos e dominantemente Pétricos), Latossolos Vermelhos, Cambissolos Háplicos e Neossolos (Regolíticos e Litólicos) (Embrapa, 2018). Os Latossolos Vermelhos abrangem aproximadamente 55% da área total, com concentração predominante nos Planaltos Tabulares. Em seguida, os Neossolos apresentam o segundo maior percentual em extensão ocupando cerca de 24% do território, principalmente nas áreas dissecadas e escarpadas. Os Cambissolos, ocupam aproximadamente 17% da área total, localizando-se predominantemente na direção NW da região mapeada, em setor menos dissecado, quando comparado ao posicionamento dos Neossolos. Os Plintossolos são encontrados nas escarpas dos relevos residuais e do patamar estrutural, circundando os topos tabulares e altas vertentes suavemente convexizadas, com percentual de 3% da área mapeada. Também foram identificados e mapeados Afloramentos Rochosos, cobrindo cerca de 1% da área total do mapa.

Base Cartográfica



LEGENDA

Convenções Cartográficas

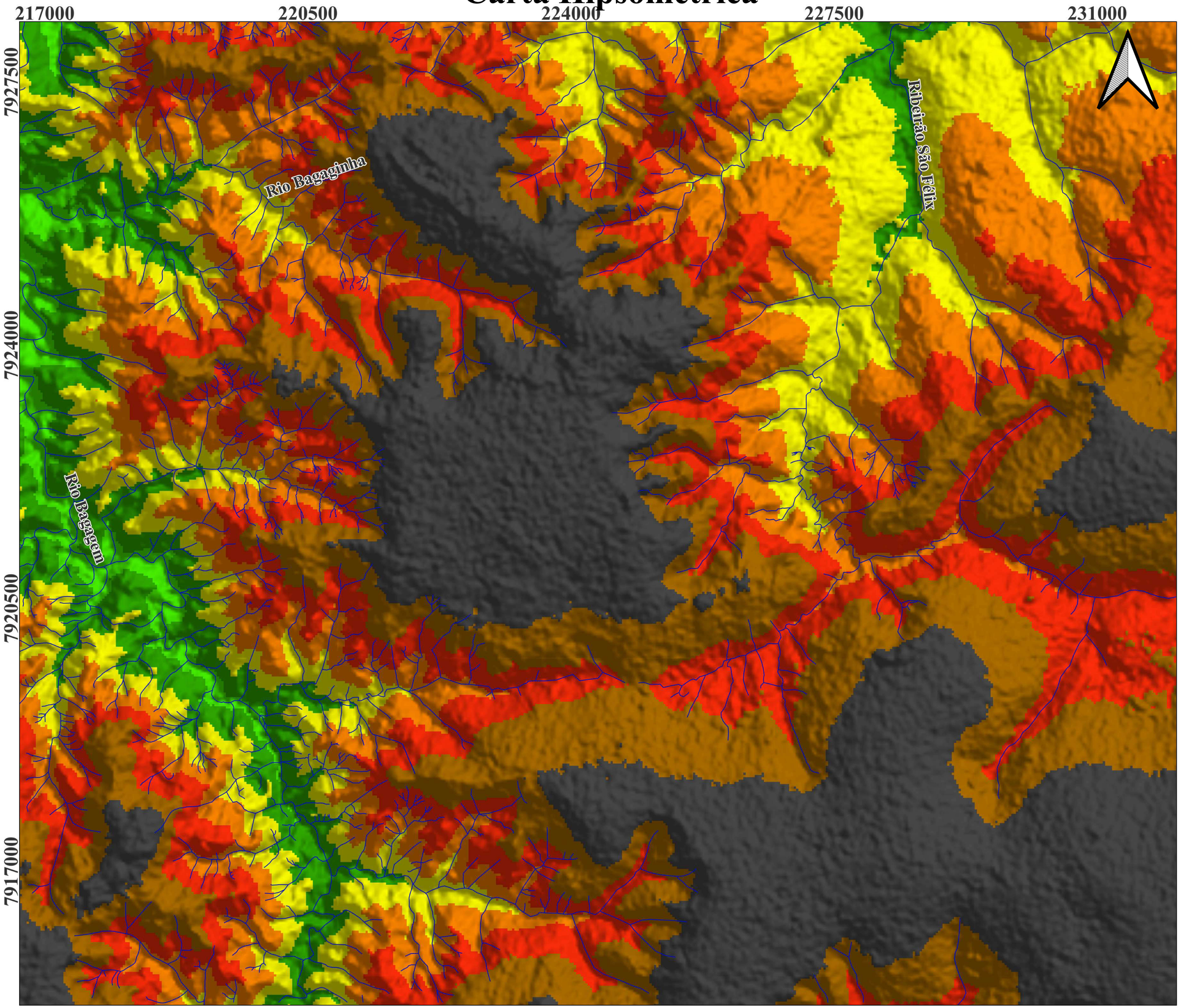
- Drenagens
- Rodovias
- Estrada não pavimentada
- Curvas Altimétricas
- Água-emendada

GEOLOGIA
Universidade Federal de Uberlândia
Campus Monte Carmelo
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Curvas de nível geradas a partir de imagens SRTM com equidistância de 20 metros. Drenagem extraída por fotointerpretação do Ortomosáico, folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007). Integração de informações a partir de imagens do Google Earth.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Carta Hipsométrica



LEGENDA

Classes de Hipsometria (m)

- < 780
- 780 - 820
- 820 - 860
- 860 - 900
- 900 - 940
- 940 - 980
- > 980

Convenções Cartográficas

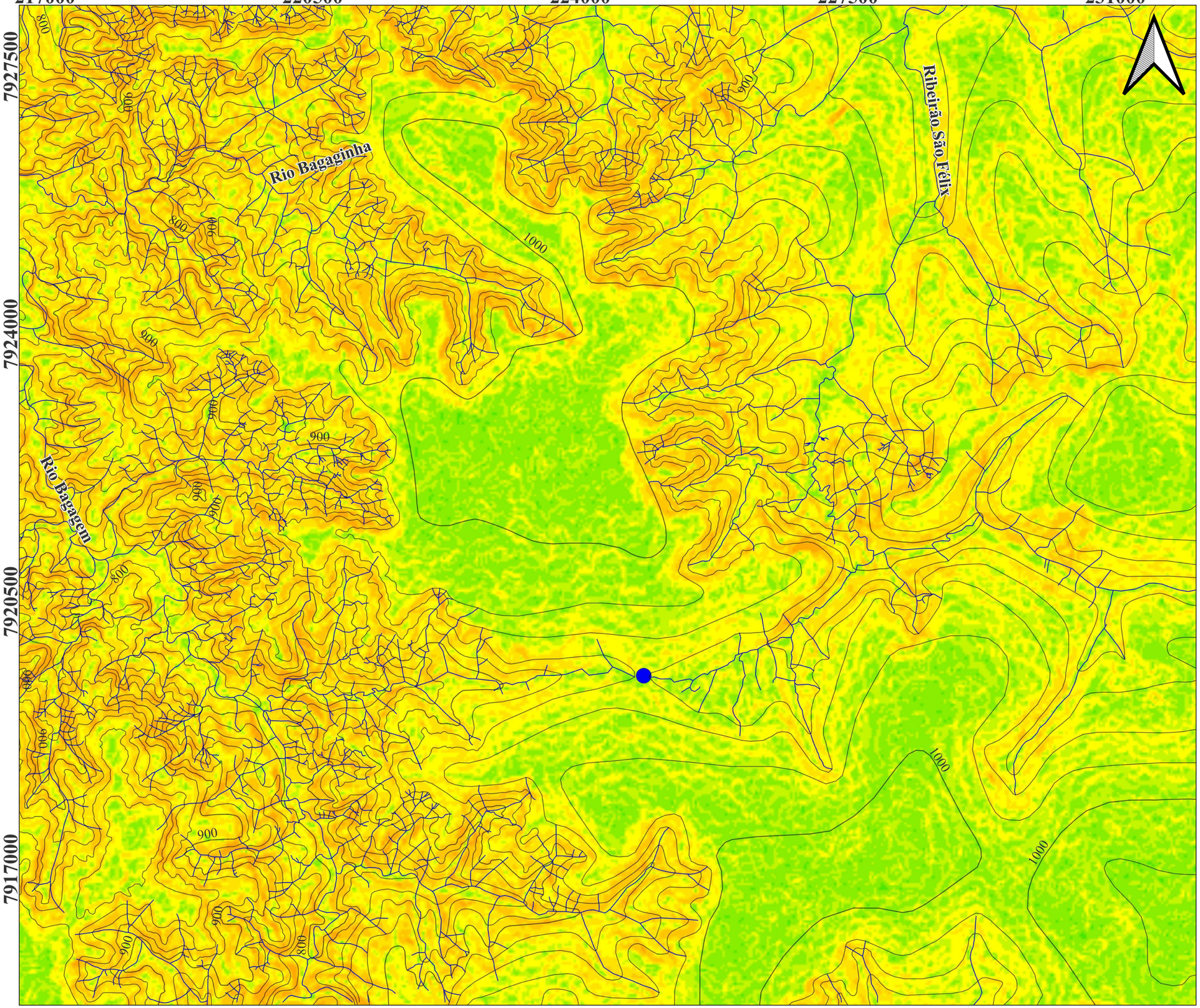
- Drenagens
- Água-emendada

GEOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CAMPUS MONTE CARMELO
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Carta gerada a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) através de imagem SRTM.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Carta Declividade



0 1 2 3 km

1:25.000

LEGENDA

Classes de Declividade (%)

- < 3%
- 3 - 6%
- 6 - 12%
- 12 - 20%
- 20 - 30%
- 30%

Convenções Cartográficas

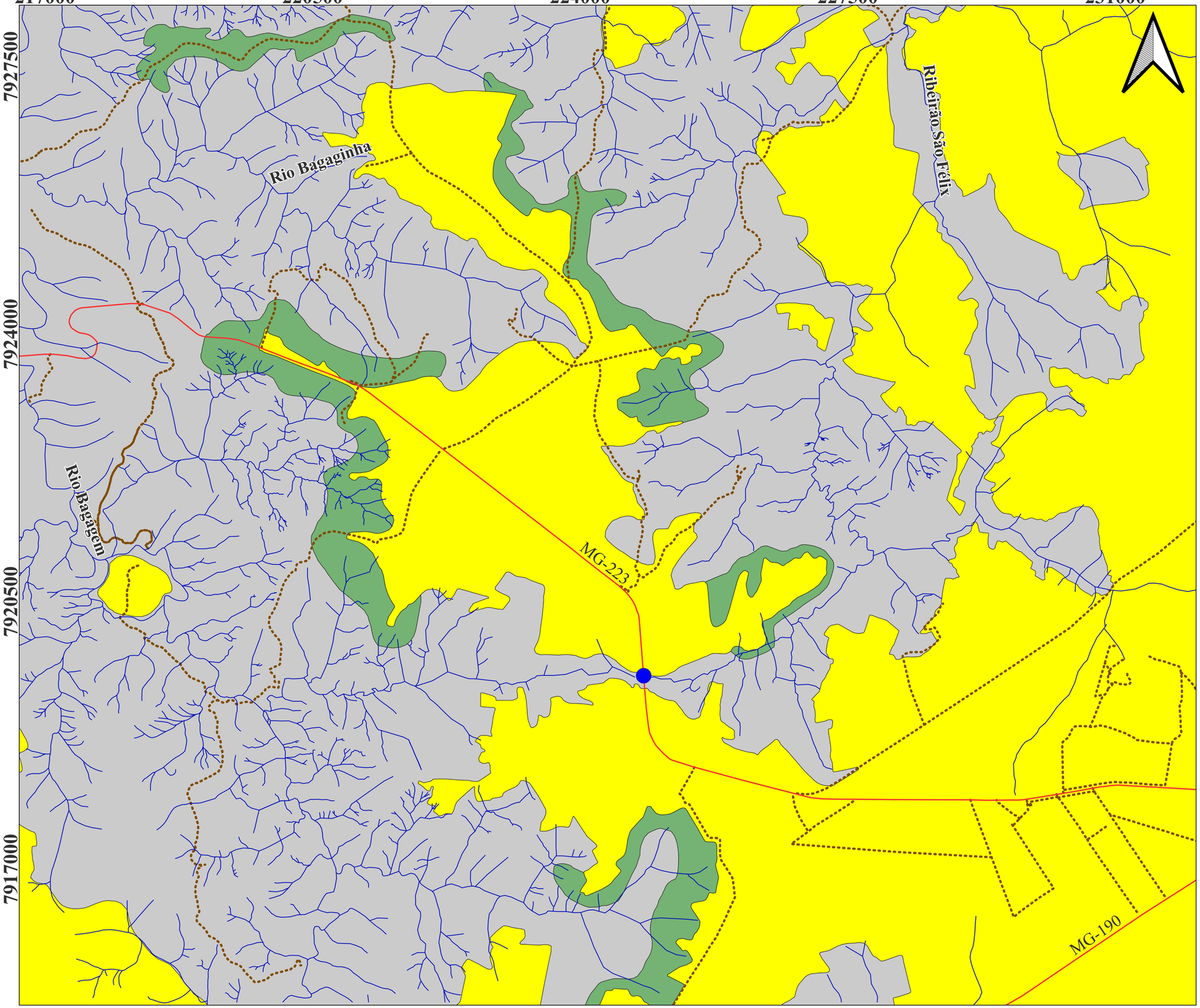
- Curvas Altimétricas
- Drenagens
- Água-emendada

GEOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CAMPUS MONTE CARMELO
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Carta gerada a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) através de imagem SRTM.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Carta Litológica



LEGENDA

Cenozoico

- Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares

Mesozoico

- Formação Marília

Neoproterozoico

- Grupo Araxá A

Convenções Cartográficas

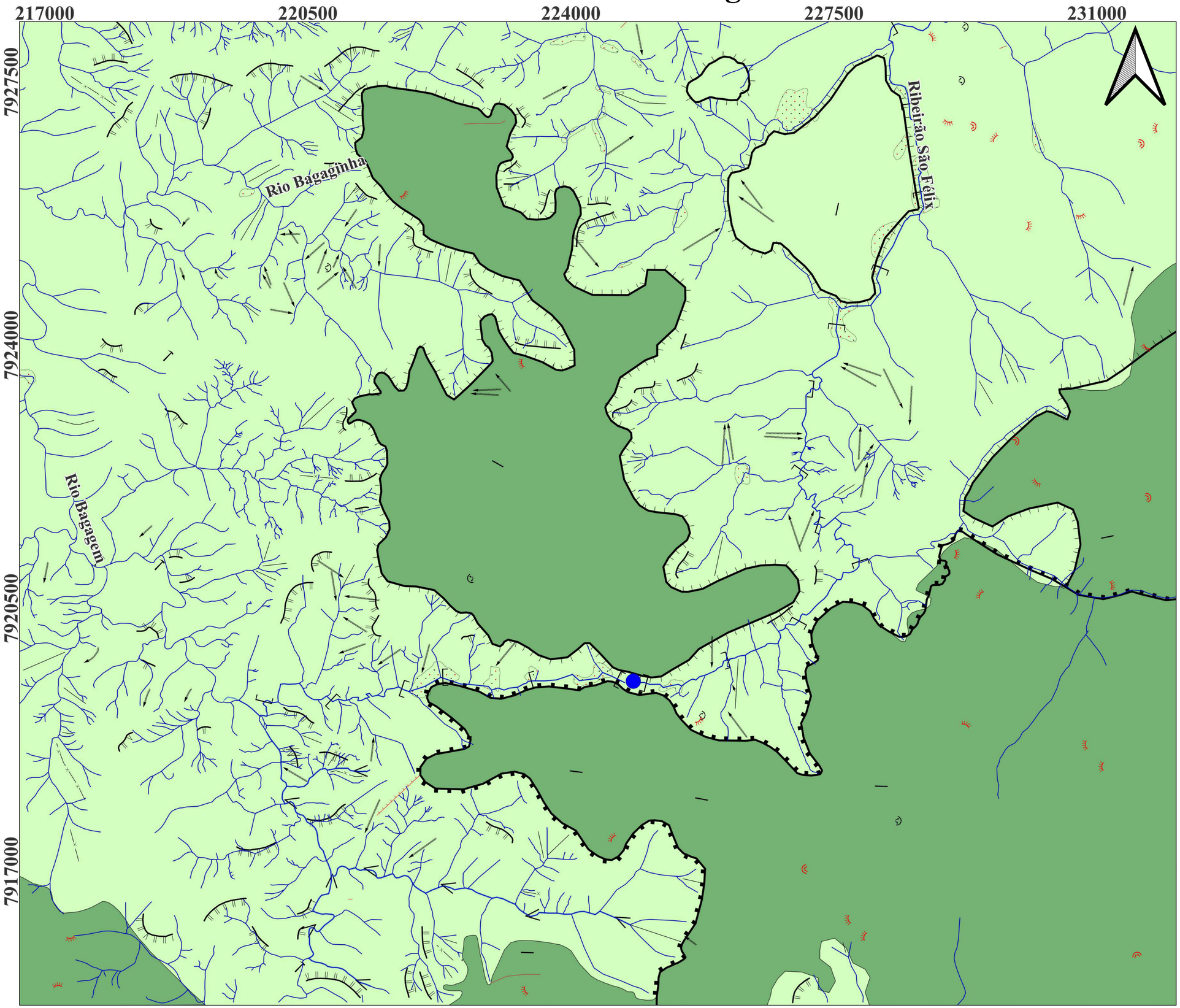
- Drenagens
- Rodovias
- Estradas não pavimentadas
- Água-emendada

GEOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CAMPUS MONTE CARMELO
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Adaptação de Chaves e Dias (2017). Carta extraída por fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007). Integração de informações a partir de imagens do Google Earth.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Carta Geomorfológica



LEGENDA

Feições Estruturais

- Patamar Estrutural

Formas de Vertentes

- Irregular
- Retilínea
- Côncava
- Convexa

Formas Denutativa

- Sulcos
- Rupturas Topográficas
- Relevo Residual

Dados Topográficos

- Linha de cumeada suave
- Linha de cumeada aguda

Modelados de Entalhe

- Vale encaixado em v
- Vale fundo plano

Forma de Acumulação

- Aptf

Convenções Cartográficas

- Rodovias
- Drenagens
- Corte para vias
- Mineração
- Terraço agrícola
- Água-emendada

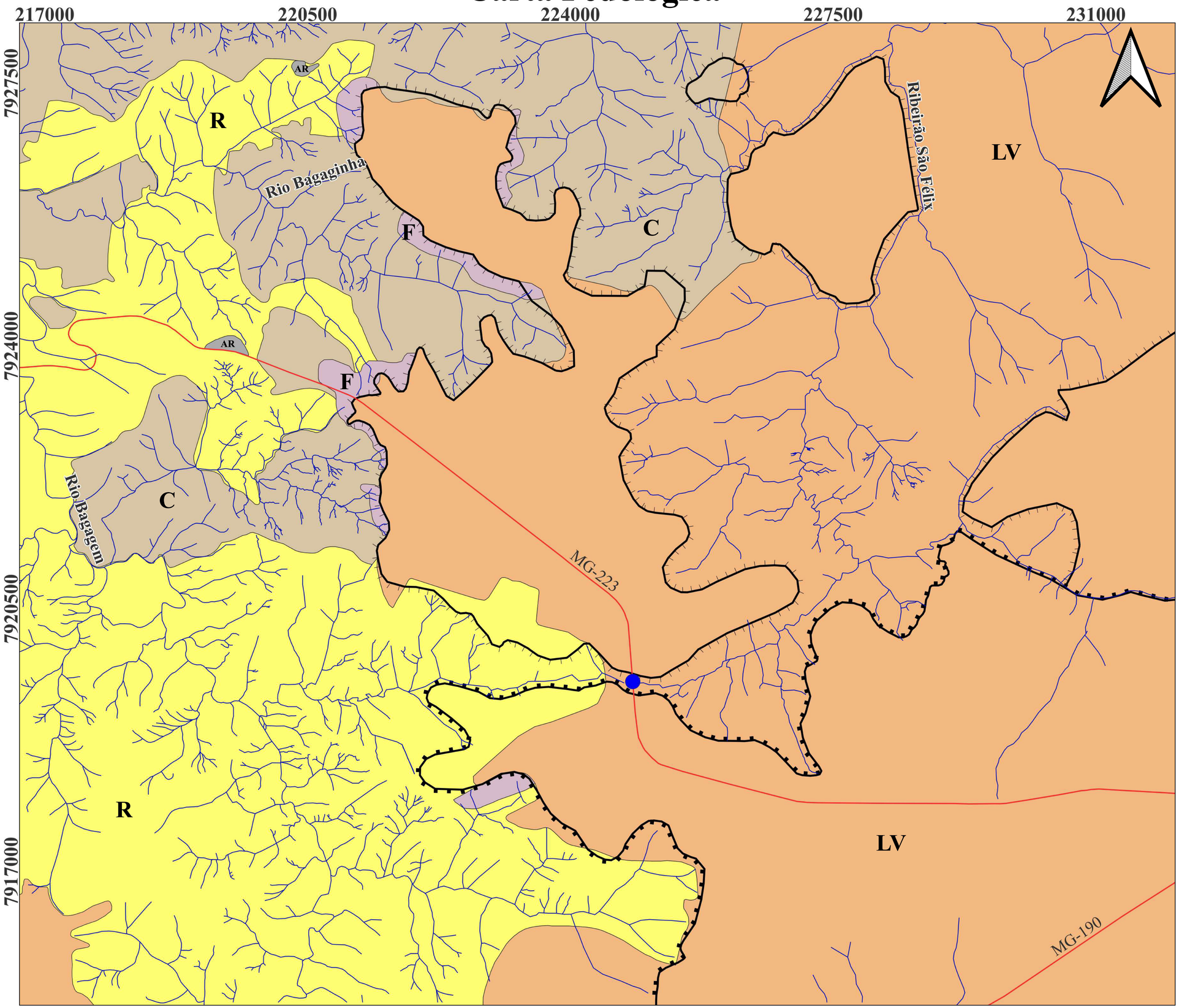
Unidades Morfoesculturais

- Planaltos tabulares da Bacia do Paraná
- Planalto dissecado da Faixa de Dobramentos Brasília

Carta extraída por fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007). Integração de informações a partir de imagens do Google Earth.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Carta Pedológica



LEGENDA

- F Plintossolo
- LV Latossolo Vermelho
- C Cambissolo
- R Neossolo
- AR Afloramento Rochoso

Conveções Cartográficas

- Drenagens
- Rodovias
- Água-emendada

Feições Geomorfológicas

- Relevo Residual
- Patamar Estrutural

GEOLOGIA
Universidade Federal de Uberlândia
Campus Monte Carmelo
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Adaptação de Motta et al. (2004). Carta extraída por fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007). Integração de informações a partir de imagens do Google Earth e das Cartas Geológica e Geomorfológica.

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

4.2 Compartimentos geomorfopedológicos

A partir da integração das informações trazidas pelas cartas morfométricas, litológica, geomorfológica e pedológica, identificaram-se 5 compartimentos geomorfopedológicos (figura 9).

Dentre os 5 compartimentos identificados, destaca-se o compartimento II, intitulado por Residual Aplainado Latossolizado. Em campo, essa forma remanescente de Planalto Tabular foi subdividida em quatro unidades, nomeadas por Água-Emendada, Monte Carmelo, Morro Vermelho e São José.

O compartimento geomorfopedológico I, nomeado por Tabular Aplainado Latossolizado (figura 10), tem baixo grau de dissecação, englobando principalmente os Planaltos Tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná, com variação altimétrica de 920 a 1020 metros, reduzidas declividades com Coberturas Detrito-Laterítica Coluvionar onde se desenvolvem espessos Latossolos Vermelhos.

Como é evidenciada na figura 10, a ausência de entalhamento expressivo pelas drenagens e a homogeneidade do material de cobertura confere a esse compartimento um caráter de superfície aplainada preservada, associada à unidade morfoescultural dos Planaltos Tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná. O compartimento é predominantemente recoberto por Latossolos Vermelhos, os quais favorecem o uso agrícola intensivo.

Compartimentos Geomorfopedológicos

217000 220500 224000 227500 231000

7927500 7924000 7920500 7917000

III V II III V V I IV I IV

Rio Bagaginha

Rio Bagagem

Ribeirão São Félix

0 1 2 3 km

1:25.000

LEGENDA

Compartimentos Geomorfopedológicos

- I Tabular aplainado latossolizada
- II Residual aplainado latossolizado
- III Moderadamente dissecado e latossolizado
- IV Escarpa encouraçada em patamar estrutural
- V Dissecada regolítica pedogenizada

Convenções Cartográficas

- Drenagens
- Água-emendada

GEOLOGIA
Universidade Federal de Uberlândia
Campus Monte Carmelo
UFU Universidade Federal de Uberlândia

Carta extraída por fotointerpretação da folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007). Gerada a partir da integração das cartas: Geológica, Geomorfológica e Pedológica, com integração das Cartas hipsométricas e de declividade, juntamente do Google Earth

Projeção: Mercator Transversa Universal (UTM)
Datum: SIRGAS 2000 fuso 23K
Elaboração: FERREIRA, T. S (2023)
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

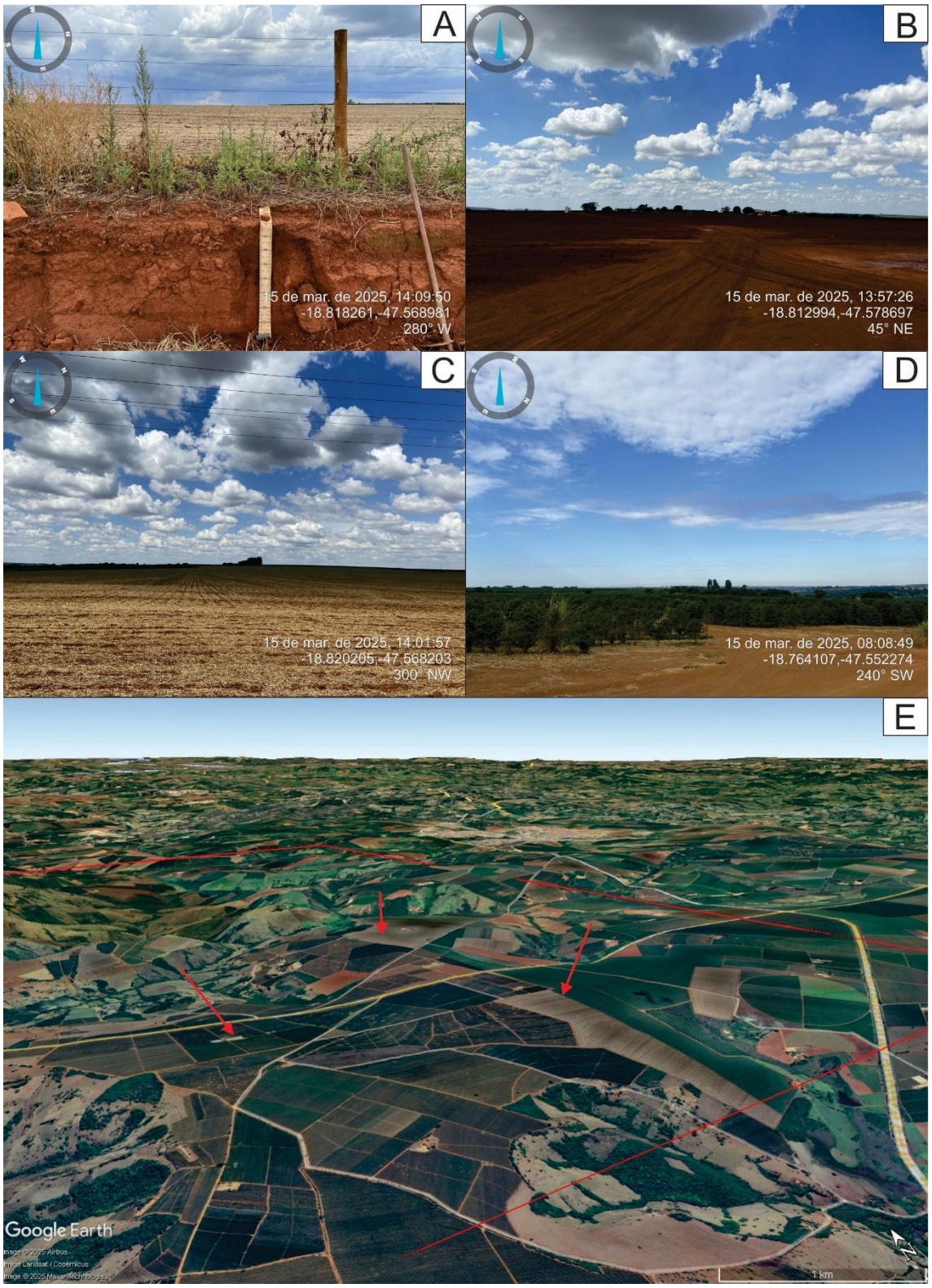


Figura 10: Compartimento Geomorfopedológico I. A) Perfil de Latossolo vermelho. B, C e D) Amplas formas aplainadas Latossolizadas com cultivo agrícola. E) Imagem aérea 3D do Google Earth, com setas indicando amplas formas aplainadas.

O compartimento geomorfopedológico II, intitulado por Residual Aplainado Latossolizado (figura 11) apresenta características idênticas ao primeiro compartimento no segmento de topos, porém com a diferença de ser caracterizado como relevo residual (em formação), situando-se no centro da área de estudo. Sua declividade é muito baixa e sua cota varia de 940 a 1000 metros nos setores de topo, no entanto, os rebordos desse relevo residual são dissecados por drenagens ortogonais/subsequentes que se dirigem ao ribeirão São Félix, a leste e ao rio Bagagem, a oeste. Nas figuras 11A e 10C podem-se observar os topos aplainados do relevo residual, ao passo que seu entorno está escarpado e altamente dissecado. Nessas áreas escarpadas são encontradas, do topo para a base, Plintossolos, seguidos de arenitos e de Micaxistos do Grupo Araxá

Reitera-se que esse compartimento apresenta características morfológicas e pedológicas semelhantes àquelas observadas no compartimento I, especialmente no que se refere à presença de Latossolos Vermelhos espessos e a baixa declividade nas porções de topo. Contudo, a diferenciação se justifica pela desconexão parcial em relação ao patamar tabular principal, sendo isolado pela atuação de duas drenagens ortogonais, que atuam de forma incisiva no entalhamento lateral do relevo.

O compartimento geomorfológico III engloba formas suavemente convexizadas, moderadamente dissecadas e latossolizadas (figura 12), na qual seu grau de dissecação já é um pouco mais elevado em relação aos compartimentos citados anteriormente. As cotas altimétricas variam de 800 a 980 metros, sendo encontrada a NE do mapa, englobando litotipos do Grupo Araxá e Coberturas cenozoicas, onde se desenvolvem Latossolos Vermelhos, propícios para a agricultura.

O compartimento geomorfopedológico IV foi caracterizado como Escarpa Encouraçada em Patamar Estrutural, e diz respeito às áreas escarpadas do Planalto Tabular e do relevo residual, que se encontram sustentadas por Plintossolos e arenitos (figura 13). Também se localizou Micaxistos do Grupo Araxá na base dessas escarpas, assim como na base dos Plintossolos Pétricos, em relevo residual no interior do compartimento III. Sua cota altimétrica varia de 900 a 980 metros, com classes de declividade acentuadas, variando de 6 a 12%. Essa combinação de fatores, sendo uma declividade acentuada e um solo Pétrico, faz com que se torne um compartimento geomorfopedológico pouco explorado pela agricultura.

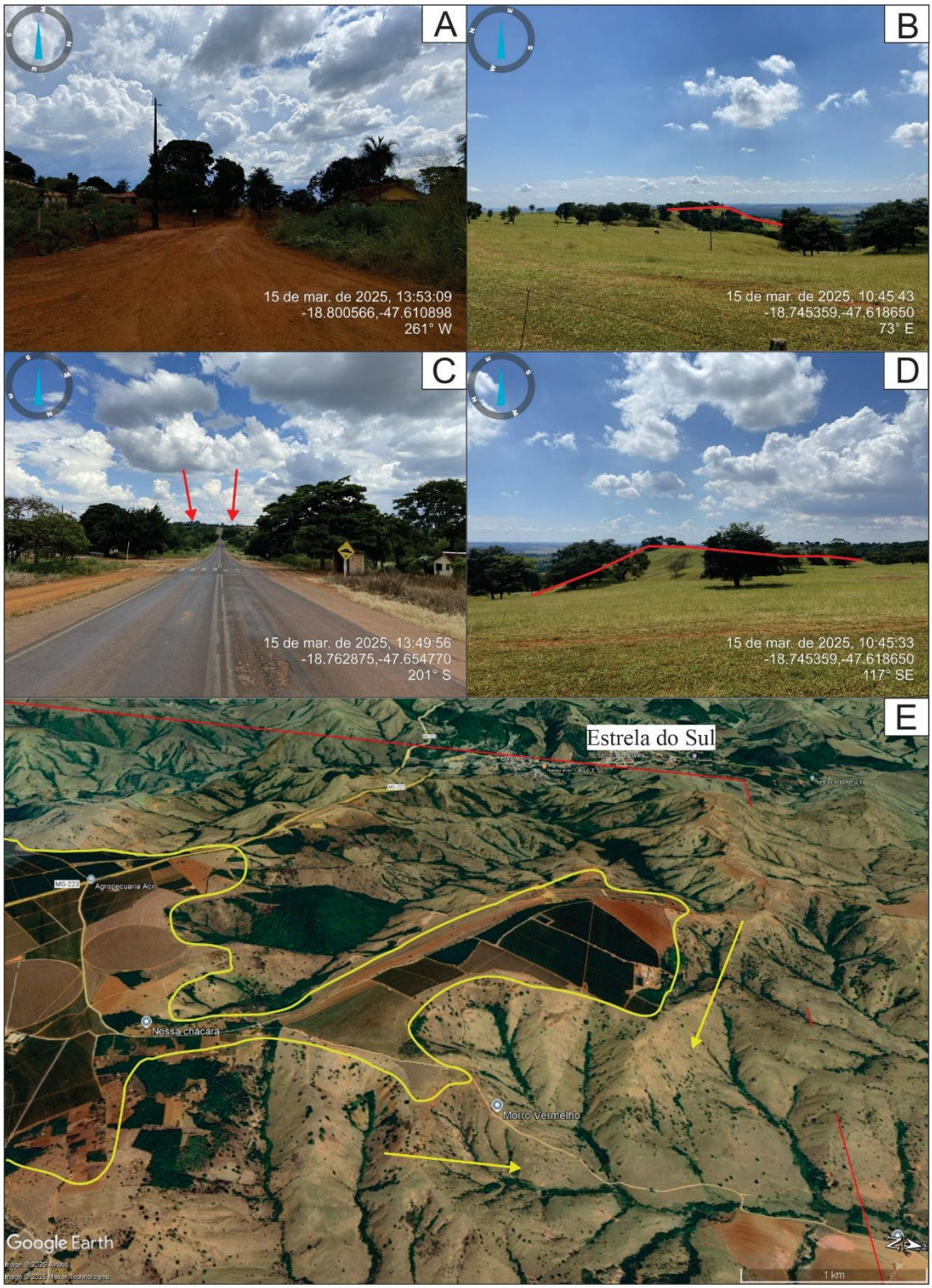


Figura 11: Compartimento Geomorfopedológico II. A e C) Trecho do vilarejo Água-Emendada, onde as cabeceiras de drenagens ortogonais dos tributários do rio Bagagem e do ribeirão São Félix estão próximas (setas vermelhas). B e D) Limite do compartimento II, transicionando para o compartimento IV, a partir da quebra de relevo (linha vermelha). E) Imagem aérea 3D do Google Earth, com limite do relevo residual em formação a partir da linha amarela e o compartimento geomorfopedológico III à SE da imagem (seta amarela).

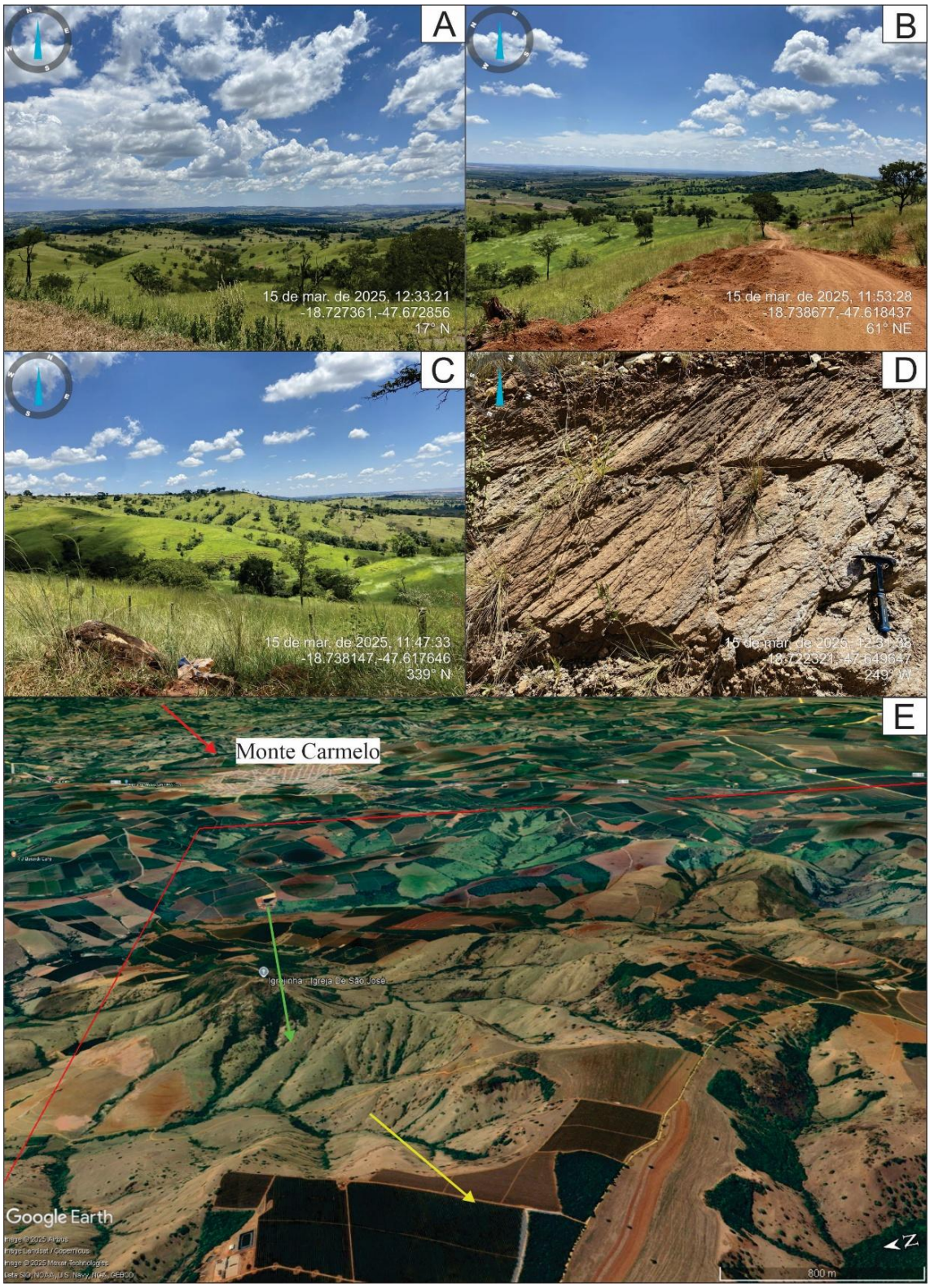


Figura 12: Compartimento Geomorfopedológico III. A, B e C) Formas com topos convexos moderadamente dissecadas. D) Afloramento de Micaxisto do Grupo Araxá. E) Imagem 3D do Google Earth. Ao fundo, cidade de Monte Carmelo e formas suavemente convexizadas (seta vermelha). No primeiro plano (seta amarela), compartimento geomorfopedológico II, que se configura um relevo residual. As formas mais dissecadas (seta verde) ao entorno do relevo residual, representam áreas escarpadas do compartimento geomorfopedológico IV.

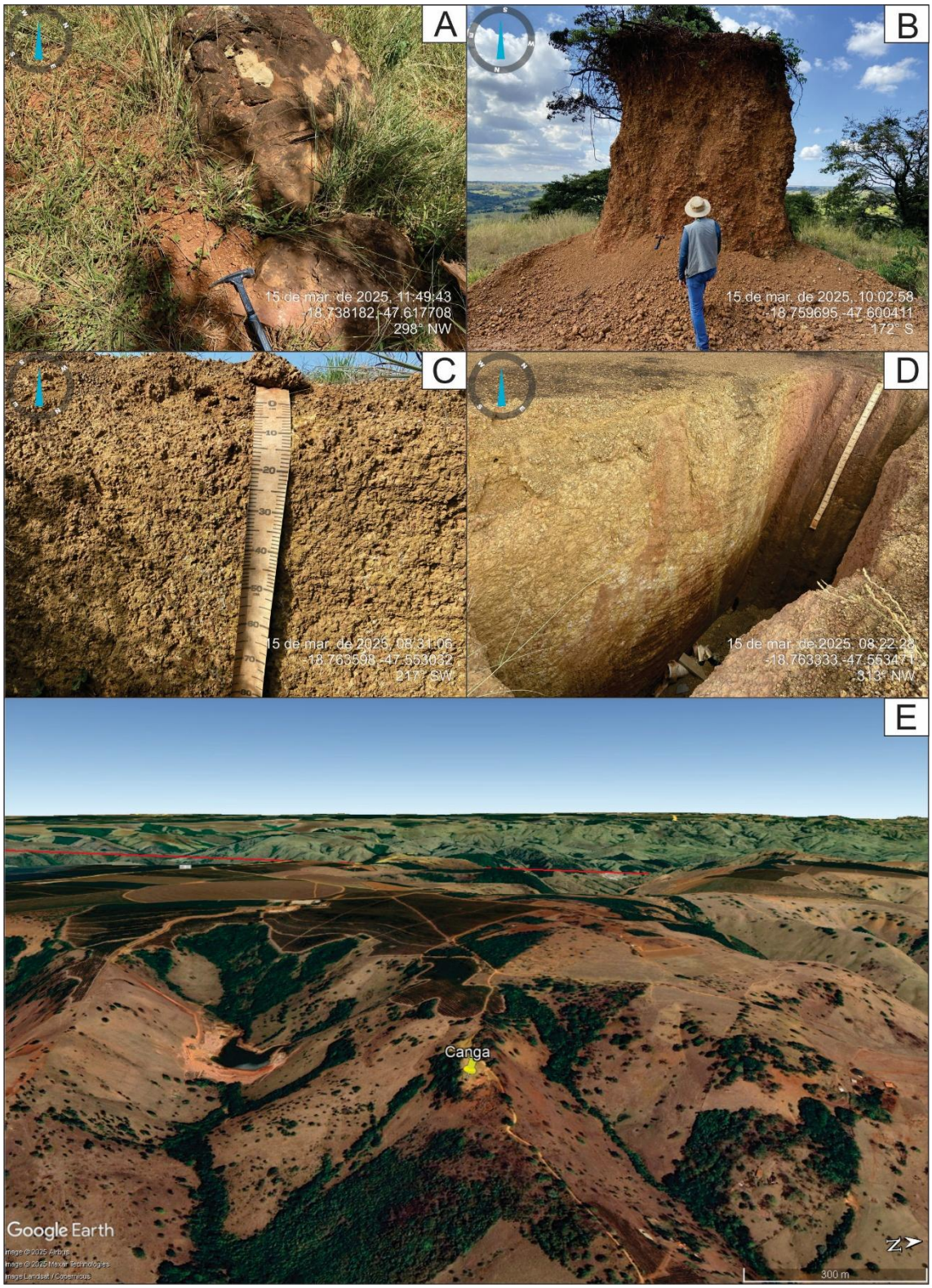


Figura 13: Compartimento Geomorfopedológico IV. A) Blocos de arenito sustentando a escarpa. B e C) Plintossolos Pétricos sustentando terço superior da escarpa. D) Cava de cascalho com perfil constituído por Plintossolo sobreposto ao Micaxisto do Grupo Araxá. E) Imagem 3D do Google Earth em escarpa de relevo residual, local de registro da foto B.

Por fim, o compartimento geomorfopedológico V, se intitula por Dissecado regolítico pedogenizado (figura 14), na qual há um grande contraste com o compartimento II (figura 11), citado anteriormente. Suas cotas variam de 980 a 760 metros, engloba litologias do Grupo Araxá, sendo o mais dissecado e abriga a maior densidade de drenagens, fazendo com que esteja mais entalhado e consequentemente com maior grau de erosão. Trata-se de áreas que são dissecadas pelos afluentes do rio Bagagem, sendo responsável pela formação do relevo residual, conforme pode observar na carta Geomorfopedológica (Figura 9). Além disso, destaca-se o rio Bagaginha, que disseca o próprio relevo residual (compartimento II).

Estes compartimentos geomorfopedológicos também podem ser realçados a partir de Perfis Topográficos, como observado na figura 15. Esses perfis traçados demonstram seu comportamento e sua morfologia ao longo de transectos, facilitando a compreensão e até mesmo a visualização das feições da área de estudo. O quadro síntese 1 reúne os atributos morfométricos, litológicos, geomorfológicos e pedológicos que permitiram o reconhecimento dos compartimentos geomorfopedológicos.

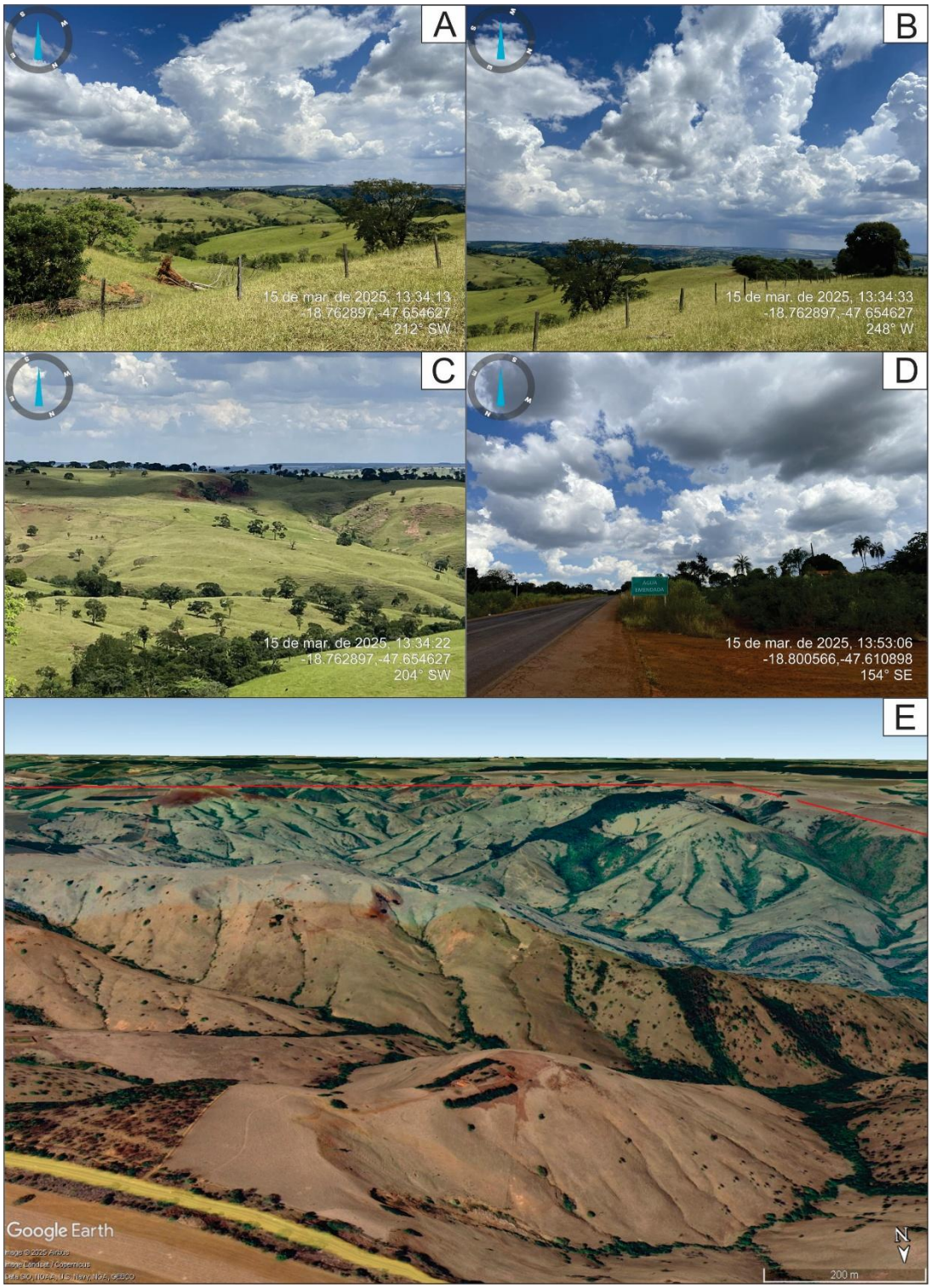
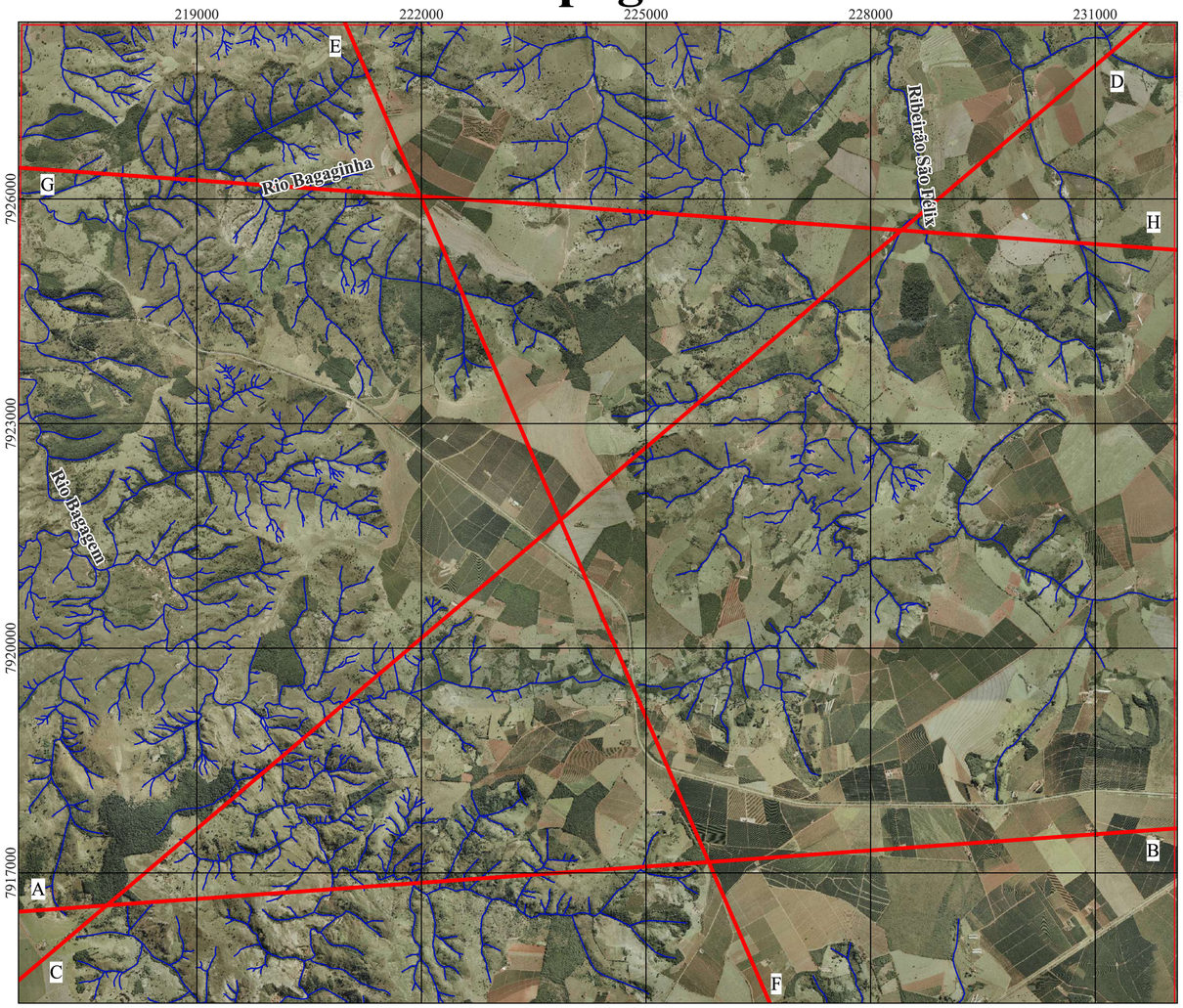
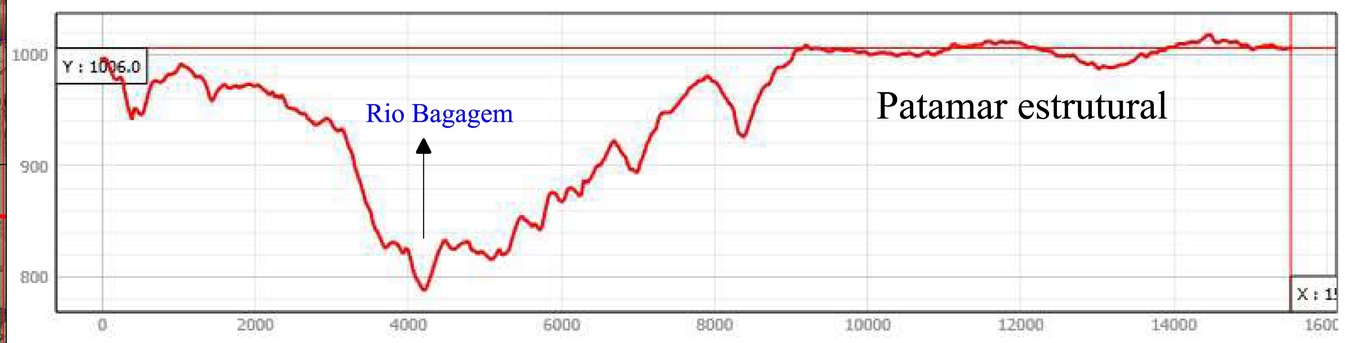


Figura 14: Compartimento Geomorfopedológico V. A, B e C) Áreas com elevado grau de entalhamento de rede hidrográfica adensada, formas convexas com vertentes declivosas. D) Água-Emendada, em área de entalhe do São Félix e de tributários do Bagagem. E) Imagem 3D do Google Earth, demonstrando entalhamento de afluentes do rio Bagagem.

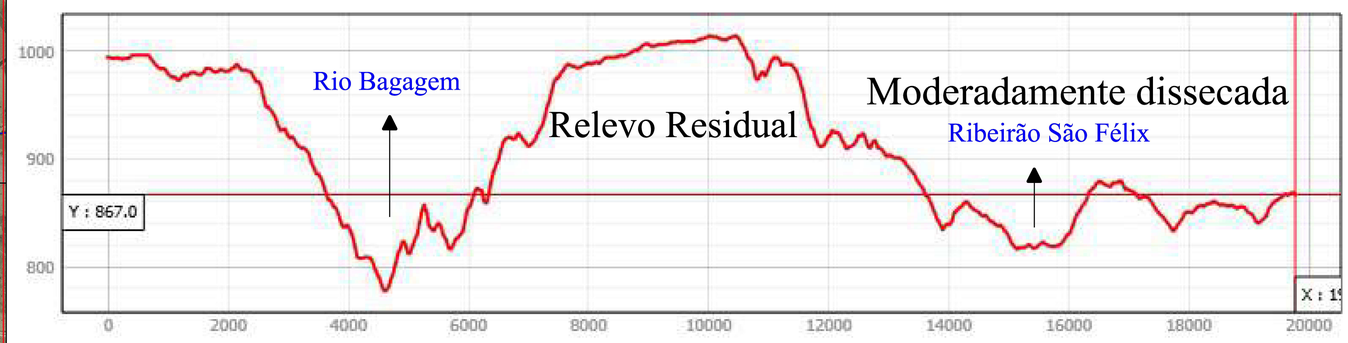
Perfis Topográficos



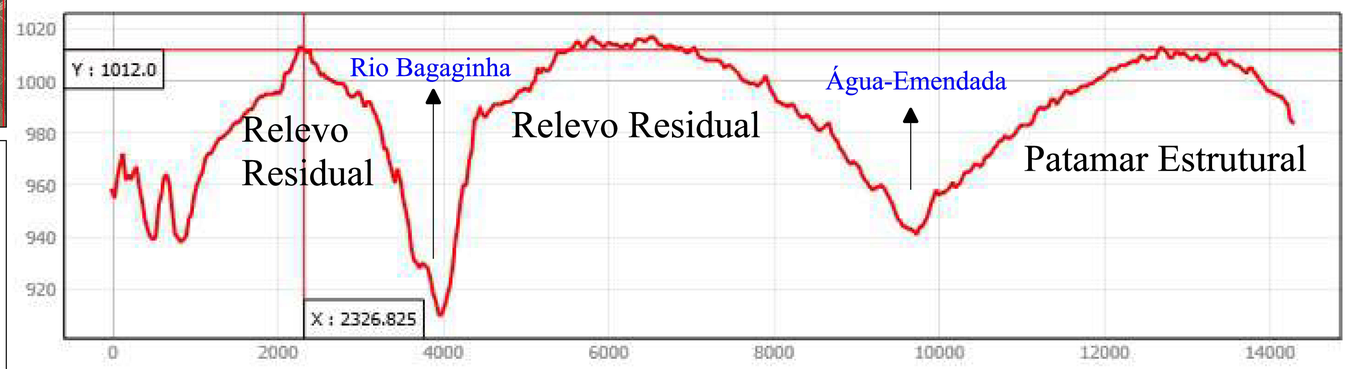
Perfil AB



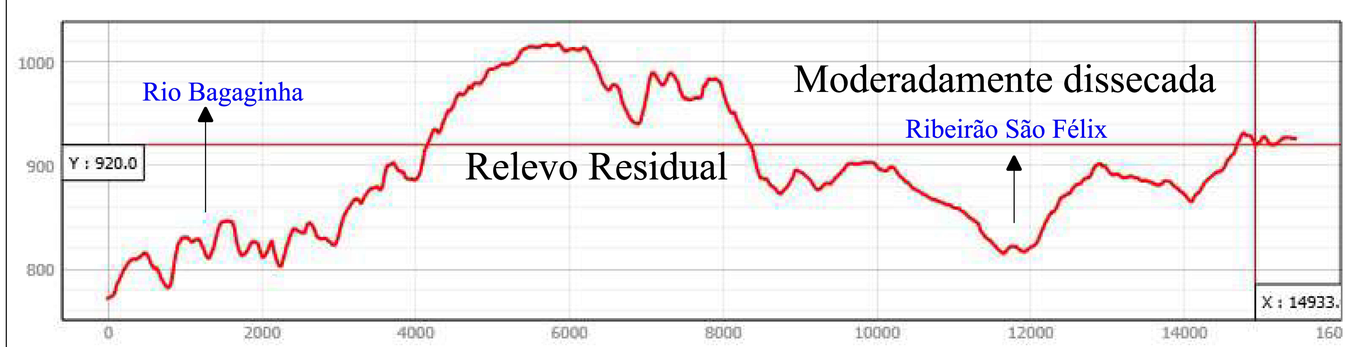
Perfil CD

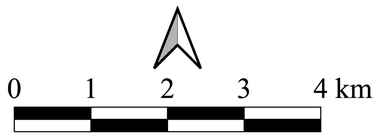


Perfil EF



Perfil GH





1:25.000

Drenagem extraída por fotointerpretação do Ortomosáico, folha SE.23-Y-A-IV-4, escala 1:25.000 (IBGE, 2007).

UFU Universidade Federal de Uberlândia

IG INSTITUTO DE Geografia UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Legenda

Convenção Cartográfica

— Drenagens

Sistema de Coordenadas Projetadas
Projeção: UTM
Datum: SIRGAS 2000
Zona: 23 S
Autor: FERREIRA, T. S.
Orientação: SILVEIRA, A.
Ano: 2024

Compartimentos Geomorfopedológicos	Hipsometria (metros)	Declividade (%)	Litológico (Chaves; Dias, 2017)	Geomorfológico	Pedológico (Motta et al., 2004)
Tabular Aplainado Latossolizado	900 - 1020	<3	Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares	Planaltos Tabulares da Bacia do Paraná	Latossolo Vermelho
Residual Aplainado Latossolizado	900 - 1020	<3	Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares	Planaltos Tabulares da Bacia do Paraná	Latossolo Vermelho
Moderadamente Dissecado e Latossolizado	780 - 940	6 – 12	Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares e Grupo Araxá A	Planaltos dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília	Latossolo Vermelho e Cambissolo
Escarpa Encouraçado em Patamar Estrutural	900 – 980	12 – 20	Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares e Formação Marília	Planaltos Dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília	Plintossolo
Dissecado Regolítico Pedogênizado	780 - 940	20 - 30	Cobertura Detrito-Lateríticas Coluvionares, Formação Marília e Grupo Araxá A	Planaltos Dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília	Neossolo e Cambissolo

Quadro 1: Síntese dos Compartimentos Geomorfopedológicos .

4.3 Índices Morfométricos

Foram aplicados três indicadores morfométricos derivados da Razão de Declividade Efetiva (RDE): o RDE total, RDE segmento e a razão entre ambos (RDE total/RDE segmento). Esses índices foram fundamentais para quantificar o grau de energia de relevo nos canais fluviais e para interpretar o comportamento erosivo ao longo do perfil longitudinal das drenagens. A figura a seguir (16) apresenta os canais que receberam cálculos.

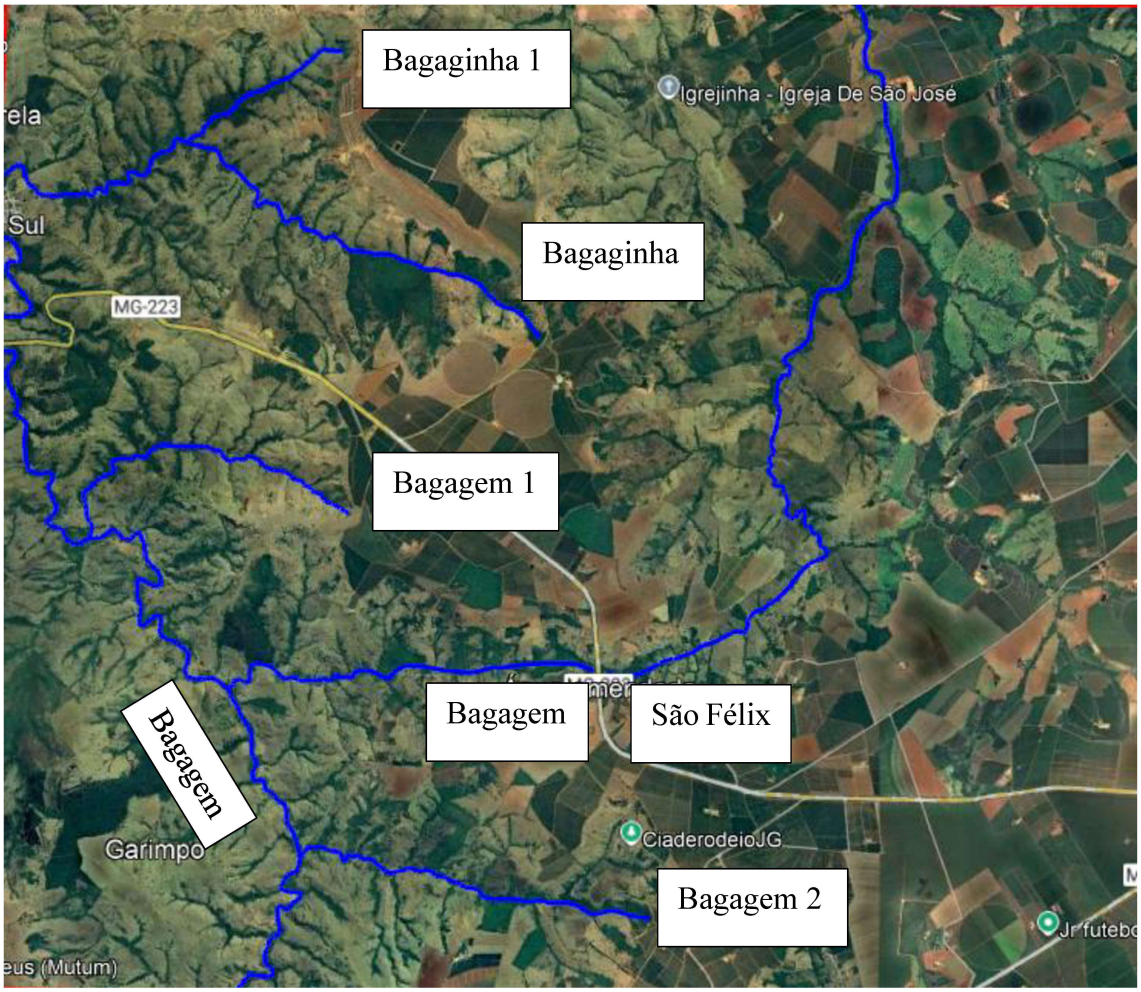


Figura 16: Drenagens utilizadas para cálculo de RDE Total e Segmento.

A partir desses cálculos foi possível observar variações significativas entre os cursos d'água analisados, fornecendo subsídios para interpretar a dinâmica de separação das feições residuais. A tabela 1, apresentada a seguir, reúne os valores de RDE total obtidos para os principais canais da região.

Curso d'Água	Extensão (km)	Cota Cabeceira (m)	Cota Foz (m)	Amplitude (m)	ln(L)	RDE Total
Bagaginha 1	6.45	964.00	747.00	217.00	1.86	**116.44**
Bagaginha	6.40	1007.00	830.00	177.00	1.86	95.37
Bagagem 1	5.05	979.00	766.00	213.00	1.62	**131.47**
Bagagem	5.92	941.00	783.00	158.00	1.78	88.85
Bagagem 2	5.27	990.00	793.00	197.00	1.66	**118.52**
São Félix	13.49	945.00	815.00	130.00	2.60	49.96

Tabela 1: RDE Total.

De acordo com Hack (1973), valores >100 de RDE Total indicam alta declividade média e potencial erosivo elevado, sugerindo que o rio está em uma área com forte influência erosiva ou com alto gradiente topográfico. Na tabela 2, em negrito, se destacam os canais Bagaginha 1 e Bagagem 2 com valores superiores a 100.

Valores moderados de RDE Total (50 a 100) indicam declividade média e potencial erosivo intermediário. Esses rios podem estar em áreas com influência tectônica menos intensa ou em transição entre áreas de alta e baixa declividade (Hack, 1973). Já os valores baixos de RDE Total (<50) indicam reduzida declividade média e menor potencial erosivo. Esses rios estão em áreas de planície ou com pouca influência tectônica. (Hack, 1973).

A partir da análise do RDE total, a tabela 2 apresenta os valores obtidos para os segmentos analisados (RDE segmento), servindo de base para a identificação de anomalias morfométricas e zonas de potencial fragmentação do relevo (Etchebehere *et al.*, 2006).

Segmento	Extensão Segmento (m)	Cota Início Segmento (m)	Cota Fim Segmento (m)	Amplitude Segmento (m)	l(M)	RDE Segmento
Bagaginha 1						
	206.00	964.00	920.00	44.00	210	44.85437
	263.00	920.00	900.00	20.00	489	37.18631
	1099.00	900.00	880.00	20.00	1707	31.0646

	233.00	880.00	860.00	20.00	2639	**226.5236**
	441.00	860.00	820.00	40.00	5494	**498.322**
	254.00	860.00	840.00	20.00	10824	**852.2835**
	294.00	840.00	820.00	20.00	11174	**760.1361**
	245.00	820.00	800.00	20.00	32787	**2676.49**
	1069.00	800.00	780.00	20.00	65411	**1223.779**
	633.00	780.00	760.00	20.00	132037	**4171.785**
	762.00	760.00	740.00	20.00	263630	**6919.423**
Bagaginha						
	226.00	1007.00	980.00	27.00	227	27.11947
	132.00	980.00	960.00	20.00	360	54.54545
	272.00	960.00	940.00	20.00	860	63.23529
	883.00	940.00	920.00	20.00	2392	54.17894
	830.00	920.00	900.00	20.00	4680	**112.7711**
	705.00	900.00	880.00	20.00	9327	**264.5957**
	613.00	880.00	860.00	20.00	18682	**609.5269**
	1643.00	860.00	840.00	20.00	36707	**446.829**
Bagagem 1						
	153.00	960.00	940.00	20.00	165	21.56863
	155.00	940.00	920.00	20.00	323	41.67742
	343.00	940.00	920.00	20.00	861	50.20408
	281.00	920.00	900.00	20.00	1653	**117.6512**
	666.00	900.00	880.00	20.00	3579	**107.4775**
	729.00	880.00	860.00	20.00	7258	**199.1221**
	254.00	860.00	840.00	20.00	13932	**1097.008**
	455.00	840.00	820.00	20.00	28089	**1234.681**
	748.00	820.00	800.00	20.00	56066	**1499.091**
	388.00	800.00	780.00	20.00	112171	**5782.01**
	498.00	780.00	766.00	14.00	224586	**6313.663**
Bagagem						
	956.00	940.00	920.00	20.00	1061	22.19665
	783.00	920.00	900.00	20.00	1860	47.50958
	906.00	900.00	880.00	20.00	3894	85.96026
	212.00	880.00	860.00	20.00	7027	**662.9245**
	425.00	860.00	840.00	20.00	14356	**675.5765**
	452.00	840.00	820.00	20.00	28826	**1275.487**
	556.00	820.00	800.00	20.00	57652	**2073.813**
	712.00	800.00	783.00	17.00	115073	**2747.529**
Bagagem 2						

	171.00	980.00	960.00	20.00	171	20
	365.00	960.00	940.00	20.00	365	20
	455.00	940.00	920.00	20.00	536	23.56044
	608.00	920.00	900.00	20.00	901	29.63816
	304.00	900.00	880.00	20.00	1437	94.53947
	400.00	880.00	860.00	20.00	2338	**116.9**
	790.00	860.00	840.00	20.00	3775	95.56962
	689.00	840.00	820.00	20.00	6113	**177.4456**
	808.00	820.00	800.00	20.00	9888	**244.7525**
	271.00	800.00	793.00	7.00	16001	**413.31**
São Félix						
	1600.00	940.00	920.00	20.00	1732	21.65
	1523.00	920.00	900.00	20.00	1734	22.77085
	500.00	900.00	880.00	20.00	3466	**138.64**
	381.00	880.00	860.00	20.00	5200	**272.9659**
	3532.00	860.00	840.00	20.00	8666	49.07135
	422.00	840.00	820.00	20.00	13866	**657.1564**
	3239.00	820.00	814.00	6.00	22532	41.73881

Tabela 2: RDE segmento.

Os segmentos com valores elevados de RDE segmento indicam regiões de maior declividade relativa. Esses trechos podem estar associados a maior velocidade do escoamento da água, o que favorece processos erosivos e transporte de sedimentos. (Etchebehere *et al.*, 2006). Os valores de referência são os mesmos apontados no RDE Total.

Em negrito, na tabela 2, se destacam os mais valores altos de RDE segmento mais elevados, chamando atenção devido à sua magnitude extremamente alta em alguns trechos. Entre eles, destacam-se os valores de 6919,42 para o curso Bagaginha 1, 6313,66 para o Bagagem 1 e 2747,52 para o Bagagem. Esses resultados indicam trechos com forte inclinação e sugerem uma possível instabilidade geológica acentuada, uma vez que que

se referem a canais que escoam em direção à Faixa de Dobramentos Brasília, onde o controle estrutural e a dinâmica erosiva são mais intensos.

Valores mais baixos de RDE sugerem regiões mais planas, onde o fluxo tende a ser mais lento e há maior deposição de sedimentos (Hack, 1973). Alguns segmentos do São Félix possuem RDE abaixo de 50, evidenciando trechos com menor impacto erosivo.

Segundo Sebeer e Gornitz (1983) *apud* Limírio (2020), existem duas categorias para o índice RDEs/RDEt. As anomalias de 2ª ordem possuem valores variando de 2 a 10, ao passo que as anomalias de 1ª ordem referem-se aos valores superiores a 10.

As anomalias de 1ª ordem indicam pequenas falhas, flexuras do terreno, zonas de fraturamento, ou até variações litológicas. As anomalias de 2ª ordem indicam uma ruptura mais intensa, sugerindo possíveis falhas tectônicas recentes, instabilidades estruturais importantes, ou mudanças abruptas na energia do relevo (Seeber; Gornitz, 1983). Abaixo, na tabela 3 estão apresentados os valores da aplicação da equação RDEs/RDEt:

	Bagaginha 1	**Bagaginha**	**Bagagem 1**	**Bagagem**	**Bagagem 2**	**São Félix**
Razão RDE						
	0.38521	0.28436	0.16406	0.24982	0.16875	0.43335
	0.31936	0.57194	0.31701	0.53472	0.16875	0.45578
	0.26679	0.66305	0.38187	0.96748	0.19879	2.77502
	1.94541	0.56809	0.89489	7.46117	0.25007	5.46369
	4.27965	1.18246	0.81751	7.60356	0.79767	0.98221
	7.31951	2.77441	1.51458	**14.35551**	0.98633	**13.15365**
	6.52814	6.39118	8.34417	**23.34061**	0.80636	0.83544
	22.98600	4.68522	9.39135	**30.92324**	1.49718	
	10.50996		**11.40253**		2.06507	
	35.82777		**43.97969**		3.48726	
	59.42479		**48.02360**			

Tabela 3: RDE total (razão entre total e segmento)

Na área investigada, a aplicação deste índice (RDE total/segmento) permitiu identificar padrões significativos na distribuição espacial das anomalias de declividade. Os segmentos que apresentaram valores entre 2 e 10 (anomalias de 2ª ordem), sendo praticamente em todos os canais calculados, correspondem a trechos onde se observam descontinuidades moderadas no perfil longitudinal dos canais, possivelmente associadas a variações litológicas sutis ou a pequenas feições estruturais. Já os valores superiores a

10 (anomalias de 1ª ordem) indicam rupturas mais acentuadas na declividade, que podem estar relacionadas a controles geológicos mais significativos, como falhas ativas e contatos entre unidades litológicas, sendo mais evidenciados nos canais Bagagem e Bagaginha.

Esta distinção é particularmente relevante para o presente estudo, pois permite estabelecer uma hierarquia na importância das descontinuidades identificadas nos perfis fluviais. As anomalias de 1ª ordem, representam feições-chave para compreender a evolução geomorfológica da área, pois identificam os locais com maior potencial erosivo, potencialmente indicativas de controles estruturais ativos ou de setores com maior resistência à erosão. Por outro lado, as anomalias de 2ª ordem, embora menos expressivas, refletem ajustes em escala local (Sebeer; Gornitz, 1983).

4.4 Água-Emendada: um relevo residual em formação

A análise integrada dos dados cartográficos, de índices morfométricos e de campo permitem afirmar que a feição central da área de estudo, situada em Água-emendada (MG), apresenta evidencias consistentes de estar em processo ativo de afastamento do Patamar Estrutural posicionado no Planalto Tabular, configurando-se como um relevo residual em formação.

O compartimento geomorfopedológico classificado como Residual Aplainado Latossolizado apresenta atributos morfográficos, geológicos e pedológicos similares ao compartimento Tabular Latossolizado Aplainado adjacentes, mas diferencia-se por estar parcialmente isolado por drenagens ortogonais (subsequentes) e anaclinais (obsequentes), que promovem intensa dissecação atual regressiva. Essa regressão é notadamente visível na atuação dos canais afluentes do rio Bagagem e Ribeirão São Félix.

Os produtos cartográficos elaborados foram fundamentais para a delimitação dos relevos residuais. Os mapas hipsométrico e de declividade (figuras 17A e B) demonstram nivelamentos altimétricos e gradientes de vertentes idênticas entre os compartimentos geomorfopedológicos I e II, ou seja, uma correspondência entre o Planalto Tabular e o relevo residual. Já no documento litológico (figura 17C) é evidenciado arenitos no rebordo erosivo das feições residuais, indicando pertencimento à Bacia Sedimentar, além de apresentar Coberturas cenozoicas pra ambos os compartimentos (I e II). Esses arenitos, assim como os Plintossolos Pétricos das Coberturas são encontrados nos rebordos erosivos, tanto do Planalto Tabular, quanto das Feições Residuais, delimitadas,

respectivamente, por patamar estrutural e rupturas topográficas no mapa geomorfológico (figura 17D). No mapa pedológico (figura 17E) são observados o domínio de Latossolos Vermelhos nas formas aplainadas e niveladas, ao passo que em áreas dissecadas e escarpadas se manifestam como Neossolos e Cambissolos.

O compartimento geomorfopedológico classificado como Residual Aplainado Latossolizado (Unidade II) foi aquele que apresentou maior grau de isolamento, sustentado em seu rebordo por vertentes inclinadas e drenagens encaixadas que o separam do restante do Planalto Tabular, como mostra a figura 17F.

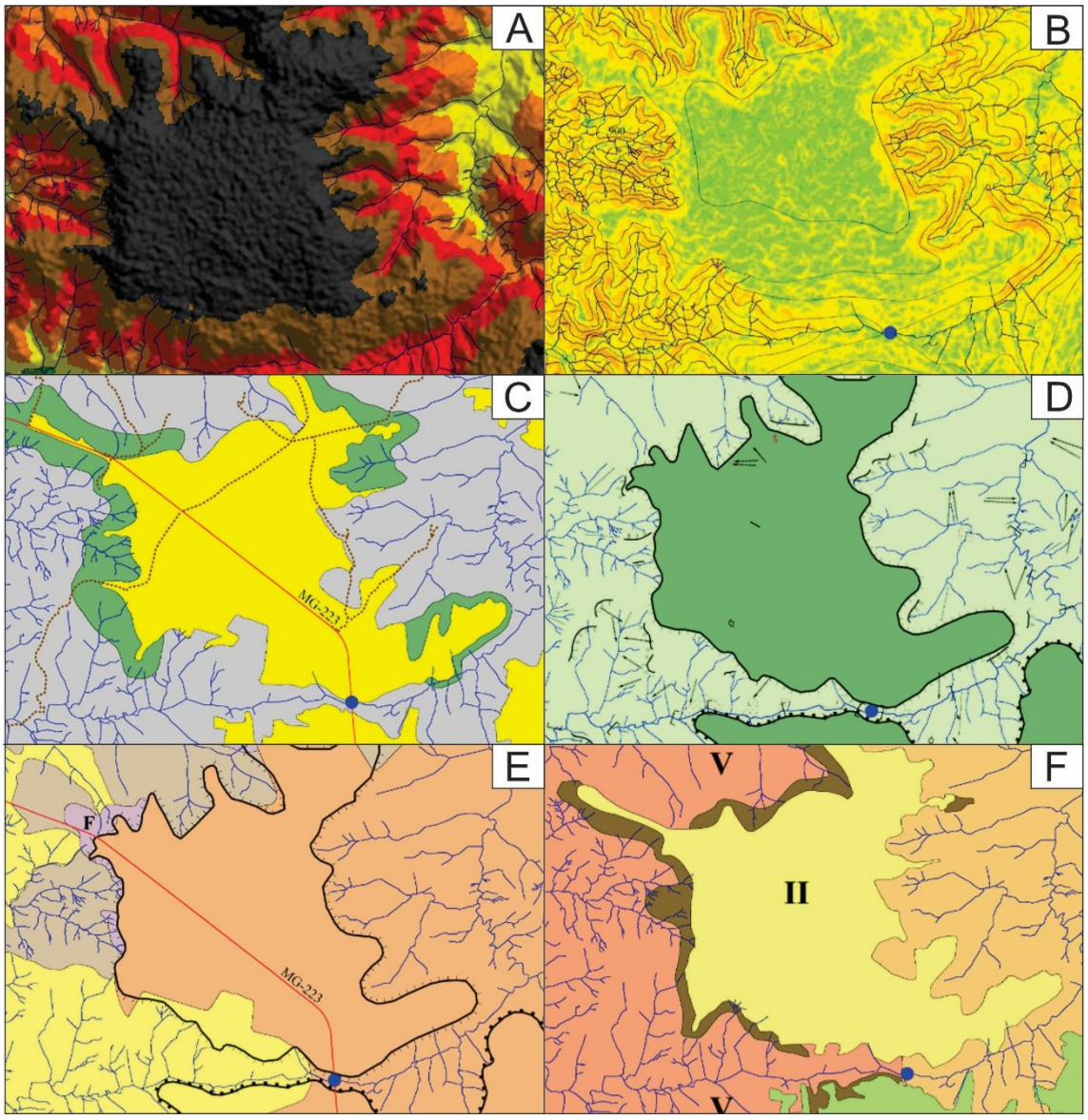


Figura 17: Fragmentos dos mapeamentos da pesquisa, com destaque ao Relevo Residual de Água-Emendada. A) Carta Hipsométrica. B) Carta de Declividade. C) Carta Litológica. D) Carta Geomórfica. E) Carta Pedológica. F) Carta Geomorfopedológica.

Na imagem da figura 18A é possível observar a presença de canais anaclinais (obsequentes) profundamente entalhados, que funcionam como agentes delimitadores do bloco central, indicando uma dinâmica ativa de dissecação. Da mesma forma, as imagens de satélite 18B se observam os dois canais ortoclinais principais responsáveis pela ativa separação do relevo residual, representados pelo ribeirão São Félix e afluentes do rio Bagagem.

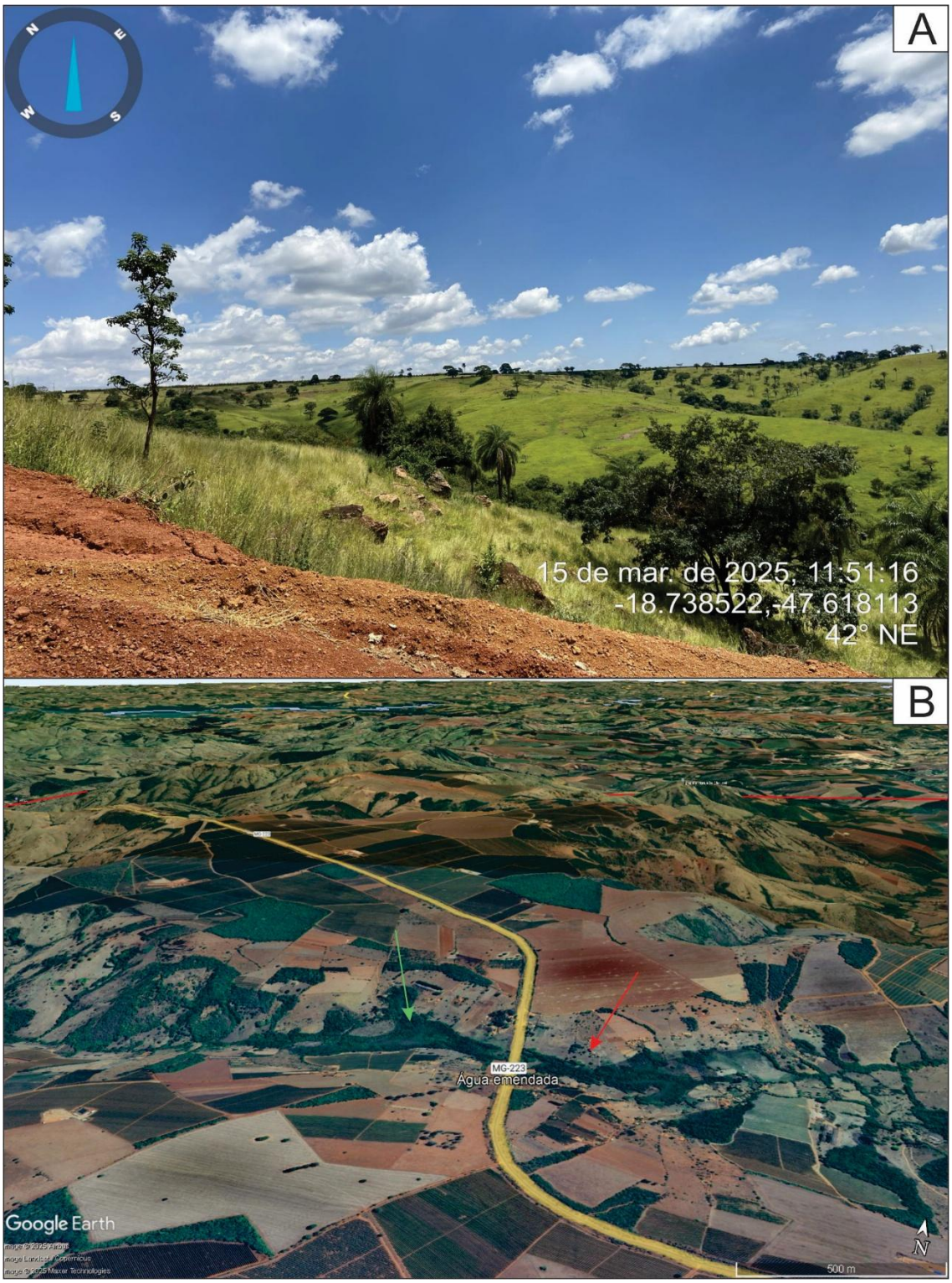


Figura 18: A) Escarpa erosiva com canais anaclinais (obsequentes). B) Imagem 3D do Google Earth, demonstrando os canais ortoclinais do ribeirão São Felix (seta vermelha) e de afluente do rio Bagagem (seta verde).

Complementando essa análise, o cálculo da Razão de Declividade Efetiva (RDE) contribuiu significativamente para a quantificação do potencial erosivo da área. Os cursos d'água analisados, sobretudo os afluentes do rio Bagaginha e Bagagem apresentaram valores elevados de RDE total e segmentar, refletindo em trechos com elevada energia de

relevo e forte poder de incisão. Já o ribeirão São Félix apresentou baixos valores para os índices RDE total e de segmento, evidenciando um baixo valor de energia, ou seja, está menos entalhado.

Essa condição reforça o entendimento de que as drenagens ortogonais estão aprofundando os vales de forma ativa, promovendo o rebaixamento do entorno e a segmentação progressiva da feição residual central, o que consolida o processo de separação geomorfológica. A leitura desses dados, conforme os critérios de Hack (1973) e Sebeer e Gornitz (1983), confirma que a unidade se encontra sob influência de processos erosivos relevantes, típicos de setores em transição geomorfológica. Ainda, os índices RDE demonstram que o rio Bagagem e seus afluentes são mais erosivos do que o ribeirão São Félix, que drena para a bacia do rio Perdizes. Com isso, mantendo-se o potencial erosivo de ambos os canais ortogonais, em estágios de maior evolução, o afluente do rio Bagagem pode capturar parte do ribeirão São Félix (captura fluvial), consumando a formação do relevo residual de Água-Emendada.

No bloco-diagrama tridimensional (figura 19A), o relevo residual de Água-Emendada está destacado em vermelho, indicando o local exato de ação dos canais ortoclinais (linhas pretas). A representação mostra a elevação central parcialmente isolada, cercada por drenagens em processo de aprofundamento do talvegue e regredindo longitudinalmente. A modelagem tridimensional (figura 19B) revela o contraste altimétrico entre o topo plano preservado e as encostas dissecadas, reforçando a compreensão de que o compartimento não representa ainda um morro testemunho plenamente estabelecido, mas sim uma feição em estágio evolutivo intermediário.

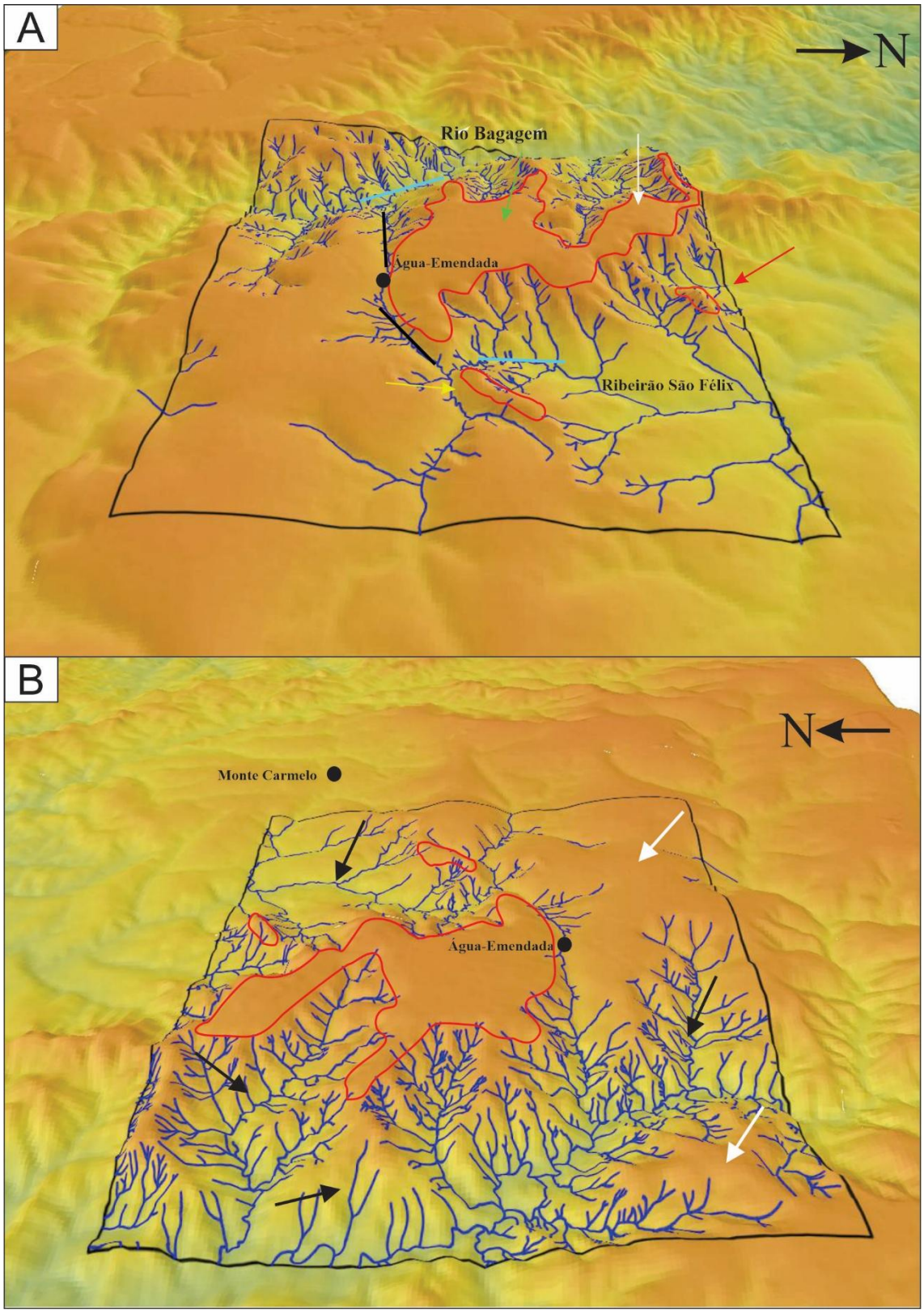


Figura 19: Bloco Diagrama da área. A) As setas indicam os relevos residuais, sendo o São José (seta vermelha), Monte Carmelo (seta amarela), Água-Emendada (seta verde) e Morro vermelho (seta branca). As linhas pretas mostram os canais ortogonais (subsequente) e as linhas azuis claro os canais anaclinais (obsequente). B) As setas brancas indicam a Bacia Sedimentar do Paraná e as setas pretas a Faixa de Dobramentos Brasília. Os relevos residuais são indicados por polígonos vermelhos.

A integração entre mapas temáticos, compartimentação geomorfopedológica, índices morfométricos e modelos tridimensionais permitiram não apenas interpretar o estágio atual da feição, mas também evidenciar sua tendência evolutiva futura no contexto da dinâmica morfoestrutural regional. Ou seja, um dia o compartimento geomorfopedológico II será um relevo residual completamente separado do Planalto Tabular

Dessa forma, retoma-se a conceituação de morro testemunho apresentada por Penteado (1984), que indica que a sua formação condiciona-se à presença de rios ortoclinais (ou subsequentes) que correm em direções opostas, ao recuo rápido de uma escarpa festonada e a uma densa rede anaclinal (ou obsequente) que favorece a erosão regressiva do front. Ainda, são resultantes da dissecação de antigos patamares de aplainamento, sustentadas por litologias mais resistentes e destacadas pela atuação seletiva de processos erosivos (Penteado, 1984).

Com isso, os dados apresentados e discutidos corroboram com esses critérios definidores de morros testemunhos levantados no trabalho de referência da autora. O relevo de Água-Emendada representa, portanto, um morro testemunho em processo de formação, evidenciando um estágio intermediário de desvinculação de Planalto Tabular no contexto de borda NE da Bacia Sedimentar do Paraná.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo geomorfológico buscou investigar o processo de formação do relevo residual em Água-Emendada, localizada na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. A hipótese central foi de que a feição geomorfológica em análise representa um morro testemunho em formação.

Os resultados foram adquiridos por meio da aplicação da abordagem geomorfopedológica, contemplando mapeamentos temáticos para a compartimentação geomorfopedológica, aplicação de índices morfométricos, validação empírica por meio de observações de campo e organização de blocos-diagramas.

O compartimento Residual Aplainado Latossolizado (Unidade II) apresenta características distintas das demais unidades mapeadas, destacando-se pela sua progressiva desconexão do Planalto Tabular circundante. A atuação das drenagens ortogonais (subsequentes), como os afluentes do rio Bagagem e do ribeirão São Félix, promovem uma intensa erosão regressiva, responsável pelo entalhamento e pelo isolamento parcial da feição central.

A aplicação do índice Razão de Declividade Efetiva (RDE) evidenciou essa dinâmica, revelando trechos com alto potencial erosivo, especialmente nas vertentes escarpadas do afluente do rio Bagagem. Ainda, nas áreas escarpadas são encontrados canais anaclinais (obsequentes) que dinamizam o recuo do front do Planalto Tabular. A atuação desses canais podem ser também ser evidenciadas nos perfis topográficos e em blocos-diagramas, demonstrando espacialmente o processo de fragmentação do relevo.

Destaca-se também a correspondência das variáveis topográfica, litológica e pedológica entre o Planalto Tabular e a feição residual, demonstrando a existência de um nivelamento geomorfológico pretérito. Nos topos aplainados foi registrada a presença de Latossolos Vermelhos, enquanto nas escarpas são encontrados Plintossolos Pétricos, acima de arenitos, além da presença do embasamento (grupo Araxá) nas bases das escarpas.

Com isso, o trabalho trouxe contribuições com investigação geomorfológica em borda de bacia sedimentares, mais precisamente na formação e desenvolvimento de relevos residuais na borda NE da Bacia Sedimentar do Paraná. Agrega-se informações ao recuo do front escarpado em seu limite com a Faixa de Dobramentos Brasília, trazendo evidências de um morro testemunho em desenvolvimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 4 (2): 51-67.

AB'SÁBER, A.N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, 1:1-2, 1949.

BACCARO, C. A. D.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: Uma abordagem Morfoestrutural-escultura. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 13, n. 25, p. 115-127, jan./dez. 2001.

BATISTA, L. F. F.; SILVEIRA, A.; FARIA JUNIOR, I. R. Compartimentação Geomorfopedológica no Limite Entre a Bacia Sedimentar do Paraná e a Faixa de Dobramentos Brasília: Estrela do Sul (MG). **Wiliam Moris Davis - Revista de Geomorfologia**., v.2, p.2 - 24, 2021.

CASSETI, V. **Introdução à Geomorfologia**. Goiânia: Funape, 2007.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **Revista GEOUSP**, Campinas, n. 7, p. 27-36, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Editora Blucher, 1974.

CHAVES, M. L. S.; DIAS, C. H. **Geologia da Folha de Estrela do Sul**, escala 1:100.000. Belo Horizonte, CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. CPMTC/UFMG, 2017.

CRUZ, O. Sobre Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácia. In: MODENESIGAUTTIERI, M. C.; BARTORELLI, A.; MANTESSO-NETO, V.;CARNEIRO, C. D. R.; LISBOA, M. B. de A. L. A **Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. Beca-BALL edições, 2010. 588p.

ETCHEBEHERE, M. L. C.;SAAD, A. R.;PERINOTTO, J. A. J.;FULFARO, V. J. Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão - RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista do Instituto de Geociências - USP - Série Científica**, São Paulo, v. 4, n.2, p. 43-56, 2004.

FELTRAN FILHO, A. **A estrutura das paisagens nas chapadas do oeste mineiro**. Tese (Doutorado em Geografia Física) FFCLH – USP. São Paulo, 1997.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

HACK, John T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **Journal of Research of the us Geological Survey**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

IBGE: **Ortomosaico Projeto SPMGGO**. Escala 1:25.000. 2007.

KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEONEL, G. L. **Unidades Geomorfopedológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Furnas (Indianópolis - MG)**. 2024. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2024.

LIMÍRIO, M. S. **Análise geomorfológica em área com registro de feição cárstica: estudo para a bacia hidrográfica do Córrego Santa Cruz (MG)**. 2020. Relatório (Iniciação Científica) – Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Monte Carmelo, 2020.

MOTTA, P. E.; BARUQUI, A. M.; SANTOS, H. G. **Levantamento de**

reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, 238 p.

PASSOS, J. S.; DUCART, D. F.; MEDINA, C. M.; CAMPOS, A. B. de.; Rocklandformsoil relationship for geomorphopedological characterization in the region of lavra velha, occidental Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

QUEIROZ NETO, J. P. Pedologia: conceito, método e aplicações. **Revista do Departamento de Geografia** - USP. São Paulo. v. 3. p. 95-102, 1984.

RIBEIRO, S.C.; MARÇAL, M. D. S.; CORREA, A. C. B. Geomorfologia de áreas semi-áridas: uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, jan/mar, 2010.

RUBIRA, F. G.; BARREIROS, A. M.; VILLELA, F. N. J.; PEREZ FILHO, A. Sistemas pedogeomorfológicos na interpretação da evolução de paisagens quaternárias em climas tropicais úmidos. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, p. 1-17, 2019.

ROSS. J.L.S. Chapada do Guimarães: Borda da Bacia do Paraná. **Revista do Departamento de Geografia** – USP, Volume 28, p. 180-197, 2014.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 6, p. 17-29. 1992.

SEEBER, L.; GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics.**Tectonophysics**, v. 92, p. 335-367, 1983.

SILVA, B. F.; SILVEIRA, A.; BARBOSA, M. I. M. Cartografia Geomorfológica Aplicada à Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Brejão, Município de Nova Ponte (MG): Indicativos da Evolução do Relevo e Contribuições ao Planejamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.72, p.474 - 489, 2020.

SILVA, B. F. da; SILVEIRA, A.; BARBOSA, M. I. M. A cobertura natural e o uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão, Triângulo Mineiro: relações com os componentes do meio físico. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 21, n. 02, p. 348–376, 2023

SUERTEGARAY, D. M. A. (Org). **Terra: Feições Ilustradas**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2003. 263p.

TRICART, J.; KRILIAN, J. L'éco-geog raphie et l'am énagem nt du m ilieu naturel. Librairie Française, MASPERO, Paris, 1978.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e Aplicações das Relações Pedologia-Geomorfologia em regiões tropicais úmidas. Tópicos em Ciências do Solo. Viçosa, MG, v. 4, p. 145-192, 2005.

VILLELA, F. N. J.; ROSS, J. L. S.; MANFREDINI, S. Análise Geomorfopedológica na Borda Leste da Bacia Sedimentar do Paraná, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 14, out/dez, 2015.

ZINCK, J. A. Geopedologia. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. ITC Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, The Netherlands. 123 p, 2012.