

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

LUÃ CARLOS DA CUNHA SANTOS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A DIFERENCIAÇÃO DE
LATOSSOLOS LOCALIZADOS NO INTERFLÚVIO DOS RIOS
BAGAGEM-PERDIZES E ENTORNO (MG)

Monte Carmelo- MG

2026

LUÃ CARLOS DA CUNHA SANTOS

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A DIFERENCIAÇÃO DE
LATOSSOLOS LOCALIZADOS NO INTERFLÚVIO DOS RIOS
BAGAGEM-PERDIZES E ENTORNO (MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geologia do Instituto de Geografia, Geociência e Saúde Coletiva da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Alan Silveira

Monte Carmelo- MG

2026

LUÃ CARLOS DA CUNHA SANTOS

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A DIFERENCIAÇÃO DE LATOSSOLOS
LOCALIZADOS NO INTERFLÚVIO DOS RIOS BAGAGEM-PERDIZES E
ENTORNOS (MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso
de Geologia do Instituto de Geografia, Geociência e
Saúde Coletiva da Universidade Federal de Uberlândia,
como parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Alan Silveira

Monte Carmelo (MG), 31 de Julho de 2026

Prof. Dr. Alan Silveira (Orientador)
(IGESC- UFU)

Dr. Luis Fernando Vieira da Silva
(ESALQ-USP)

Prof. Dr. Emerson Rodrigo Almeida
(IGESC- UFU)

MONTE CARMELO

2026

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

S237 2026	Santos, Luã Carlos da Cunha, 2003- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E A DIFERENCIAÇÃO DE LATOSSOLOS LOCALIZADOS NO INTERFLÚVIO DOS RIOS BAGAGEM-PERDIZES E ENTORNOS (MG) [recurso eletrônico] / Luã Carlos da Cunha Santos. - 2026. Orientador: Alan Silveira. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Geologia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 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

Ao Dr. Luis Fernando Vieira da Silva, e ao Prof. Dr. Emerson Rodrigo por aceitarem participarem da minha banca.

Ao Dr. Wenceslau Geraldes Teixeira (Embrapa Solos RJ / LAMAS), expresso meu sincero agradecimento pelas análises de suscetibilidade magnética e condutividade aparente. Foi uma honra imensa estabelecer esta parceria técnico-científica com a Embrapa, enriquecendo significativamente o nível desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Azevedo (ESALQ/USP), agradeço a viabilização e realização das análises de difração de raios X (DRX) no Laboratório de Geoquímica e Mineralogia do Solo, um suporte essencial para a caracterização dos nossos dados.

Ao Dr. Luis Fernando Vieira da Silva, estendo meu especial agradecimento pela dedicação e pelo suporte técnico no processamento dos dados brutos de DRX e na elaboração dos gráficos correspondentes, facilitando a interpretação dos resultados de maneira brilhante.

Ao Prof. Dr. Edmar Isaías de Melo e à técnica Daiane Gabriela Ribeiro, agradeço imensamente pelo apoio essencial na condução dos procedimentos de extração de argila e pela acolhida generosa no Laboratório de Química (LABQ – Monte Carmelo), viabilizando a realização desta pesquisa.

À Profa. Dra. Liliane Ibrahim, pela oportunidade de realizar o estágio no GEOPED e pelo livre acesso ao laboratório, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço imensamente, também, pela confiança em meus conhecimentos ao me permitir auxiliar nas aulas práticas, oportunizando contribuir de forma significativa para o aprendizado de outros estudantes.

Ao Prof. Dr. José Alexandre Demattê, expresso minha sincera gratidão pela valiosa oportunidade de integrar a equipe do Projeto Carbono Brasil (CABARAL – Esalq/USP) e do projeto temático Saúde dos Solos do Brasil (FAPESP 2021-05129-8), experiências fundamentais para o meu crescimento científico.

Ao Programa de Iniciação Científica Voluntária (PIVIC/UFU) sob o edital DIRPE N° 7/2024 e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

(DIRPE/PIVIC 261/2023) do CNPq por viabilizar minha trajetória e incentivar a pesquisa voltada às ciências do solo. Esse apoio não apenas impulsiona o desenvolvimento científico da área, mas também é fundamental para cultivar em nós, estudantes, a paixão pela preservação e pelo entendimento da nossa terra.

Aos demais integrantes do GEOPED, em especial à Crislayne Luna, pela valiosa parceria e pelo trabalho compartilhado no decorrer das nossas iniciações científicas.

Ao técnico de laboratório Mateus Moreira Amaral (GEOPED/UFU), agradeço imensamente pelo apoio indispensável nos trabalhos de campo e pela excelente convivência na rotina diária do laboratório.

Expresso minha imensa gratidão à PROGRAD por apoiar o projeto de extensão sobre diversidade de sexualidade e gênero (PEIC-2023), permitindo levar essa temática tão necessária para além dos muros acadêmicos. Essa iniciativa representou meu primeiro contato com a divulgação científica, um marco que transformou minha visão sobre o papel da ciência e do diálogo com a sociedade.

Ao Prof. Dr. Alan Silveira pela orientação precisa e paciência ao longo de todo o projeto. Sua paixão pela ciência do solo e sua didática brilhante foram inspiradoras e fundamentais para a realização deste trabalho. Sou grato pelas oportunidades de Iniciação Científica e pelo privilégio de fazer parte do laboratório GEOPED, experiências que transformaram minha trajetória acadêmica.

Expresso minha gratidão aos amigos Ana Carolina Teixeira, Ana Clara Canedo, Letícia Lopes, Laura Bento, Aldemir, Maiany Barbosa, Ian, Bárbara, Guilherme Silva, Thaíse Prado, Maria Clara Saltori, Wagner, Igor Ferreira, Suellen Lima e Sarah Ferreira. Compartilhar a rotina acadêmica, os desafios e as conquistas com vocês fizeram toda a diferença.

À minha grande amiga Luana Paulino. A distância nunca foi um obstáculo para o seu apoio, obrigado por colorir os dias cinzentos da graduação com sua alegria e por ser aquela que sempre renovou a minha fé em mim mesmo quando o cansaço apertava.

Aos meus irmãos, Anna Carolyn e Loran, pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo nos momentos de cansaço e por estarem sempre ao meu lado.

À minha prima Maiara, pelas conversas e por compartilhar suas próprias experiências na universidade, provando que todo o esforço seria recompensado no final.

Estendo minha gratidão aos demais familiares que me apoiaram e torceram por mim durante toda a graduação, com um carinho especial à minha avó Cleusa Maria.

Dedico este trabalho aos meus pais, Adriana Reginaldo da Cunha e Carlos Alberto dos Santos, que foram minha base e o maior incentivo para que eu corresse atrás dos meus sonhos. Agradeço imensamente, de forma especial, à minha avó Maria Wanda Reginaldo e à minha tia Lucimara Reginaldo. O apoio, o carinho e a fé de vocês foram a força que não me deixou desistir ao longo de toda essa caminhada.

RESUMO

Os Latossolos recobrem aproximadamente um terço do território brasileiro, ocorrendo em relevos tabulares a suavemente convexos. Em Monte Carmelo (MG), esse padrão é evidente no interflúvio dos rios Bagagem e Perdizes, situado no contato entre a Bacia Sedimentar do Paraná e a Faixa de Dobramentos Brasília. Este trabalho objetiva compreender a distribuição espacial das coberturas latossólicas no interflúvio e diferenciar perfis representativos por critérios morfológicos, mineralógicos, magnéticos e morfoscópicos. A metodologia inclui mapeamentos morfométricos, descrição morfológica, análises mineralógicas, magnéticas e morfoscópicas. As cartas de hipsometria, declividade, índice de rugosidade do terreno e índice de posição topográfica, permitiram reconhecer graus de dissecação mais acentuados no vale do rio Bagagem que no rio Perdizes. A fotopedologia identificou doze coberturas latossólicas, distribuídas em corredores contínuos no interflúvio, com redução progressiva de espessura e extensão em direção ao rio Paranaíba. Predominam Latossolos Vermelhos, além de Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo. Na fração argila dos horizontes diagnósticos predominam gibbsita, caulinita, hematita/maghemita e goethita. A análise magnética identificou quatro classes de susceptibilidade magnética e três de condutividade aparente. A morfoscopia permitiu avaliar a composição da fração areia, destacando a diferenciação dos percentuais de quartzo. A integração dos dados definiu três domínios geomorfológicos: Superfície Tabular de Cimeira, composto pelo LV-CI e LV-R; Transicional, com o LVA-AE e o LV-ASF; e, Interflúvios Convexos em Formas Dissecadas, com o LV-MTC, LV-SF, LV-C, LV-P e o CM. Esses resultados evidenciam a influência do relevo e do material de origem no desenvolvimento pedogenético e na organização espacial dessas coberturas latossólicas.

Palavras-chave: Suscetibilidade Magnética, Mineralogia da Fração Argila, Posição Topográfica, Morfoestrutural.

ABSTRACT

Oxisols cover approximately one third of the Brazilian territory, occurring mainly in tabular to gently convex reliefs. In Monte Carmelo (MG), this pattern is evident in the interfluvium between the Bagagem and Perdizes rivers, located at the contact between the Paraná Sedimentary Basin and the Brasília Fold Belt. This study aims to understand the spatial distribution of Oxisol covers in the interfluvium and differentiate representative soil profiles using morphological, mineralogical, magnetic, and morphoscopic criteria. The methodology includes morphometric mapping, morphological description, and mineralogical, magnetic, and morphoscopic analyses. Hypsometric, slope, terrain ruggedness index, and topographic position index maps allowed the recognition of more pronounced dissection in the Bagagem River valleys than in the Perdizes River valley. Photopedology identified twelve Oxisol covers, distributed in continuous corridors across the interfluvium, with a progressive reduction in thickness and extent toward the Paranaíba River. Red Oxisols predominate, along with Red-Yellow Oxisols and Ultisols. In the clay fraction of diagnostic horizons, gibbsite, kaolinite, hematite/maghemite, and goethite predominate. Magnetic analysis identified four magnetic susceptibility classes and three apparent conductivity classes. Morphoscopy allowed evaluation of sand-fraction composition, focused on differences in quartz percentages. Data integration defined three geomorphological domains: Summit Tabular Surface, comprising LV-CI and LV-R; Transitional, with LVA-AE and LV-ASF; and Convex Interfluvium in Dissected Forms, with LV-MTC, LV-SF, LV-C, LV-P, and CM. These results highlight the influence of relief and parent material on pedogenetic evolution and their spatial organization.

Keywords: Magnetic Susceptibility, Clay Fraction Mineralogy, Topographic Position, Morphostructure.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Relação entre Perfis e Horizontes de coleta de amostras Indeformadas (Autor, 2025).....	27
Tabela 2- Tabela de massa de argila extraída de cada amostra (Autor, 2026).....	32
Tabela 3- Relação entre Cobertura Mapeada e Perfil Descrito (Autor, 2026).....	44
Tabela 4- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Chapada Indianópolis.....	46
Tabela 5- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Água Emendada	48
Tabela 6- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Monte Carmelo (Romaria)	50
Tabela 7- Síntese Descrição Morfológica: Monte Carmelo	52
Tabela 8- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura São Félix	53
Tabela 9- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura São Félix (Alto São Félix)	55
Tabela 10- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Chapada de Minas.....	58
Tabela 11- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Castanha Norte	60
Tabela 12- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Perdizes Leste	62
Tabela 13- Mediana dos dados de χ_f (10^{-3} SI).....	76
Tabela 14- Mediana dos dados de Condutividade Elétrica Aparente (S/m)	76
Tabela 15- Porcentagem de minerais encontrados na fração grossa (Autor,2026).....	79
Tabela 16-Descrição Morfoscopia da Fração Grossa (Autor,2026)	83
Tabela 17- Integração das análises morfológicas, mineralógicas, magnéticas e morfoscópicas (Autor, 2026).....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de Localização (Autor, 2025)	20
Figura 2- A) Processo de Moldagem do horizonte Bw2, Perfil LV-MTC B) Molde esculpido do horizonte Bw2 (Autor, 2025)	27
Figura 3- A) Amostras enviadas ao Laboratório de Avaliação e Modelagem da Água no Solo (LAMAS); B) Amostras enviadas ao Laboratório de Mineralogia do Solo (ESALQ-USP) (Autor,2025).....	28
Figura 4 - Classes de Magnetismo Preliminar. A) Baixo (LVA-AE/Bw1); B) Médio (LV-P/Bw3); C) Alto (LV-C/Bw1)	29
Figura 5 - A) Recipientes utilizados para armazenamento de material; B) Material argiloso decantado no fundo do tubo Falcon após centrifugação; C) Disposição dos tubos na centrífuga; D) Coleta de argila.	31
Figura 6-A) Amostras no processo de secagem; B) Amostras pós-secagem; C) Resultado do maceramento em almofariz de ágata.	32
Figura 7- Base Cartográfica (Autor, 2025).....	36
Figura 8- Carta Hipsométrica (Autor, 2025)	37
Figura 9- Carta de Declividade (Autor, 2025).....	38
Figura 10- Índice de Rugosidade do Terreno (Autor, 2025).....	39
Figura 11- Índice de Posição Topográfica (Autor, 2025)	40
Figura 12- Perfis Topográfico das Coberturas Latossólicas. A) Chapada de Indianópolis; B) Água Emendada; C) Perdizes Leste; E) Monte Carmelo; D) São Félix; E) Chapada de Minas; F) Castanha Norte; G) Castanha Sul; H) Perdizes Sul. Fonte: Autor, 2025	43
Figura 13- A) Perfil LV-CI com separação dos Horizontes; B) Vista da Paisagem onde se localiza o perfil; C) Pedocomparador realizado em campo.....	45
Figura 14- A) Perfil LVA-AE com separação de Horizontes; B) Vista do perfil e vegetação densa; C) Pedocomparador realizado em campo, nota-se a presença de nódulos no horizonte Bwf	47
Figura 15- A) Perfil LV-R com separação de horizontes; B) Vista do ambiente; C) Pedocomparador	49
Figura 16- A) Perfil LV-MTC com separação dos Horizontes; B) Vista do Perfil, situado no parque da matinha; C) Pedocomparador	51
Figura 17- A) Perfil LV-SF com separação de horizontes; B) Uso agrícola do Horizonte Ap; C) Pedocomparador	52
Figura 18- - A) Perfil LV-ASF com separação de horizontes; B) Uso agrícola do horizonte Ap, com escarpa da cobertura AE ao fundo.	54
Figura 19- A) Perfil CM com separação de horizontes; B) Granitoide presente na cascalheira, seta indica a possível transformação de minerais máficos em argilominerais; C) Pedocomparador realizado em campo	55
Figura 20- Micaxisto pertencente à camada R do perfil CM	57
Figura 21- A) Perfil LV-C com separação de horizontes; B) Vista do ambiente; C) Magnetismo forte observado em campo.....	59

Figura 22- A) Perfil LV-P com separação de horizontes; B) Análise de magnetismo preliminar realizada em laboratório, estabelecido como comportamento modelo da classe média; C) Pedocomparador	61
Figura 23- DRX das amostras de solos estudados (Autor, 2026).....	63
Figura 24- Difratoograma LV-CI.....	65
Figura 25- Difratoograma LVA-AE	66
Figura 26-Difratoograma LV-R	67
Figura 27- Difratoograma LV-ASF.....	69
Figura 28- Difratoograma LV-SF	70
Figura 29- Difratoograma LV-MTC	71
Figura 30- Difratoograma LV-C	72
Figura 31- Difratoograma LV-P.....	74
Figura 32- Difratoograma CM.....	75
Figura 33- A) Boxplot de SM; B) Boxplot de CEa (Autor,2026)	77
Figura 34-Graus de arredondamento dos óxidos de ferro (Autor,2026)	80
Figura 35- Predominância de microagregados e quartzo dos perfis LV-MTC, LV-R e CM (Autor, 2026)	81
Figura 36- Amostras do horizonte Bw1 do perfil LVA observadas em microscópio óptico. (Autor,2026)	82
Figura 37- Boxplot Baixa Condutividade Aparente (Autor,2026)	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AE- Cobertura Latossólica Água Emendada

BSP- Bacia Sedimentar do Paraná

CI- Chapada de Indianópolis

CM- Cobertura Latossólica Chapada de Minas

CM- Perfil Chapada de Indianópolis

CN- Cobertura Latossólica Castanha Norte

CS- Cobertura Latossólico Castanha Sul

CEa- Condutividade Aparente

Cm- Centímetros

FMB– Faixa Móvel Brasília

FDB– Faixa de Dobramentos Brasília

LVA-AE- Perfil Latossolo Vermelho Amarelo Água Emendada

LV-ASF- Perfil Latossolo Vermelho Alto São Félix

LV-CI- Perfil Latossolo Vermelho Chapada de Indianópolis

LV-C- Perfil Latossolo Vermelho Castanha

LV-MTC- Perfil Latossolo Vermelho Monte Carmelo

LV-P- Perfil Latossolo Vermelho Perdizes

LV-R- Perfil Latossolo Vermelho Romaria

LV-SF Perfil Latossolo Vermelho São Félix

m- Metros

nm- nanômetros

PL-Cobertura Latossólica Perdizes Leste

PS- Cobertura Latossólica Perdizes Sul

SF- Cobertura Latossólica São Félix

SiBCS- Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SBCS- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

USGS- United States Geological Survey

χlf- Susceptibilidade Magnética

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	17
2. OBJETIVO.....	21
2.1 Objetivos específicos	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 Primeira Etapa.....	22
3.1.1 Revisão Bibliográfica.....	22
3.1.2 Revisão Cartográfica.....	23
3.2 Segunda Etapa.....	23
3.2.1 Base Cartográfica.....	23
3.2.2 Documentos Cartográficos	24
3.3 Terceira Etapa	25
3.3.1 Descrição Morfológica	25
3.3.2 Coleta de Amostragem Deformada	26
3.3.3 Coleta de Amostragem Indeformada	26
3.4 Quarta Etapa	27
3.5 Quinta Etapa	28
3.5.1 Análise Magnética Preliminar.....	29
3.5.2 Extração de Argila e Difração de Raio-X	30
3.5.3 Suscetibilidade magnética e condutividade elétrica aparente.....	33
3.5.4 Morfoscopia da Fração Grossa	33
3.6 Sexta Etapa	34
4. RESULTADOS E Discussão	34
4.1 Distribuição Espacial de Coberturas Latossólicas	34
4.2 Descrição Morfológica dos Latossolos	44
4.2.1 Latossolos no domínio da Bacia Sedimentar do Paraná	44
4.2.1.1 Latossolo Vermelho - Chapada de Indianópolis (LV-CI).....	44
4.2.1.2 Latossolo Vermelho-Amarelo - Água Emendada (LVA-AE).....	46
4.2.2.7 Latossolo Vermelho- Romaria (LV-R)	48
4.2.2 Latossolos no domínio da Faixa de Dobramento Brasília	50
4.2.2.1 Latossolo Vermelho- Monte Carmelo (LV-MTC).....	50

4.2.2.2 Latossolo Vermelho São Félix (LV-SF)	52
4.2.2.3 Latossolo Vermelho- Alto São Félix (LV-ASF)	53
4.2.2.4 Chapada de Minas (CM)	55
4.2.2.5 Latossolo Vermelho- Castanha (LV-C)	58
4.2.2.6 Latossolo Vermelho- Perdizes (LV-P).....	60
4.3 Descrição Mineralógica, Magnética e Morfoscópica	62
4.3.1Difração de Raio-X	62
4.3.2Suscetibilidade Magnética e Condutividade Aparente	76
4.3.3 Morfoscopia da Fração Grossa	78
4.4 Diferenciação de Latossolos localizados no interflúvio dos rios Bagagem-Perdizes e entornos (MG)	84
4.5 Solos do Domínio da Superfície Tabular de Cimeira	85
4.6 Solos do Domínio Transicional.....	86
4.7 Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	88
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
6. Referências Bibliográficas	97
Apêndices	102
Apêndice 1	102
Apêndice2	102
Apêndice 3	103
Apêndice 4	103
Apêndice 5	104
Apêndice 6	104
Apêndice 7	105
Apêndice 8	105
Apêndice 9	106
Apêndice 10	107

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os Latossolos são reconhecidos por seu estágio avançado de intemperismo e pedogênese, representando uma ordem de solo desenvolvida em coberturas superficiais espessas do mundo tropical. No Brasil ocupam cerca de 39% da superfície e são formados em condições de clima tropical e equatorial, associados a relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado (Embrapa, 2025).

Desenvolvem-se nas porções mais estáveis da paisagem, sendo possível correlacioná-los a antigas superfícies de aplainamento, dado seu posicionamento nos compartimentos mais elevados do relevo (Ker, 1997). Mais precisamente, no território brasileiro sua gênese está associada a duas grandes superfícies de aplainamento, que incluem a Sul-Americana, caracterizados pela predominância de óxidos de ferro e alumínio, e a Superfície Velhas, marcados por maior presença minerais caulíníticos (King, 1956; Ker, 1997).

Rubira et al. (2019) ressaltam a influência do relevo no desenvolvimento dos solos e a importância da sua posição na paisagem, sendo provável a ocorrência de determinados tipos de solos em certas porções do relevo, como a disposição de Latossolos em setor de topo. Vidal-Torrado et al. (2005) enfatizam a necessidade de integrar os estudos pedológicos com outras áreas das Geociências, como a geomorfologia, no entendimento dos processos morfogenéticos, e a estratigrafia, especialmente dos depósitos superficiais, para uma compreensão mais abrangente da gênese e da distribuição dos solos.

Zinck (2012; 2016) discute as interrelações entre geologia, geomorfologia e pedologia, destacando a importância da abordagem geopedológica. Neste contexto, o relevo é condicionado por controles geológicos, pedogenéticos e estruturais, considerando-se, ainda, que os solos se desenvolvem a partir de rochas, da sedimentação e da tectônica vigente (Zinck, 2012). Outra abordagem metodológica que integra informações pedológicas, geomorfológica, geológica é a morfopedologia, proposta por Tricart e Kilian (1979) e posteriormente revisada e aplicada no Brasil por Castro e Salomão (2000).

Considerando as relações estabelecidas entre os contextos pedológicos, geomorfológicos e geológicos, a região de Monte Carmelo em Minas Gerais localiza-se

na interface entre os Planaltos Tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná e os Planaltos Dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília (Baccaro et al., 2001), com expressiva presença de Latossolos, especialmente vermelhos. À medida que se avança do domínio da bacia sedimentar para o embasamento cristalino, observa-se que essas coberturas pedológicas latossolizadas tornam-se progressivamente mais concentradas nos topos dos interflúvios, apresentando-se de forma mais rarefeita e descontínua nas porções mais distantes da bacia.

Na região de Monte Carmelo são encontrados Cambissolos Háplicos, Argissolos Vermelhos, Plintossolos Pétricos, Latossolos Vermelho-Amarelo, Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos (Motta, 2008). Os Latossolos distribuem-se geralmente correlacionados aos interflúvios, relevos suavemente ondulados e topos de chapada, como é o caso do interflúvio entre os rios Bagagem e Perdizes. No entanto, Argissolos e Gleissolos posicionam-se, respectivamente em porções de média-baixa vertente e de fundo de vale (Motta, 2008).

Além disso, observa-se na referida região que as áreas com Latossolos apresentam-se em níveis altimétricos progressivamente menores quando se avança em direção ao rio Paranaíba, nível de base regional, localizado no município de Grupiara. Nota-se também uma variação marcante nas propriedades físico-químicas dos Latossolos, especialmente na suscetibilidade magnética, além de diferentes tonalidades na cor vermelha, ambas verificadas em campo.

A presença de minerais ferrimagnéticos no solo é identificada por meio de medidas de suscetibilidade magnética específica de massa (χ_{lf}) (Torrent et al., 2010; Jordanova et al., 2016), que contribui para identificar e diferenciar materiais geológicos com base em suas características magnéticas (Thompson; Oldfield, 1986). Trata-se de uma propriedade física que indica o grau de magnetização de um material quando submetido a um campo magnético externo, no qual, depende das concentrações e características dos minerais presentes no solo (Verosub; Robert, 1995). De acordo com Luque (2008) a suscetibilidade é proveniente do deslocamento e rotação dos elétrons que compõe certos minerais presentes nas rochas, solos e sedimentos.

Entre os óxidos de ferro (Fe), a magnetita (Fe_3O_4) e a maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) são os principais condicionadores da χ_{lf} do solo (Evans & Heller, 2003; Torrent et al., 2010). Minerais como a hematita e a goethita são classificados como não magnéticos

(antiferromagnético), pois apresentam valores de suscetibilidade magnética insignificantes quando comparados às fases ferrimagnéticas como a magnetita (XIE et al., 2001).

Tendo em vista a características observáveis em Latossolos na região de Monte Carmelo a partir de trabalhos de campo e revisão bibliográfica, a presente pesquisa selecionou uma área amostral, com destaque ao interflúvio dos rios Bagagem-Perdizes e entorno (Figura 1). Parte-se do pressuposto de que a distribuição espacial e a gênese desses Latossolos derivam da forte influência dos condicionantes geomorfológicos e geológicos regionais.

A área se insere em um contexto geológico composto por coberturas cenozoicas, arenitos da Formação Marília e Botucatu, além de basaltos da Formação Serra Geral, pertencente à Bacia do Paraná (Chaves e Dias, 2017; Pinho et al., 2017). Na porção correspondente à Faixa Brasília predominam unidades metassedimentares, como os micaxistos do Grupo Araxá, associadas a granitos do Complexo Monte Carmelo, além de coberturas detríticas cenozóicas (Chaves e Dias, 2017; Pinho et al., 2017).

Segundo Ross (1985) a área de estudo está situada no contato entre duas unidades geomorfológicas. Os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná são caracterizados por superfícies extensas e relativamente niveladas, situadas entre 900 e 1.000 metros de altitude, com topografia plana a suavemente convexa e interflúvios bem definidos. Os Planaltos e Serras de Goiás-Minas caracterizam-se por serras residuais e topos aplainados por processos de erosão do terciário- quaternário (Ross, 1985).

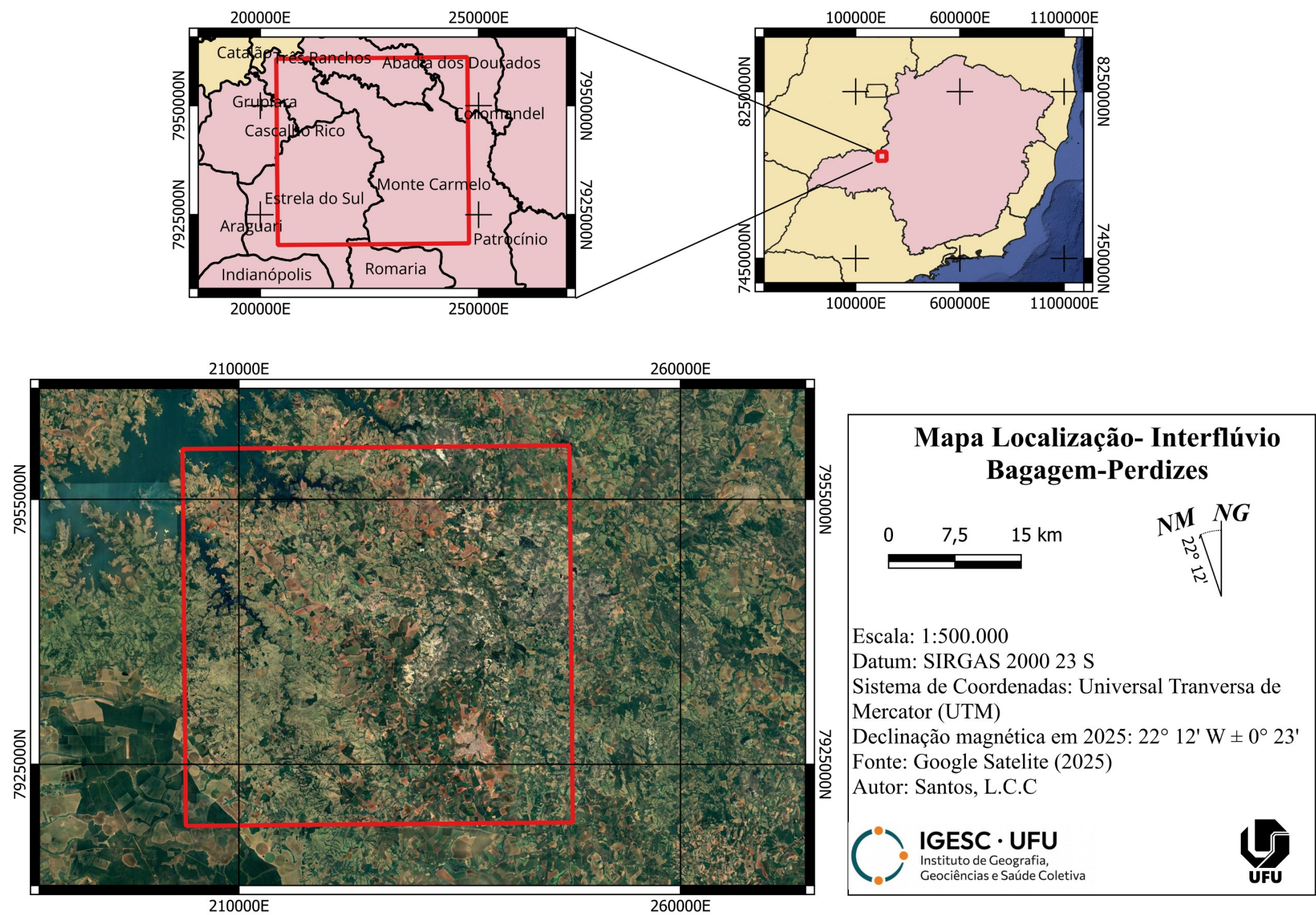


Figura 1- Mapa de Localização (Autor, 2025)

Com isso, o trabalho de conclusão de curso visa contribuir com conhecimentos sobre o contexto genético e evolutivo de solos tropicais intemperizados, em especial dos Latossolos da região de Monte Carmelo. Dedicar-se à compreensão da distribuição espacial e a diferenciação desses Latossolos, com destaque aos Vermelhos, que estão localizados no Interflúvio dos Rios Bagagem-Perdizes e entorno. Os resultados também podem colaborar com o planejamento ambiental e a gestão agrícola em uma região fortemente marcada pela cafeicultura e produção de grãos, subsidiando práticas de manejo mais sustentáveis, compatíveis com a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento socioeconômico regional.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa se estruturou nas etapas investigativas de mapeamentos, trabalhos de campo e análises laboratoriais. Primeiramente foram organizados mapas morfométricos e procedimentos de fotopedologia para a delimitação das áreas com presença de Latossolos, as quais foram chamadas por coberturas latossólicas. Também foram realizados trabalhos de campo para a validação dessa delimitação, bem como para a seleção, descrição morfológica e coleta de amostras de perfis de solos representativos nas coberturas latossólicas mapeadas. As amostras coletadas a partir da descrição morfológica em campo foram encaminhadas para análises laboratoriais física, de ρ_f , condutividade elétrica aparente, mineralógica e morfoscópica.

Assim, este TCC apresenta os resultados cartográficos e de descrição macromorfológica de nove perfis de solos, distribuídos nas diferentes coberturas latossólicas mapeadas, bem como os resultados de análises laboratoriais mineralógicas, magnéticas e morfoscópicas.

2. OBJETIVO

O objetivo principal da pesquisa foi compreender a distribuição espacial de coberturas latossólicas presentes no interflúvio dos rios Bagagem-Perdizes e entorno, bem como diferenciar perfis de solos representantes dessas coberturas, a partir de critérios descritivos de campo e análises laboratoriais.

2.1 Objetivos específicos

- Mapear a distribuição espacial das coberturas latossólicas no quadrante de investigação, abrangendo o interflúvio dos Rios Bagagem-Perdizes e entorno;

- Descrever, amostrar e classificar os perfis até o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

- Diferenciar os nove perfis de solos com base em atributos morfológicos, mineralógicos, magnéticos e morfoscópicos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se estruturou em seis etapas principais, que envolvem mapeamentos, trabalhos de campo e análises experimentais, as quais são descritas detalhadamente em seguida.

3.1 Primeira Etapa

A primeira etapa foi constituída por duas fases. A primeira destinada à revisão bibliográfica e ao levantamento conceitual de temas relacionados ao objeto de estudo, enquanto a segunda destinou-se à revisão cartográfica, voltada para busca de materiais pré-existentes.

3.1.1 Revisão Bibliográfica

Na revisão bibliográfica, buscou-se integrar o entendimento acerca da gênese e distribuição dos Latossolos, bem como sua relação com os diferentes compartimentos geomorfológicos, de modo a construir linhas de interpretação voltadas à evolução pedológica e geomorfológica das paisagens (King, 1956; Ker, 1997). Para a organização metodológica deste estudo adotou-se a abordagem geopedológica discutida por Zinck (2012; 2016), que estabelece a interação entre pedologia, geomorfologia e geologia, permitindo compreender de forma integrada os fatores responsáveis pela evolução do solo, especialmente o relevo.

Nesse contexto, a λ lf e a análise mineralógica da fração argila por difração de raios X (DRX) foram utilizadas como análises complementares na investigação pedológica. A λ lf permite identificar variações no material de origem e nos processos de formação dos solos (Santos, 2008), enquanto a DRX fornece a composição mineralógica do material, contribuindo para a compreensão da gênese, do grau de intemperismo, do comportamento físico-químico e da classificação taxonômica dos solos (Calderano et al., 2023).

3.1.2 Revisão Cartográfica

A delimitação da área de estudo foi estabelecida considerando-se a posição dos interflúvios dos rios Bagagem-Perdizes e entorno. Essa definição teve como propósito central a análise da distribuição espacial e das variações altimétricas das ocorrências latossólicas, as quais se inserem no contexto geotectônico da Bacia Sedimentar do Paraná e da Faixa de Dobramentos Brasília.

Na sequência, procedeu-se à etapa de levantamento e tratamento de dados cartográficos, englobando a aquisição de imagens de sensoramento remoto (Modelos Digitais de Elevação) e a utilização de mapeamentos geológicos da região do alto Paranaíba (Chaves e Dias, 2017; Pinho et al., 2017). Também se incorporaram mapeamentos geomorfológicos (Baccaro et al., 2001) e pedológicos (Motta et al., 2004).

Foi realizada a integração dos mapeamentos de Chaves e Dias (2017) e Pinho et al. (2017), com a elaboração de uma base cartográfica unificada para a área de estudo, situada na porção intermediária das folhas geológicas de Catalão, Coromandel, Estrela do Sul e Monte Carmelo. Esse procedimento permitiu padronizar as informações sobre litologias, estruturas e unidades geológicas, assegurando maior consistência na análise do contexto geológico da região e subsidiando as etapas subsequentes de caracterização pedológica e morfométrica.

3.2 Segunda Etapa

Essa fase abrange a elaboração de produtos cartográficos destinados a análise morfométrica do relevo com intuito de subsidiar a delimitação das coberturas pedológicas. Neste trabalho as cartas foram confeccionadas na escala 1:200.000.

3.2.1 Base Cartográfica

A base cartográfica foi elaborada mediante a extração de curvas de nível, considerando-se intervalos de 100 metros para as curvas mestras e 20 metros para as curvas auxiliares, utilizando os recursos do software *QGIS 3.34.1*. Os dados altimétricos foram obtidos a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE) disponibilizados pela *USGS* (United States Geological Survey), os quais possibilitaram a representação detalhada do relevo. A vetorização das drenagens e das coberturas latossólicas foi realizada por meio de fotointerpretação de imagens de satélite (Google Satélite, 2025), seguindo os princípios da fotopedologia conforme descrito por Corrêa et al. (2016).

3.2.2 Documentos Cartográficos

Foram organizados os mapas morfométricos de hipsometria a partir de imagens MDE (Earth Explorer, 2025), declividade (Silva e Lupinacci, 2021), Índice de Posição Topográfica (IPT) (Weiss, 2001) e Índice de Rugosidade do Terreno (IRT) (Riley; De Gloria; Elliot, 1999). Após a organização dos mapas morfométricos foi realizada a fotointerpretação de imagens de satélite (Google Satélite, 2025). Esse procedimento fundamenta-se na fotopedologia (Corrêa et al., 2016), permitindo a identificação e delimitação visual das coberturas latossólicas na paisagem. As áreas reconhecidas como coberturas latossólicas foram vetorizadas e integradas aos mapas temáticos elaborados previamente, possibilitando uma análise espacial integrada dos solos em relação ao relevo.

A carta hipsométrica foi construída a partir de dados do MDE SRTM, gerando cinco classes altimétricas: 0–700 m, 700–800 m, 800–900 m, 900–950 m e 950–1000 m, com intervalos variando entre 50 e 100 metros. Essa classificação permitiu uma representação detalhada da topografia da área de estudo, evidenciando gradientes altimétricos e padrões morfométricos relevantes para a análise espacial dos Latossolos. A carta de declividade foi elaborada a partir do MDE, utilizando o complemento de análise de declividade do *QGIS*, adotando-se os intervalos de classe adaptados de Silva e Lupinacci (2021) e Embrapa (2025), sendo: 0–2% para áreas planas, 2–5% para terrenos suavemente ondulados, 5–12% para áreas onduladas, 12–20% para vertentes fortemente onduladas, 20–30% vertentes escarpadas e acima de 30% para terrenos com forte inclinação.

As cartas de IPT e de IRT foram elaboradas tomando como referência metodológica as propostas de Riley, De Gloria e Elliot (1999) e Weiss (2001). O IRT foi classificado em cinco intervalos quartil, variando de < 4 a 12, permitindo a identificação e diferenciação de classes: Suavemente Ondulado, Ondulado, Fortemente Ondulado, Escarpado e Fortemente Escarpado. Já o IPT foi calculado em uma escala contínua de -1,00 a 1,00, possibilitando a avaliação do posicionamento relativo das superfícies no relevo, gerando cinco classes, com base em Silveira e Silveira (2017).

A partir da análise das cartas produzidas, delimitou-se a distribuição espacial das coberturas de Latossolo utilizando a fotopedologia (Corrêa et al., 2016), abordagem de caracterização que combina imagens aéreas e de satélite para interpretar e classificar solos

com base em atributos visuais superficiais, como cor, padrões de drenagem e relevo, sendo tais interpretações posteriormente validadas por levantamentos de campo.

Também foram gerados perfis topográficos para as áreas delimitadas como coberturas latossólicas, com o objetivo de caracterizar a variação altimétrica e morfológica dessas coberturas. Esses perfis foram construídos no *QGIS 3.34.14*, utilizando o complemento *Profile Tool*, contribuindo para a compreensão da relação entre os solos mapeados e os padrões geomorfológicos da região.

Após a fase de produção de cartas foram selecionadas Coberturas representativas para análise de campo, sendo elas: Cobertura Chapada de Indianópolis, Cobertura Água Emendada, Cobertura Monte Carmelo, Cobertura São Félix, Cobertura Perdizes, Cobertura Chapada de Minas e Cobertura Castanha. Posteriormente realizou-se coletas complementares em Romaria e Alto São Félix, pertencentes a Cobertura Monte Carmelo.

A padronização dos códigos para as Coberturas latossólicas e perfis a serem descritos foi estabelecida a partir do tipo de solo e município/distrito que se localizava, como exemplo: LV-C (Latossolo Vermelho- Castanha).

3.3 Terceira Etapa

A descrição morfológica dos perfis de solos em campo seguiu os procedimentos técnicos estabelecidos por Santos et al. (2015), IBGE (2015) e Embrapa (2025). Em cada horizonte identificado, procedeu-se à coleta de amostras deformadas, destinadas às análises laboratoriais de natureza física, magnética e mineralógica. Simultaneamente, foram obtidas amostras indeformadas, direcionadas a estudos micromorfológicos futuros, priorizando-se os horizontes diagnósticos e aqueles considerados mais representativos para cada classe de solo.

3.3.1 Descrição Morfológica

A descrição morfológica dos nove perfis de solo foi realizada diretamente em campo por meio da limpeza de barrancos com o auxílio de enxadão, permitindo acesso aos horizontes até profundidades variando entre 1 e 2 metros. Durante o procedimento, foram observadas e registradas características macroscópicas de cada horizonte, como cor, estrutura e alterações pedogenéticas visíveis (Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

A determinação das propriedades morfológicas dos horizontes foi realizada conforme os critérios estabelecidos pelo Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo

(Santos et al, 2015). A textura foi avaliada, considerando a proporção relativa das frações areia, silte e argila. O grau de consistência foi determinado em diferentes condições de umidade (seco, úmido e molhado), contemplando aspectos como friabilidade, dureza e plasticidade.

A caracterização da cor das amostras foi realizada com o auxílio da Carta de Munsell (2009). O procedimento contemplou a análise em duas condições: seca, obtida após secagem natural ao sol, e úmida, alcançada por meio da aplicação de água com borrifador, visando evidenciar eventuais variações cromáticas. A determinação seguiu a estrutura descritiva proposta pela carta, em que a matriz corresponde à tonalidade dominante, o valor indica o grau de clareza ou escuridão, e o croma expressa o nível de saturação ou intensidade da cor (Munsell, 2009). Cada horizonte foi identificado e delimitado com base em transições graduais ou nítidas (Santos et al., 2015), garantindo a coleta de informações detalhadas para a posterior classificação pedológica e seleção de amostras deformadas.

3.3.2 Coleta de Amostragem Deformada

As amostras deformadas foram coletadas em campo com o auxílio de canivete, sacos plásticos para acondicionamento, caneta de marcação permanente e fita de identificação. Ao todo, foram coletadas 31 amostras de solos, uma amostra de *stone line* e uma amostra de rocha sã. A amostragem dos solos foi padronizada para aproximadamente 400 g por horizonte, quantidade considerada suficiente para a realização da descrição macromorfológica e das análises laboratoriais.

3.3.3 Coleta de Amostragem Indeformada

Por fim, procedeu-se à coleta de amostras indeformadas, acondicionadas em recipientes plásticos, comumente saboneteiras ou em caixas de papelão, ambos compatíveis com a proporção normativa das recomendações metodológicas descritas por Castro e Cooper (2019). A coleta foi realizada preferencialmente no horizonte Bw2, priorizando profundidades mais representativas e com menor risco de deformação estrutural.

O procedimento consistiu na moldagem direta do solo (Figura 2), de modo a ajustar um bloco perfeitamente às dimensões internas do recipiente. Inicialmente, delimitou-se a área a ser escavada, aprofundando gradualmente as laterais e o topo.

Durante o esculpimento, manteve-se atenção à angulação do canivete ou lâmina, a fim de preservar a integridade do bloco.



Figura 2- A) Processo de Moldagem do horizonte Bw2, Perfil LV-MTC B) Molde esculpido do horizonte Bw2 (Autor, 2025)

Ao término, a amostra foi destacada por meio de cortes laterais em formato de “X”, sendo em seguida marcada com a orientação do topo e acondicionada em local seguro, prevenindo fraturas ou fragmentações. No total foram coletadas seis amostras (Tabela 1)

Perfil	Horizonte	Profundidade
LV-CI	Bw2	100 cm
LVA-AE	Bw	60 cm
LV-MTC	Bw2	70 cm
LV-R	Bw2	100 cm
LV-P	Bw2	80 cm
LV-CI	Bw2	60 cm

Tabela 1- Relação entre Perfis e Horizontes de coleta de amostras Indeformadas (Autor, 2025)

3.4 Quarta Etapa

Realizou-se a preparação, separação e organização das amostras coletadas dos horizontes dos perfis descritos na etapa anterior. As amostras deformadas foram

devidamente secas ao ar e peneiradas, de acordo com os protocolos laboratoriais, visando sua posterior submissão às análises granulométricas para fins mineralógicos, χ_{lf} , condutividade elétrica aparente e morfoscópica.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Avaliação e Modelagem da Água no Solo (LAMAS), da Embrapa Solos (RJ), para determinação da χ_{lf} e da condutividade elétrica aparente (Figura 3A). Adicionalmente, nove amostras foram destinadas ao Laboratório de Química do Campus Monte Carmelo (IQ-UFU), para a extração da fração argila. Posteriormente, essa fração foi encaminhada ao Laboratório de Geoquímica e Mineralogia do Solo (ESALQ-USP) (Figura 3B), onde foram realizadas as análises por difração de raios-X (DRX).



Figura 3- A) Amostras enviadas ao Laboratório de Avaliação e Modelagem da Água no Solo (LAMAS); B) Amostras enviadas ao Laboratório de Mineralogia do Solo (ESALQ-USP) (Autor, 2025)

Previamente ao encaminhamento das amostras para as análises laboratoriais, realizou-se uma avaliação qualitativa do magnetismo em campo (seção 3.5.1) e no Laboratório de Geomorfologia e Pedologia (GEOPED-IGESC UFU), utilizando um ímã. Além disso, após a extração de fração argila (seção 3.5.2), foram selecionadas nove amostras da fração areia retida na peneira de 0,053 mm, as quais foram encaminhadas ao GEOPED para pesagem em massa padronizada de 0,510 g e posterior análise morfoscópica em estereomicroscópio binocular.

3.5 Quinta Etapa

A quinta etapa foi conduzida por meio de parcerias institucionais junto a laboratórios especializados, a fim de viabilizar a realização da extração de argila (Bouyoucos, 1962), χ_{lf} e condutividade elétrica aparente (Embrapa, 1997), difração de

raio-X (DRX) (Calderano; Duarte; Gregoris, 2017) e morfoscopia com base em Cailleux (1942) e Powers (1953).

3.5.1 Análise Magnética Preliminar

A análise preliminar de magnetismo foi conduzida no laboratório GEOPED, utilizando-se um ímã portátil e uma placa de Petri. Separou-se uma fração amostral dos horizontes subsuperficiais, que foi submetida à aproximação do ímã posicionado abaixo da placa, com o objetivo de diferenciar o material magnético do não magnético.

A partir dessa etapa, as amostras foram classificadas em três categorias (Figura 4), definidas por parâmetros comparativos entre os perfis analisados na sua totalidade: (i) baixa intensidade magnética, caracterizada por atração reduzida e deslocamento restrito à fração mais fina da amostra; (ii) média intensidade magnética, caracterizada por atração moderada e deslocamento de agregados finos e de alguns agregados maiores; e (iii) alta intensidade magnética, caracterizada por atração expressiva e deslocamento facilitado de grande parte do material, incluindo agregados de diferentes tamanhos.

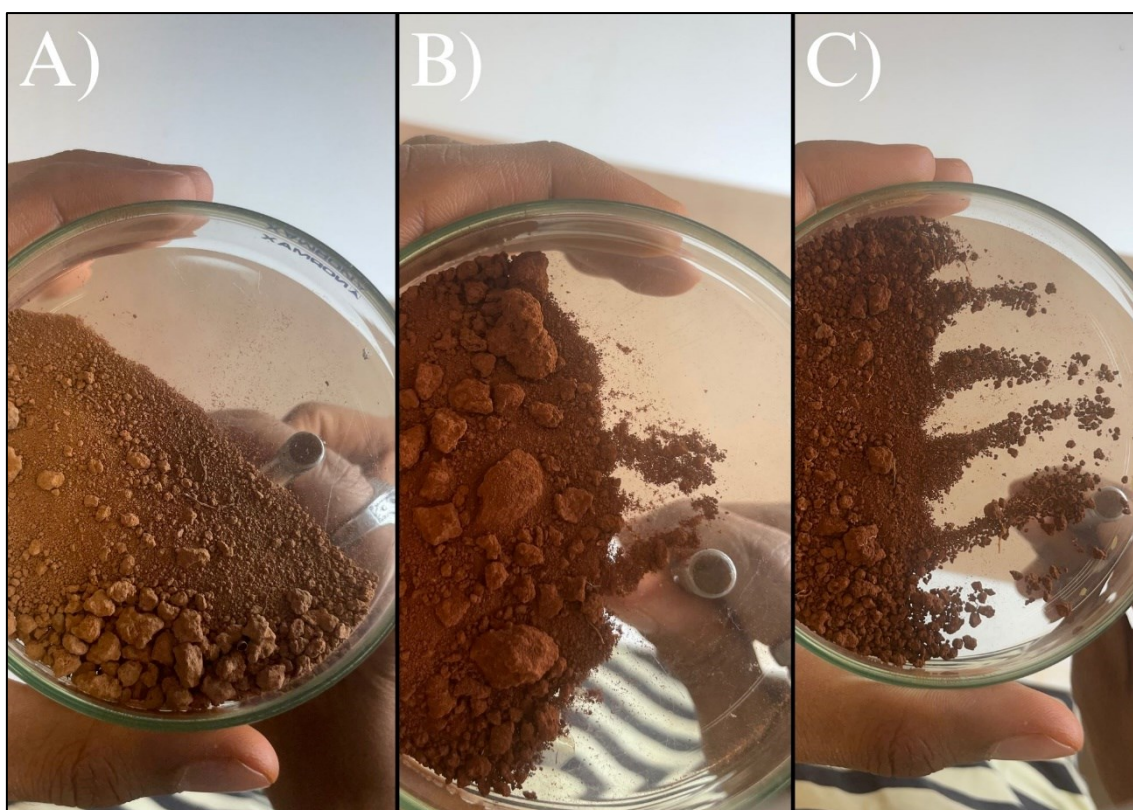


Figura 4 - Classes de Magnetismo Preliminar. A) Baixo (LVA-AE/Bw1); B) Médio (LV-P/Bw3); C) Alto (LV-C/Bw1)

3.5.2 Extração de Argila e Difração de Raio-X

Foram selecionadas amostras dos horizontes diagnósticos dos perfis descritos, contemplando seis amostras do horizonte Bw2 dos Latossolos Vermelhos (LV), uma do horizonte B de Chapada de Minas (CM) e duas do horizonte Bw1, correspondentes ao Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA-AE) e ao Latossolo Vermelho (LV-SF) (Figura 7). As amostras foram secas ao ar e, em seguida, submetidas à desagregação mecânica manual, mediante a aplicação controlada de pressão com um rolo cilíndrico, com o objetivo de romper os torrões sem promover, moagem ou alteração granulométrica dos grãos. Posteriormente, o material foi peneirado em malha de 2,00 mm, sendo separados 40 g da fração terra fina seca ao ar (TFSA) de cada uma das nove amostras.

A separação da fração argila foi realizada conforme a metodologia proposta por Donagemma, Calderano e Viana (2017), utilizando solução dispersante preparada com 10 g de NaOH em 2,5 L de água destilada. Para cada amostra, os 40 g de TFSA foram adicionados a 250 mL da solução dispersante e mantidos sob agitação em mesa agitadora por 24 h. Após esse período, a suspensão foi passada em peneira com abertura de malha de 0,053 mm, promovendo a separação das frações areia e argila para as etapas subsequentes.

O material peneirado foi dividido em duas frações. A fração com diâmetro superior a 0,053 mm foi reservada para a análise morfoscópica. A fração com diâmetro inferior a 0,053 mm foi transferida para proveta de 1 L, com adição de água até completar o volume de 1 L. Em seguida, o material foi homogeneizado com haste de agitação para auxiliar na dispersão da argila e mantido em repouso por 24 h, de modo que, a fração argila permanecesse em suspensão, enquanto as frações silte decantavam.

A coleta do material foi realizada diariamente por meio de sifonagem, utilizando mangueira plástica, para a transferência de 200 mL do material em suspensão da proveta para o frasco coletor (Figura 5A). Ao final de cada coleta, a proveta era novamente preenchida com água até completar o volume de 1 L e homogeneizada por agitação. O procedimento foi repetido até que o volume total coletado no recipiente atingisse 1,6 L.

O volume total de 1,6 L foi distribuído em aproximadamente 32 tubos do tipo Falcon de 50 mL, com massa média de 60,10 g por tubo. Os tubos foram centrifugados em grupos de quatro, em centrífuga da marca Quimis por 10 minutos, à velocidade de 4,5 rpm, promovendo a concentração da fração argila no fundo dos tubos (Figura 5 B e C). O

material pastoso depositado no fundo foi transferido para placas de Petri e submetido à secagem em estufa, com temperatura máxima de 60 °C, por aproximadamente 72 h.

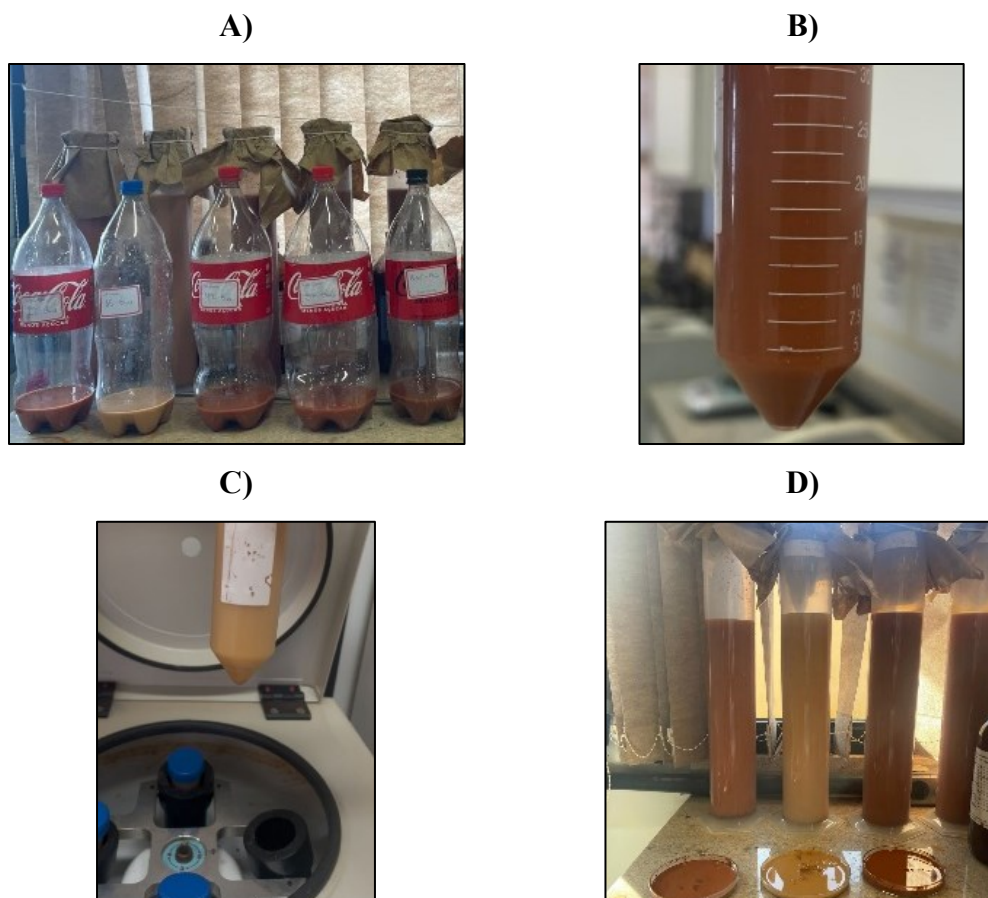


Figura 5 - A) Recipientes utilizados para armazenamento de material; B) Material argiloso decantado no fundo do tubo Falcon após centrifugação; C) Disposição dos tubos na centrifuga; D) Coleta de argila.

Após a secagem em estufa (Figura 6A), o material foi submetido à maceração manual em almofariz de ágata, visando à desagregação e homogeneização da fração argila (Figura 6 B e C). A massa de argila obtida apresentou variação significativa entre as amostras, com valores de massa média de aproximadamente 4,4 g de argila (Tabela 2). Todas as amostras foram devidamente acondicionadas e encaminhadas ao Laboratório de Geoquímica e Mineralogia dos Solos (ESALQ-USP) para a realização da Difração de Raio-X.

Neste Laboratório, para a fração argila foram aplicados tratamentos químicos e térmicos específicos para a identificação dos argilominerais, conforme a metodologia proposta por Whittig e Allardice (1986). As análises foram conduzidas em um difratômetro de raios X *Rigaku Miniflex II*, operando com radiação Cu-K α , com intervalo de varredura de 5 a 60° 2 θ ⁻¹.

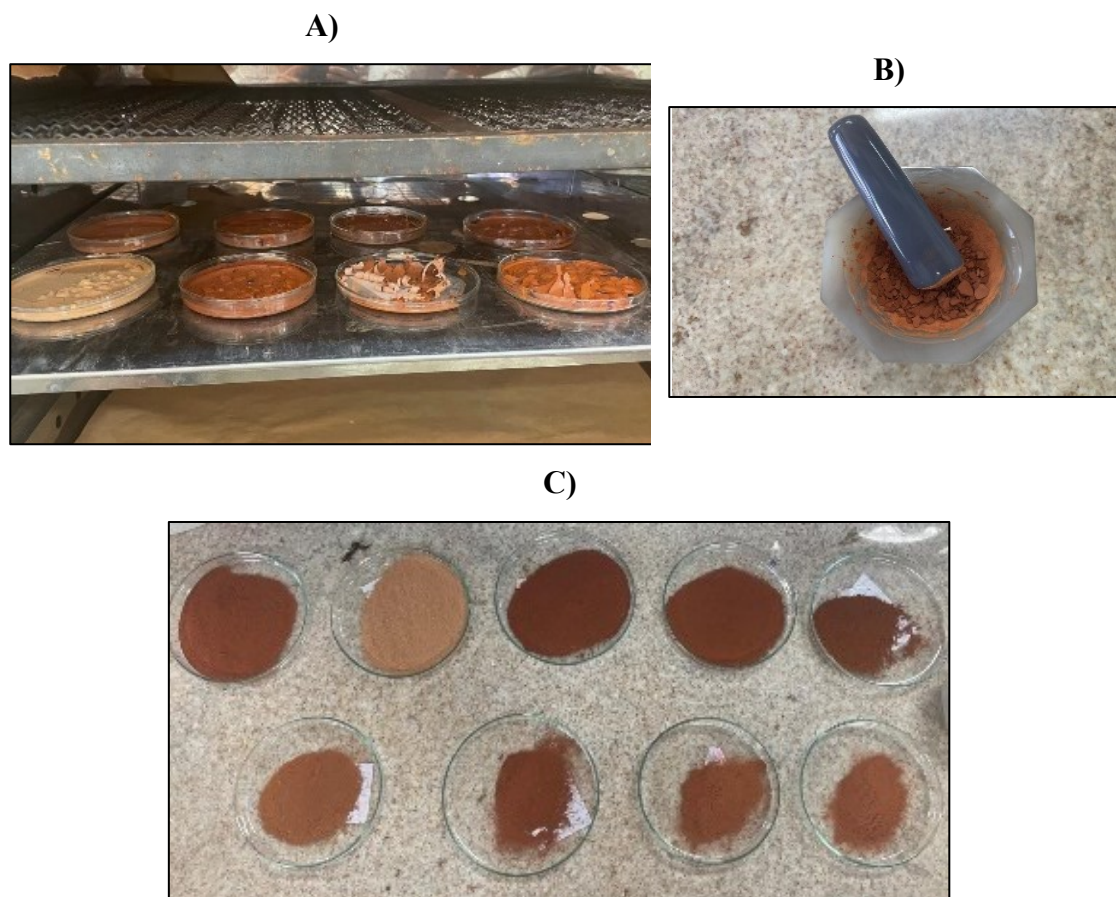


Figura 6-A) Amostras no processo de secagem; B) Amostras pós-secagem; C) Resultado do maceramento em almofariz de ágata.

Amostra	Peso
LV-CI	5,30 g
LVA-AE	7,16 g
LV-MTC	5,90 g
LV-SF	4,80 g
LV-ASF	3,06 g
CM	1,60 g
LV-P	3,10 g
LV-C	3,60 g
LV-R	5,40 g

Tabela 2- Tabela de massa de argila extraída de cada amostra (Autor, 2026)

A interpretação dos gráficos baseou-se na análise dos picos de cristalização por meio da Lei de Bragg ($n\lambda = 2d \sin \theta$). Nesta equação, "n" representa a ordem de difração, " λ " é o comprimento de onda da radiação incidente e " θ " é o ângulo de incidência, correspondente à metade do ângulo de difração (2θ) observado no eixo das

abscissas (Machado; Doriguetto, 2025). A partir do rearranjo da fórmula *para* $d = \lambda / (2 \sin \theta)$, foi possível calcular a distância interplanar (d) dos minerais em nanômetros (nm). Esses espaçamentos constituem uma assinatura cristalográfica característica de cada fase mineral, permitindo sua identificação e diferenciação com base nas posições dos picos de difração (Machado; Doriguetto, 2025).

3.5.3 Suscetibilidade magnética e condutividade elétrica aparente

As determinações de suscetibilidade magnética e de condutividade elétrica aparente foram realizadas por meio de cooperação institucional, com o envio de 31 amostras ao Laboratório de Avaliação e Modelagem da Água no Solo (LAMAS), da Embrapa Solos (RJ). As análises seguiram os procedimentos metodológicos descritos por Teixeira et al. (2023), utilizando um equipamento portátil integrado (suscetibilímetro e condutivímetro), modelo KT-10 S/C. O equipamento opera em faixas de medição de $0,001 \times 10^{-3}$ a $1999,99 \times 10^{-3}$ SI para a χ_{lf} e de 1 a 100.000 $S\ m^{-1}$ para a CEa (Teixeira et al, 2023).

Para a determinação da χ_{lf} e CEa, alíquotas de TFSA provenientes de cada horizonte foram acondicionadas em placas de Petri de plástico. O equipamento KT-10 S/C foi configurado na função *sample measure*, com aplicação da correção geométrica integrada correspondente ao diâmetro da placa utilizada, conforme recomendado por Teixeira et al. (2023). Com o objetivo de minimizar interferências externas e ruídos de fundo nos sensores, as leituras foram realizadas em triplicata sobre uma base isolante de poliestireno expandido (isopor).

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos ao cálculo da média aritmética das três repetições analíticas. Em seguida, os valores médios foram processados pelo excel e posteriormente analisados no ambiente estatístico R (R Core Team), no qual foram elaborados diagramas boxplot para a representação gráfica dos resultados. Nos gráficos, os horizontes foram identificados por tonalidades de vermelho e marrom correspondentes às cores descritas durante os levantamentos de campo, auxiliando na diferenciação visual das amostras pertencentes às distintas coberturas.

3.5.4 Morfoscopia da Fração Grossa

Na sequência dos procedimentos laboratoriais, realizou-se a triagem física da fração areia, utilizando-se o material retido na peneira com abertura de malha de

0,053mm. Essa fração foi obtida de forma complementar ao processo de separação da fração argila por dispersão química, após agitação em solução de NaOH. Os grãos de areia retidos foram acondicionados em recipientes específicos e submetidos à secagem ao ar.

Com o objetivo de padronizar as análises entre os nove perfis descritos, estabeleceu-se uma massa de referência de 0,510 g de amostra por ensaio. Em seguida, procedeu-se à caracterização morfológica e morfoscópica dos grãos, contemplando a identificação tipológica dos grãos, o grau de seleção granulométrica e a estimativa percentual de cada assembleia mineralógica. Os atributos de esfericidade e arredondamento foram determinados com base nos critérios comparativos propostos por Powers (1953), enquanto a caracterização da textura e do aspecto superficial dos grãos seguiu a classificação morfoscópicas de Cailleux (1942).

3.6 SEXTA ETAPA

A sexta etapa da pesquisa compreende a análise integrada, correlação e síntese de todos os produtos gerados ao longo do estudo. Nesta fase, os dados experimentais obtidos em laboratório são correlacionados com as descrições morfológicas de campo e com os produtos cartográficos e morfométricos elaborados. A partir dessa abordagem geopedológica multiescalar, busca-se integrar as variáveis físicas, mineralógicas e magnéticas com as características geomorfológicas e geológicas, com a finalidade de diferenciar os Latossolos e sua posição na paisagem do interflúvio. Por fim, a análise integrada dos dados permitiu organização da redação final da monografia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição Espacial de Coberturas Latossólicas

Na Base Cartográfica (Figura 7) podem ser observadas as coberturas latossólicas da área de estudo, tornando-se mais restritas em direção ao vale do rio Paranaíba, que é o nível dos rios Bagagem e Perdizes. A Carta Hipsométrica (Figura 8) foi gerada com 5 classes, entre as cotas de 700 a 1000 metros. Nota-se que as coberturas de Chapada Indianópolis (CI) e Água Emendada (AE) localizam-se em níveis altimétricos de 900 a 1000 metros, condizentes com o relevo de topo tabular presente na Bacia Sedimentar do Paraná.

As coberturas de Monte Carmelo (MTC) e Perdizes Leste/Sul encontram-se entre 800-900 metros, com porções mais ao Sul da área mapeada em cotas acima de 950

metros. As Coberturas de São Félix (SF) e Chapada de Minas (CM) localizam-se majoritariamente na classe de 700 a 800 metros. As coberturas localizadas no setor norte da área mapeada (Figura 7), nomeadas por Grupiara, Castanha Norte, Castanha Sul, Granítica e Dourados Leste, posicionam-se na classe 700-800 metros. Evidencia-se a um padrão de diminuição do adensamento do corredor latossólico com direção SE-NW, apresentando a redução do declive em direção ao Rio Paranaíba, com rebaixamento de superfície por ação erosiva dos rios Bagagem e Perdizes.

A carta de declividade (Figura 9) corrobora com esse entendimento ao apresentar um relevo suavemente convexo a plano em coberturas posicionadas em topos e vertentes que se dirigem ao rio Perdizes, ao passo que em topos e vertentes do rio Bagagem, as declividades se acentuam com maior entalhe do rio. Nota-se que as coberturas de topo do interflúvio do setor mais ao norte estão mais rarefeitas em formas altamente declivosas, o que demonstra alta ação morfodinâmica.

O Índice de Rugosidade do Terreno (IRT), ilustrado na Figura 10, apresenta 5 classes: Suavemente Ondulado, Ondulado, Fortemente Ondulado, Escarpado e Fortemente Escarpado. A área estudada caracteriza-se pelo predomínio da classe Ondulado a Fortemente Ondulado, entretanto chama-se a atenção para setores do rio Bagagem que apresenta terreno Fortemente Escarpado. Dominantemente as coberturas latossólicas posicionam-se sob relevo Suavemente Ondulado e Ondulado, em condições mais estáveis do terreno quanto à morfodinâmica, potencializando a pedogênese.

O Índice de Posição Topográfica ou IPT (Figura 11) demonstra 5 classes: Vales com Incisão Fluvial, Baixa Vertente Entalhadas por Dissecação, Médias Vertentes Suavemente Convexas à Planas, Altas Vertentes Suavemente Convexas e por fim, Topos Convexos e Aguçados. A partir destes dados foram classificados três domínios de dissecação do relevo com base em suas distribuição e concentração: I) Pouco Dissecados; II) Moderadamente Dissecados; III) Dissecados.

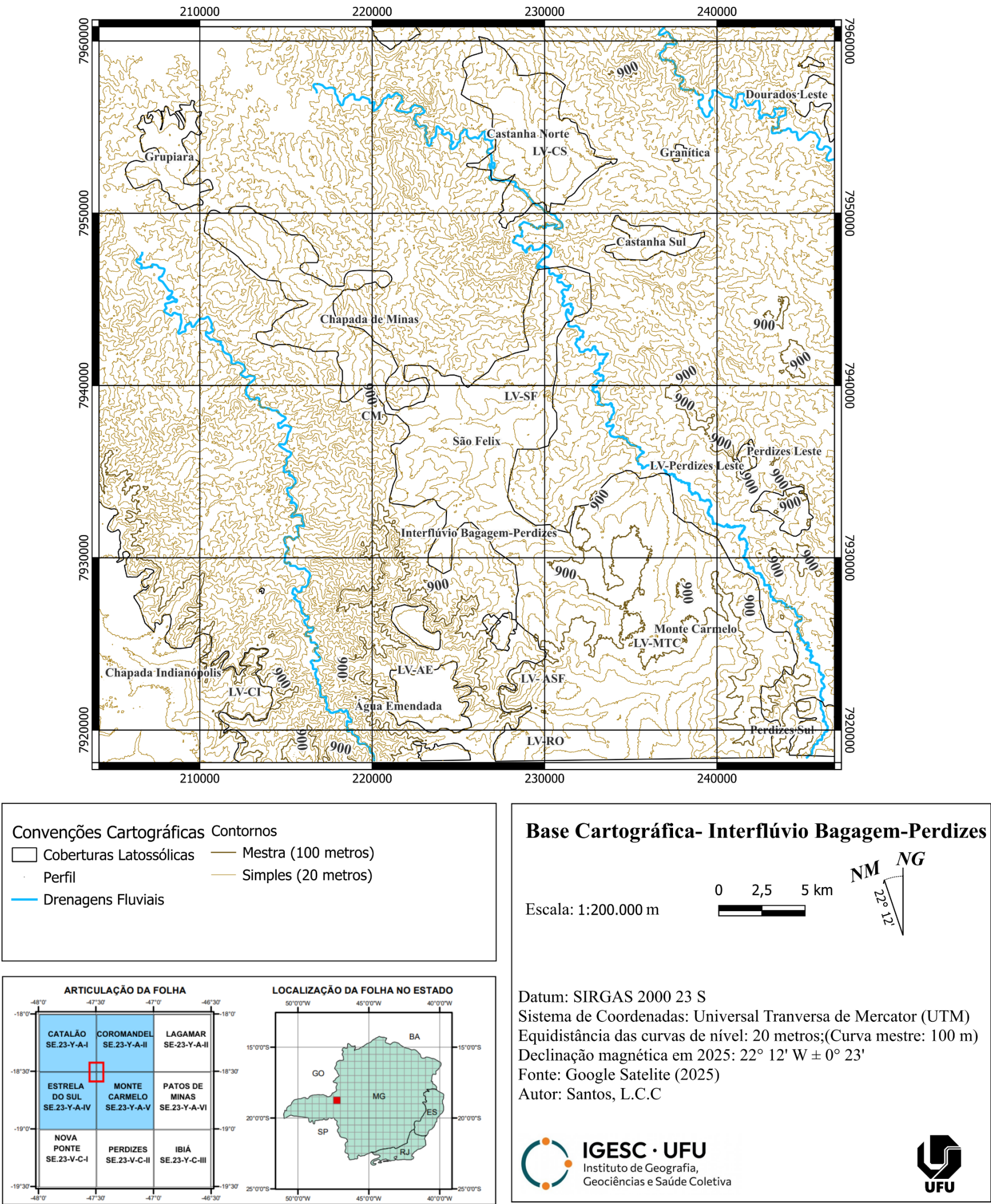
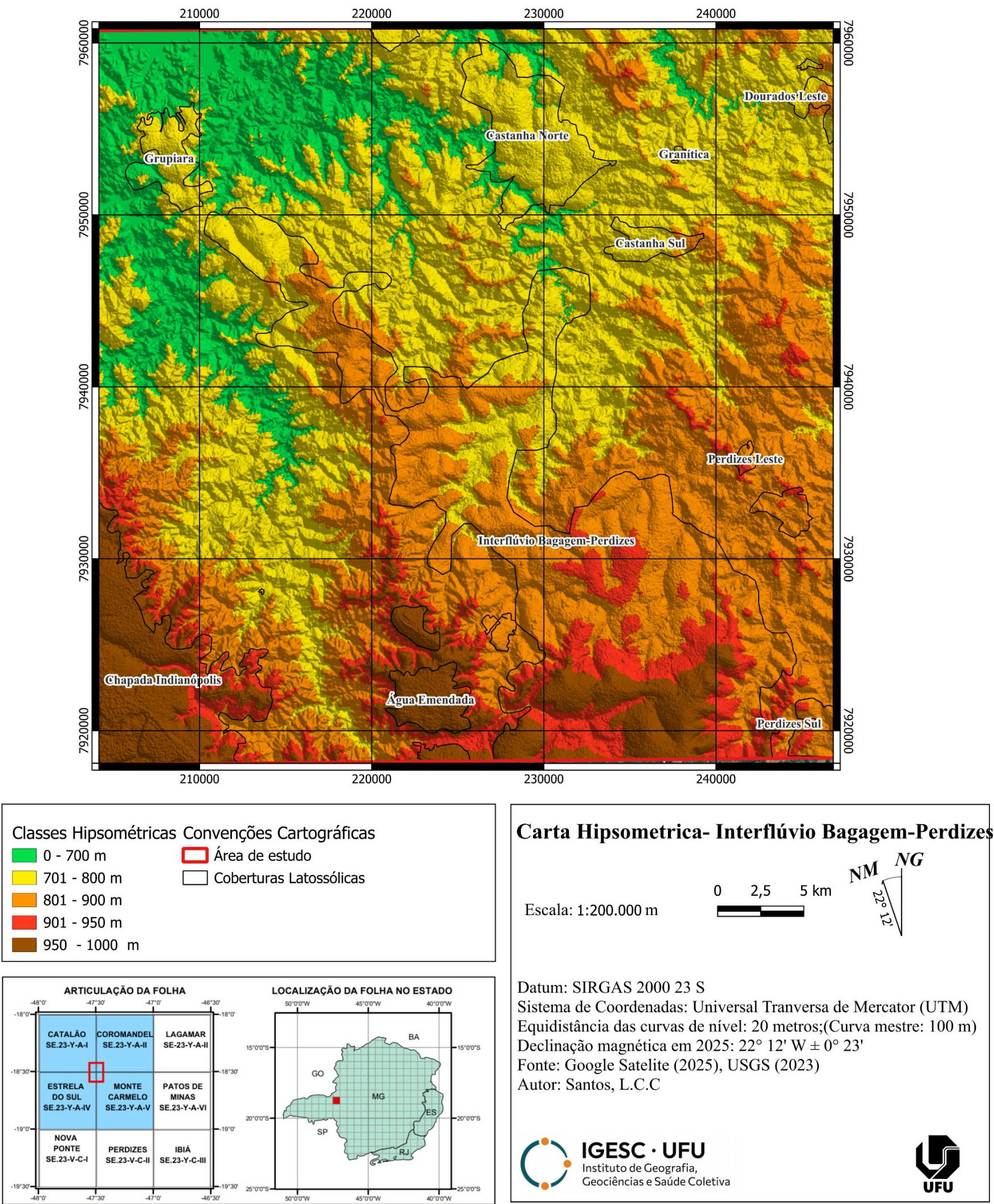


Figura 7- Base Cartográfica (Autor, 2025)



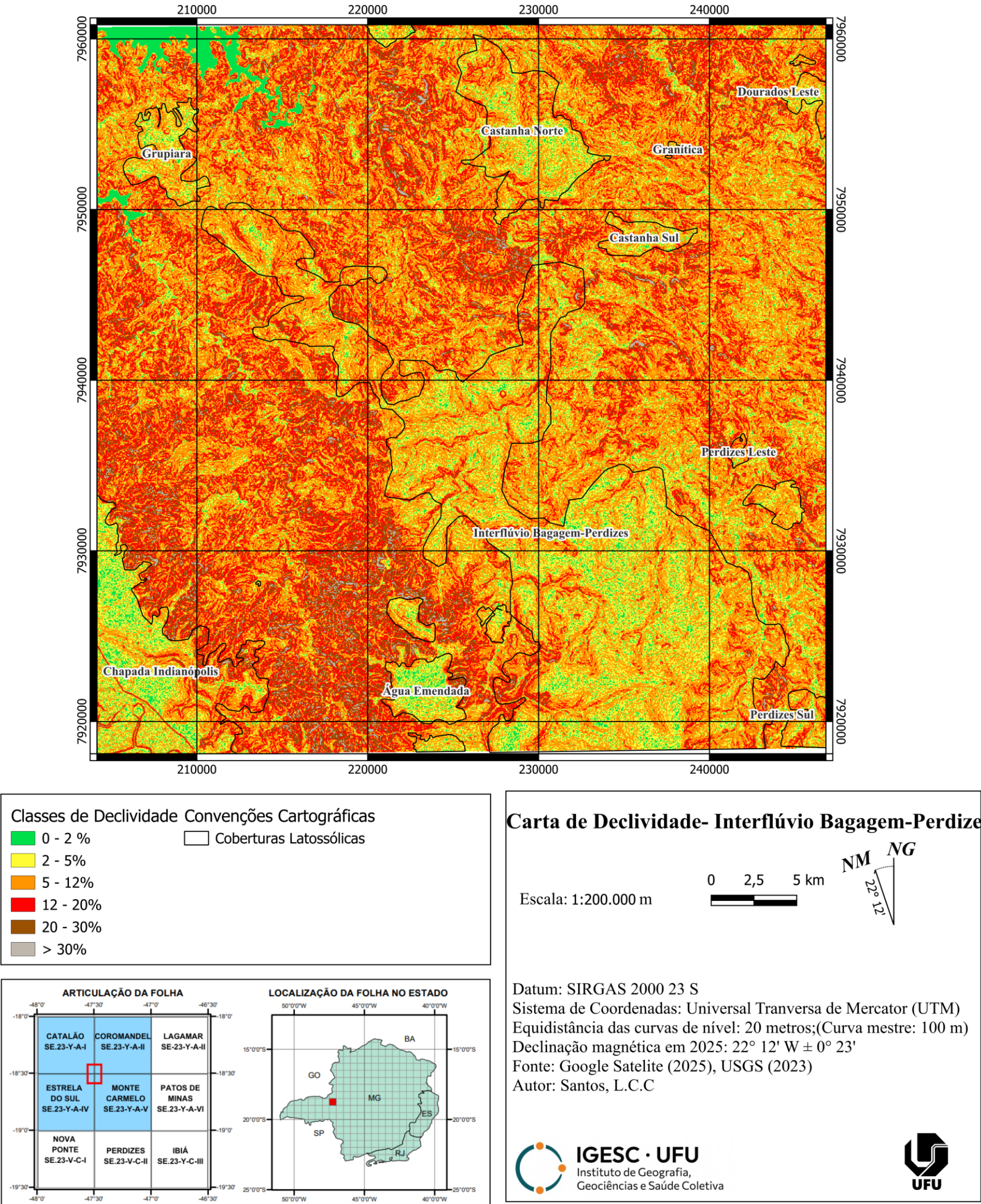
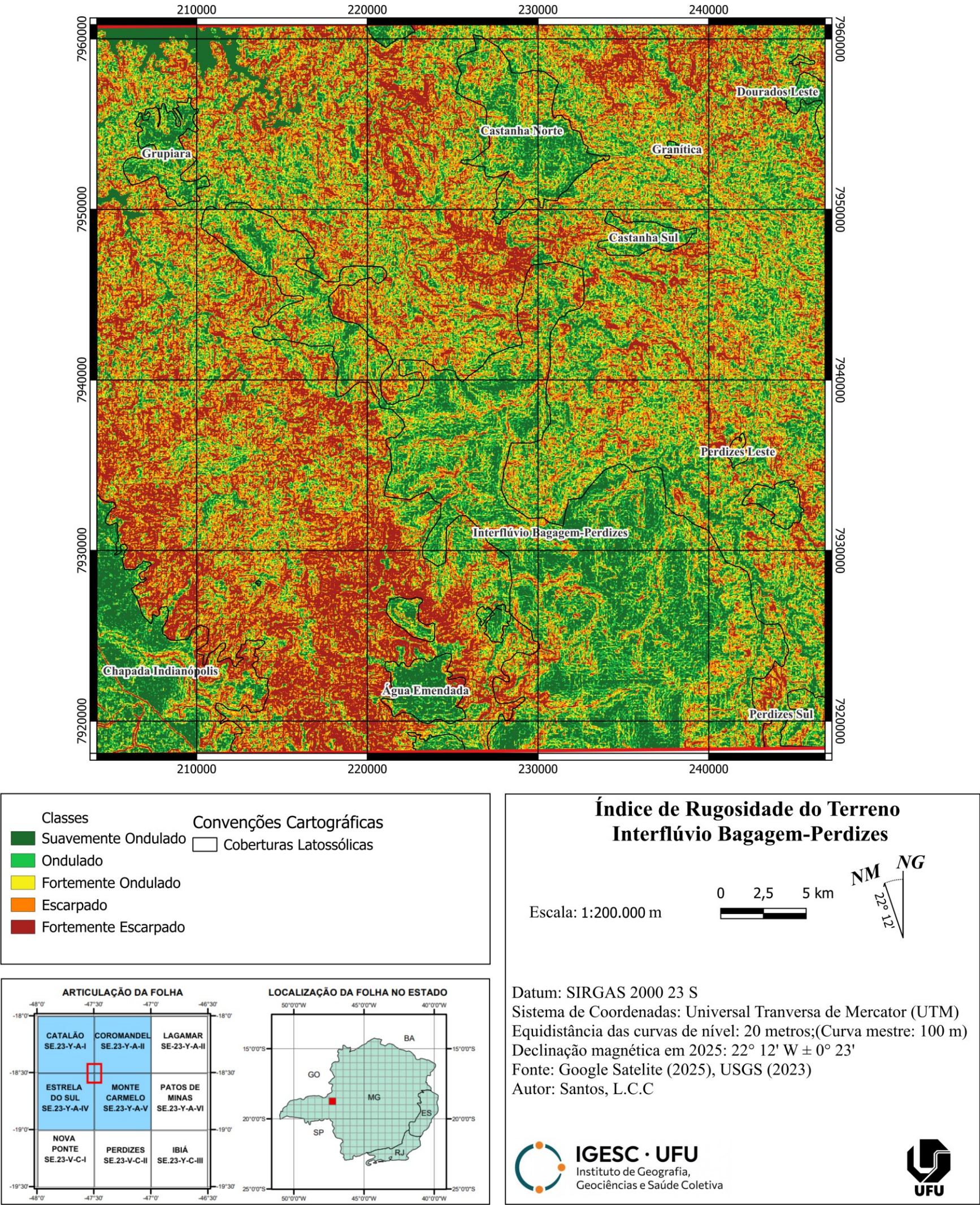


Figura 9- Carta de Declividade (Autor, 2025)



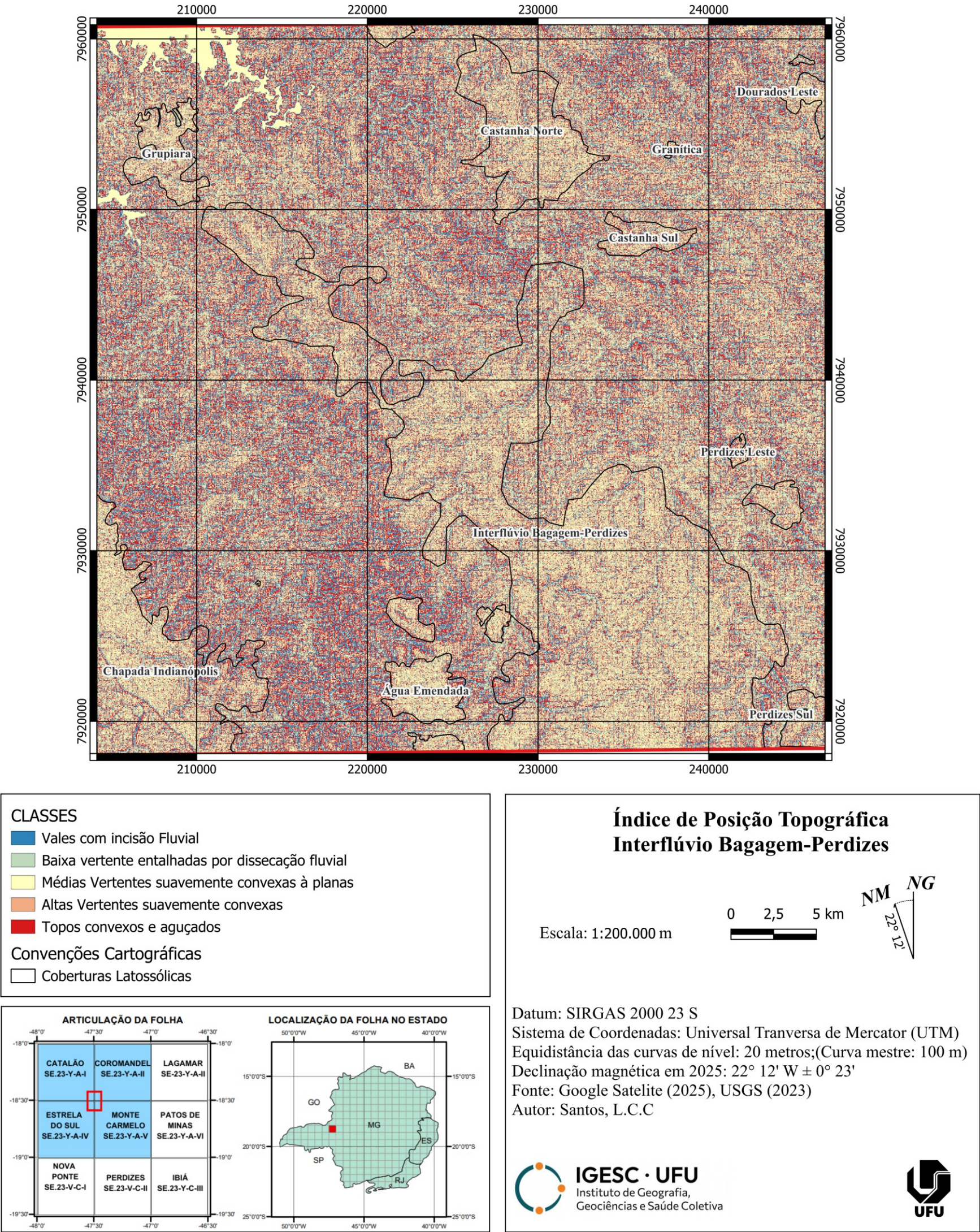


Figura 11- Índice de Posição Topográfica (Autor, 2025)

A aplicação do IPT possibilitou a categorização dos pixels nas diferentes feições do terreno, com destaque para a identificação de topos e vales. Visando a uma melhor interpretação e síntese da paisagem, os domínios morfológicos foram individualizados com base na dominância e na frequência das classes obtidas. Ressalta-se que estas classes não são restritas a nenhum domínio em particular, manifestando-se em toda a área de estudo e diferenciando-se unicamente pela sua distribuição e proporção em cada setor.

O domínio Pouco Dissecado tem predominância da classe de Médias Vertentes Suavemente Convexas a Plana (Figura 11). Este domínio ocorre tanto nas áreas correspondentes às coberturas latossólicas mapeadas, quanto no setor leste da área de estudo, delimitando setores de relevo caracterizados por maior estabilidade geomorfológica e morfologia suavemente convexa. A análise integrada das cartas hipsométricas e de declividade permite inferir que tais coberturas encontram-se predominantemente nas regiões de topo dos interflúvios, correspondendo às posições mais elevadas e menos sujeitas à erosão superficial.

O domínio Moderadamente Dissecado está localizado na porção leste do quadrante (Figura 11). Nessa área, predominam as classes Médias Vertentes Suavemente Convexas a Planas, nos interflúvios, e Altas Vertentes Suavemente Convexas, associadas à atuação do rio Perdizes. Essa configuração indica uma estabilidade morfológica intermediária, menor que a observada no primeiro domínio, mas superior à do terceiro. Nesse sentido, a dinâmica fluvial está diretamente relacionada à força de erosão exercida pelo rio Perdizes, cuja atuação é inferior quando comparada ao rio Bagagem, responsável pela dissecção no terceiro domínio.

Para o domínio Dissecado registram-se as classes Topos Convexos e Aguçados e Baixa vertente entalhada, com o predomínio da primeira, indicando um terreno mais acidentado (Figura 11). Observa-se que o vale do rio Bagagem concentra maior proporção da classe Aguçada, evidenciando a intensa ação erosiva deste curso d'água. Em contraste, o vale do rio Perdizes apresenta maior ocorrência da classe Suavemente Convexa, sugerindo uma configuração com menor intensidade de erosão fluvial atualmente.

Os perfis topográficos (Figura 12) foram organizados para as coberturas latossólicas de maior expressão em extensão, sendo elas: Chapada de Indianópolis (CI), Água Emendada (AE), Monte Carmelo (MTC), São Félix (SF), Chapada de Minas (CM), Castanha Sul (CS), Castanha Norte (CN), Perdizes Leste (PL) e Perdizes Sul (PS).

As coberturas de Indianópolis (CI) e Água Emendada (AE) se distribuem em topos tabulares com cotas de 900 a 1000 metros. Já Monte Carmelo, Perdizes (Sul e Perdizes Leste) localizam-se em superfícies de topo suavemente convexas em cotas que variam entre de 800 a 900 metros. As coberturas de São Félix (SF), Chapada de Minas (CM), Castanha Norte (CN) e Castanha Sul (CS) localizam-se em topos suavemente convexas em cotas de 700 a 800 metros.

Observaram-se claramente a ocorrência de coberturas latossólicas em ambos os domínios morfoestruturais da região do Alto Paranaíba. Entretanto, as coberturas de maiores dimensões estão localizadas em cotas de 900 a 1000 metros nos topos tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná (CI e AE). À medida que se dirige ao domínio da Faixa Brasília, é notável a concentração das coberturas nos topos dos interflúvios, ficando rarefeitas conforme o distanciamento da bacia Sedimentar.

Complementa-se que as coberturas localizadas na Faixa Brasília se posicionam em cotas inferiores a 900 metros em relevos de topos suavemente convexas, com maior concentração nos topos dos interflúvios dos rios Bagagem e Perdizes (MTC, SF e CM), e dos rios Perdizes e Dourados (PL, OS, CN e CSC). Isso sugere que essas coberturas latossólicas derivam de distintos materiais de origem e que se desenvolveram em diferentes superfícies geomorfológicas.

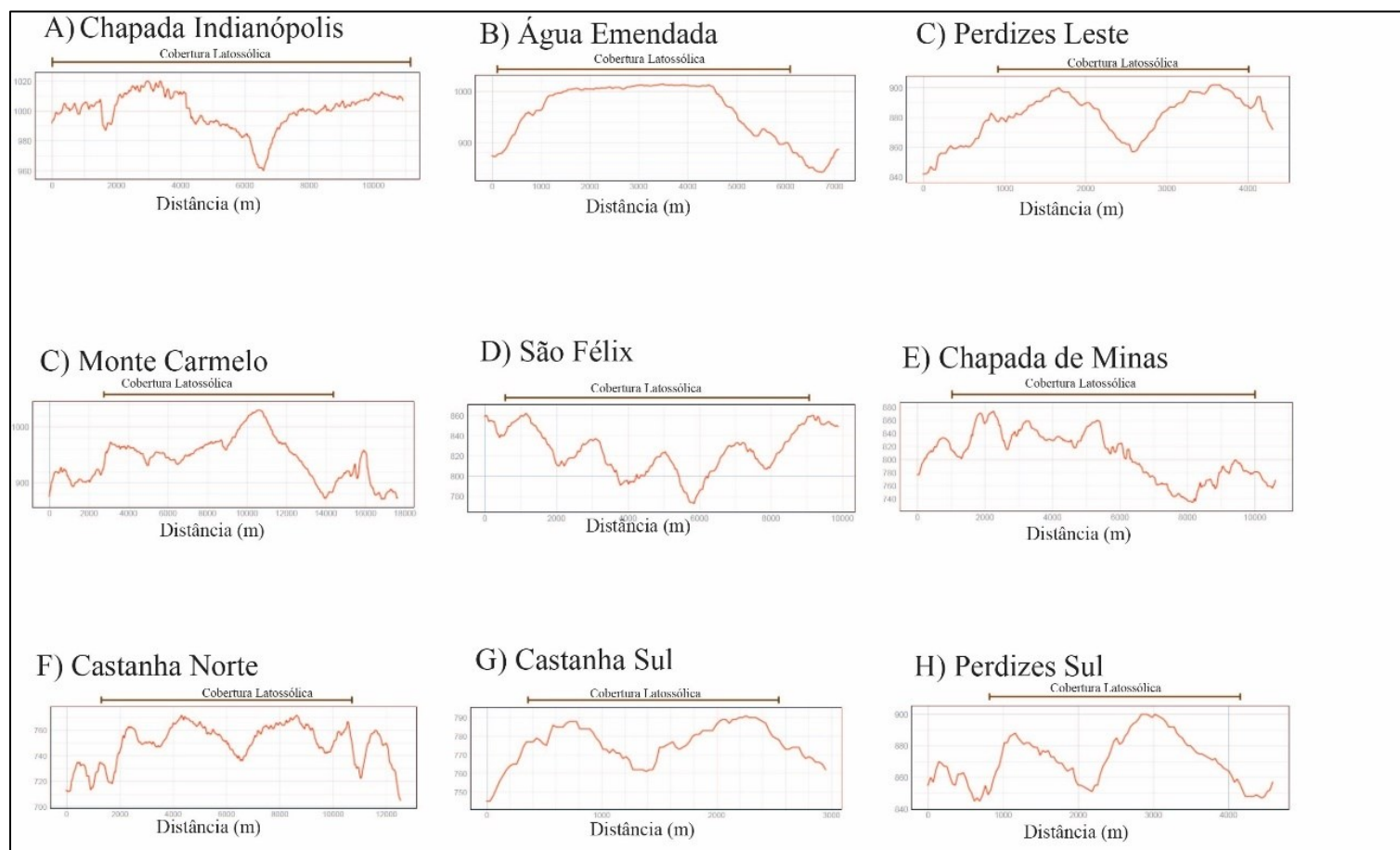


Figura 12- Perfis Topográfico das Coberturas Latossólicas. A) Chapada de Indianópolis; B) Água Emendada; C) Perdizes Leste; E) Monte Carmelo; D) São Félix; E) Chapada de Minas; F) Castanha Norte; G) Castanha Sul; H) Perdizes Sul. Fonte: Autor, 2025

4.2 Descrição Morfológica dos Latossolos

A partir da integração entre os resultados da etapa cartográfica e levantamentos de campo foram selecionados nove perfis de solos distribuídos nas coberturas latossólicas, posicionadas na Bacia Sedimentar do Paraná e na Faixa de Dobramento Brasília (Figura 7 e Tabela 3).

Unidade Morfoestrutural	Cobertura Latossólica	Perfil
Bacia Sedimentar do Paraná	Chapada Indianópolis (CI)	LV-CI
	Água Emendada (AE)	LVA-AE
	Monte Carmelo (MTC)	LV-R
Faixa de Dobramentos Brasília	Monte Carmelo (MTC)	LV-MTC LV-ASF
	São Felix (SF)	LV-SF
	Chapada de Minas (CM)	LV-CM
	Castanha Norte (CN)	LV-C
	Perdizes Leste (PL)	LV-P

Tabela 3- Relação entre Cobertura Mapeada e Perfil Descrito (Autor, 2026)

Na sequência do texto são apresentadas as descrições morfológicas desses nove perfis, com a consequente classificação até o segundo nível categórico (Embrapa, 2025), além das respostas das amostras ao magnetismo exercido pelo imã em laboratório.

4.2.1 Latossolos no domínio da Bacia Sedimentar do Paraná

Os Latossolos localizados no domínio da Bacia Sedimentar do Paraná estão localizados nas coberturas latossólicas da Chapada Indianópolis (CI), Água Emendada (AE) e Monte Carmelo (MTC), como ilustrado na Figura 7.

4.2.1.1 Latossolo Vermelho - Chapada de Indianópolis (LV-CI)

O perfil LV-CI está localizado no município de Indianópolis, Minas Gerais, nas coordenadas UTM 23S 211709 7922306, em área situada à cota altimétrica de 941 m. O perfil encontra-se em posição de topo, próximo à borda festonada da chapada de Indianópolis, sobre relevo denudacional de topo tabular (Figura 13 B). A área de estudo está localizada à margem de uma estrada, sendo circundada por vegetação densa e sem ocorrência de afloramentos rochosos ou pedregosidade. A exposição do perfil foi obtida por meio da limpeza de um barranco, possibilitando a descrição morfológica até 200 cm

de profundidade. Foram identificados quatro horizontes, denominados Ap, Bw1, Bw2 e Bw3 (Figura 13). Com base nas características morfológicas observadas em campo, o perfil foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 4).

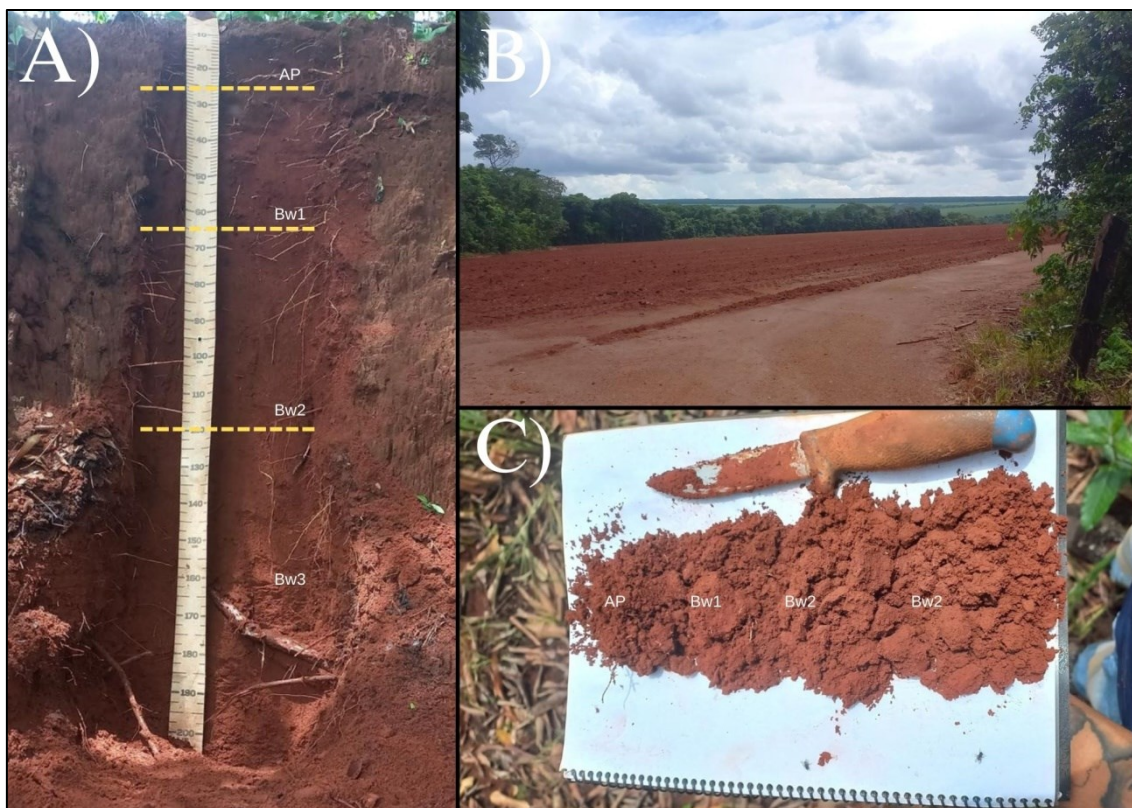


Figura 13- A) Perfil LV-CI com separação dos Horizontes; B) Vista da Paisagem onde se localiza o perfil; C) Pedocomparador realizado em campo.

A análise morfológica do perfil evidencia quatro horizontes principais, caracterizados pelo predomínio de textura muito argilosa, transições claras e graduais, e estrutura granular forte, composta por agregados pequenos a muito pequenos (Apêndice 1). O horizonte superficial Ap (0 - 25 cm) apresenta coloração vermelha (2.5 YR 4/6) quando seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/3) quando úmido, com consistência ligeiramente duro, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa. Em profundidade, os horizontes Bw1, Bw2 e Bw3 mantêm o predomínio da coloração vermelha, variando de vermelho (2.5 YR 4/8 ou 4/6) no estado seco a vermelho-escuro (2.5YR 3/6) quando úmidos, indicando elevada uniformidade morfológica ao longo do perfil.

Os horizontes subsuperficiais apresentam características bastante homogêneas, com estrutura granular forte, textura muito argilosa e suscetibilidade magnética variando de média a alta. Em relação à consistência, observa-se comportamento macio no estado

seco, muito plástico e não pegajoso, sendo a principal diferença registrada no estado úmido, em que o horizonte Bw1 é muito friável, enquanto os horizontes Bw2 e Bw3 apresentam consistência friável. De modo geral, a reduzida variação de cor, estrutura, textura e consistência ao longo da sequência de horizontes evidencia um elevado grau de homogeneidade pedogenética, compatível com o intenso intemperismo característico dos Latossolos.

Durante a descrição morfológica em campo, o horizonte subsuperficial foi subdividido em Bw2 (65 a 120 cm) e Bw3 (120 a 200 cm) em razão de discretas diferenças de consistência e do grau de compactação observadas sob a umidade natural do solo. Entretanto, a caracterização morfológica realizada posteriormente em laboratório demonstrou comportamento praticamente idêntico entre ambos os horizontes, sem diferenças diagnósticas significativas. Ainda assim, optou-se por preservar a subdivisão originalmente estabelecida em campo, por representar fielmente as observações efetuadas durante a descrição do perfil.

Essa decisão justifica-se pelo fato de as observações in situ registrarem o perfil em seu estado mais fresco e sob a influência das condições reais de adensamento e umidade natural da própria estrutura do solo, características que tendem a ser mascaradas após a coleta e o manuseio das amostras fora de seu contexto natural.

Chapada Indianópolis					
Coordenada	Horizontes	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 211709 7922306	Ap	0-25	Latossolo Vermelho	Médio-Alto	LV-CI
	Bw1	25-65			
	Bw2	65-120			
	Bw3	120- 200			

Tabela 4- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Chapada Indianópolis

4.2.1.2 Latossolo Vermelho-Amarelo - Água Emendada (LVA-AE)

O perfil LVA-AE está localizado no distrito de Água Emendada (em cobertura latossólica de mesmo nome), pertencente ao município de Estrela do Sul, encontrado sob coordenadas UTM 23S 221372 7923295, em cota de 967 metros. Encontra-se posicionado na em porção de terço superior da vertente escarpada de relevo denudacional residual de topo tabular. Inserido em vegetação densa, sem ocorrência de afloramento

rochoso ou pedregosidade ao seu entorno (Figura 14), entretanto, por se posicionar em relevo escarpado de relevo residual, afloram nas imediações arenitos. O corte foi realizado atingindo 110 cm de profundidade, permitindo a identificação de 3 horizontes sendo eles: Ap, Bw e Bf (Figura 14). Sendo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Tabela 5).



Figura 14- A) Perfil LVA-AE com separação de Horizontes; B) Vista do perfil e vegetação densa; C) Pedocomparador realizado em campo, nota-se a presença de nódulos no horizonte Bwf

A caracterização morfológica evidencia uma organização em microagregados fortemente desenvolvidos ao longo do perfil, representados por uma estrutura granular de tamanho pequeno a muito pequeno. O horizonte superficial Ap (0 a 25 cm) exhibe coloração marrom-claro (7.5 YR 6/4) a seco e marrom-escuro (7.5 YR 5/6) a úmido, sob textura argilo-siltosa a argilosa. Sua consistência se apresenta ligeiramente dura, firme, muito plástica e ligeiramente pegajosa, registrando-se a presença discreta de pequenos nódulos milimétricos avermelhados (possíveis concentrações de argila ou plintitas), que antecedem uma transição clara e gradual (Apêndice 2).

Em subsuperfície, os horizontes Bw (25 a 95 cm) e Bwf (95 a 110 cm) compartilham comportamento magnético uníssono, classificado como baixo, além de manterem uma consistência homogênea macia, friável, muito plástica e ligeiramente

pegajosa, embora se distingam em transição gradual por variação de cor e pela ampliação de feições nodulares. O horizonte Bw1 exibe matiz mais avermelhado, com coloração vermelho-amarelado (5 YR 7/6) a seco e amarelo-avermelhado (5 YR 5/6) a úmido, sob textura muito argilosa, notando-se a ocorrência incipiente de plintitas pontuais vermelhas e subangulares de 1 a 2 cm, com alta resistência à quebra, tanto a úmido quanto a seco.

Por sua vez, o horizonte Bwf caminha para tonalidades mais amareladas, apresentando cor vermelho-amarelado (7.5 YR 6/6) a seco e marrom-escuro (7.5 YR 4/6) a úmido, associado a uma textura argilosa, enquanto as plintitas que se tornam maiores, medindo de 3 a 5 cm. Elas adquirem coloração vermelho-escuro, embora preservem a morfologia subangular e a elevada rigidez observada no horizonte superior.

Esses atributos morfológicos e a alternância cromática entre os matizes 5 YR e 7.5 YR justificam a classificação deste perfil como um Latossolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2025). A presença de plintitas, por se manter em proporção inferior a 30%, configura um caráter plântico incipiente que inviabiliza o enquadramento na ordem dos Plintossolos, sobressaindo-se a típica estrutura em microagregados que define a ordem dos Latossolos

Água Emendada					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S	Ap	0-25	Latossolo Vermelho-Amarelo	Baixo	LVA-AE
221372	Bw1	25-95			
7923295	Bwf	95- 110			

Tabela 5- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Água Emendada

4.2.2.7 Latossolo Vermelho- Romaria (LV-R)

O perfil LV-R está localizado no município de Romaria, associado à cobertura latossólica Monte Carmelo, sob coordenadas UTM 23S 228441 7913337, em cota de 1000 metros. Encontra-se posicionado na em porção de terço superior da vertente sobre relevo denudacional de tabular, com baixa declividade e vertentes extensas, no interflúvio do rio Bagagem com o ribeirão dos Marrecos. Situa-se em área rural, sem ocorrência de afloramento rochoso ou pedregosidade. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 200 cm de profundidade, permitindo a identificação de 5 horizontes, sendo eles: Ap, BA, Bw1, Bw2 e Bw3 (Figura 15). Foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 06).

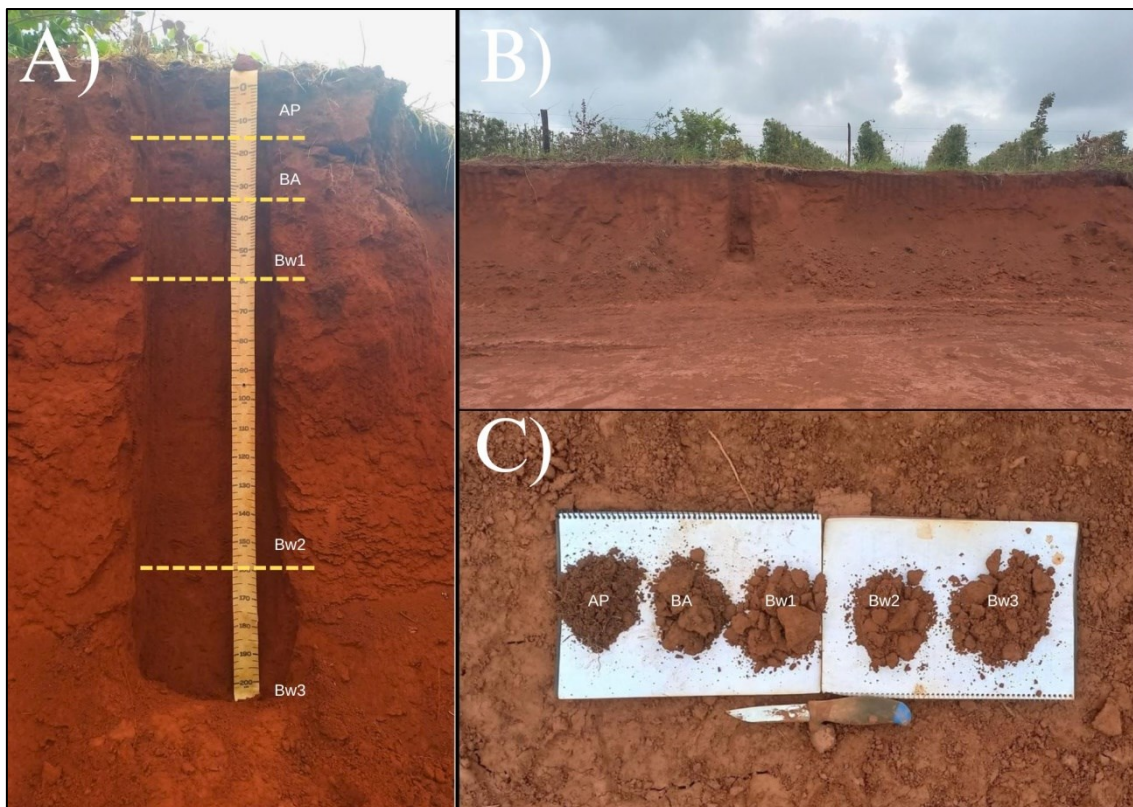


Figura 15- A) Perfil LV-R com separação de horizontes; B) Vista do ambiente; C) Pedocomparador

A caracterização morfológica do LV-R também se demonstrou altamente homogênea ao longo de toda a seção vertical, definida por um arranjo granular forte com agregados de tamanho pequeno a muito pequeno, cujos limites sucessivos mantêm-se estritamente graduais entre todos os horizontes (Apêndice 8).

O horizonte superficial Ap desenvolve-se de 0 a 15 cm sob uma classe textural muito argilosa, apresentando coloração vermelha-amarelada (5YR 5/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 3/3) a úmido, com consistência que varia entre dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa. Na sequência, o horizonte BA atinge de 15 a 35 cm, demonstrando textura muito argilosa quanto o padrão cromático sob umidade, embora sua cor a seco altere-se para vermelho (2.5YR 4/4). Este nível transiciona para uma consistência ligeiramente dura, friável, plástica e não pegajosa, registrando uma resposta magnética baixa.

O horizonte subsuperficial Bw1 limita-se entre 35 e 60 cm, intervalo marcado por textura de classe muito argilosa e magnetismo baixo. Suas cores passam a se manifestar como vermelho (2.5YR 5/6) a seco e vermelho (2.5YR 4/6) sob umidade, enquanto a consistência evolui para macio, muito friável, muito plástica e não pegajosa.

Sob comportamento morfológico bastante próximo, o horizonte Bw2 desenvolve-se de 60 a 160 cm, compartilhando a mesma granulometria muito argilosa e a matriz cromática do nível superior, mas diferindo discretamente por um magnetismo classificado como baixo-médio e por uma consistência plástica, embora conserve os caracteres macio, muito friável e não pegajoso.

Por fim, o horizonte Bw3 aprofunda-se de 160 a 200 cm, sustentando a textura muito argilosa e a consistência macia, plástica e não pegajosa observada no Bw2, além de retornar ao magnetismo baixo. Suas particularidades morfológicas concentram-se na consistência em estado úmido, que decresce de muito friável para friável, e em sua assinatura cromática profunda, que preserva o tom vermelho (2.5YR 5/6) a seco, mas assume coloração marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4) quando úmido.

Romaria					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 228441 7913337	Ap	0-15 cm	Latossolo Vermelho	Baixo	LV-R
	BA	15-35cm			
	Bw1	35-60 cm			
	Bw2	60-160 cm			
	Bw3	160-200 cm			

Tabela 6- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Monte Carmelo (Romaria)

4.2.2 Latossolos no domínio da Faixa de Dobramento Brasília

Os Latossolos no domínio da Faixa de Dobramentos Brasília posicionam-se nas coberturas latossólicas de Monte Carmelo (MTC), São Félix (SF), Chapada de Minas (CM), Perdizes Leste (PL) e Castanha Norte (CN), como observado na Figura 7.

4.2.2.1 Latossolo Vermelho- Monte Carmelo (LV-MTC)

O perfil LV-MTC está localizado no município de Monte Carmelo (em cobertura latossólica de mesmo nome), dentre coordenadas UTM 23S 235029 7925453, em cota de 902 metros. Encontra-se posicionado na em porção de terço médio da vertente sobre relevo denudacional de topo suavemente convexo, baixa declividade e vertentes extensas. Encontra-se inserido em meio urbano, sem ocorrência de afloramento rochoso. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 100 cm de profundidade, permitindo a identificação de 3 horizontes, sendo eles: Ap, Bw1 e Bw2 (Figura 16). Foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 7).

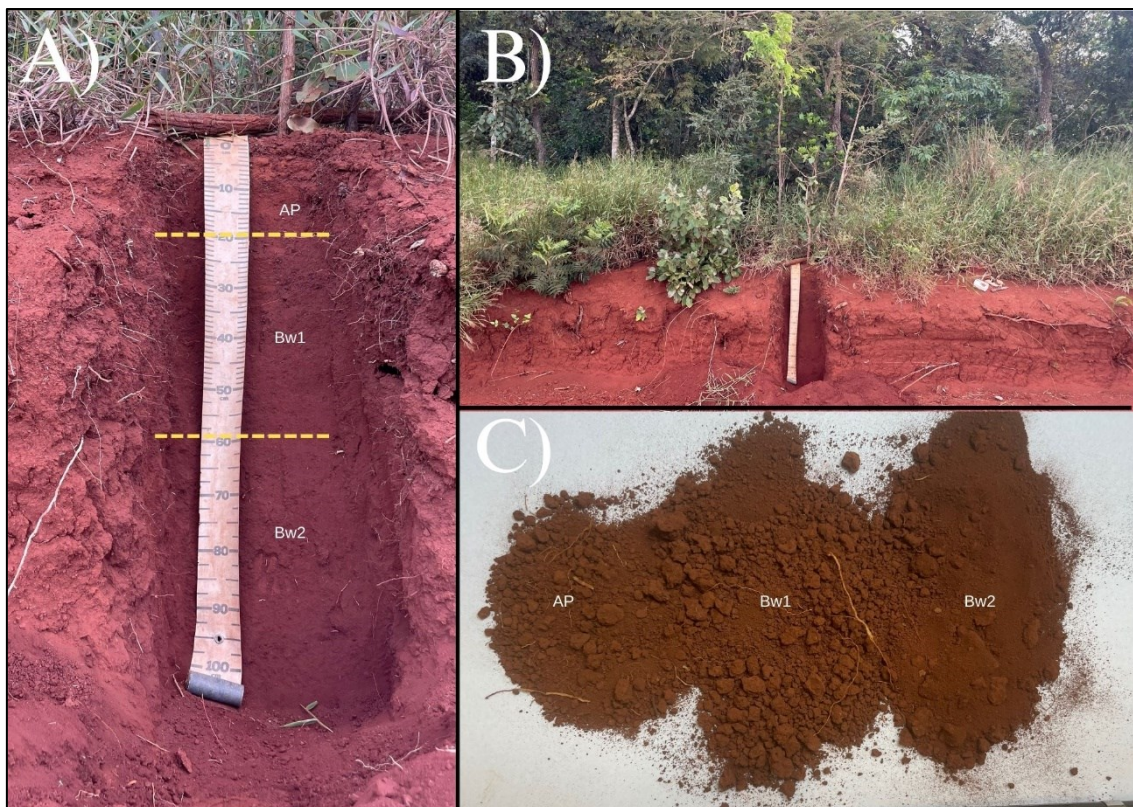


Figura 16- A) Perfil LV-MTC com separação dos Horizontes; B) Vista do Perfil, situado no parque da matinha; C) Pedocomparador

A caracterização morfológica denota um perfil muito argiloso e homogêneo, marcado por transições estritamente graduais e uma estrutura granular forte composta por agregados pequenos a muito pequenos ao longo de toda a sua extensão. O horizonte superficial Ap (0 a 20 cm) apresenta coloração variando de vermelha (2.5YR 4/6) a seco a marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4) sob estado úmido, desenvolvendo uma consistência ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa (Apêndice 3).

Em subsuperfície, os horizontes diagnósticos Bw1 (20 a 60 cm) e Bw2 (60 a 100 cm) compartilham a mesma resposta cromática, definida por matriz vermelho-escuro (10YR 3/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5 YR 3/3) a úmido, além de registrarem uma assinatura magnética preliminar classificada como alta. Embora mantenham-se ligeiramente pegajosos com fração muito argilosa, esses dois horizontes subsuperficiais distinguem-se sutilmente quanto à variação de sua consistência. Enquanto o horizonte Bw1 transiciona de macio a ligeiramente duro, mantendo-se friável e muito plástico, o horizonte Bw2 se comporta como macio, friável e plástico.

Monte Carmelo					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 235115 7925531	Ap	0-20	Latossolo Vermelho	Alto	LV-MTC
	Bw1	20-60			
	Bw2	60-100			

Tabela 7- Síntese Descrição Morfológica: Monte Carmelo

4.2.2.2 Latossolo Vermelho São Félix (LV-SF)

O perfil LV-SF está localizado no distrito de São Félix (em cobertura latossólica de mesmo nome), pertencente ao município de Estrela do Sul, em coordenadas UTM 23S 227602 7939094, com cota de 815 metros. Encontra-se posicionado na em porção de terço médio-superior da vertente sobre relevo denudacional de topo suavemente convexo, baixa declividade e vertentes extensas. Encontra-se inserido em meio rural, sem ocorrência de afloramento rochoso ou pedregosidade. O corte atingiu 110 cm de profundidade, permitindo a identificação de 3 horizontes, sendo eles: Ap, Bw1 e Bw2 (Figura 17). Foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 8).

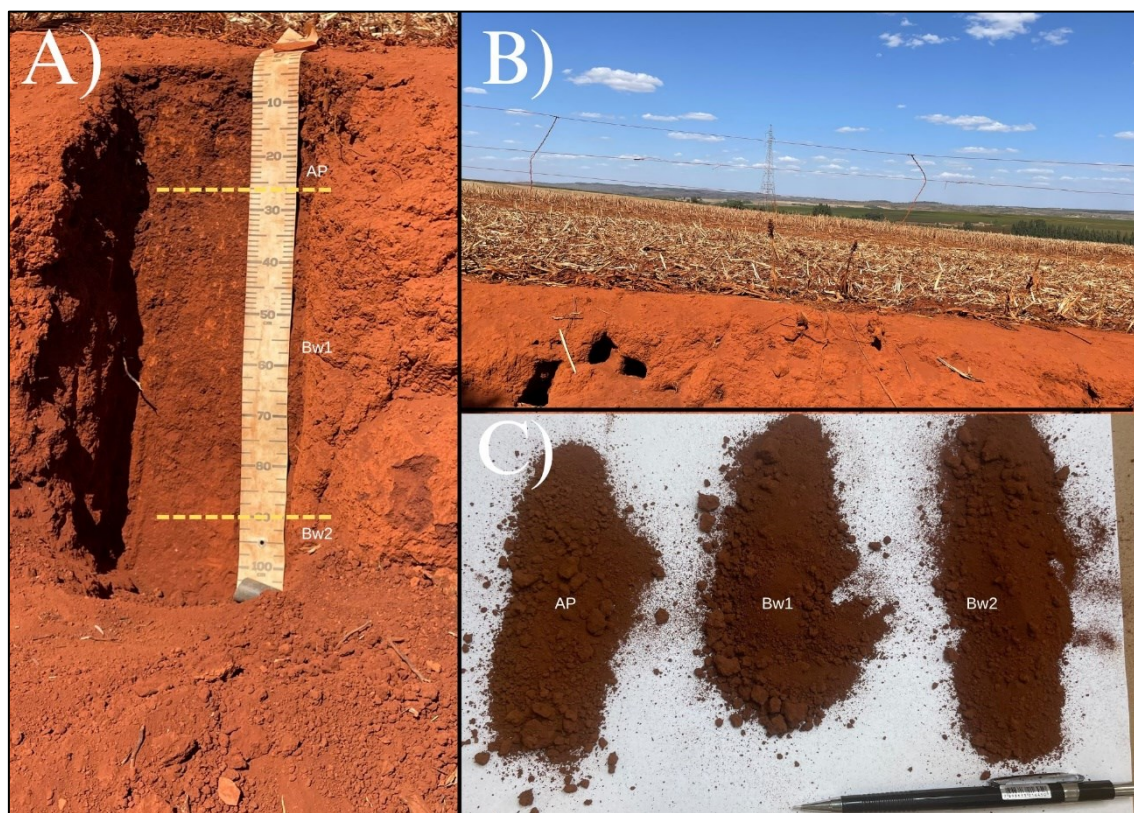


Figura 17- A) Perfil LV-SF com separação de horizontes; B) Uso agrícola do Horizonte Ap; C) Pedocomparador

A estrutura das amostras deste perfil destaca-se por uma forte expressão de grânulos com dimensões pequenas a muito pequenas, cujos limites entre os horizontes se mantêm estritamente claros a graduais ao longo de toda a seção (Apêndice 4).

No horizonte superficial Ap (0 a 25 cm), a matriz muito argilosa exibe coloração vermelha (2.5YR 4/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4) a úmido, condicionando uma consistência ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e não pegajosa. Logo abaixo, o horizonte Bw1 (25 a 60 cm) preserva tanto a textura quanto o padrão cromático do horizonte superior, distinguindo-se apenas pela transição para uma consistência macia. Embora ainda muito friável, muito plástica e não pegajosa, adquire uma resposta magnética classificada como alta.

Por fim, o horizonte Bw2 (60 a 110 cm) passa por apresenta textura muito argilosa a argilosa e as cores oscilam para vermelho-escuro (2.5YR 3/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/3) sob umidade. Adicionalmente, este horizonte registra magnetismo preliminar médio (seção 3.5.1) e passa a se comportar de forma plástica e ligeiramente pegajosa, embora conserve o caráter macio e muito friável verificado no Bw1.

São Félix					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 227602 7939094	Ap	0-25	Latossolo Vermelho		LV-SF
	Bw1	25-90		Alto	
	Bw2	90-110		Médio	

Tabela 8- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura São Félix

4.2.2.3 Latossolo Vermelho- Alto São Félix (LV-ASF)

O perfil denominado como LV-ASF, vinculado a cobertura latossólica de Monte Carmelo (MTC), e nas imediações com a cobertura Água-Emendada, pertencente ao município de Estrela do Sul, localizado nas coordenadas UTM 23S 228576 7923243, em área situada em cota de 940 metros. Encontra-se posicionado ao entorno de relevo residual de Água-Emendada, na porção de média vertente de formas suavemente convexas, com baixa declividade e vertentes extensas (Figura 18). Dessa feição residual em direção às formas convexas, partem canais de primeira ordem da bacia do ribeirão São Félix.

O perfil encontra-se inserido em corte de estrada, sem ocorrência de afloramento rochoso ou pedregosidade. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 80 cm de profundidade, permitindo a identificação de 2 horizontes, sendo eles: Ap e Bw. Ficou classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 9).

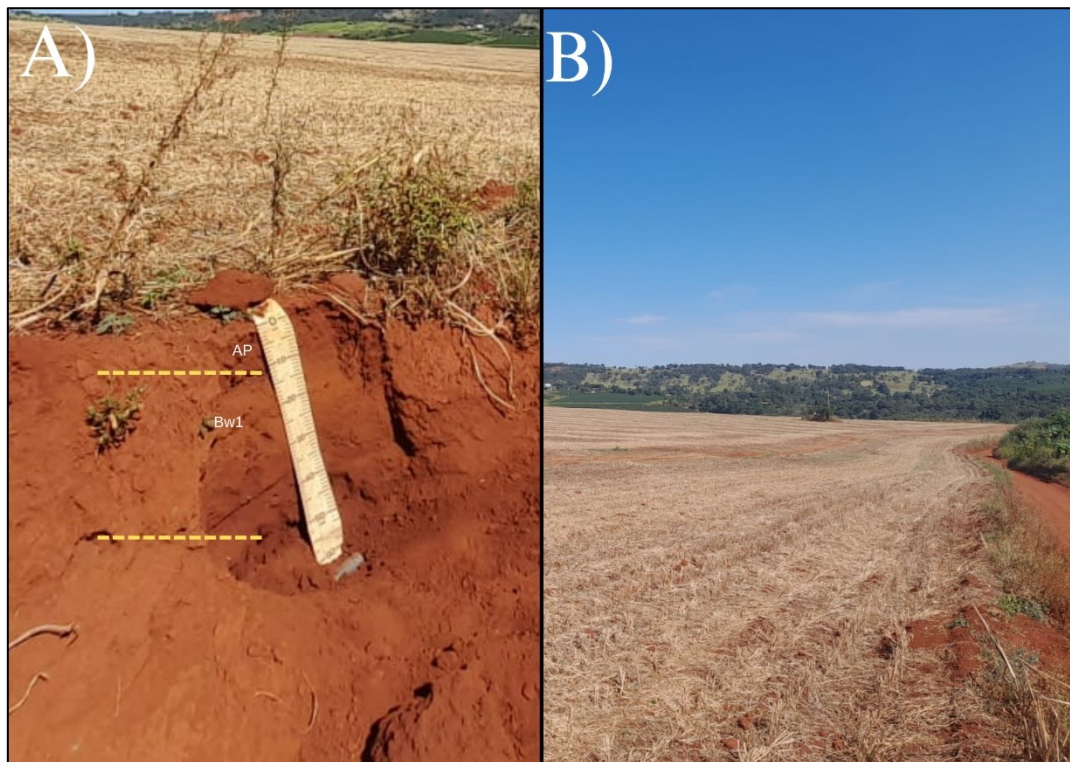


Figura 18- - A) Perfil LV-ASF com separação de horizontes; B) Uso agrícola do horizonte Ap, com escarpa da cobertura AE ao fundo.

O horizonte Ap (0 a 15 cm) apresenta coloração Marrom Avermelhado Escuro (2.5 3/4 YR) quando seca e Marrom Avermelhado Escuro (2.5YR 2.5/3) quando úmida. A estrutura é granular, com agregados de tamanho pequeno a muito pequeno de grau de forte. A consistência varia entre macia, muito friável, plástica e não pegajosa. A textura é argilosa e a transição para o horizonte subsequente é clara a gradual (Apêndice 7).

O horizonte Bw encontra-se entre 15 a 80 cm, apresentando coloração Marrom Avermelhado Escuro (2.5YR 3/4) a seco e Marrom Avermelhado Escuro (2.5YR 2.5/3) a úmido. A estrutura é granular, com agregados de tamanho pequeno a muito pequeno de grau de forte. A consistência varia entre ligeiramente dura, muito friável, plástica e não pegajosa. A textura é muito argilosa e a transição para o horizonte subsequente é clara a gradual. Seu magnetismo preliminar é classificado como médio-alto.

Alto São Félix

Coordenada	Horizonte	Profundidade de (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23 S 228576	Ap	0-15	Latossolo	Médio-Alto	LV-ASF
7923243	Bw	15-80	Vermelho		

Tabela 9- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura São Félix (Alto São Félix)

4.2.2.4 Chapada de Minas (CM)

O perfil CM está localizado no distrito de Chapada de Minas (em cobertura latossólica de mesmo nome) pertencente ao município de Estrela do Sul, nas coordenadas UTM 23S 220775 7938399, em área situada em cota de 870 metros. Encontra-se posicionado na porção média a inferior da vertente sobre relevo denudacional de topo suavemente convexo, com declividades intermediárias e vertentes mais dissecadas. Encontra-se inserido em área rural, com ocorrência de rocha e pedregosidade. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 130 cm de profundidade, ilustrado na figura 19, permitindo a identificação de quatro horizontes, sendo eles: Ap, B1, B2, cascalheira (stone line) e R (Tabela 10).

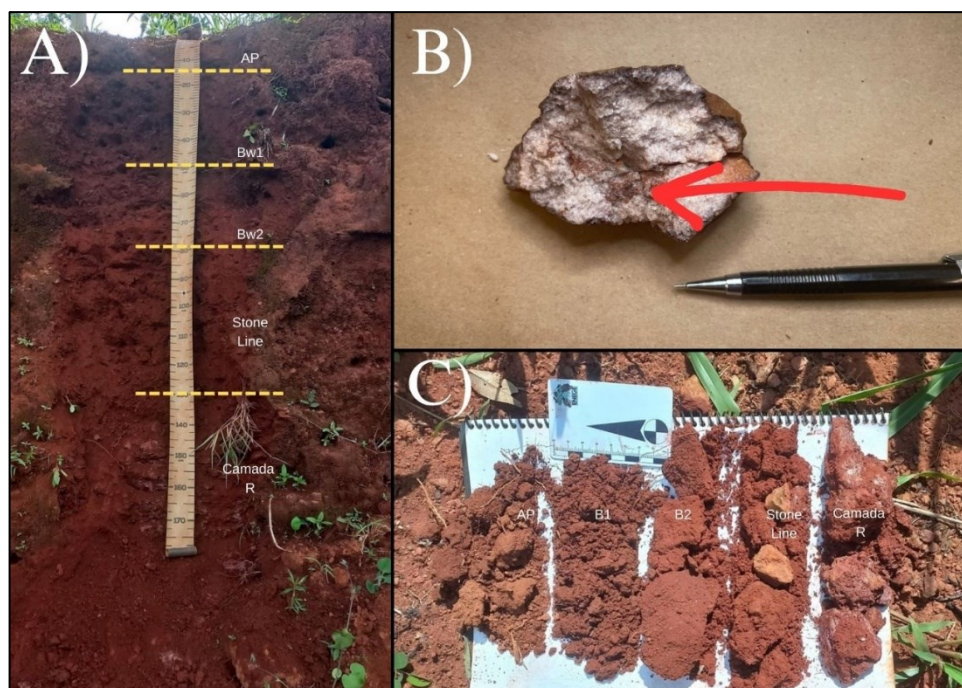


Figura 19- A) Perfil CM com separação de horizontes; B) Granitoide presente na cascalheira, seta indica a possível transformação de minerais máficos em argilominerais; C) Pedocomparador realizado em campo

A análise morfológica deste perfil indica uma estrutura caracterizada pelo predomínio de agregados em blocos (subangulares a angulares) com dimensões variando

de pequenas a médias, associados a uma consistência sob estado úmido estritamente friável. A transição entre horizontes é clara e entre camadas abrupta, estabelecendo uma variação entre as classes texturais argilosa e muito argilosa ao longo dos horizontes B1 e B2 (Apêndice 9).

O horizonte Ap estende-se de 0 a 15 cm, apresentando coloração Vermelha (5YR 4/6) a seca e Marrom Avermelhado Escuro (2.5YR 3/6) a úmida. A estrutura é de blocos subangulares com agregados de tamanho pequeno de grau moderado. A consistência varia entre ligeiramente dura, friável, plástica e não pegajosa. A textura é argilosa e a transição para o horizonte subsequente é clara.

O horizonte B1 avança de 15 a 50 cm, apresentando coloração Vermelha (5YR 4/6) seca e Marrom Avermelhado Escuro (5YR 3/3) molhada. A estrutura é de blocos subangulares, com agregados de tamanho pequeno médio de grau forte. A consistência varia entre ligeiramente dura, friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa. A textura já é muito argilosa e a transição para o horizonte subsequente é clara. Seu magnetismo é classificado como médio-alto.

O horizonte B2 distribui-se de 50 a 80 cm, apresentando coloração Vermelho Amarelado (5YR 5/6) a seca e Marrom Avermelhado Escuro (5YR 3/4) a úmida. A estrutura é de blocos subangulares a granular, com agregados de tamanho pequeno a médio de grau moderado. A consistência varia entre macia, friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa. A textura é muito argilosa e a transição para o horizonte subsequente é abrupta. Seu magnetismo é classificado como médio-alto.

A cascalheira/*stone line* posiciona-se de 80 a 130 cm, apresentando coloração Vermelha (2.5YR 4/8) a seca e Marrom Avermelhado Escuro (2.5YR 3/4) a úmida. A estrutura do solo é de blocos angulares, com agregados de tamanho pequeno a médio de grau moderado. A consistência varia entre macia, friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa. A textura é argilosa e a transição para a camada subsequente é abrupta. Seu magnetismo é classificado como médio.

A cascalheira foi interpretada como uma *stone line*, por ser constituída por granitoide intensamente intemperizado, enquanto a camada R é de micaxisto. O granitoide é de caráter equigranular e leucocrático. Sua composição mineralógica é marcada pela presença de quartzo, feldspatos e, possivelmente, biotita, a qual se encontra em processo avançado de alteração para argilominerais (Figura 19 b), dificultando a

quantificação precisa. A rocha exibe coloração rosa-clara e ocorre sob a forma de blocos angulosos, o que sugere transporte limitado, possivelmente derivado do corpo intrusivo do Complexo Monte Carmelo.

A camada R corresponde a um micaxisto típico do Grupo Araxá (Figura 20), apresentando textura lepidoblástica e granulação fina, com coloração predominantemente roseada. Sua composição mineralógica é formada majoritariamente por muscovita (50%), seguida por clorita (30%), biotita (15%) e granada (5%). Trata-se de uma rocha pouco alterada, onde a ação intempérica ainda é incipiente, permitindo a preservação de estruturas originais, como foliação bem definida, fraturas, bandamento composicional e crenulações milimétricas.



Figura 20- Micaxisto pertencente à camada R do perfil CM

Com base na descrição morfológica foi estabelecido que a classificação do perfil CM poderá enquadrar-se possivelmente como Argissolo Vermelho, em função de provável gradiente textural, sobretudo em relação ao observado no horizonte B2. Considerando as evidências descritivas registradas, esse perfil se distingue nitidamente em relação aos demais. Ou seja, não apresentou características morfológicas para ser classificado como Latossolo.

O seu posicionamento também em relação às condições de relevo também deve ser considerado, tendo em vista o maior grau de dissecação em vertentes que se dirigem ao rio Bagagem. A presença de stone line corrobora com a intensidade de dissecação.

Tabela 10- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Chapada de Minas

Chapada de Minas					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 220775 7938399	Ap	0-15	Provável Argissolo Vermelho	Médio-Alto	CM
	Bp	15-50			
	B2 argiloso	50-80		Médio	
	Cascalheira	80-130			

4.2.2.5 Latossolo Vermelho- Castanha (LV-C)

O perfil LV-C está localizado no distrito de Castanha pertencente ao município de Douradoquara, na cobertura latossólica intitulada por Castanha Leste (CL), dentre as coordenadas UTM 23S 231454 7953491, em cota de 845 metros. Encontra-se posicionado na porção média a inferior da vertente sobre relevo denudacional de topo suavemente convexo, baixa declividade e vertentes extensas. Encontra-se inserido em área rural, sem ocorrência de pedregosidade e rochiosidade. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 90 cm de profundidade, permitindo a identificação de 3 horizontes, sendo eles: Ap, Bw 1 e Bw2 (Figura 21). Foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 11).



Figura 21- A) Perfil LV-C com separação de horizontes; B) Vista do ambiente; C) Magnetismo forte observado em campo

A caracterização morfológica deste perfil revela estruturas marcadas por grânulos em agregados de tamanho pequeno a muito pequeno e grau forte, cujos limites entre os horizontes se mantêm estritamente claros a graduais. O arranjo expressa elevada plasticidade ao longo de toda a seção amostrada, com variações granulométricas que se restringem às classes texturais muito argilosa (Apêndice 5).

No horizonte superficial Ap (0 a 15 cm), a coloração é vermelha (2.5YR 4/6) a seco e vermelho-escuro (2.5YR 3/6) a úmido, sob organização granular e consistência ligeiramente dura, friável e não pegajosa. Logo abaixo, o horizonte Bw1 (15 a 50 cm) preserva o mesmo padrão cromático do topo, mas exibe comportamento textural muito argiloso com arranjos granulares, tornando-se ligeiramente pegajoso e registrando uma forte assinatura magnética classificada como alta.

Por fim, o horizonte Bw2 (50 a 90 cm) aprofunda-se mantendo a granulometria muito argilosa e o caráter ligeiramente pegajoso, porém com oscilações morfológicas discretas: sua coloração caminha para tons mais escuros, sendo vermelho-escuro (2.5YR 3/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 2.5/3) sob umidade, enquanto a

consistência se torna ligeiramente macia e muito friável, acompanhada por um magnetismo preliminar que passa a ser classificado como médio-alto.

Castanha					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 231454 7953491	Ap	0-15	Latossolo Vermelho		LV-C
	Bw1	15-50		Alto	
	Bw2	50-90		Médio-Alto	

Tabela 11- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Castanha Norte

4.2.2.6 Latossolo Vermelho- Perdizes (LV-P)

O perfil LV-P está localizado no município de Monte Carmelo, associado à cobertura latossólica Perdizes Leste (PL), localiza-se nas coordenadas UTM 23S 241607 7935093, em cota de 900 metros. Encontra-se posicionado na em porção de terço superior da vertente sobre relevo denudacional de topo suavemente convexo, baixa declividade e vertentes extensas. Encontra-se às margens da rodovia MG-190. O corte foi realizado por enxadão, atingindo 180 cm de profundidade, permitindo a identificação de 4 horizontes, sendo eles: Ap, Bw1, Bw2 e Bw3 (Figura 22). Foi classificado como Latossolo Vermelho (Tabela 12).

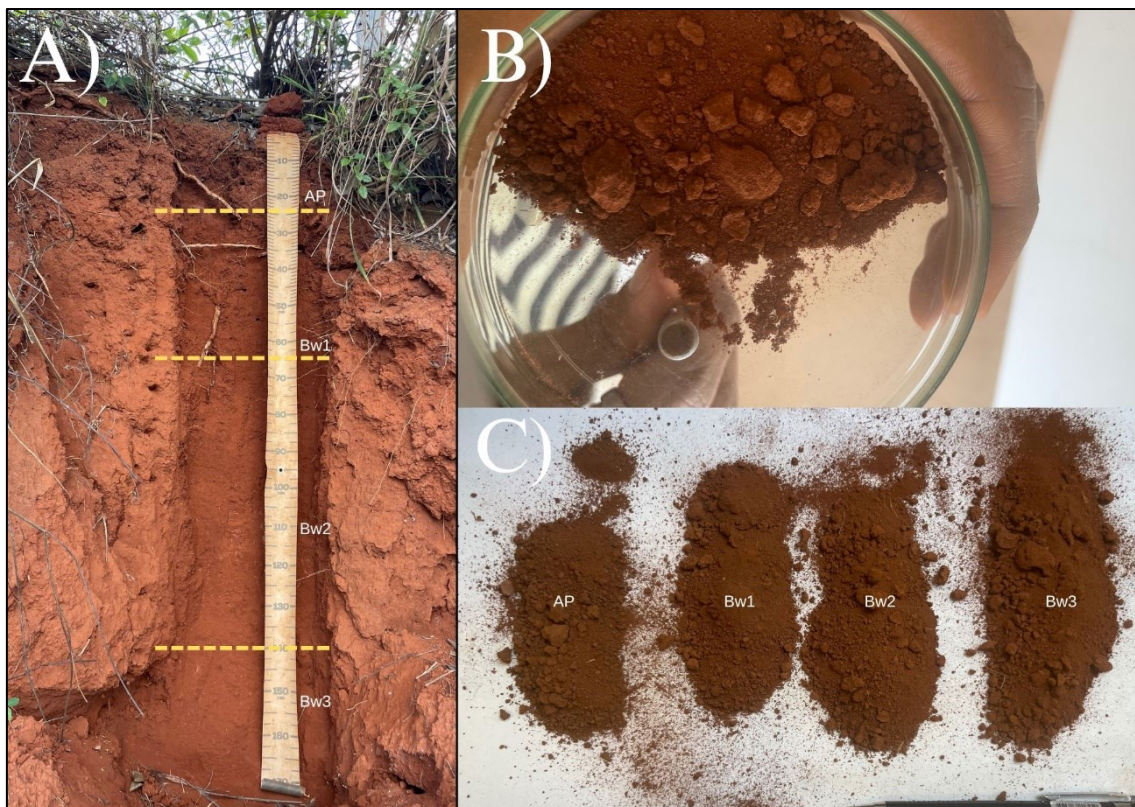


Figura 22- A) Perfil LV-P com separação de horizontes; B) Análise de magnetismo preliminar realizada em laboratório, estabelecido como comportamento modelo da classe média; C) Pedocomparador

O LV-P se mostrou altamente homogêneo ao longo da seção, sobressaindo uma classe textural estritamente muito argilosa e estrutura com agregados granulares pequenos a muito pequenos. O limite que separa as camadas evolui de claro, nas porções superiores, para tipicamente gradual nas zonas mais profundas. No horizonte superficial Ap (0 a 25 cm), o material exibe coloração vermelha-amarelada (5YR 4/6) a seco e marrom-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4) sob umidade, condicionando uma consistência ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa (Apêndice 6).

Os horizontes subsuperficiais Bw1 (25 a 65 cm) e Bw2 (65 a 140 cm) mantêm comportamento morfológico e magnético muito próximo. Ambos são caracterizados por uma assinatura magnética comum classificada como médio-baixa e uma consistência idêntica, definida como ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e não pegajosa. Suas distinções morfológicas concentram-se em oscilações sutis na intensidade cromática a seco, que varia de vermelha (2.5YR 4/8) no Bw1 para vermelha (2.5YR 4/6) no Bw2, preservando a coloração vermelho-escuro (2.5YR 3/6) a úmido e no tipo de transição, que passa de claro para gradual.

Por fim, o horizonte Bw3 (140 a 180 cm) preserva o matiz cromático do horizonte adjacente (2.5YR 4/6 e 3/6), mas diferencia-se pela transição para uma consistência macia sob estado seco e por um discreto incremento em sua resposta magnética, que atinge a classificação média.

Perdizes					
Coordenada	Horizonte	Profundidade (cm)	Classificação	Magnetismo	Código
23S 241607 7935093	Ap	0-25	Latossolo Vermelho	Médio-Baixo	LV-P
	Bw1	25-65			
	Bw2	65-140			
	Bw3	140- 180		Médio	

Tabela 12- Síntese Descrição Morfológica: Cobertura Perdizes Leste

4.3 Descrição Mineralógica, Magnética e Morfoscópica

Os nove perfis representativos das coberturas latossólicas receberam as análises de (DRX), χ f, CEa e a Morfoscopia da fração grossa. A integração desses parâmetros junto às descrições morfológicas (seção 4.2) colabora para diferenciação das distintas coberturas latossólicas mapeadas (seção 4.1).

A seguir, os dados adquiridos com as amostragens são apresentados e detalhados para os nove perfis estudados, com foco especial nos padrões contrastantes observados. Por exemplo, o comportamento do LV-ASF, apresentou SM e a CEa muito alta, com picos de gibbsita, hematita/maghemita e hematita/goethita na mineralogia da fração argila. Já o LVA-AE, foi caracterizado por SM e CEa próximo a zero, picos de caulinita, goethita, gibbsita, estando presente em relevo residual escarpado.

4.3.1 Difração de Raio-X

Neste subitem são apresentados os difratogramas (Figura 23) referentes à fração argila (DRX) de nove perfis mencionados anteriormente, com o objetivo de identificar as assembleias minerais predominantes para cada um dos perfis estudados. A análise a seguir descreve o comportamento das intensidades e os reflexos dos principais argilominerais e óxidos, permitindo caracterizar a assinatura mineralógica de cada solo.

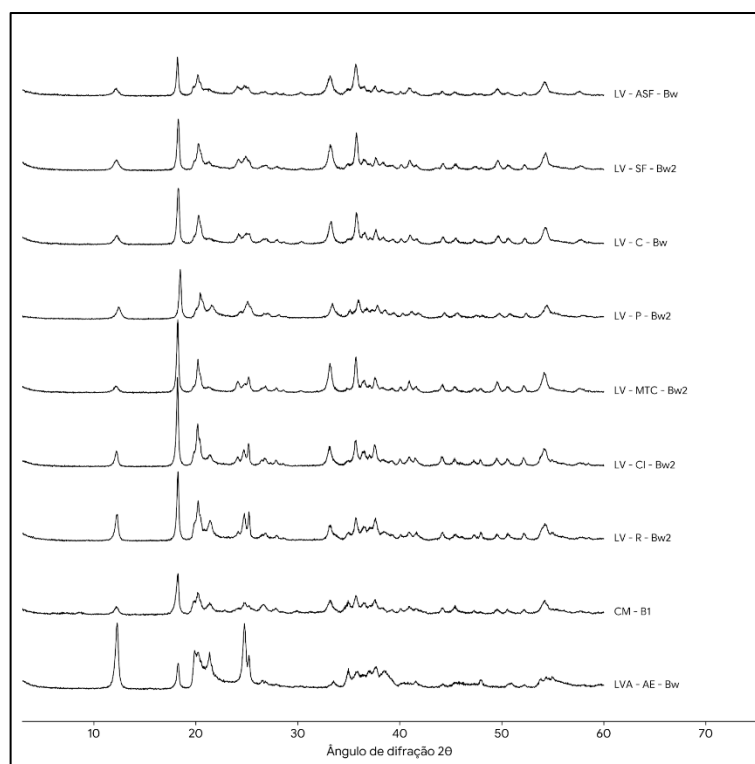


Figura 23- DRX das amostras de solos estudados (Autor, 2026)

O conjunto dos nove difratogramas demonstram que a assembleia mineralógica da fração argila dos solos estudados envolvem predominantemente a presença de gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$) caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2(\text{OH})_4$), goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$), hematita (Fe_2O_3) e maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Nota-se a variação da intensidade e frequência das respostas, assim como nos picos de maior cristalização.

A caracterização mineralógica dos solos presentes na BSP (LV-CI, LVA-AE e LV-R) revelou picos de cristalização mais nítidos associados à gibbsita, caulinita e aos óxi-hidróxidos de ferro. De modo geral, o comportamento destas amostras indicou maior expressão gibssítica-caulinítica, em detrimento à uma baixa expressão de óxidos-hidróxidos de ferro.

Minerais presentes na amostragem do LV-CI obtidos por difratometria de raios-X (Figura 24) consistem em gibbsita, hematita, maghemita, goethita e caulinita, cujos picos de melhor cristalização referem-se à gibbsita (0,485 nm), hematita/maghemita (0,251 nm) e hematita/goethita (0,269 nm), seguidos da caulinita, que se apresentou com baixos reflexos em 0,715 nm. Por fim, a goethita isolada (0,418 nm) e a hematita isolada (0,220 nm) possuíram seus picos com intensidades muito reduzidas, mantendo-se próximas à linha de base.

Já a amostragem do LVA-AE (Figura 25) registrou a presença de caulinita, goethita, gibbsita, hematita e maghemita, cujos picos de melhor cristalização referem-se à caulinita (0,457 nm e 0,357 nm), seguidos da goethita (0,418 nm) e da gibbsita (0,436 nm), que apresentaram picos próximos em intensidades. Por fim, a hematita e a maghemita possuíram seus picos com intensidades muito reduzidas, mantendo-se próximos à linha de base. Correlaciona-se essa condição ao fato do perfil estar localizado em relevo escarpado sustentado por lateritas, apresentando plintitas no horizonte Bwf, as quais merecem ampliação da investigação.

Minerais presentes na amostragem do LV-R (Figura 26) obtidos por se fizeram presentes em gibbsita, caulinita, goethita, hematita e maghemita, cujos picos de melhor cristalização referem-se à gibbsita (0,485 nm), seguida da caulinita (0,715 nm), que se demonstrou bem cristalizada, apesar de menor proeminência quando comparada ao LVA-AE. No que concerne ao sistema de óxi-hidróxidos de ferro, observa-se a predominância da goethita sobre a hematita. Por fim, dentre os três solos deste agrupamento, o LV-R destaca-se por apresentar a maior intensidade para os picos das associações de hematita/goethita e hematita/maghemita.

Compreende-se que os solos da bacia apresentam uma assembleia mineralógica estruturada predominantemente por gibbsita-caulinita, que envolve a natureza dos materiais de origem da BSP e o posicionamento dos perfis no relevo.

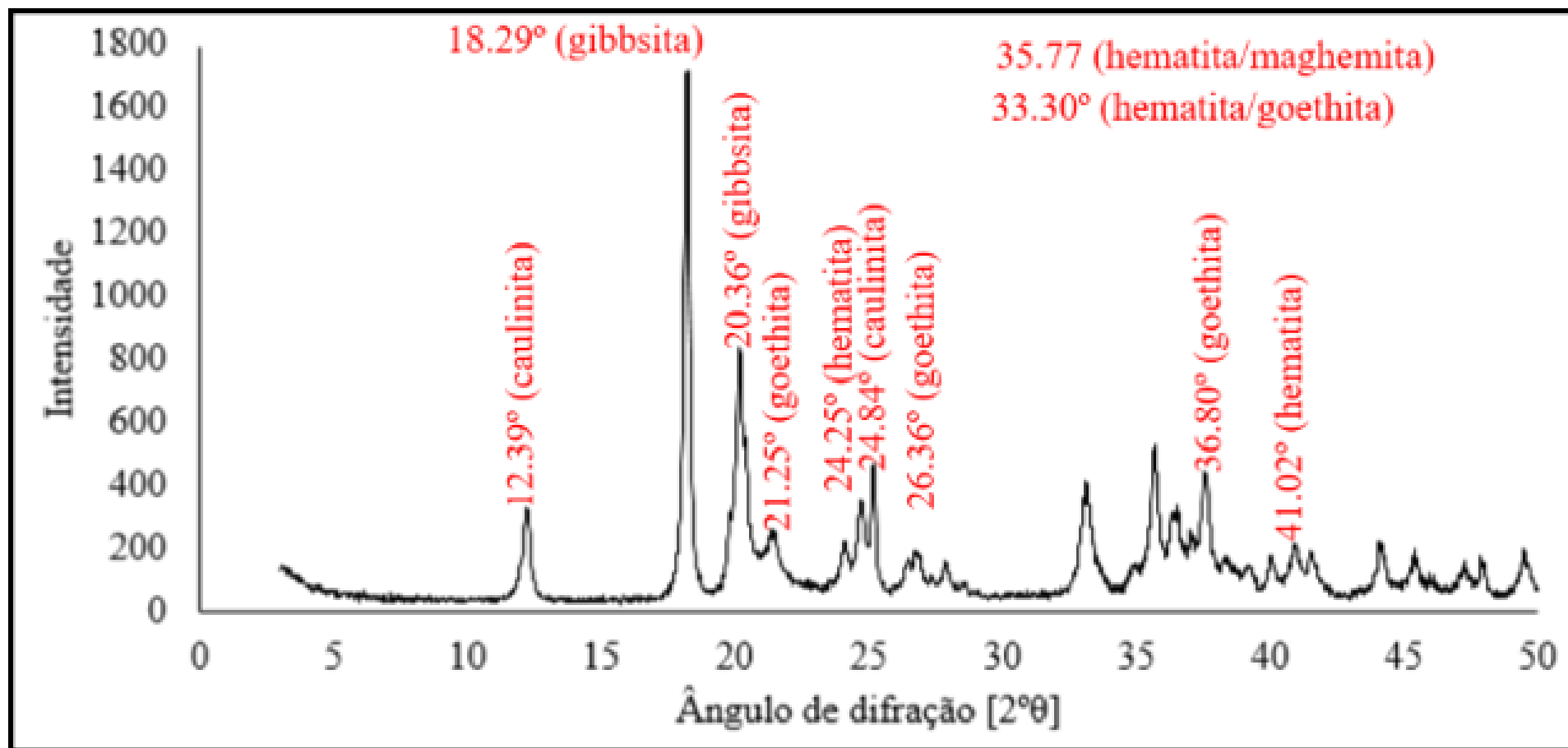


Figura 24- Difratograma LV-CI

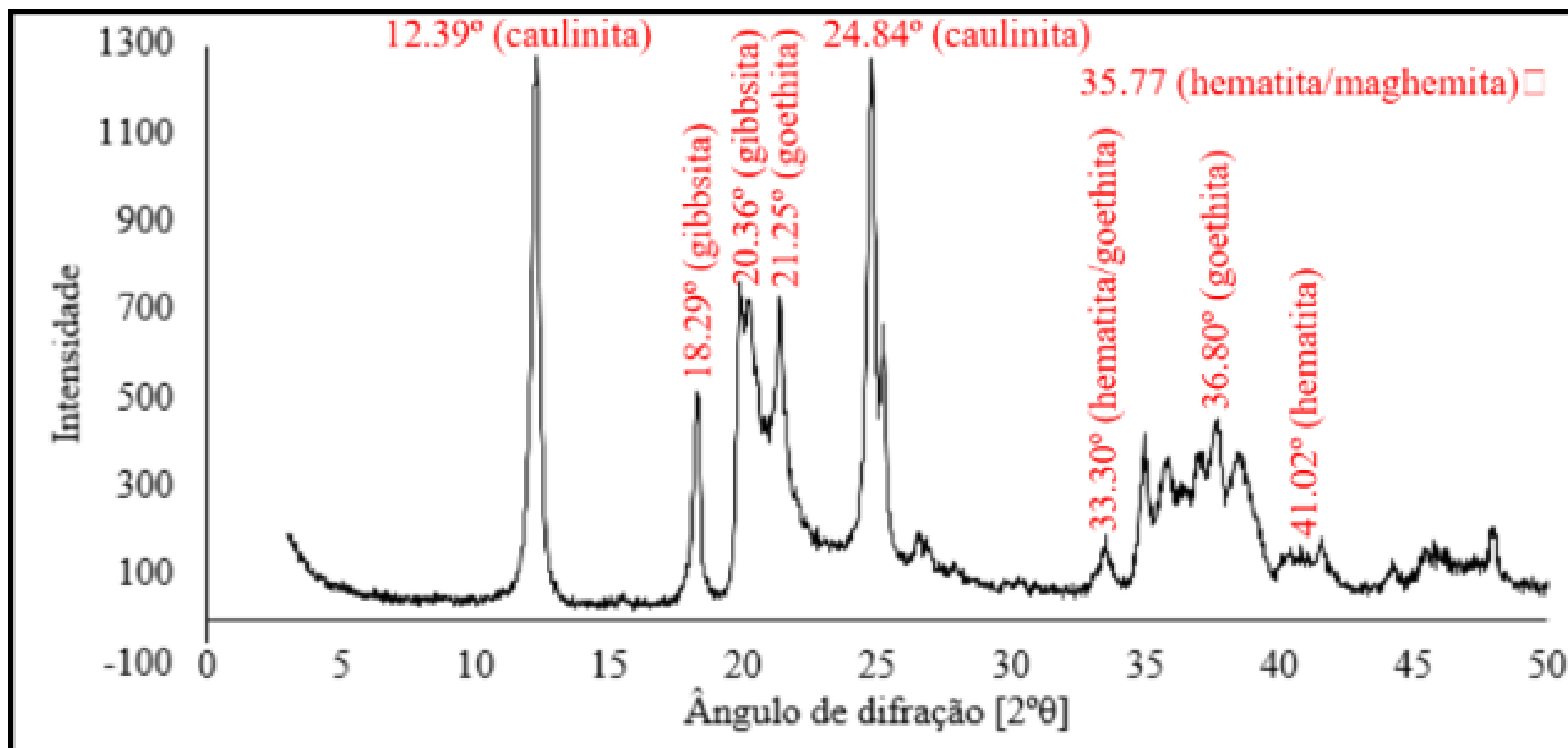


Figura 25- Difratograma LVA-AE

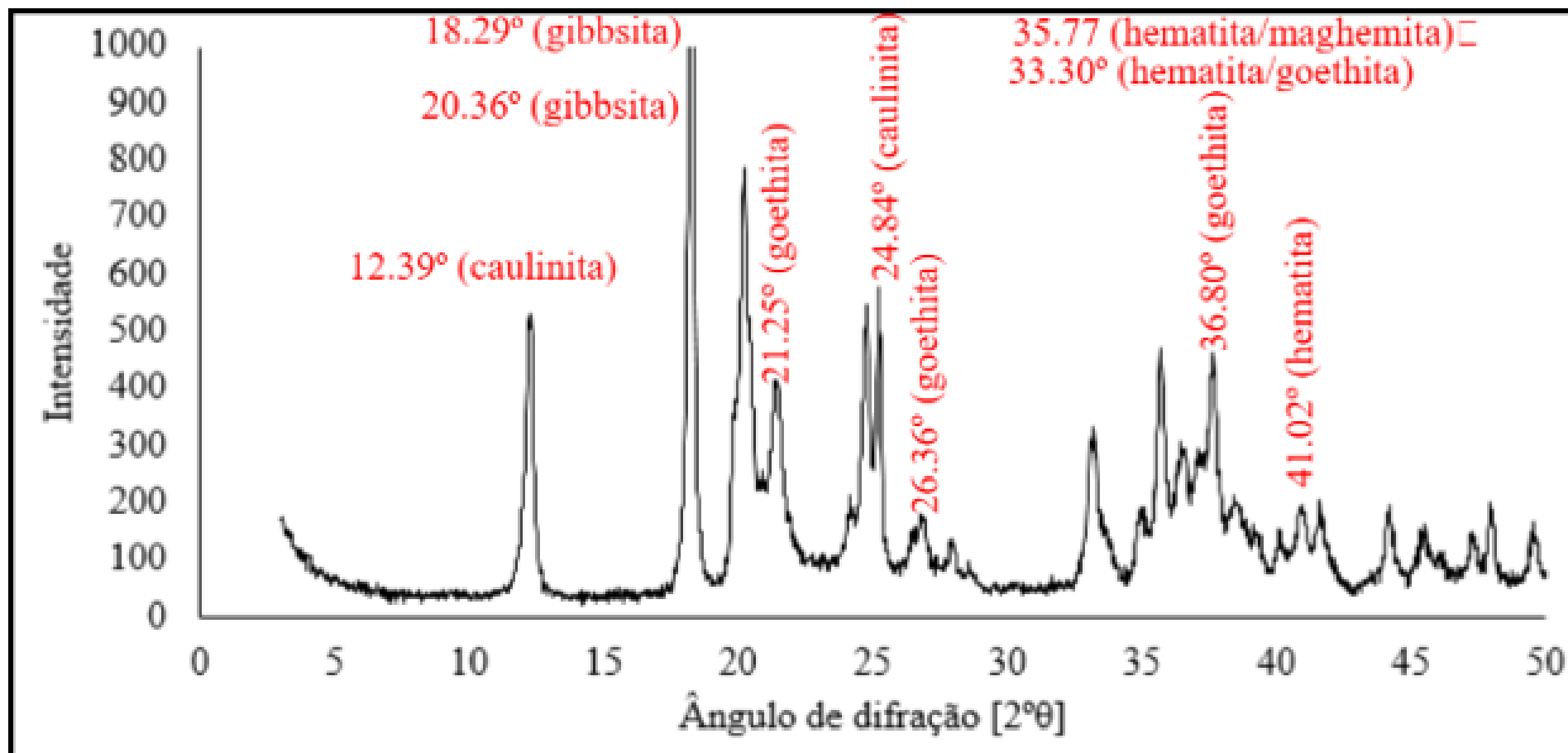


Figura 26-Difratograma LV-R

O contexto mineralógico apresentado anteriormente se difere dos resultados adquiridos para os solos presentes na Faixa de Dobramentos, especialmente nas amostragens dos perfis LV-MTC, LV-SF, LV-ASF e LV-C, os quais destacaram-se por marcante similaridade em suas assembleias mineralógicas. Os difratogramas (Figuras 27, 28, 29 e 30) revelam picos de boa cristalização e maior intensidade para a gibbsita, seguida de hematita/maghemita e hematita/goethita. Em contraste, a caulinita e a goethita isolada exibem reflexos menos intensos. De modo geral, o comportamento destas amostras indica a predominância de um agrupamento mineralógico gibbsítico, caracterizado por uma expressão dos óxi-hidróxidos de ferro superiores às amostragens dos solos da BSP.

As amostragens dos solos LV-ASF (Figura 27) e LV-SF (Figura 28) demonstram uma assembleia mineralógica composta por gibbsita, hematita, maghemita, goethita e caulinita. Caracterizando-se por uma forte base gibbsítica, evidenciada pelos reflexos intensos em 0,485 nm. Essas duas amostragens de solos destacam-se por apresentar reflexos moderados de hematita/maghemita e hematita/goethita, respectivamente, em 0.251 nm e 0.269 nm. A goethita se apresenta com baixa expressão, com a linha de base deprimida na região de 0.418 nm.

Os solos LV-MTC (Figura 29) e LV-C (Figura 30) também apresentaram uma assembleia mineralógica com forte expressão de gibbsita, com picos agudos e de elevada intensidade (Figura 29). Concomitantemente, observa-se uma baixa expressão de caulinita, evidenciada por reflexos discretos e de baixa intensidade, localizado próximo a 0.715 nm. Os óxi-hidróxidos de ferro possuem participação moderada nestes perfis. A hematita/maghemita se manifesta em intensidade levemente menor que o LV-ASF e LV-SF. A relação hematita/goethita apresenta-se em menor intensidade que a hematita/maghemita. A goethita e hematita isoladas, apresentam-se com baixa intensidade, indicando uma baixíssima cristalinidade destas fases minerais.

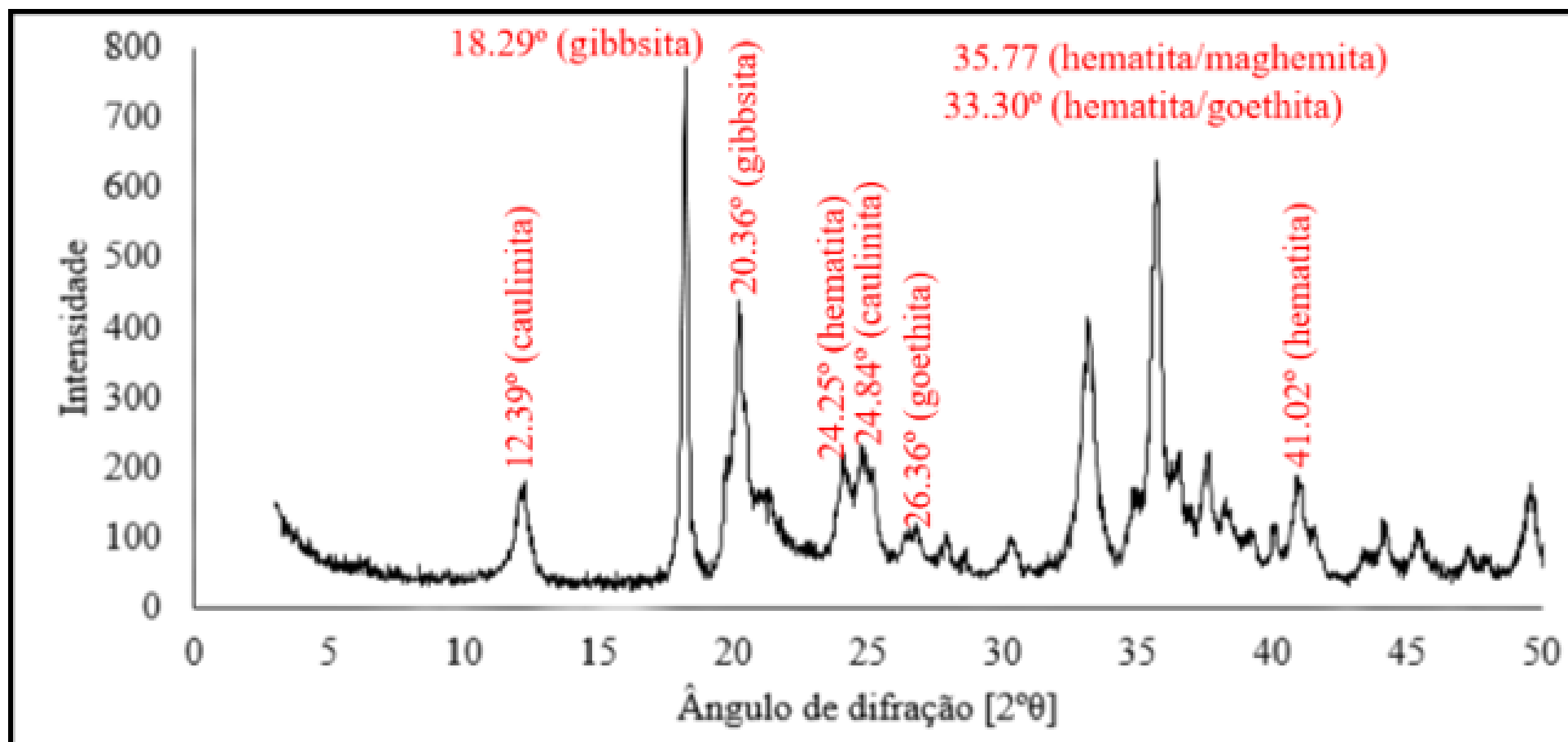


Figura 27- Difratograma LV-ASF

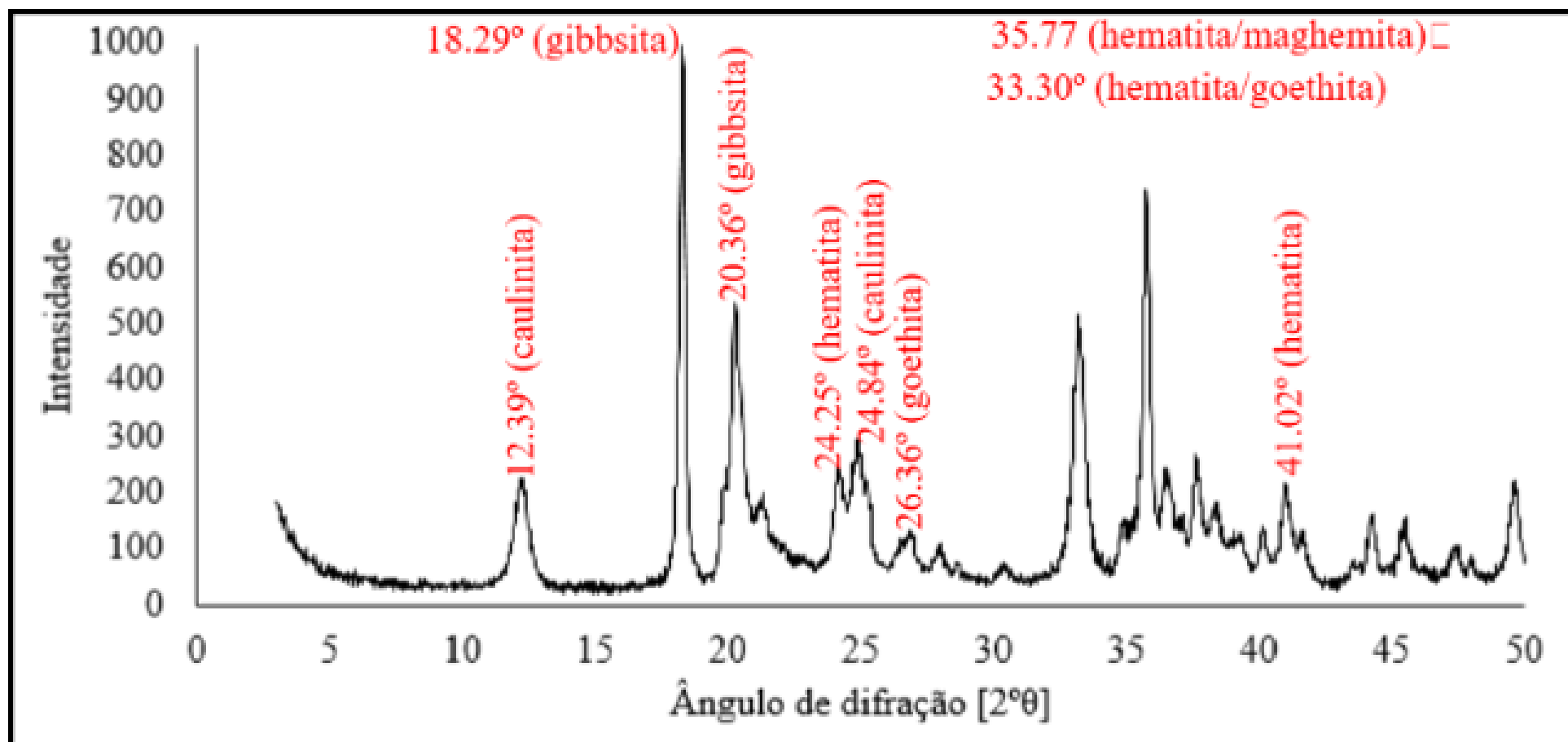


Figura 28- Difratoograma LV-SF

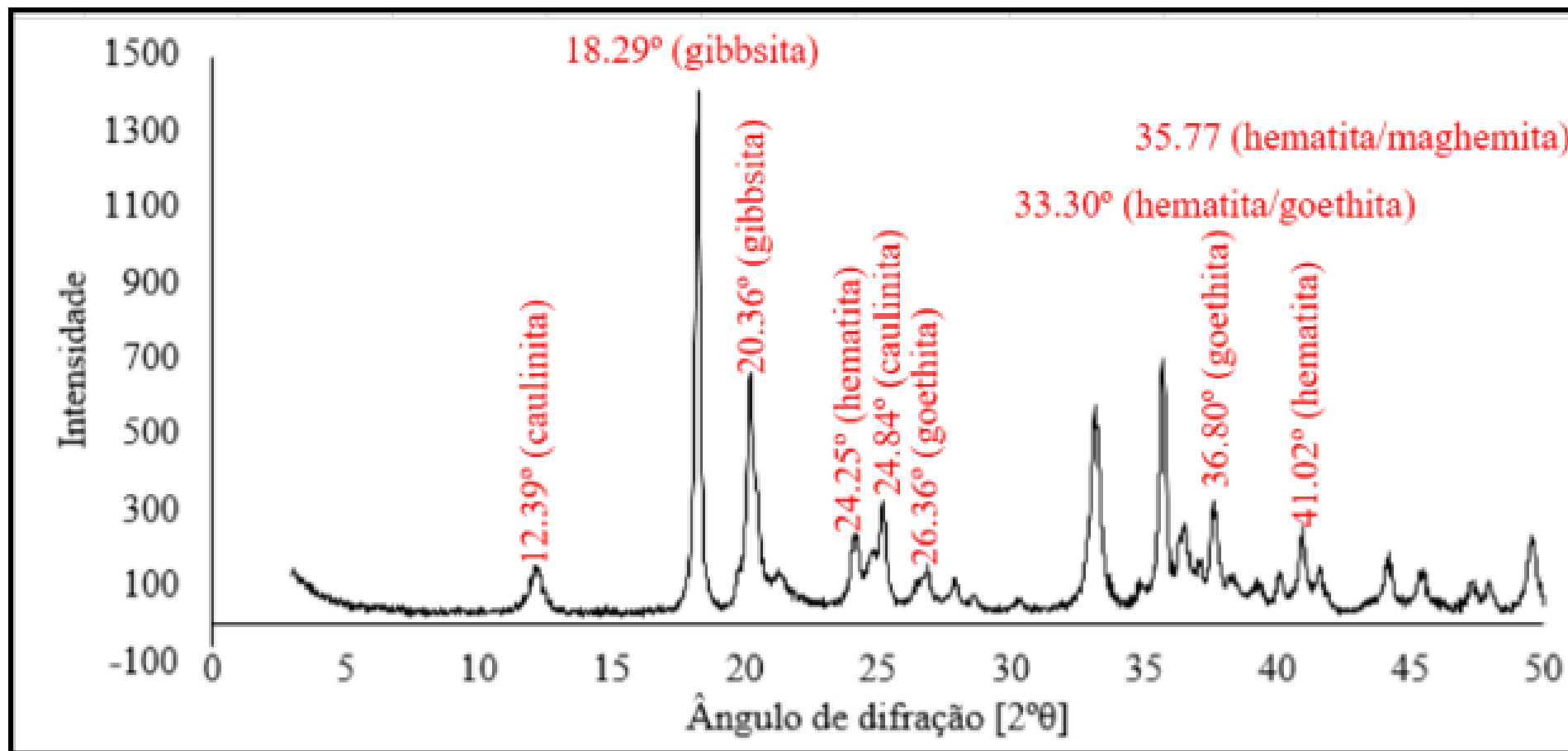


Figura 29- Difratoograma LV-MTC

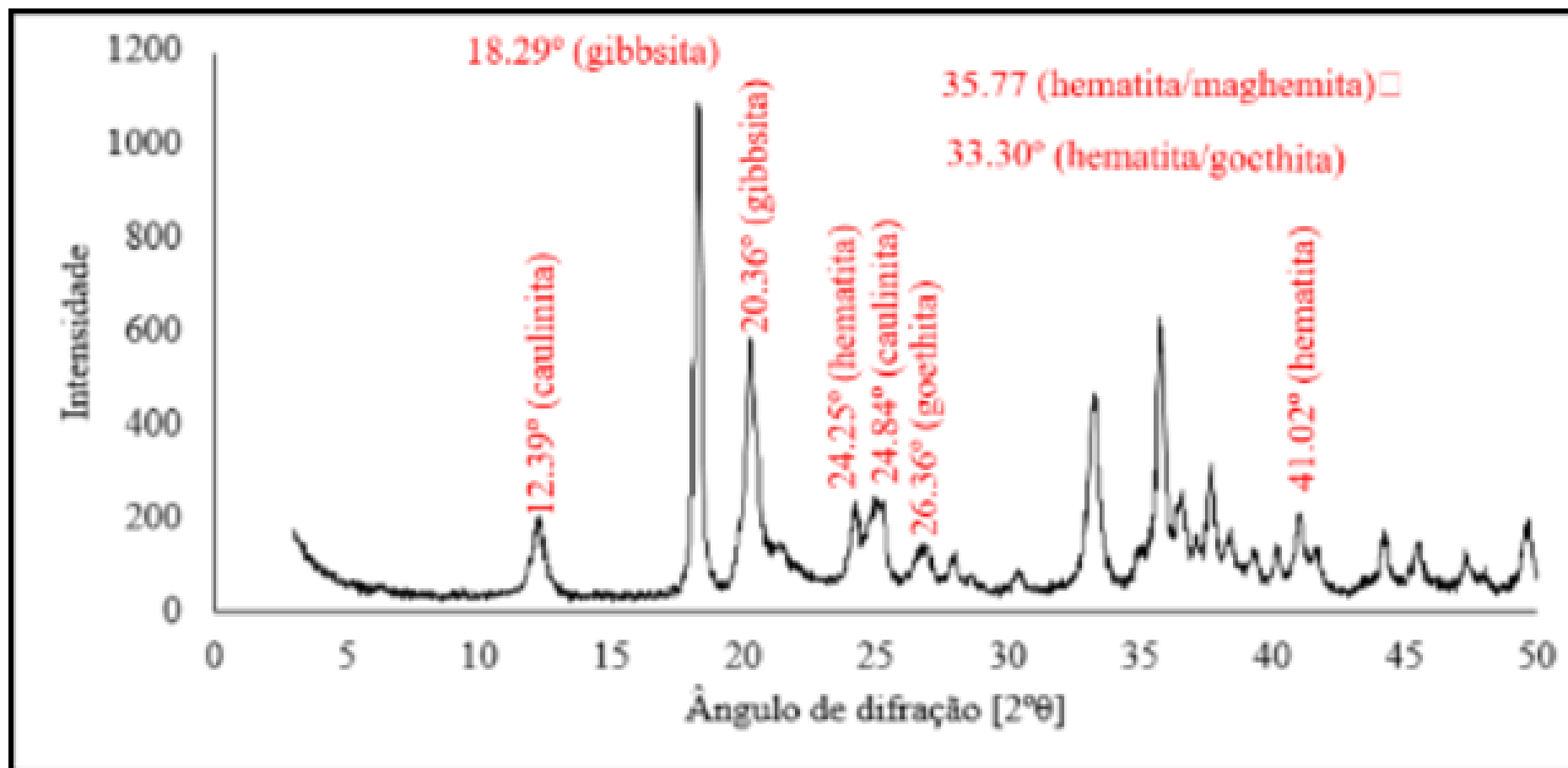


Figura 30- Difratoograma LV-C

Também presentes na FDB, foram amostrados os solos dos perfis LV-P e CM. Na amostragem do LV-P (Figura 31) estão presentes gibbsita, caulinita, goethita, hematita e maghemita, cujo pico de melhor cristalização refere-se à gibbsita. Seguidamente, observa-se a melhor cristalização de hematita/maghemita, na qual, apresenta-se mais intensa que a de hematita/goethita. A caulinita (0,715 nm) exibiu baixa expressividade, enquanto a goethita e a hematita isolada mantiveram-se em reflexos rebaixados próximos à linha de base, com a goethita apresentando uma expressão ligeiramente superior.

O perfil CM (Figura 32) exhibe um difratograma que apresenta similaridade mineralógica com o perfil LV-P. Os minerais presentes em sua amostragem consistem em gibbsita, caulinita, goethita, hematita e maghemita, cujo pico de melhor cristalização refere-se à gibbsita, contrastando com a baixa expressão de caulinita (0,715 nm). O comportamento dos seus óxidos de ferro demonstra predominância da associação hematita/maghemita (0,251 nm), enquanto os reflexos da hematita isolada mantêm-se com baixa expressividade. Adicionalmente, a goethita identificada em 0,244 nm apresenta-se no mesmo nível de intensidade da associação hematita/goethita (0,269 nm).

O perfil CM foi apontado como um provável Argissolo situado em um ambiente de maior dissecação do relevo, com evidências de material retrabalhado. A sua resposta mineralógica não se distanciou significativamente do observado na amostragem do LV-P. Essa correspondência pode indicar similaridade do material de origem local.

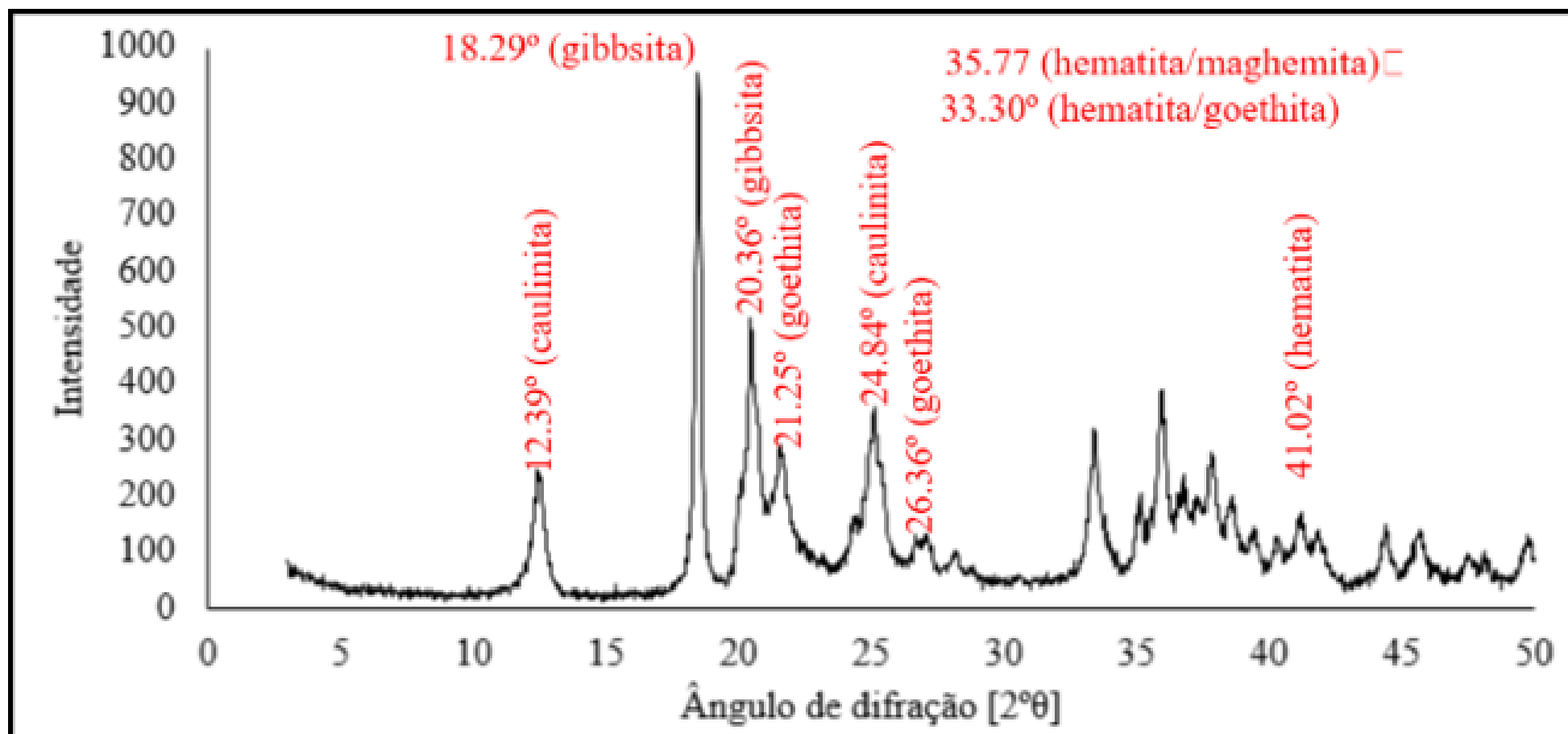


Figura 31- Difratoograma LV-P

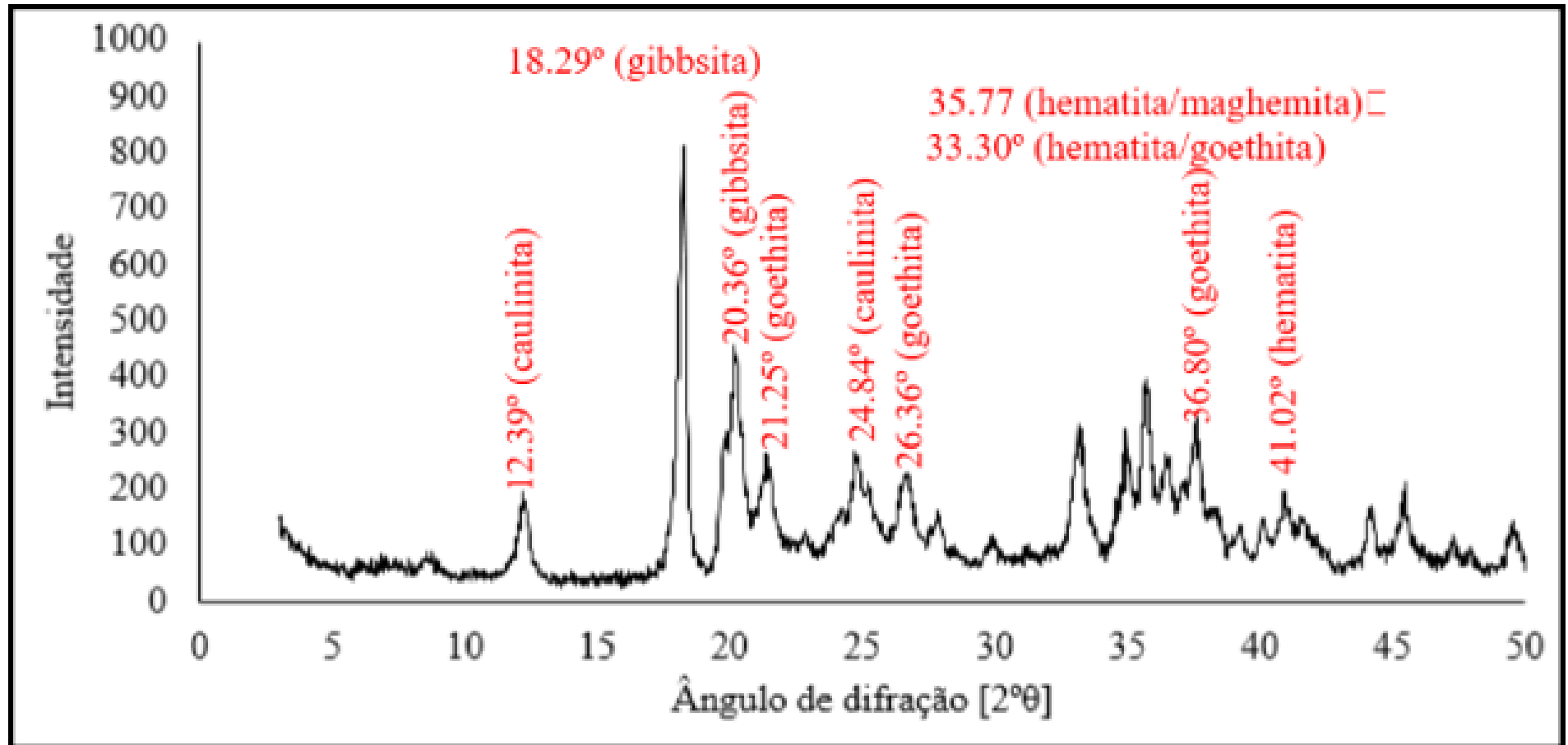


Figura 32- Difratoograma CM

4.3.2 Suscetibilidade Magnética e Condutividade Aparente

A avaliação da χ_{lf} e CEa dos nove perfis de solos foram realizadas para todos os horizontes descritos. Ao longo dos perfis nota-se uma expressiva amplitude de respostas. Mesmo assim, foram reconhecidos agrupamentos de comportamentos dos solos quanto a χ_{lf} e CEa, distinguidas aqui em quatro classes conforme assinatura magnética em profundidade (Tabelas 13 e 14).

	AE	R	P	CI	CM	SF	MTC	C	ASF
A	0.71	2.65	9.21	9.84	12.77	29.30	22.63	31.47	53.17
BW1	0.69	2.50	11.40	10.87	12.30	29.40	25.30	35.50	54.17
BW2	0.67	2.50	11.10	10.64	15.20	30.77	26.13	39.50	
BW3		2.57	9.47	9.42	10.27				
BW4		2.25							

Tabela 13- Mediana dos dados de χ_{lf} (10^{-3} SI)

	CI	AE	R	CM	P	MTC	SF	C	ASF
A	< 1.00	< 1.00	3.00	22.53	24.00	65.76	78.86	123.33	143.83
BW1	3.16	1.37	3.95	23.90	32.50	72.60	85.23	147.00	157.33
BW2	4.42	1.42	4.36	10.73	34.26	78.86	92.56	172.33	
BW3	2.80		4.04	21.83	29.53				
BW4			3.49						

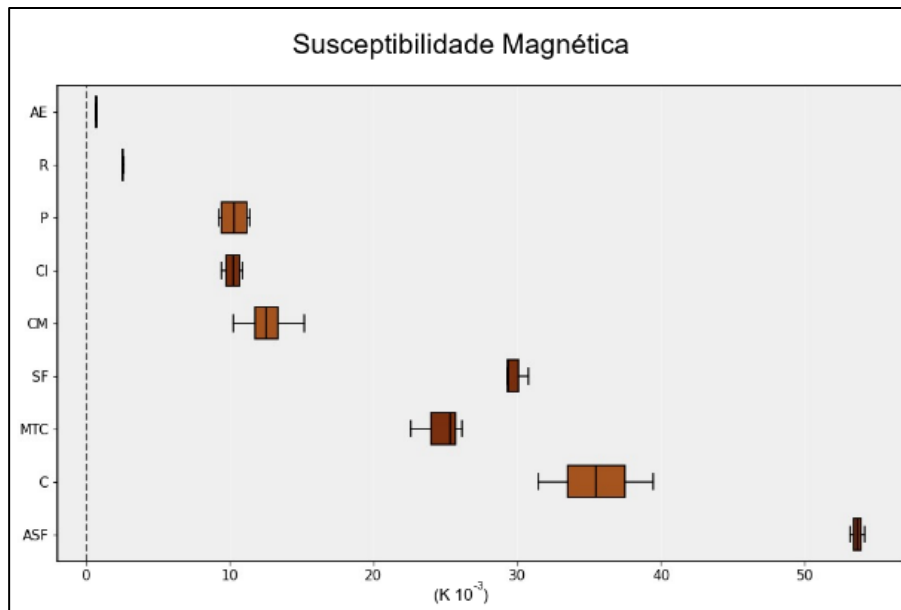
Tabela 14- Mediana dos dados de Condutividade Elétrica Aparente (S/m)

Os perfis LV-ASF e LV-C apresentaram os maiores valores entre os nove perfis avaliados, caracterizando-se pela χ_{lf} e CEa muito alta (Figura 33). No perfil LV-ASF, a medida central de χ_{lf} parte de $53.17 \cdot 10^{-3}$ SI no horizonte superficial (Ap) e mantém-se elevada com $54.17 \cdot 10^{-3}$ SI no horizonte subsuperficial (Bw), enquanto a CEa acompanha essa elevação, saltando de 143.8 S/m (Ap) para 157.3 S/m (Bw). O perfil LV-C exibe o maior gradiente de crescimento em profundidade: a χ_{lf} eleva-se de $31.47 \cdot 10^{-3}$ SI na superfície para o pico de $39.5 \cdot 10^{-3}$ SI no horizonte mais profundo (Bw2), e a CEa segue a mesma tendência de forte incremento, variando de 123.3 S/m (Ap) até o máximo de 172.3 S/m (Bw2).

Os perfis LV-SF e LV-MTC compõe o agrupamento de χ_{lf} e CEa Alta (Figura 33). O perfil LV-SF exibe um comportamento gradativamente crescente em profundidade, com a χ_{lf} variando de $29.3 \cdot 10^{-3}$ SI em horizonte superficial e a $30.7 \cdot 10^{-3}$ SI no Bw2, com a CEa evoluindo de 78.8 S/m para 92.5 S/m nos mesmos horizontes. O perfil LV-MTC acompanha essa tendência de incremento, evoluindo de uma χ_{lf} de $22.6 \cdot 10^{-3}$ SI e CEa de

65.7 S/m na superfície, para atingir $26.1 \cdot 10^{-3}$ SI e 78.8 S/m no horizonte Bw2, respectivamente (Figura 33 B).

A)



B)

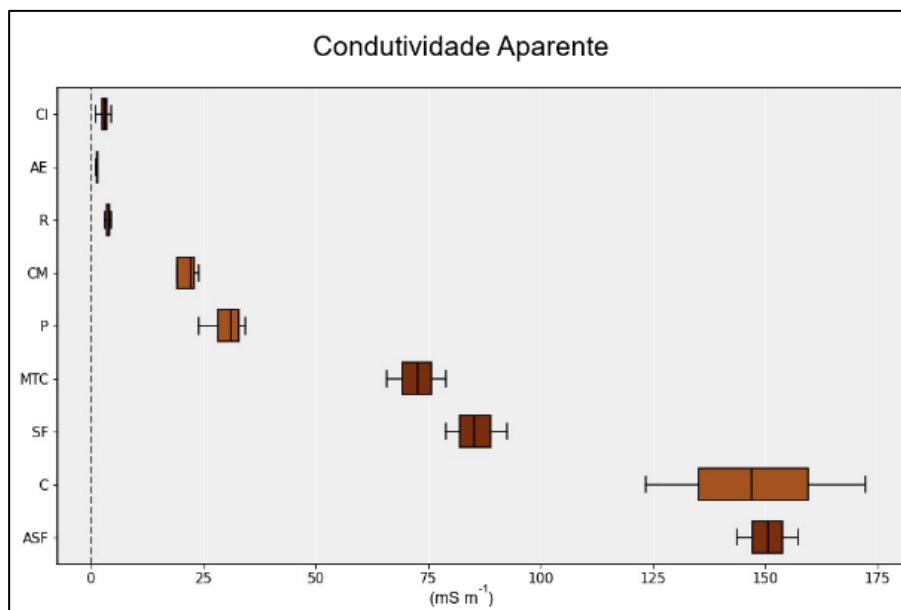


Figura 33- A) Boxplot de SM; B) Boxplot de CEa (Autor,2026)

O agrupamento de solos com χ_{lf} e CEa Média (Figura 33) é representado pelos perfis LV-P e CM. O perfil LV-P demonstra um aumento de sinal da superfície para os horizontes subsuperficiais, com a χ_{lf} a subir de $9.2 \cdot 10^{-3}$ SI (Ap) para $11.4 \cdot 10^{-3}$ SI, e a CEa a variar de 24.00 S/m (Ap) até atingir 34.2 S/m (Bw2). Em contraste, o perfil CM apresenta uma dinâmica distinta: a χ_{lf} inicia em $12.7 \cdot 10^{-3}$ SI (Ap), sofre ligeira queda no

B1 e sobe para $15.2 \cdot 10^{-3}$ SI no horizonte B2, paralelamente, a sua CEa mantém valores em torno de 22.5 a 23.9 S/m nos horizontes superficiais, sofrendo uma redução abrupta para 10.7 S/m no horizonte B2, voltando a elevar-se na camada de cascalheira.

A interpretação dos dados indica que a variação da condutividade elétrica nos perfis estudados apresentaram duas características distintas. No perfil CM, seu comportamento decorre do gradiente textural dos horizontes A/B2. Em contrapartida, nos Latossolos LV-C, LV-ASF, LV-MTC e LV-SF, os elevados valores de CEa decorrem da própria estabilidade e maturidade da matriz latossólica. A textura muito argilosa proporciona maior superfície de contato, retenção hídrica uniforme e alta quantidade de íons no complexo de troca, garantindo ampla continuidade aos caminhos de condução. A associação dos valores de condutividade com os maiores valores de χ_{lf} , pode estar vinculada à formação das superfícies geomorfológicas, cuja estabilidade favoreceu o acúmulo de argila e a concentração de óxidos/hidróxido de ferro e alumínio.

Por fim, a expressão mais reduzida do sinal magnético e elétrico foi obtida no agrupamento dos perfis LV-CI, LV-R e LVA-AE (Figura 33), classificado como Baixo χ_{lf} e CEa. O perfil LV-CI demonstra χ_{lf} de $10,8 \cdot 10^{-3}$ SI, o que poderia lhe inserir na classe de χ_{lf} média. Porém, foi enquadrado neste agrupamento por apresentar CEa de $< 1,0$ S/m a 4.4 S/m.

O perfil LV-R apresentam valores restritos, com a χ_{lf} oscilando na faixa de $2.7 \cdot 10^{-3}$ SI. Sua CEa também é baixa e linear, variando de 3.0 S/m a 4.4 S/m. O perfil LVA-AE consolida o extremo inferior absoluto de todas as amostragens, registrando valores de χ_{lf} em torno de $0.7 \cdot 10^{-3}$ SI e uma CEa predominantemente inferior a 1.0 S/m.

4.3.3 Morfoscopia da Fração Grossa

A análise morfoscóica revelou variações importantes nas características dos constituintes da fração grossa entre os horizontes diagnósticos dos nove perfis. De maneira geral, os grãos de quartzo (Qtz) apresentam-se frequentemente como desgastados e recobertos por capas de óxidos de ferro, com grau de seleção moderado, baixa esfericidade e formas variando entre angulares e subangulares.

Para a interpretação quantitativa da composição da fração areia dos perfis estudados, adotou-se a seguinte nomenclatura padronizada para os constituintes identificados: Qtz (quartzo); Nd (nódulos de argila); Op (óxidos de ferro opacos); Ms (muscovita, identificada como mineral acessório micáceo); Lt (litoclastos), referindo-se

a fragmentos de grãos de alta resistência e coloração alaranjada (inclui plintitas e microagregados mais resistentes); e, por fim, Fsp (feldspato, associado a grãos de feldspato alterados para argila).

As proporções apresentadas refletem a contagem de grãos realizada em estereoscópio binocular, permitindo diferenciar as assinaturas litológica e pedogenética entre as diferentes amostragens (Tabela 15).

Solo	Porcentagem	Solo	Porcentagem
LV-CI	60% Qtz, 30% Nd e 10% Op	LV-CM	85% Qtz, 10% Nd e 5% Op
LVA-AE	10% Qtz, 65% Nd, 15% Op; 5% Lt e 5% Fsp	LC-C	44% Qtz, 40% Nd, 1% Lt e 15% Op
LV-MTC	5% Qtz, 85% Nd e 10% Op	LV-P	45% Qtz, 40% Nd, 1% Ms e 4% Op
LV-ASF	35% Qtz, 50% Nd e 15% Op	LV-R	10% Qtz, 80% Nd e 10% Op
LV-SF	30% Qtz, 60% Nd e 10% Op		

Tabela 15- Porcentagem de minerais encontrados na fração grossa (Autor,2026)

A análise da fração grossa evidencia comportamentos distintos entre os perfis, revelando heterogeneidade. Enquanto as amostras do perfil CM destaca-se pelo domínio do quartzo subangular de baixa esfericidade, a do perfil LVA-AE comporta-se de maneira divergente ao apresentar quartzo translúcido e preservado, associado à presença de feldspatos alterados.

As amostras dos perfis LV-MTC e LV-R apresentaram a presença dos nódulos de argila de alta esfericidade como constituinte principal, comportando-se de forma distinta ao perfil LV-CI, onde a fração quartzosa mantém-se em expressividade, equivalente aos nódulos. A variabilidade dos minerais opacos também foi um marcador relevante, como no perfil LV-SF, que exibem brilho metálico e formas subangulares, diferenciando-se de outros perfis.

A presença de grãos específicos como muscovita angular, observada na amostra do perfil LV-P, e a presença de argila amarela no LVA-AE (possivelmente proveniente de

feldspatoides ou oxi-hidróxidos hidratados) conferiram assinatura única a esses solos, em comparação a predominância de qtz-nd-op presentes nos demais perfis estudados.

A análise da morfoscopia dos Op evidenciou variações marcantes no grau de arredondamento entre as amostragens (Figura 34). Foram observados óxidos de ferro arredondados nos perfis LV-CI e LV-R, formas subangulares foram identificadas no perfil LVA-AE, enquanto partículas angulares predominaram nos perfis LV-SF e LV-P. Quanto ao percentual dentre as amostragens, observa-se um padrão de 10 a 15% de presença de opacos, com exceção dos perfis LV-P e CM, que apresentaram apenas 5% em relação a assembleia total.

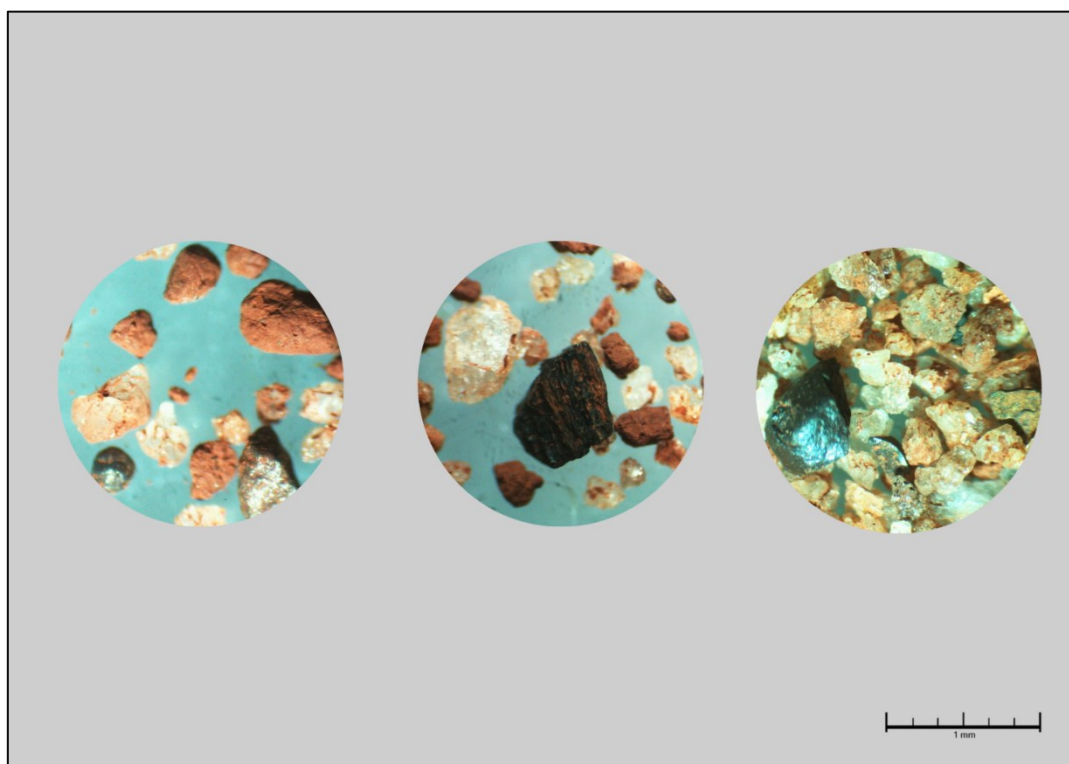


Figura 34-Graus de arredondamento dos óxidos de ferro (Autor,2026)

Nas amostras dos perfis LV-MTC, LV-R e LV-SF, observa-se uma acentuada presença dos nódulos de argila (Figura 35), que constituem a fração predominante observada e refletem um ambiente pedogenético desenvolvido. Em contrapartida, o perfil CM, classificado como Argissolo, apresenta uma assinatura distinta, marcada pela predominância da fração silicosa representada pelo quartzo (Figura 35). Esta composição reflete a herança litológica mais preservada, característica do posicionamento do perfil em um compartimento geomorfológico mais dissecado.

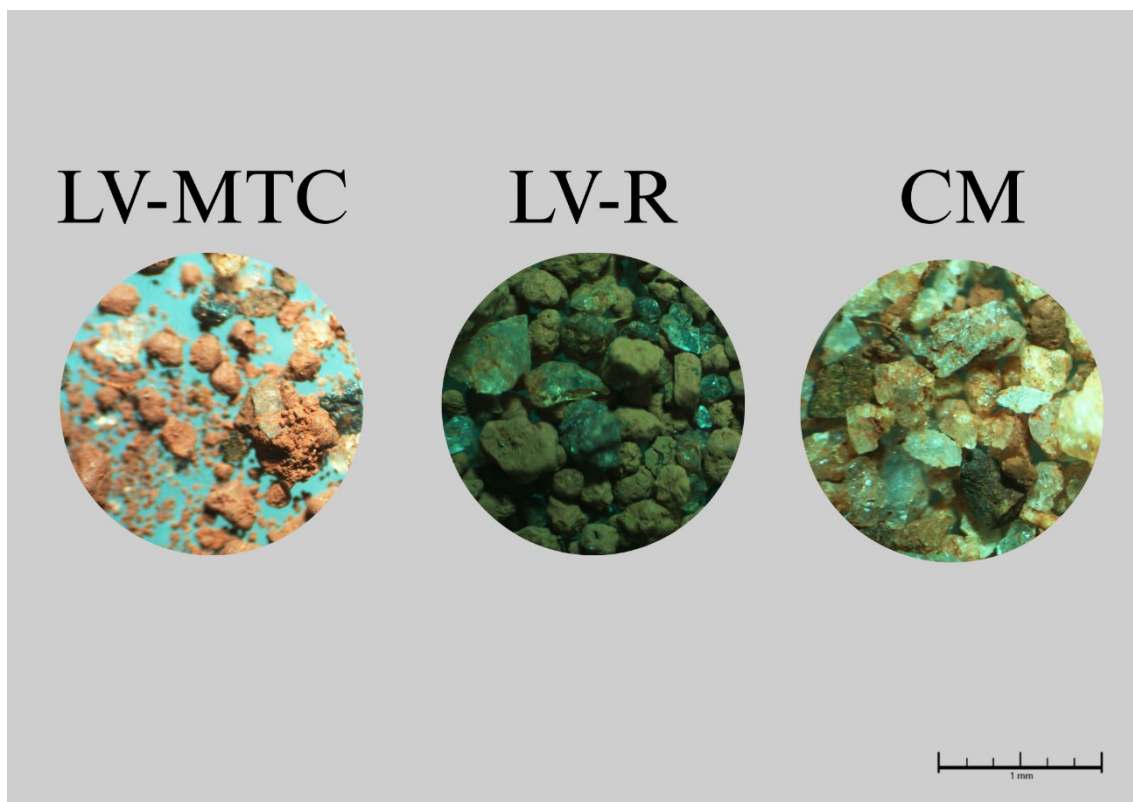


Figura 35- Predominância de microagregados e quartzo dos perfis LV-MTC, LV-R e CM (Autor, 2026)

Um aspecto de destaque é a assinatura morfooscópica do perfil LVA-AE. A morfoescopia evidenciou a presença de óxidos de ferro vinculados a nódulos de petroplintita, os quais conferem ao material uma consistência ligeiramente dura a firme e elevada resistência ao rompimento (Figura 36). Paralelamente, a identificação de argilas amarelas sugere uma herança mineralógica específica, possivelmente resultante da alteração intempérica de feldspatos, ou a partir da mineralogia apontada no DRX pode ser proveniente da alteração da goethita ou caulinita.

Por fim, o conjunto de toda a descrição morfooscópica realizada para as 9 amostragens está reunida na tabela 16.

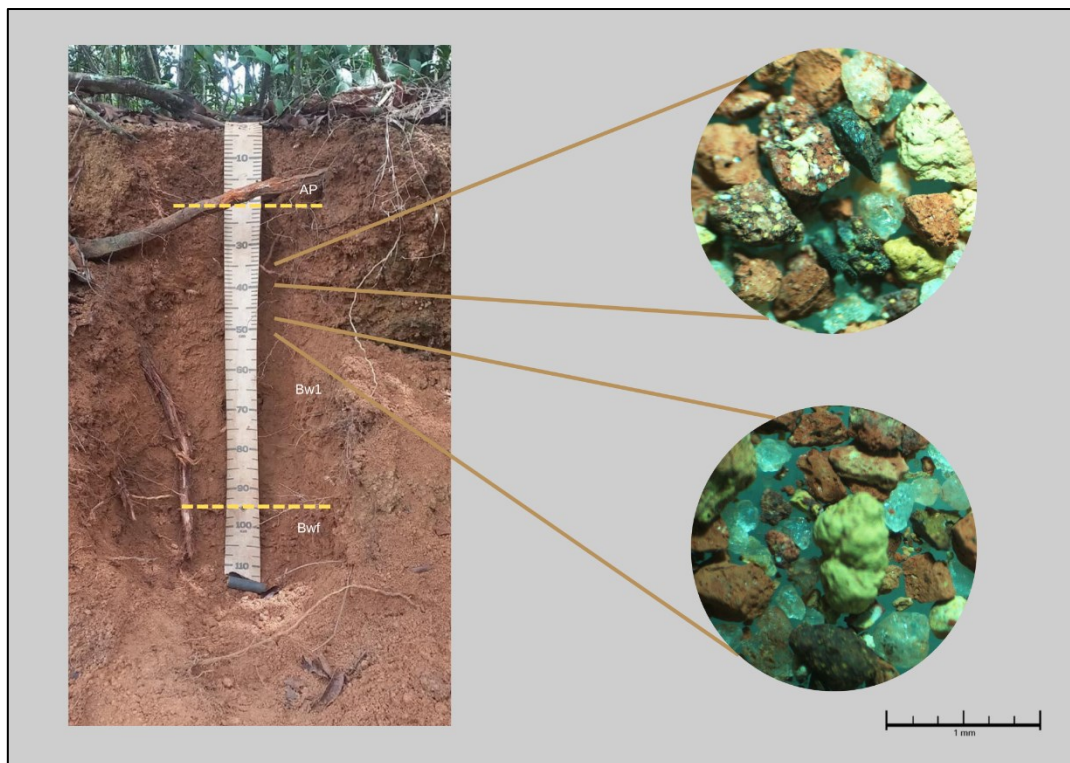


Figura 36- Amostras do horizonte Bw1 do perfil LVA observadas em microscópio óptico. (Autor,2026)

Tabela 16-Descrição Morfoscopia da Fração Grossa (Autor,2026)

MORFOLOGIA E MORFOSCOPIA DA FRAÇÃO GROSSA					
Solo	Tipo de grãos	Grau de seleção	Esfericidade	Arredondamento	Observações
LV_CI (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos com microagregados; Op: Desgastados e opácos	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd: Moderadamente selecionados; Op: Moderadamente selecionados	Qtz: Baixa esfericidade; Nd: Alta esfericidade;Op: Baixa esfericidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondado; Op: Angulares a subangulares	60% Qtz, 30% Nd e 10% Op
LVA-AE (Bw)	Qtz: Não desgastados e translucidos; Nd: vermelhos e amarelos; Op: Desgastdos e opcos;Fsp: Rosados e alterados; Lt: Plintitas	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd: Moderadamente selecionados; Op: Moderadamente selecionados; Fsp: Moderadamente selecionados; Lt: Moderadamente Selecionados	Qtz: Baixa esferecidade; Nd: Alta esferecidade;Op: Baixa esferecidade; Fsp: Baixa esferecidade; Lt: Alta esferecidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondados; Op: Subarredondado;Fsp: subangulares; Lt: Subarredondados	10% Qtz, 65% Nd, 15% Op , 5% Lt e 5% Fsp
LV-MTC (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos com microagregados; Op: Desgastados e opácos	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd; moderadamente selecionados; Op: mal selecionados	Qtz: Baixa esferecidade; Nd: Alta esferecidade;Op: Alta esferecidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondado; Op: Arredonddo	5% Qtz, 85% Nd e 10% Op
LV-SF (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos com microagregados; Op: Desgastados com brilho metálico e opacos	Qtz: Mal selecionados; Nd: Moderadamente selecionados; Op: Moderadamente selecionados	Qtz: Baixa esfecidade; Nd: Alta esferecidade; Op: Alta esferecidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondados; Op: Subangulares	30% Qtz, 60% Nd e 10% Op
LV-ASF (Bw)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos com microagregados; Op: Desgastados com brilho metálico e opacos	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd: Moderadamente selecionados;Op: Bem selecionado	Qtz: Baixa esferecidade; Nd: Alta esferecidade;Op: Baixa esferecidade	Qtz: Angulares; Nd: Bem arredondados; Op: Subangulares	35% Qtz, 50% Nd e 15% Op
CM (B)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos; Op: Desgastados com brilho metálico e opacos	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd: Moderadamente selecionados;Op: Mal selecionado	Qtz: Baixa esfecidade; Nd: Alta esferecidade; Op: Baixa esferecidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondados; Op: subangulares	85% Qtz, 10% Nd e 5% Op
LV-P (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Ms: Placas translúcidas de brilho vítreo; Nd: Nódulos de argila vermelhos; Op: Desgastados com brilho metálico e opacos	Qtz: Moderadamente selecionados; Ms: Bem selecionado; Nd: Moderadamente selecionados;Op: Mal selecionado	Qtz: Baixa esfecidade; Ms: Baixa esferecidade; Nd: Alta esferecidade; Op: Baixa esferecidade	Qtz: Subangulares; Ms: Angular; Nd: Bem arredondado; Op:Subangulares	45% Qtz, 40% Nd, Ms: 1% e 4% Op
LC-C (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos; Lt: Fragmento alaranjado com alta resistência; Op: Desgastados com brilho metálico e opacos	Qtz: Moderadamente Selecionados; Nd: Bem selecionados; Lt: Bem selecionado; Op: Moderadamente selecionados	Qtz: Baixa esferecidade; Nd: Alta esferecidade; Lt: Alta esferecidade; Op: Alta esferecidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondados; Lt: Subangular Op: Subarredondado	44% Qtz, 40% Nd, 1% Lt e 15% Op
LV-R (Bw2)	Qtz: Desgastados com capa de ox-ferro; Nd: Nódulos de argila vermelhos com microagregados; Op: Desgastados e opacos	Qtz: Moderadamente selecionados; Nd: moderadamente selecionados; Op: Moderadamente selecionados	Qtz: Baixa esfericidade; Nd: Alta esfericidade;Op: Baixa esfericidade	Qtz: Subangulares; Nd: Bem arredondado; Op: Subangulares	10% Qtz, 80% Nd e 10% Op

4.4 Diferenciação de Latossolos localizados no interflúvio dos rios

Bagagem-Perdizes e entornos (MG)

Fundamentado nos princípios da abordagem geopedológica (Zinck, 2012; 2016), os dados foram organizados considerando a variabilidade espacial e o posicionamento geológico (morfoestruturas da BSP e FDB) e geomorfológico das diferentes coberturas latossólicas identificadas (Apêndice 10).

Compreende-se que a distribuição espacial e a evolução das coberturas pedológicas no interflúvio dos rios Bagagem e Perdizes estão intrinsecamente condicionadas ao contato morfoestrutural entre os Planaltos Tabulares da Bacia Sedimentar do Paraná com os Planaltos Dissecados da Faixa de Dobramentos Brasília. Enquanto os setores associados à BSP sustentam uma faixa contínua e expressiva de coberturas latossólicas, nota-se que, em direção ao setor norte, rumo ao nível base do rio Paranaíba já na FDB, essa configuração se altera.

Nesta porção, as coberturas se tornam progressivamente rarefeitas, com variação de sua densidade e distribuição, controlada pela incisão fluvial e pela erosão regressiva, dos rios Bagagem e Perdizes. Isso evidencia uma transição de áreas de menor dissecação para zonas de maior dinamismo erosivo. As variações altimétricas e de declividade são bastante expressivas, especialmente na incisão erosiva promovida pelo rio Bagagem no contato entre as duas morfoestruturas.

A compartimentação do relevo demonstra que as coberturas latossólicas estudadas estão preservadas principalmente nas porções de topo dos interflúvios. Estes setores são marcados por baixa dissecação e relevo plano a suave-ondulado, encontrando-se circunscritos por vertentes mais íngremes e sujeitas a uma dinâmica morfogenética. Esta restrição espacial é fortemente condicionada pelo avanço das frentes de dissecação dos vales fluviais adjacentes.

As cartas de declividade (Figura 09), Índice de Rugosidade do Terreno (IRT) (Figura 10) e Índice de Posição Topográfica (IPT) (Figura 11) demonstram que a incisão fluvial e erosão regressiva operam como os agentes morfogenéticos dominantes. Nas porções convexas centrais do interflúvio se desenvolvem e se mantêm as coberturas latossólicas, ao passo que nas vertentes, sobretudo as que se dirigem a rio Bagagem, se instalam coberturas pedológicas mais restritas, com aumento da rochosidade e pedregosidade.

Neste contexto, a manutenção dos solos situados nas porções mais estáveis dos interflúvios funcionam como testemunhos preservados, com registros do desenvolvimento pedológico associado à evolução de superfícies geomorfológicas. Essa evolução de superfícies geomorfológicas está diretamente associada ao controle morfoestrutural, tendo em vista que o quadrante selecionado para pesquisa se posiciona no limite entre a BSP e a FDB.

Dessa forma, compreende-se que as coberturas latossólicas se posicionam em três domínios geomorfológicos, a saber: domínio da superfície tabular de cimeira no limiar da BSP; domínio transicional de escarpas e formas residuais da BSP para a formas dissecadas da FDB; e, domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas FDB. Na primeira posicionam-se os perfis LV-CI e LV-R; na segunda, os perfis LVA-AE e LV-ASF; e na terceira, os perfis LV-MTC, LV-SF, LV-C, LV-P e CM.

4.5 Solos do Domínio da Superfície Tabular de Cimeira

Este domínio engloba os perfis posicionados nas cotas altimétricas superiores a 950 metros, abrangendo as coberturas do Paleógeno da Bacia Sedimentar do Paraná (BSP) que sustentam formas tabulares de relevo e topos de relevos residuais.

A cobertura correspondente à Chapada de Indianópolis (CI) se posiciona em relevo de topos tabulares, com altitudes que variam de 950 a 1000 metros. O compartimento tabular apresenta baixa declividade, dominado por médias vertentes suavemente convexas a planas. Sob o aspecto pedológico, a descrição morfológica atesta a ocorrência de um Latossolo Vermelho (LV-CI) de textura muito argilosa, com quatro horizontes definidos e coloração vermelho-escura. Em relação às suas propriedades físicas, o perfil destacou-se por um magnetismo preliminar de campo classificado como médio-alto, o qual em laboratório adquiriu χ_{lf} média, acompanhada por índices baixos de CEa.

O perfil LV-CI destoa dos demais perfis ao apresentar níveis de CEa consideravelmente mais baixos, se aproximando de valores observados em solos da classe de baixa χ_{lf} , conforme observado em seu boxplots (Figura 37). Tem-se o entendimento de que essa baixa assinatura elétrica esteja possivelmente relacionada ao seu material de origem, caracterizada por sedimentos de natureza arenítica da Bacia do Paraná. O perfil está localizado próximo ao limite escarpado do relevo tabular, onde se encontram arenitos aflorantes.

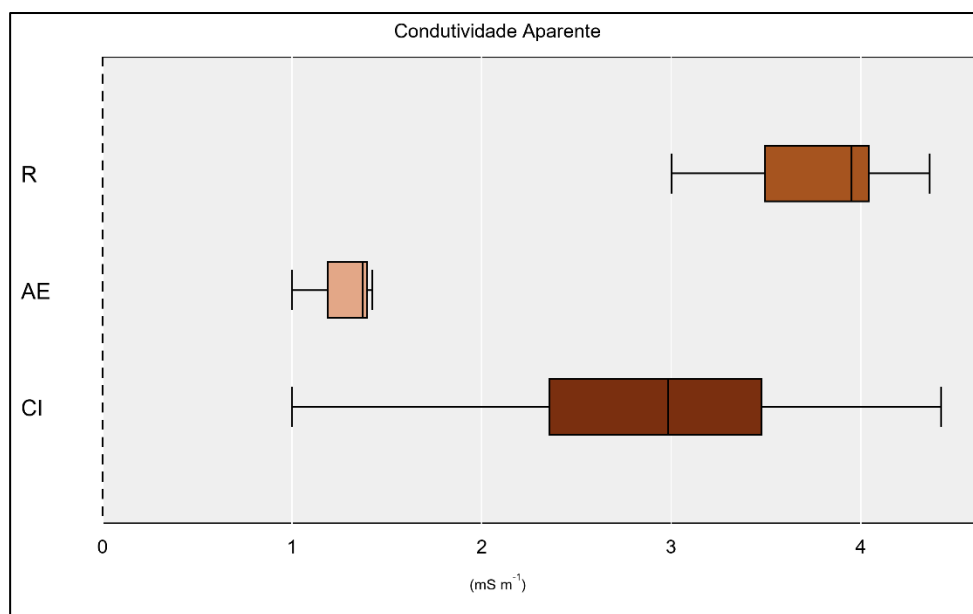


Figura 37- Boxplot Baixa Condutividade Aparente (Autor,2026)

Esta herança litológica é evidenciada pelos dados de morfoscopia da fração grossa. Onde constatou-se uma predominância de grãos de quartzo. Já a mineralogia da fração argila demonstrou melhor cristalização da gibbsita, seguida de hematita/maghemita e hematita/goethita.

Ao analisar a porção relativa à BSP da cobertura Monte Carmelo, destaca-se o perfil LV-R, situado a cerca de 1000 metros de altitude em relevo de médias vertentes planas a suave-onduladas. O substrato geológico reflete as coberturas sedimentares do Paleogéno, suportadas por arenitos da BSP e micaxistos do Grupo Araxá.

Em campo, descreveu-se um Latossolo Vermelho profundo e bem consolidado, composto por cinco horizontes de matriz vermelha a marrom-avermelhada escura. A assinatura física deste perfil reflete a sua elevada maturidade intempérica. O magnetismo preliminar de campo, a SM e a CEA registaram valores manifestamente baixos. Em consonância, a sua assembleia mineralógica consiste numa matriz de gibbsita e caulinita com ocorrência de goethita e maghemita, evidenciando a coexistência de óxidos primários, herdados da rocha-mãe, e de neominerais formados durante o longo processo de evolução pedogenética.

4.6 Solos do Domínio Transicional

O segundo domínio caracteriza-se como uma zona de transição geomorfológica, marcado pela presença de formas escarpadas e residuais da BSP, e a base dessas formas,

já presentes na FDB, dissecadas em com topos convexos. Neste domínio foram descritos e analisados os perfis Água Emendada (LVA-AE) e Alto São Félix (LV-ASF). O domínio marca a transição entre os domínios Tabular de Cimeira e o Interfluvial Convexo.

O perfil Água Emendada (AE) localiza-se em escarpa de relevo residual de topo plano a suave-ondulado. Geologicamente, associa-se às coberturas do Paleógeno, destacando-se pela presença nas escarpas de lateritas.

O LVA-AE tem textura muito argilosa e estrutura granular, com ocorrência de plintitas incipientes, identificadas ao longo dos horizontes subsuperficiais (Bw e Bwf). Em campo apresentou baixo de magnetismo, assim como em laboratório, nas análises de SM e CEa, com valores próximos a zero. O difratograma do perfil LVA-AE atesta uma elevada presença de caulinita associada à goethita, destacando-se como o único perfil estudado com uma expressão tão singular desta fase mineral. Ao mesmo tempo, a expressão de hematita/goethita e hematita/maghemita ocorrem de forma restrita. Compreende-se que este LV-AE deriva geneticamente da laterita que sustenta a escarpa, tendo em vista as características apresentadas e o seu posicionamento geomorfológico.

Situado na cobertura Monte Carmelo (MTC), a 940 metros de altitude, na porção de médias a altas vertentes suave-convexas, o perfil LV-ASF representa o limiar de transição para o domínio de interflúvio. Posiciona-se na base da escarpa que limita a BSP, local onde se localiza o perfil LVA-AE. A área onde se localiza é marcada por canais de primeira ordem da bacia do São Felix, afluente do rio Perdizes. O substrato local corresponde ao Complexo Monte Carmelo em contato com os micaxistos do Grupo Araxá

O perfil LV-ASF tem coloração marrom-avermelhado-escuro, estruturado em dois horizontes. O grande destaque deste perfil reside nas suas assinaturas físicas e mineralógicas extremas. Apesar de o magnetismo de campo ter indicado níveis médio-altos, a quantificação laboratorial conferiu os valores mais altos de SM, superada apenas pela mancha LV-C nos valores de CEa. A mineralogia da fração argila aponta para feições bem cristalizadas de gibbsítica, mas com caulinita de baixa cristalinidade. Ainda, também são expressivas as cristalinidades da hematita/maghemita em detrimento da hematita/goethita. Vale o destaque que essas características morfológicas, de SM, de CEa e mineralógicas inviabilizam claramente a gênese associada ao Complexo Monte Carmelo.

4.7 Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas

Esse domínio caracteriza-se por Planaltos Dissecados no interior da FDB, com estreitamento das coberturas latossólicas em direção ao rio Paranaíba.

Embora o conjunto apresente maior grau de dissecação, os perfis LV-MTC, LV-SF e LV-C se localizam em setores de relevo com topos suavemente convexos, que se conectam a médias e altas vertentes com menor grau de dissecação. As cotas altimétricas variam de 800 a 900 metros. No geral, as coberturas latossólicas se restringem aos interflúvios, circundadas por segmentos declivosos com altas taxas erosivas.

A modelagem de segmentos declivosos é influência direta da rede de drenagem, marcada pela atuação do rio Bagagem a oeste e do rio Perdizes a leste, com destaque para a incisão do afluente São Félix. O substrato rochoso que sustenta os solos é composto pelo Granito Monte Carmelo e pelo Grupo Araxá, havendo o registro pontual de intrusões de anfíbolitos próximos ao perfil LV-C. Além disso, reitera-se a presença de gabro levantada pelo relatório do projeto coordenado por Bruno et al. (1978), cujo polígono corresponde a cobertura de Monte Carmelo (MTC).

A descrição morfológica destes perfis atesta a ocorrência de Latossolos Vermelhos bem desenvolvidos. Estruturalmente, caracterizam-se por uma forte agregação granular, marcada por transições de horizontes que variam de claras a graduais, exibindo uma coloração predominantemente marrom-avermelhada escura. Durante a descrição, os perfis registraram magnetismo variando de médio a alto, com destaque ao perfil LV-C, cuja elevada reatividade determinou o teto magnético, enquadrando-se na classe alta de magnetismo.

As análises mineralógicas demonstraram expressiva similaridade. Os perfis LV-MTC, LV-SF e LV-C, em conjunto com o perfil LV-ASF, registraram baixa expressão de caulinita em contraste com picos intensos de gibbsita, acompanhados por uma marcante presença de hematita/maghemita e hematita/goethita.

Apesar de pontuais variações na intensidade da reflexão, a assinatura oxí-hidroxica dita o comportamento morfológico destes perfis. Como exemplo, sua presença expressiva atua como o principal agente pigmentante, conferindo aos perfis colorações que variam de Vermelho a Marrom Vermelho Escuro (matizes de 2.5YR a 5YR). Essa intensa pigmentação férrica correlaciona-se de forma direta com a SM, que atingiu classes média-alta a muito alta.

Sob a ótica do material de origem, a alta CEa verificada no perfil LV-C pode estar vinculado à ocorrência de anfíbolitos associados ao Grupo Araxá. A alteração intempérica dessas rochas máficas, pode ter disponibilizado complexos iônicos de alta condutividade para o perfil. Consequentemente, esse aporte mineralógico e geoquímico subjacente tendeu a potencializar a propagação do sinal elétrico na estrutura do solo, estabelecendo um vínculo entre a litologia e os atributos físicos mensurados em laboratório. Neste sentido, compreende-se que os perfis de LV-C, bem como os perfis LV-MTC e LV-SF, não tenham vínculo genético com o Complexo Monte Carmelo, embora o entorno das coberturas onde estejam posicionados, sejam marcados pela presença de litotipos do Complexo.

Por fim, os perfis LV-P e CM também se localizam no contexto geomorfológico de interflúvio onde se constituem coberturas latossólicas. Entretanto o perfil LV-P se posiciona mais ao centro da cobertura Perdizes (P). Já o perfil CM se localiza nas bordas da cobertura Chapada de Minas, com maior influência da dissecação.

Logo o perfil CM está inserido no domínio altas vertentes de relevo suave-ondulado (Figura 11) na cota dos 800 metros, que atesta maior ação morfogenética típica de regiões de borda. Além disso, sua posição está mais próxima ao nível de base regional do rio Paranaíba.

Tanto sua localização no terço médio-inferior da vertente, quanto às características morfológicas e de análises laboratoriais o afastam da classe dos Latossolos. O perfil revelou um claro gradiente textural de argila em direção ao horizonte B1. Ademais, também se teve a ocorrência de uma stone line formada por clastos de granitoides, correlacionados aos complexos Monte Carmelo ou ao Estrela do Sul. Ainda, a base do perfil é marcada pela presença da rocha matriz representada por micaxistos do Grupo Araxá.

Na comparação entre os perfis LV-P e CM, nota-se uma intrigante convergência nas assembleias mineralógicas e nos parâmetros de SM e CEa, situando ambos no domínio magnético médio, com o LV-P distanciando-se apenas por um leve enriquecimento em hematita/maghemita. Entretanto, é na análise morfoscópica da fração grossa que a real diferença se materializa.

O perfil LV-P consolida sua classificação como um Latossolo pelo comportamento de seus agregados, com restrição de material não agregado. Em oposição,

o perfil CM exibe maior expressão de material não-agregado, com uma fração grossa amplamente dominada por quartzo. Essa fração silicosa se amplia na camada de cascalheira, feição que gera um forte contraste físico no perfil.

Enquanto a evolução dos Latossolos pauta-se no intemperismo químico profundo e na remoção lenta da sílica, a pedogênese no perfil CM fora possivelmente interrompida e remodelada por processos físicos. Classificado como um Argissolo Vermelho, este perfil exibe a presença de uma stone line composta por cascalhos de granitoides sobre um saprolito de micaxisto incipiente. Essa cascalheira não é produto de intemperismo in situ, mas o indício de um episódio erosivo pretérito de alta energia que transportou material pelo declive, truncando o solo antigo e sobrepondo novos materiais.

Ao mesmo tempo, em horizontes acima do nível de cascalheira, o perfil CM caracteriza-se por um provável gradiente textural. A presença de uma barreira textural subsuperficial cria uma zona de expressiva retenção de umidade. A somatória dessa dinâmica hídrica restritiva gerada pelo gradiente textural, associada à descontinuidade da stone line, proporciona uma CEa de classe média.

Por fim, a Tabela 17 integra as características principais dos nove perfis de solos estudados. A síntese agrupa o domínio geomorfológico e a posição no relevo de cada perfil, integrando a descrição morfológica de campo aos resultados laboratoriais de caracterização física (SM e CEa), mineralógica (DRX) e morfoscópica da fração grossa.

Perfil	Cobertura Latossólica	Litotipo e/ou Cobertura Detrito-Laterítica	Litologia ao entorno/base	Domínio Geomorfológico (Autor, 2026)	Topo/Terço de vertente	Altitude (m)	Horizonte diagnóstico	Textura	Estrutura	Magnetismo Preliminar (Autor,2025)	Mineralogia Fração Argila	Δf	CEa	Morfoscopia	Síntese
LV-CI	CI	Cobertura Paleógeno	Arenitos e Micaxisto	Superfície Tabular de Cimeira	Topo	941	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Médio-Alto	Gibssita, Caulinita, Hematita/Goethita, Hematita/Maghemita, Goethita, Hematita.	Média	Baixa	60% Qtz, 30% Nd e 10% Op	Latossolo Vermelho, provável contribuição dos Arenitos da BSP, SM média CEa baixa.
LVA-AE	AE	Cobertura Paleógeno	Arenitos e Micaxisto	Domínio Transicional	Terço Superior	967	Bw1	Muito Argilosa	Granular	Baixo	Caulinita, Gibbsita, Goethita, Hematita/Maghemita, Hematita, Hematita/goethita.	Baixa	Baixa	10% Qtz, 65% Nd, 15% Op; 5% Lt e 5% Fsp	Latossolo Vermelho-Amarelo com plintitas. SM e CEa Baixos. Notável vínculo com laterita presente em subsuperfície.
LV-R	MTC	Cobertura Paleógeno	Arenitos e Micaxisto	Superfície Tabular de Cimeira	Terço Superior	1000	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Baixo	Gibbsita, Caulinita, Goethita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita.	Baixa	Baixa	10% Qtz, 80% Nd e 10% Op	Latossolo Vermelho bem desenvolvido, maior aporte de material de origem da BSP. SM e CEa baixos.
LV-MTC	MTC	Cobertura detrítica-indiferenciada (Plioceno)	Granitos, Micaxistos e Gabro	Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	Terço Médio	902	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Alto	Gibbsita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita, Hematita, Caulinita.	Alta	Alta	5% Qtz, 85% Nd e 10% Op	Latossolo Vermelho, bem desenvolvido, SM e CEa altas. Provável contribuição de com rocha máfica..

LV-SF	SF	Complexo Monte Carmelo	Granitos e Micaxisto	Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	Terço Médio-Superior	815	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Médio	Gibbsita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita, Hematita, Caulinita.	Alta	Alta	30% Qtz, 60% Nd e 10% Op	Latossolo Vermelho, bem desenvolvido, SM e CEa muito altas. Provável contribuição de com rocha máfica.
LV-ASF	MTC	Cobertura detrítica-indiferenciada (Plioceno)	Arenitos, Granitos, Micaxistos	Domínio Transicional	Terço Médio	940	Bw1	Muito Argilosa	Granular	Médio-Alto	Gibbsita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita, Hematita, Caulinita.	Muito Alta	Muito Alta	35% Qtz, 50% Nd e 15% Op	Latossolo Vermelho, bem desenvolvido, SM e CEa muito altas. Provável contribuição de com rocha máfica.
CM	CM	Complexo Monte Carmelo	Granitos e Micaxisto	Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	Terço Médio-Inferior	870	B	Muito Argilosa	Granular	Médio-Alto	Gibbsita, Caulinita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita.	Média	Média	85% Qtz, 10% Nd e 5% Op	Argissolo, forte influência morfogenética do Rio Bagagem.
LV-C	CN	Cobertura detrítica-indiferenciada (Plioceno)	Granitos, Micaxisto e Anfíbolitos	Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	Terço Médio-Inferior	845	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Alto	Gibbsita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita, Hematita, Caulinita.	Muito Alta	Muito Alta	44% Qtz, 40% Nd, 1% Lt e 15% Op	Latossolo Vermelho, bem desenvolvido, SM e CEa altas, Provável contribuição de anfíbolito.

LV-P	PL	Cobertura detrítica-indiferenciada (Plioceno)	Granitos e Micaxisto	Domínio dos interflúvios convexos em formas dissecadas	Terço Superior	900	Bw2	Muito Argilosa	Granular	Médio	Gibbsita, Caulinita, Hematita/Maghemita, Hematita/Goethita.	Média	Média	45% Qtz, 40% Nd, 1% Ms e 4% Op	Latossolo Vermelho, bem desenvolvido, SM e CEa médias.
------	----	---	----------------------	--	----------------	-----	-----	----------------	----------	-------	---	-------	-------	--------------------------------	--

Tabela 17- Integração das análises morfológicas, mineralógicas, magnéticas e morfoscópicas (Autor, 2026)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação das coberturas pedológicas no Interflúvio dos Rios Bagagem-Perdizes contribuiu com a compreensão da dinâmica de evolução dos solos estudados, estabelecendo uma conexão entre os condicionantes geomorfológicos em escala de paisagem e os processos físico-químicos e mineralógicos observados no perfil do solo. Ao articular as características espaciais da área com as de campo e as análises laboratoriais, o trabalho trouxe evidências de que as coberturas latossólicas refletem as variações morfoestruturais, litológicas e geomorfológicas. A área estudada é marcada pelo contato entre a BSP e a FDB, com variação de relevos caracterizados por planaltos tabulares, escarpas e planaltos dissecados.

No que tange à integração dos difratogramas de raios-X (DRX) com a morfoscopia da fração grossa, entende-se que os perfis latossólicos situados em setores de relevo plano, como os da BSP, apresentaram com ambientes de maior maturidade pedogenética. As assinaturas mineralógicas condizem pela predominância de caulinita, gibbsita e baixa expressão de óxidos/hidróxidos de ferro. Enquanto, os solos da FDB apresentaram uma dominância da gibbsita e de hematita/maghemitita como principais constituintes.

Destacam-se alguns dos perfis estudados. O LV-CI, com mineralogia gibbsítica-caulinítica associa-se a uma fração grossa dominada por quartzo subangular desgastado, indicou gênese associada a arenitos observados em proximidade ao perfil descrito. Já o LVA-AE registrou predominância de caulinita, com baixa expressão de óxidos-hidróxidos de ferro e xlf baixa, além de ocorrência de plintitas e feldspatos alterados no perfil. Trata-se de um ambiente em condições de oscilação do lençol freático com translocação de ferro.

A correlação entre o teste de magnetismo preliminar com imã e a análise de suscetibilidade magnética em baixa frequência (xlf) demonstrou similaridade entre as respostas magnéticas das amostras. O primeiro, sendo utilizado como uma ferramenta qualitativa para diferenciação dos perfis e o segundo, como uma abordagem quantitativa, determinando classes para a análise da presença e intensidade de minerais magnéticos. Assim, foram identificados solos de baixa xlf, como o LVA-AE; de média xlf, como o LV-P; de alta, como o LV-MTC; e, de muito alta xlf, como LV-ASF e LV-C.

A caracterização do perfil CM, embora classificado como possível Argissolo Vermelho e se distanciando do enfoque de estudo desta pesquisa (Latosolos), expressa a dinâmica da evolução da paisagem nas zonas marginais das coberturas mapeadas. Localizado no terço médio-inferior da vertente que se dirige ao rio Bagagem, próximo ao nível base do rio Paranaíba, demonstra como a pedogênese atua em condições de alta atividade morfogenética. A presença de stone line, associado a presença de camada R e predominância de quartzo na fração areia demonstram a interrupção da pedogênese e atuação dos processos denudacionais.

A interpretação dos dados permitiu a compartimentação da paisagem em três domínios. O primeiro, denominado como Superfície Tabular de Cimeira, sendo caracterizado pela ocorrência de Latossolos Vermelhos com mineralogia gibbsítico-caulinítica, baixa expressão de óxidos de ferro, baixos valores de xlf e CEa. O segundo compartimento configura o Domínio Transicional, determinado pela posição de escarpas e relevos residuais da BSP. Este domínio abriga Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos com assembleia mineralógica gibbsítica e caulinítica, além de comportamento magnético contrastante, marcado pelo baixo magnetismo do LVA-AE (posicionado em escarpa de relevo residual) em contraste com a elevada xlf do LV-ASF (posicionado na base da escarpa).

Por fim, o Domínio de Interflúvios Convexos em Formas Dissecadas representa porções com ação morfogenética em vertentes e relativa preservação de coberturas nos topos. Os solos estudados neste setor apresentaram uma assembleia gibbsítica com presença moderada de óxidos, com notório destaque para a maghemita, o que eleva a xlf e a CEa para níveis médio-altos. A dissecação é mais efetiva nas vertentes, com a sustentação dos Latossolos Vermelhos nos topos. Entretanto, em rebordo da cobertura latossólica de interflúvio, foi evidenciado a presença de Argissolo, como o de chapada de minas.

Os resultados obtidos demonstraram as propriedades morfológicas, mineralógicas, magnéticas e morfoscópicas dos solos estudados. Buscou-se, a partir da abordagem geopedológica, relacioná-los com as características geológicas e geomorfológicas. Isso resultou em diagnóstico das coberturas latossólicas do Interflúvio dos Rios Bagagem-Perdizes, que fornece embasamento para futuros trabalhos de mapeamento e manejo de solos nesta complexa área de limite morfoestrutural (BSP e

FDB). Além disso, trouxe contribuições para entendimento da evolução da paisagem regional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOUYOUCOS, G. J. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analyses of Soils¹. **Agronomy Journal**, [S.L.], v. 54, n. 5, p. 464-465, set. 1962.

BRUNO, Euler Miranda et al. **Projeto Monte Carmelo: Relatório Final de Pesquisa**. Alvarás n. 1524/76, 4912/78, 4913/78 e 5076/78. Belo Horizonte: CPRM, 1978.

CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N.; GREGORIS, G. Análise mineralógica das frações argila e silte por difratometria de raios-X. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p. 265-269

CALDERANO, S. B.; OLIVEIRA, A. P. de; KER, J. C.; BARROSO, S. H.; FONTES, M. P. F. Mineralogia da fração argila dos solos da XIV Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos – estados de Goiás e Tocantins. In: SANTOS, G. G. et al. (ed.). **Guia de campo da XIV Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: RCC de Goiás e Tocantins**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Cap. 11.

CAILLEUX, A. Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. **Mémoires de la Société Géologique de France**, v. 46, p. 1-176, 1942.

CASTRO, S.S; SALOMÃO, F. X. T. Morphopedological compartmentation and its applicability: a methodological approach. **Geosp: Espaço e Tempo (Online)**, [S.L.], n. 7, p. 27, 6 jun. 2000.

CHAVES, M. L.; DIAS, C. H. **Relatório Técnico e Mapa Geológico: Folha Estrela do Sul (SE.23-YA-IV)**. Escala 1:100.000. CODEMIG, 2017.

CORRÊA, E. A.; MORAES, I. C.; PEREIRA, L. H.; PINTO, S. DOS A. F. Fotopedologia e sistemas de informação geográfica integrados na caracterização e mapeamento de solos. **Boletim de Geografia**, v. 33, n. 3, p. 153-167, 24 mar. 2016.

DONAGEMMA, G. K.; CALDERANO, S. B.; VIANA, J. H. M. Separação das frações granulométricas do solo para análises mineralógicas. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p. 265-269.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Rio de Janeiro, 2018. 356p.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 1997. 212p.

EVANS, M. E.; HELLER, F. **Environmental magnetism: principles and applications of enviromagnetics**. San Diego: Academic Press, 2003. 299 p. (International Geophysics Series, v. 86).

Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM); Universidade Federal de Viçosa (UFV); Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC); Universidade Federal de Lavras (UFLA). **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2010. Disponível em: <https://feam.br/mapa-de-solos>. Acesso em: 25 ago. 2025.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 3º ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

JORDANOVA, N.; JORDANOVA, D. Rock-magnetic and geochemical characteristics of relict Vertisols—signs of past climate and recent pedogenic development. **Geophysical Journal International**, Oxford, v. 205, n. 3, p. 1437–1454, jun. 2016.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, [S.L.], v. 1, n. 5, p. 17-40, 1 jul. 1997.

LUQUE, E. C. L. **Propriedades magnéticas de los óxidos de hierro en suelos mediterráneos**. 2008. 179 f. Tese (Doutorado) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba, Córdoba, 2008.

MACHADO, Rafael P.; DORIGUETTO, Antônio Carlos. Conceitos em cristalografia estrutural: uma abordagem compreensiva da lei de Bragg e do fator de estrutura. **Química Nova**, v. 48, n. 1, 2025.

MAHER, B. A.; THOMPSON, R. The magnetic record of palaeoclimate in the terrestrial loess and palaeosol sequences, in Quaternary Climates. In: **Environments and**

Magnetism (eds MAHER, B.A. & THOMPSON, R.). University Press, Cambridge, p. 81–125, 1999.

MOTTA, P. E. F.; BARUQUI A. M.; SANTOS. H. G. D. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – EMBRAPA, 2004.

MUNSELL Soil-Color Charts. **Carta de Cores Munsell**. Produced by Munsell Color, 2009.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria Técnica, 1983. 186 p.

PINHO, J. M. M. et al. Geologia e recursos minerais das folhas: Cabeceira Grande, Unaí, Ribeirão Arrojado, Serra da Aldeia, Serra da Tiririca, Paracatu, Guarda-Mor, Arrenegado, Coromandel, Lagamar, Monte Carmelo e Patos de Minas. **CPRM**, Belo Horizonte, 2017. 358 p.

POWERS, M. C. A new roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**, v. 23, n. 2, p. 117-119, 1953.

RILEY, S. J.; DE GLORIA, S. D.; ELLIOT, R. A Terrain Ruggedness Index That Quantifies Topographic Heterogeneity. **Intermountain Journal of Sciences**, v. 5, n. 1-4, p. 23-27, 1999.

ROSS, J.L.S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, 1985, v.4, p. 25-39.

RUBIRA, F. G.; BARREIROS, A. M.; VILLELA, F. N. J.; PEREZ FILHO, A. Pedogeomorphological Systems in the interpretation of the evolution of Quaternary Landscapes in Humid Tropical Climates. **Mercator**, [S.L.], v. 18, n. 9, p. 1-16, 15 set. 2019.

SANTOS, H. L. **Variabilidade espacial dos atributos do solo, erosão e suscetibilidade magnética de uma vertente em Gilbués-PI**. 2010. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo – SIBCS, 6ª ed. 2025.

SILVA, M. M.; LUPINACCI, C. M. Análise de variáveis morfométricas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista- Corumbataí (SP): subsídios ao planejamento ambiental de paisagem rural em escala de detalhe. **Geografia**, Rio Claro - SP: v.46, n.1, 2021.

SILVEIRA, C. T. da; SILVEIRA, R. M. P. Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfológica das formas de relevo no Estado do Paraná – Brasil. **Revista Ra'e Ga**, v. 41, p. 98-130, 2017.

SIQUEIRA, D. S.; MARQUES JR., J.; MATIAS, S. S. R.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; BAFFA, O.; OLIVEIRA, L. C. Correlation of properties of Brazilian Haplustals with magnetic susceptibility measurements. **Soil Use and Management**, Oxford, v.26, p.425-431, 2010a.

SIQUEIRA, D.S. **Suscetibilidade magnética para a estimativa de atributos do solo e mapeamento de áreas sob cultivo de cana-de-açúcar**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010c.

TRICART, J. ; KILIAN, J. **L'éco-géographie et l'aménagement du Milieu Naturel**. Librairie François Maspéro, 1979.

TEIXEIRA, W. G.; REIS, A. M. H. dos; PIMENTEL, L. G.; VALLE, L. G. de F.; LUMBRERAS, J. F.; CERNICCHIARO, G. R. C.; SHINZATO, E. **Avaliação da suscetibilidade magnética e da condutividade elétrica aparente dos perfis da XIV Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos – RCC de Goiás e Tocantins**. In: SANTOS, G. G.; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, R. E. M.; MADARI, B. E. (ed.). Guia de campo da XIV Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: RCC de Goiás e Tocantins. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 13.

TORRENT, J.; LIU, Q. S.; BARRÓN, V. Magnetic minerals in Calcic Luvisols (Chromic) developed in a warm Mediterranean region of Spain: origin and paleoenvironmental significance. **Geoderma**, Amsterdam, v. 154, n. 3-4, p. 465-472, 15 jan. 2010.

VEROSUB, K. L.; ROBERTS, A. P. Environmental magnetism: past, present and future. **Journal of Geophysical Research**, v.100, p.2175-2192, 1995.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4. p. 145-192.

WEISS, A. **Topographic position and landforms analysis**. In: Poster presentation, ESRI user conference, San Diego, California, 2001. Disponível em: http://www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc_18x22.pdf

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis: part 1 — physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1986. p. 331-362. (Agronomy Monograph, 9).

XIE, S.; DEARING, J. A.; BLOEMENDAL, J.; BOYLE, J. F. Association between the organic matter content and magnetic properties in street dust, Liverpool, UK. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 278, n. 1-3, p. 205-214, 2001.

ZINCK, J. A. **Geopedología. Elementos de geomorfologia para estudos de suelos y de riesgos naturales**. ITC. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente, The Netherlands. 2012.

ZINCK, J.A.; METTERNITCH, G.; BOCCO, G.; VALLE, H.F.D. (eds). **Geopedology: An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies**. Springer Science + Business Media B.V.: Dordrecht. 2016. p. 27-60.

APÊNDICES

Apêndice 1

Descrição Morfológica: Chapada de Indianópolis														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-25 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/3 2.5 YR (Marrom avermelhado escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Moderado a Forte	Ligeiramente Dura	Muito Friável	Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Argilosa	Plana	Clara a Gradual		
Bw1	25-65 cm	4/8 2.5 YR (Vermelho)	3/6 10 R (Vermelho escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plana	Clara a Gradual	Médio-Alto	
Bw2	65-120 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plana	Clara a Gradual	Médio-Alto	Ocorrência de óxidos de ferro
Bw3	120-200 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plana	Clara a Gradual	Médio-Alto	Ocorrência de óxidos de ferro

Apêndice2

Descrição Morfológica: Água Emendada														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-25 cm	6/4 7.5 YR (Marrom claro)	5/6 7.5 YR (Marrom escuro)	Granular	Pequeno	Forte	Ligeiramente Dura	Firme	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Argilo-Siltosa a Argilosa	Plana	Gradual		
Bw1	25-95 cm	7/6 5 YR (Vermelho Amarelado)	5/6 5 YR (Amarelo avermelhado)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Plana	Gradual	Baixo	Ocorrência de plintitas subangulares, vermelhas, 1-2 mm, alta resistência.

Bwf	95- 110 cm	6/6 7.5 YR (Vermelho amarelado)	4/6 7.5 YR (Marrom Forte)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Argilosa	Plana	Gradual	Baixo	Ocorrência de plintitas subangulares, vermelho escuro, 3-5 mm, alta resistência.
-----	------------	---------------------------------	---------------------------	----------	-------------------------	-------	-------	---------	---------------------------------------	----------	-------	---------	-------	--

Apêndice 3

Descrição Morfológica: Monte Carmelo														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-20 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeiramente Dura	Friável	Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual		
Bw1	20-60 cm	3/6 10YR (Vermelho Escuro)	3/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia a Ligeiramente Dura	Friável	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Alto	
Bw2	60-100 cm	3/6 10R (Vermelho Escuro)	3/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável	Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Alto	

Apêndice 4

Descrição Morfológica: São Félix														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-25 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeiramente Dura	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara a Gradual		

Bw1	25-90 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara a Gradual	Alto	
Bw2	90-110 cm	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	2.5/3 2,5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Plástica; Ligeirament e Pegajosa	Argilosa	Plano	Clara a Gradual	Médio	

Apêndice 5

Descrição Morfológica: Castanha														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-15 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Argilosa	Plano	Clara a Gradual		
Bw1	15-50 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	Granular a blocos	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Friável	Muito Plástica; Ligeirament e Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara a Gradual	Alto	
Bw2	50-90 cm	3/6 2,5 YR (Vermelho Escuro)	2,5/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Muito Plástica; Ligeirament e Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara a Gradual	Médio-Alto	

Apêndice 6

Descrição Morfológica: Perdizes														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					

Ap	0-25 cm	4/6 5YR (Vermelho Amarelado)	3/4 5YR (Marrom Avermelhado Escuro))	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Friável	Plástica; Ligeirament e Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara		
Bw1	25-65 cm	4/8 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara	Médio-Baixo	
Bw2	65-140 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Médio-Baixo	Presença de grânulos de quartzo
Bw3	140-180 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/6 2.5 YR (Vermelho Escuro)	Granular	Muito Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Médio	Grânulos de quartzo sub angulares

Apêndice 7

Descrição Morfológica: Alto São Félix														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-15 cm	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	2.5/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável	Plástica; Não Pegajosa	Argilosa	Plano	Clara a Gradual		
Bw	15-80 cm	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	2.5/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeirament e Dura	Muito Friável	Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Clara a Gradual	Médio-Alto	

Apêndice 8

Descrição Morfológica: Romaria														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					

Ap	0-15 cm	5/6 2.5 YR (Vermelho)	3/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Dura	Friável 1	Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual		
BA	15-35cm	4/4 2,5 YR (Vermelho)	3/3 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Ligeiramente Dura	Friável 1	Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Baixo	
Bw1	35-60 cm	5/6 2.5 YR (Vermelho)	4/6 2.5 YR (Vermelho)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável 1	Muito Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Baixo	
Bw2	60-160 cm	5/6 2.5 YR (Vermelho)	4/6 2.5 YR (Vermelho)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Muito Friável 1	Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Baixo-Médio	
Bw3	160-200 cm	4/6 2.5 YR (Vermelho)	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Granular	Muito Pequeno a Pequeno	Forte	Macia	Friável 1	Plástica; Não Pegajosa	Muito Argilosa	Plano	Gradual	Baixo	

Apêndice 9

Descrição Morfológica: Chapada De Minas														
Horizonte	Prof (cm)	Cor		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Topografia	Transição	Magnetismo	OBS
		Seco	Úmido	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada					
Ap	0-15 cm	4/6 5 YR (Vermelho amarelado)	3/3 5 YR (Marrom avermelhado escuro)	Blocos Subangulares	Pequena	Moderada	Ligeiramente Dura	Friável 1	Plástica; Não Pegajosa	Argilosa	Suavemente Convexo	Clara		
B1	15-50 cm	4/6 5 YR (Vermelho Amarelado)	3/3 5 YR (Marrom avermelhado escuro)	Blocos Subangulares	Pequeno a Médio	Moderada	Ligeiramente Dura	Friável 1	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Suavemente Convexo	Clara	Médio-Alto	

B2 argiloso	50-80 cm	5/6 5 Yr (Vermelho Amarelado)	3/4 5 YR (Marrom avermelhado escuro)	Blocos Subangulares	Pequeno a Médio	Moderada	Macia	Friável	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Suavemente Convexo	Clara	Médio-Alto	
Cascalheira	80-130 cm	4/8 2.5 YR (Vermelho)	3/4 2.5 YR (Marrom Avermelhado Escuro)	Blocos Angulares	Pequeno a Médio	Moderada	Macia	Friável	Muito Plástica; Ligeiramente Pegajosa	Muito Argilosa	Suavemente Convexo	Clara	Médio	Stone Line composta por granitoide com alto grau de intemperismo

Apêndice 10

Coberturas	Geologia (CPRM)	Geologia (CODEMIG)	Declividade (Autor, 2025)	Hipsometria (Autor, 2025)	Geologia (UFV)	Motta (2004)	UFV	Geoforma(Autor,2025)	Perfis de Campo (Autor, 2025)	Magnetismo (Autor, 2025)
Chapada Indianópolis	(-)	Cobertura Paleógeno	2-5%	950- 1000 m	Kb	LAW1	Lvd11	Topo tabular	LV-CI	Médio-Alto
Água Emendada	(-)	Cobertura Paleógeno	2-5 %	950- 1000 m	Kb / K(b)sg	Lvef	Lvdf3	Topo Plano	LVA-AE	Baixo
Monte Carmelo	Cobertura detrítica-indiferenciada	Grupo Araxá A	2-5 %	800-900 m	Npirv	Lvw1	Lvdf3	Suavemente Convexo	LV-MTC LV-ASF LV-R	Alto Médio-Alto Médio
São Félix	-	Complexo Monte Carmelo (II)	2-5%	700- 800 m	Npirv	Lvw1	Lvdf3	Suavemente Convexo	LV-SF	Médio-Alto
Chapada de Minas	-	Complexo Monte Carmelo (II)	5-12%	800-900 m	Npirv	Lvw1	Lvdf3	Suavemente Convexo	CM	Médio-Alto
Castanha Norte	-	Complexo Monte Carmelo (I)	2-5%	700- 800 m	Np12arax	LVd14	Lvdf3	Suavemente Convexo	LV-C	Alto
Perdizes Leste	Cobertura detrítica-indiferenciada	(-)	5-12%	800-900 m	Np12arax	Cxbd7	Lvd13	Suavemente Convexo	LV-P	Médio
Castanha Sul	Cobertura detrítica-indiferenciada	Complexo Monte Carmelo (II)	2-5%	700- 800 m	Np12arax	LVd14	Lvdf3	Suavemente Convexo	-	
Perdizes Sul	Cobertura detrítica-indiferenciada	(-)	5-12%	800-900 m	Npirv	Lvwf8	LVd13	Suavemente Convexo	-	
Grupiara	(-)	Complexo Monte Carmelo (I)	2-5%	700- 800 m	PP2(G)j	LVd10	Lvdf3	Suavemente Convexo	-	

Granítica	Complexo Monte Carmelo	(-)	5-12%	700- 800 m	Np12arax	PVd3	PVAd15	Suavemente Convexo	-	
Dourados Leste	Membro Serra da Lapa B	(-)	2-5%	700- 800 m	PP2(G)j	PVd3	Lvd13	Topo Plano	-	