

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Área de Concentração: Análise Ambiental

Malena Silva Nunes

**A ORGANIZAÇÃO PEDOLÓGICA EM GUIRICEMA/MG, NO ALTO VALE DO RIO
PARAÍBA DO SUL, E SUA RELAÇÃO COM OS DIFERENTES PATAMARES
GEOMORFOLÓGICOS DO SUDESTE DE MINAS GERAIS**

Belo Horizonte

2020

Malena Silva Nunes

**A ORGANIZAÇÃO PEDOLÓGICA EM GUIRICEMA/MG, NO ALTO VALE DO RIO
PARAÍBA DO SUL, E SUA RELAÇÃO COM OS DIFERENTES PATAMARES
GEOMORFOLÓGICOS DO SUDESTE DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Linha de Pesquisa: Geomorfologia e Análise Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vilma Lúcia Macagnan Carvalho

Belo Horizonte

2020

N972o Nunes, Malena Silva.

2020 A organização pedológica em Guiricema/MG, no Alto Vale do Rio Paraíba do Sul, e sua relação com os diferentes patamares geomorfológicos do sudeste de Minas Gerais [manuscrito] / Malena Silva Nunes. – 2020.

129 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientadora: Vilma Lúcia Macagnan Carvalho.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2020.

Área de concentração: Análise Ambiental.

Linha de Pesquisa: Geomorfologia e Análise Ambiental

Bibliografia: f. 108-117.

Inclui anexos.

1. Ciência do solo – Minas Gerais – Teses. 2. Solos – Formação – Teses. 3. Geomorfologia – Teses. I. Carvalho, Vilma Lúcia Macagnan. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 631.4(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



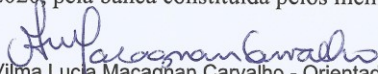
FOLHA DE APROVAÇÃO

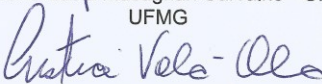
A ORGANIZAÇÃO PEDOLÓGICA EM GUIRICEMA/MG, NO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, E SUA RELAÇÃO COM OS DIFERENTES PATAMARES GEOMORFOLÓGICOS DO SUDESTE DE MINAS GERAIS

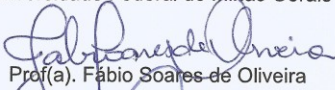
MALENA SILVA NUNES

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA, como requisito para obtenção do grau de Doutor em GEOGRAFIA, área de concentração ANÁLISE AMBIENTAL.

Aprovada em 12 de março de 2020, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Vilma Lucia Macaghan Carvalho - Orientador
UFMG


Prof(a). Cristiane Valeria de Oliveira
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof(a). Fábio Soares de Oliveira
UFMG


Prof(a). Leonardo Cristian Rocha
UFESJ


Prof(a). Caroline Delpupo Souza
IFMG

Belo Horizonte, 12 de março de 2020.

*À minha família e ao Paulinho, grande
incentivador em momentos importantes da
minha vida...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Prof.^a Vilma pela orientação, repetindo a experiência de trabalho do Mestrado. Obrigada pela companhia na trajetória da pós-graduação, pelo apoio nas atividades de campo e contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa. Também agradeço ao Prof.^o Fábio, pelo auxílio desde a definição da área de estudo, contribuindo para a confecção das lâminas delgadas e discutindo ideias.

À Prof.^a Cristiane, agradeço pelas sugestões, pelo apoio na definição da área de estudo, nas atividades de campo, na interpretação dos dados. Ao Prof.^o Leonardo, pelas conversas, contribuições e pelo auxílio em campo. Ao Prof.^o Zé Renato, que contribuiu de maneira importante no trabalho de campo em que fizemos o levantamento topográfico.

Aos colegas Breno, pelos diálogos iniciais em relação à área de estudo e pelo material bibliográfico fornecido, e Brunno, pela ajuda em campo, nas atividades de laboratório no IGC e pelas inúmeras conversas e discussões sobre os resultados. Aos alunos da disciplina de “Metodologia de pesquisa em Geomorfologia” (1^o/2018), que tornaram possível um dos trabalhos de campo para continuidade nas coletas de amostras, contribuindo em tal atividade, inclusive.

Ao motorista Valdir, não só por nos conduzir aos campos, mas também pelo interesse e prestatividade, incluindo o apoio no fechamento de trincheiras! Ao técnico Fernando, do Laboratório de Geomorfologia do IGC, pela orientação e ajuda na realização das análises, incluindo as inúmeras repetições do ataque sulfúrico (que, infelizmente, não obtivemos êxito). Ao técnico Hélvio, pela disponibilidade em contribuir com as análises microscópicas e pela ajuda com as fotomicrografias.

Aos senhores Jader e Luis, proprietários dos terrenos em que a vertente em estudo se encontra localizada. Eles não somente permitiram o acesso à área, como contribuíram para a logística das atividades de coleta de amostras e descrições dos perfis. Agradecimento especial ao Jader e sua esposa, que providenciaram desde os ajudantes para a abertura das trincheiras, ao refrigerante na hora do almoço! Obrigada por serem tão solícitos e pela valorização da pesquisa acadêmica.

Um agradecimento muito especial à minha família. Ao Paulinho, pelo suporte profissional e pessoal. Pela ajuda na confecção do material cartográfico, pela presença e auxílio em campo, pelas leituras, conversas e discussões em relação à pesquisa. Pelo apoio, incentivo, carinho e pela paciência! Quantas vezes não refletimos juntos diante dos meus desabafos... Ao meu pai, que também participou ativamente, comprando enxada e reagente no SOS Laboratório, levando amostra na UFOP, buscando resultado de análise no IMA. À minha mãe, ansiosa, sempre querendo saber sobre o andamento da pesquisa! Aos

meus irmãos, cunhadas e (lindos) sobrinhos, que tornaram a caminhada mais leve, amenizando os momentos de estresse e desgaste.

Agradeço aos colegas e amigos do CEFET-MG, em especial Matusalém, Ricardo e Vandeir, pelo incentivo e apoio de sempre. E à própria Instituição, que me permitiu realizar o Doutorado por meio de licença para capacitação. O período de afastamento foi fundamental para as atividades de campo, laboratório e produção da parte escrita.

Por fim, a todos que estiveram próximos nesse importante momento, presenciando os lapsos de memória, trocas de palavras, esquecimentos, estresse, nervosismo e ansiedade. Este é o resultado de quatro anos dedicados a uma pesquisa e à elaboração de uma tese de Doutorado. É uma conquista gratificante. Muito obrigada!

RESUMO

A análise da cobertura pedológica permite o entendimento dos solos a partir de sua distribuição lateral, revelando aspectos da transformação destes e sua íntima relação com o relevo. Estudos nos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais apontam evolução geomorfológica a partir do nível de base mais baixo em um dos lados do escarpamento, considerando o retrabalhamento do relevo com recuo das escarpas e expansão da área deprimida. Este trabalho investigou as transformações pedológicas em uma vertente na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Os procedimentos metodológicos envolveram levantamento bibliográfico, produção de material cartográfico, trabalhos de campo e análises em laboratório. Foi aplicada a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet et al., 1982a,b,c), sendo coletadas amostras para análises físicas, químicas, mineralógicas e para confecção de lâminas delgadas para análise micromorfológica, de sete perfis de solo, alinhados em topossequência. A cobertura pedológica apresentou alto grau evolutivo tendo em vista os valores negativos do ΔpH dos horizontes diagnósticos e o predomínio de caulinita e óxidos ao longo da vertente. A migração da argila se evidencia já na descrição morfológica dos perfis, com cerosidade da encosta ao sopé da vertente. Pela análise granulométrica, há maior presença de areia nos horizontes superficiais e de argila nos horizontes diagnósticos, além de gradiente textural na encosta da vertente. A relação silte/argila diminui com a profundidade, demonstrando aumento da concentração de argila em função de migração vertical e lateral. Salienta-se que os processos associados à movimentação da argila são favorecidos, dentre outros, pela topografia da vertente (presença de concavidades) e pelos maiores valores de ADA nos horizontes superficiais. Na análise micromorfológica, a ocorrência de nódulos contribuiu para a definição dos Latossolos. E a presença destes no horizonte BC do Argissolo (P3) foi entendida como pedorelíquias de características latossólicas anteriores, assim como a presença do horizonte Bt sobreposto ao Bw no Argissolo (P4) indicou transformação pedológica com possível substituição de perfil latossólico para argissólico, resultando na sugestão de classificação do perfil como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico. As concentrações plásmicas abundantes a partir da encosta superior, inclusive com a ocorrência de revestimentos texturais, reafirmou a movimentação vertical e lateral da argila. A identificação de feições pedológicas de revestimento texturais no Cambissolo da base da vertente definiram aspecto argissólico. A cobertura pedológica se distingue, portanto, em função das diferenciações topográficas que determinam o comportamento hídrico superficial e subsuperficial. No topo e no ombro da vertente, áreas planas e convexas, encontram-se os Latossolos. O aumento da declividade, associado à presença de concavidades, promove aumento do escoamento superficial e presença de horizonte Bt, evidenciando acúmulo de argila. Dessa forma,

constata-se que modificações morfológicas na paisagem, com a expansão da depressão e o recuo das escarpas, resultou em duas frentes de transformação pedológica, sendo uma composta pelo sistema de transformação Latossolo-Argissolo (do topo para média vertente), e outra pelo sistema Cambissolo-Argissolo (na base). O aprofundamento deste estudo e a realização de outras análises permitirão melhor entendimento dos sistemas de transformação e de suas relações com a evolução geomorfológica regional.

Palavras-chave: Cobertura pedológica. Sistemas de transformação pedológica. Micromorfologia de solos.

ABSTRACT

The analysis of the pedological cover allows the understanding of soils from their lateral distribution, revealing aspects of their transformation and their intimate relationship with the relief. Studies in the staggered plateaus of southeastern Minas Gerais point to geomorphological Evolution from the lowest base level on one side of the escarpment, considering the rework of the relief with retreat of the escarpments and expansion of the depressed area. This work investigated the pedological transformations in a slope in the river basin of the river Paraíba do Sul. The methodological procedures involved bibliographic surveys, production of cartographic material, field work and laboratory analysis. The methodology of the Structural Analysis of Pedological Cover (Boulet et al., 1982 a, b, c) was applied, and samples were collected for physical, chemical, mineralogical analysis and for making thin sheets for micromorphological analysis, from seven soil profiles, aligned in toposequence. The pedological cover showed a high degree of Evolution in view of the negative ΔpH values of the diagnostic horizons and the predominance of kaolinite and oxides along the slope. The migration of the clay is already in the morphological description of the profiles, with a waxy slope at the foot of the slope. By granulometric analysis, there is a greater presence of sand in the superficial horizons and clay in the diagnostic horizons, in addition to the textural gradient in the medium slope. The silt/clay relationship decreases with depth, showing an increase in clay concentration due to vertical and lateral migration. It should be noted that the processes associated with the movement of the clay are favored, among others, by the topography of the slope (the presence of concavities) and by the higher ADA values in the superficial horizons. In the micromorphological analysis, the occurrence of nodules contributed to the definition of Oxisols. And the presence of these in the BC horizon of the Argisol (P3) was understood as pedological relics of previous Oxisols characteristics, as well as the presence of the Bt horizon superimposed to the Bw in the Argisol (P4) indicated a pedological transformation with a possible substitution of the oxisolic to argisolic profile, resulting in the suggestion of classification of the profile as ARGISOL YELLOW Dystrophic latossolic. The abundant plasma concentrations from the upper slope, including the occurrence of textural coatings, reaffirmed the vertical and lateral movement of the clay. The identification of pedological features of textural cladding in the Cambisol at the lower slope defined an argisolic aspect. The pedological cover is distinguished, therefore, according to the topographic differentiations that determine the surface and subsurface water behavior. At the top and shoulder of the slope, flat and convex areas, are the Oxisols. The increase in slope, associated with the presence of concavities, promotes an increase in surface runoff and the presence of a Bt horizon, showing the accumulation of clay. Thus, it appears that morphological changes in the landscape, with the expansion of the depression

and the retreat of the escarpments, resulted in two fronts of pedological transformation, one composed by the Oxisol-Argisol transformation system (from top to medium slope), and another by the Cambisol-Argisol system (at the lower). The deepening of this study and the performance of other analyzes will allow a better understanding of the transformation systems and their relationship with the regional geomorphological evolution.

Key words: Pedological cover. Pedological transformation systems. Soil micromorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Configuração dos degraus escalonados e bacias hidrográficas no sudeste de MG	17
Figura 2: Mapa de localização da área de estudo	39
Figura 3: Mapa de biomas de Minas Gerais	40
Figura 4: Compartimentação geomorfológica do sudeste de Minas Gerais	41
Figura 5: Mapa hipsométrico da área de estudo	43
Figura 6: Mapa geológico da área de estudo	44
Figura 7: Mapa pedológico da área de estudo	46
Figura 8: Balanço hídrico climatológico em Viçosa para o período entre 1961 e 1990	47
Figura 9: Balanço hídrico climatológico em Cataguases para o período entre 1961 e 1990	48
Figura 10: Organograma dos procedimentos metodológicos adotados	49
Figura 11: Método para implantação de tradagens e trincheiras ao longo da vertente	51
Figura 12: Vista do topo da vertente - Localização do P1	52
Figura 13: Vista da meia vertente - Localização do P2	53
Figura 14: Vista da meia vertente - Localização do P3	53
Figura 15: Vista da meia vertente - Localização do P3.1	53
Figura 16: Vista a partir do corte de estrada, meia vertente - Localização do P4	53
Figura 17: Vista a partir do corte de estrada - Localização do P5	53
Figura 18: Vista da baixa vertente - Localização do P6	53
Figura 19: Mapa de localização dos perfis	54
Figura 20: a.b. Coleta de amostra indeformada	55
Figura 21: Estação total (a) e receptor geodésico (b) utilizados no levantamento topográfico	56
Figura 22: Perfil topográfico da vertente	63
Figura 23: P1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico	68
Figura 24: P2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	68
Figura 25: P3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	68
Figura 26: Mosqueado no horizonte BC do P3	68
Figura 27: P3.1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto	68
Figura 28: P4 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico	68
Figura 29: P5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto	68
Figura 30: P6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico	68
Figura 31: Distribuição da cobertura pedológica na vertente	69

Figura 32: Fotomicrografias do P1 (aumento – 2,5X)	86
Figura 33: Fotomicrografias dos horizontes Bw1 e BC do P1 (aumento – 10X)	87
Figura 34: Fotomicrografias dos horizontes A, Bw1, Bw2 e BC do P2 (aumento – 2,5X)	88
Figura 35: Fotomicrografias do horizonte A do P2 (aumento – 10X)	89
Figura 36: Nódulo no horizonte Bw1 do P2 (aumento – 10X)	89
Figura 37: Fotomicrografias dos horizontes Bw2 e BC do P2 (aumento – 10X)	90
Figura 38: Fotomicrografias dos horizontes A2, AB, Bt1, Bt2 e BC do P3 (aumento – 2,5X)	91
Figura 39: Feições pedológicas observadas com nicóis cruzados no P3 (aumento – 10X)	92
Figura 40: Quartzo fragmentado no horizonte Bt2 do P3, observado com nicóis cruzados (aumento – 10X)	93
Figura 41: Horizonte BC, observado com nicóis cruzados (aumento – 10X)	93
Figura 42: Fotomicrografias dos horizontes E e Bt do P3.1 (aumento – 2,5X)	94
Figura 43: Horizonte E observado com nicóis cruzados (aumento – 10X)	95
Figura 44: Feições pedológicas no horizonte Bt do P3.1, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	95
Figura 45: Fotomicrografias dos horizontes A, BA, Bt, Bw e C do P4 (aumento – 2,5X)	97
Figura 46: Feições de revestimento texturais (setas laranjas) no P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	98
Figura 47: Características do horizonte Bw do P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	98
Figura 48: Características do horizonte C do P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	99
Figura 49: Fotomicrografias dos horizontes A, AB e Bt do P5 (aumento – 2,5X)	100
Figura 50: Feições no horizonte A do P5, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	100
Figura 51: Feições nos horizontes AB e Bt do P5, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	101
Figura 52: Fotomicrografias dos horizontes Bi e BC do P6 (aumento – 2,5X)	102
Figura 53: Feições no horizonte Bi do P6, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	102
Figura 54: Feições no horizonte BC do P6, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X)	102

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Relação das análises realizadas por horizonte	60
Quadro 2: Síntese da descrição morfológica dos solos	66
Quadro 3: Constituição mineralógica da fração argila	79
Quadro 4: Síntese da descrição micromorfológica dos solos	84
Tabela 1: Atributos físicos dos solos	71
Tabela 2: Atributos químicos dos solos	76
Tabela 3: Distribuição relativa dos constituintes do fundo matricial por horizonte	82

LISTA DE SIGLAS

ADA – Argila dispersa em água

AL – Alagoas

AM – Amazonas

Bi – B incipiente

Bt – B textural

Bw – B latossólico

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

C.O. – Carbono orgânico

CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais

COFECUB – Comitê Francês de Avaliação da Cooperação Universitária com o Brasil

CPMTC – Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CTC – Capacidade de troca catiônica

CX – Cambissolo Háptico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

GNSS – Sistema Global de Navegação por Satélite

GPS – Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IGC – Instituto de Geociências

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LA – Latossolo Amarelo

LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo

MG – Minas Gerais

P1 - Perfil 1

P2 - Perfil 2

P3 - Perfil 3

P3.1 – Perfil 3.1

P4 - Perfil 4

P5 - Perfil 5

P6 - Perfil 6

PA – Argissolo Amarelo

PCZ – Ponto de carga zero

PDOP – Diluição da Precisão de Posição

PR – Paraná

PVA – Argissolo Vermelho-Amarelo

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

RJ – Rio de Janeiro

SNPA – Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SP – São Paulo

TFSA – Terra fina seca ao ar

TN – Terreno natural

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

USP – Universidade de São Paulo

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1. Introdução	16
1.1 Objetivos e hipótese.....	19
2. Revisão de literatura	21
2.1 Relação solos-paisagem	21
2.2 Sistemas de transformação	28
2.3 Gênese dos solos da área de estudo	34
3. Caracterização regional da área	39
4. Procedimentos metodológicos	49
4.1 Primeira etapa	49
4.2 Segunda etapa	50
4.3 Terceira etapa	50
4.4 Quarta etapa	57
4.5 Quinta etapa	61
5. Resultados e discussão	62
5.1 Topografia da vertente	62
5.2 Descrição morfológica e aspectos gerais dos solos	64
5.3 Análises físicas	70
5.4 Análises químicas	75
5.5 Análises mineralógicas	79
5.6 Análises micromorfológicas	81
5.7 Síntese do entendimento pedológico regional	103
6. Considerações Finais	106
Referências	108
Anexos	118

1. INTRODUÇÃO

A análise da cobertura pedológica envolve a compreensão da organização vertical e lateral dos solos, permitindo o entendimento tridimensional do comportamento de seus atributos e revelando aspectos associados à própria modificação destes na paisagem. A existência de uma relação entre processos pedogenéticos e morfogenéticos, conforme apontado por Tricart (1968) inicialmente, e depois amplamente discutido por Kilian e Rosseli (1978); Ruellan (1988); Bui et al. (1999); Furquim (2002); Casseti (2005); Resende et al. (2007); Espíndola (2010); Queiroz Neto (2011), permite afirmar que a morfologia de um terreno pode ter influência direta sobre a formação e evolução das coberturas superficiais. Dessa maneira, estudos envolvendo as transformações do relevo ao longo do tempo passam a ser importantes, também, para o conhecimento dos diferentes tipos de solos encontrados em uma região e da própria evolução pedológica ali presente. Isso porque processos de vertente associados a mudanças em sua morfologia desencadeiam alterações na circulação hídrica superficial e subsuperficial e podem evidenciar fatores determinantes para a ocorrência de processos pedogenéticos específicos que atuam na diferenciação dos atributos dos solos, interferindo, conseqüentemente, na classificação destes.

Quando se analisa a porção oriental do território brasileiro, observa-se, do ponto de vista geomorfológico, a existência de um grande escarpamento responsável por dividir bacias interioranas extensas de outras menores, costeiras. Marent e Valadão (2015) destacam que os planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais (MG) se inserem em tal contexto, tratando-se, portanto, de uma paisagem em degraus que coincidem com a própria organização da rede hidrográfica (Figura 1). Segundo os autores,

as grandes bacias do São Francisco e Paraná drenam em direção ao interior continental e integram um mesmo degrau, ao passo que as bacias menores do Doce e do Paraíba do Sul constituem degraus distintos que drenam diretamente para o oceano (MARENT e VALADÃO, 2015, p.256).

Trabalhos anteriores na região dos planaltos escalonados apontam que a evolução geomorfológica destes ocorre a partir do nível de base mais baixo do ponto de vista altimétrico em um dos lados do escarpamento, sendo possível, portanto, analisar tal evolução a partir de técnicas associadas à datação, mensuração de

taxas de denudação, além do estudo da litologia e estrutura geológica (VALADÃO, 1998; SALGADO et al., 2012; CHEREM et al., 2012, MARENT, 2016).

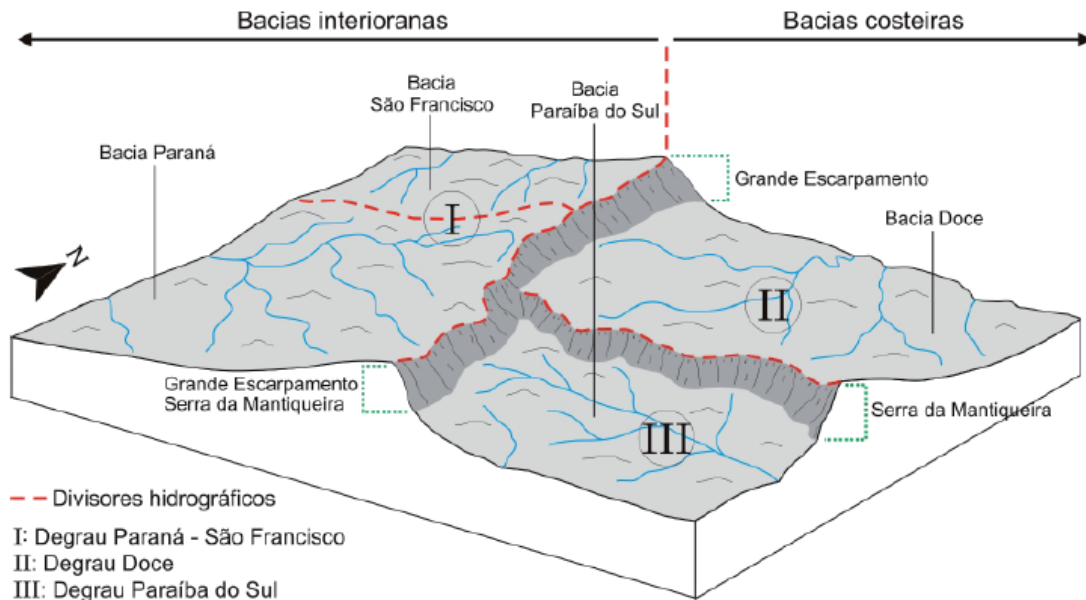


Figura 1: Configuração dos degraus escalonados e bacias hidrográficas no sudeste de MG.
Fonte: MARENT e VALADÃO, 2015, p. 257.

Marent et al. (2018) apontam que Cherem et al. (2012) e Salgado et al. (2012) identificaram, por meio de análises de taxas de denudação, que as bacias localizadas nos patamares inferiores “estão se propagando em direção às bacias que ocupam o patamar superior através da erosão remontante mais intensa de suas cabeceiras situadas nas escarpas em relação ao planalto imediatamente acima” (MARENT et al., 2018, p.710). Tais autores estudaram capturas fluviais como processos capazes de evidenciar a referida evolução do relevo, assim como Oliveira et al. (2018), que também destacam que

Na Zona da Mata de Minas Gerais, cursos d’água pertencentes à bacia do Rio Paraíba do Sul drenam a vertente oceânica da Serra da Mantiqueira, enquanto a porção continental da Serra é drenada pela bacia do Rio Doce. A escarpa é muito mais pronunciada em sua vertente oriental, sobretudo nas proximidades do município de São Geraldo, onde um degrau morfológico foi formado entre as bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul, estando, a primeira, em cotas altimétricas bastante superiores. Ocorrem, ainda, morros residuais anteriormente pertencentes ao planalto drenado por afluentes do Rio Doce e que, atualmente, são drenados pela bacia do Rio Pomba (RAPOSO; SALGADO, 2010). Essas feições foram interpretadas pelos autores como indícios da expansão da bacia do Rio Pomba sobre a área da bacia do Rio Doce (OLIVEIRA et al., 2018, p.681).

Destaca-se que tais estudos se basearam no entendimento da evolução do relevo regional, não abordando, portanto, aspectos relacionados à questão pedológica. Além das diferenças hidrogeomorfológicas entre as referidas Bacias, especificamente na Bacia do Paraíba do Sul são observadas características morfológicas que podem ser facilmente identificadas na paisagem. A Serra de São Geraldo demarca a presença de planaltos com altitudes superiores a 1.000 metros que circundam uma área deprimida, em expansão (altitude mínima de 205 metros), com colinas suaves com altitudes que não superam 450 metros. Salienta-se que a diferenciação geomorfológica determina, também, uma diferenciação dos solos, tendo sido mapeados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Latossolos na área planáltica e predomínio de Argissolos na região da depressão. Porém, o recuo das escarpas e a expansão da depressão podem acarretar transformações na superfície e, conseqüentemente, em subsuperfície (como nas características dos solos e na circulação hídrica, por exemplo).

Pereira (2019), analisando duas superfícies geomórficas divididas pela formação da Serra de São Geraldo, apontou os solos do patamar superior, correspondente ao Degrau Doce como mais evoluídos, quando comparados aos do patamar inferior, no Degrau Paraíba do Sul. O autor considerou parâmetros físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos de cinco Latossolos para sugerir a cronologia relativa das superfícies.

Outros trabalhos visando o entendimento da cobertura pedológica e sua relação para com a morfologia de vertentes foram desenvolvidos em diferentes partes do Brasil, a partir da análise de processos pedológicos em topossequências por meio da metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Lucas et al., 1984; Fernandes Barros et al., 1983; Fernandes Barros, 1985; Castro, 1990; Dias Ferreira, 1997; Vidal Torrado et al., 1999; Carvalho, 2000; Rocha, 2004; Menezes, 2006; Ávila, 2009; Alves, 2015; Rubira et al., 2017). Nestes, os autores evidenciam a influência das formas do relevo na formação e evolução dos solos, ou seja, apontam que a depender da morfologia, os solos apresentarão aspectos distintos ou mesmo se desenvolverão de maneira diferenciada. Destaca-se o trabalho de Carvalho (2000), estudando uma topossequência na Depressão Periférica Paulista, próxima ao contato com o Planalto Ocidental, revelando uma cobertura pedológica organizada pela transformação de Latossolos em Argissolos

que evoluiu, provavelmente, em consonância com a expansão da área deprimida em relação ao patamar superior, planáltico.

1.1 Objetivos e hipótese

O objetivo geral da pesquisa é entender como se dá a organização da cobertura pedológica em uma vertente representativa na Depressão do Rio Pomba, no Município de Guiricema/MG e sua relação para com a evolução do relevo na Zona da Mata de Minas Gerais, especificamente na região limítrofe entre as Bacias Hidrográficas do Rio Doce e do Paraíba do Sul, por meio da aplicação da Metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet et al., 1982 a,b,c). Dessa forma, pretende-se, também, entender a influência da evolução geomorfológica regional a partir do entendimento de processos ocorrentes na cobertura pedológica, ou seja, abordando as relações entre solo e relevo, até então, pouco consideradas em trabalhos na região.

A hipótese que norteia este objetivo geral, bem como os específicos que serão apresentados adiante, é a de que o retrabalhamento do relevo, com o possível recuo das escarpas que marcam os patamares da Depressão ali drenada pela Bacia do Rio Pomba, afluente do Paraíba do Sul, e a área planáltica, drenada pela Bacia do Rio Doce, promove a expansão da área deprimida e propicia alterações pedológicas que constituem um sistema de transformação Latossolo-Argissolo. Neste caso, os Latossolos, predominantes nas áreas planálticas de topo tendem ao desenvolvimento de Argissolos.

A fim de cumprir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram contemplados:

- Identificar diferenciações morfológicas na vertente que possibilitem mudanças em processos superficiais e subsuperficiais, acarretando diferenciações na cobertura pedológica;
- Identificar os solos de uma topossequência e caracterizá-los quanto aos aspectos morfológicos, físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos;
- Relacionar os processos observados com o entendimento atual acerca da evolução geomorfológica regional, comparando com os trabalhos anteriores que

focaram na dinâmica geomorfológica fluvial, estabelecendo possíveis correlações com os resultados obtidos em outras áreas do Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Relação solos-paisagem

A análise e o estudo dos solos podem ser feitos de diferentes maneiras, a depender dos objetivos e do enfoque estabelecidos. A própria definição de solo pode variar, já que abrange distintos campos e ciências. A Pedologia é a ciência que estuda a constituição, origem, morfologia e classificação dos solos, objetivando formar as bases para indicações de melhor uso respeitando as limitações ambientais. Sua origem remonta à década de 80 do século XIX, quando o naturalista russo Dokouchaiev reconheceu o solo “como um corpo dinâmico e naturalmente organizado que pode ser estudado por si só, tal como as rochas, as plantas e os animais” (LEPSCH, 2002, p.7), representando-o por meio de um perfil na capa de sua tese apresentada em 1883.

Quando se analisa o solo a partir do conjunto de horizontes e das relações estabelecidas entre eles em virtude da ação de distintos fatores e processos pedogenéticos, o objeto de estudo é o *solum*. Assim, é possível representar o solo por meio de um corpo tridimensional, denominado *pedon*, e realizar exames, descrições e coletas de materiais na face deste, indo da superfície ao material de origem. Esta seria a unidade básica para o estudo dos solos, o perfil pedológico.

De acordo com vários estudos realizados em diferentes regiões do planeta, Lepsch (2002) aponta que é possível constatar a influência dos cinco fatores relatados por Dokouchaiev como responsáveis pela formação dos solos, sendo que a variação da intensidade e do grau de influência de cada um deles determina a diferenciação entre os tipos de solo. Dessa forma,

o clima e os organismos são os ‘fatores ativos’ porque, durante determinado tempo e em certas condições de relevo, agem diretamente sobre o material de origem que, portanto, é fator de resistência ou ‘passivo’. Em certos casos, um desses fatores tem maior influência sobre a formação do solo do que os outros. A ideia de que os solos são resultantes de ações combinadas dos fatores clima, organismos, material de origem e idade foi inicialmente elaborada por Dokouchaiev. Em 1941, o suíço radicado nos EUA, Hans Jenny, ressaltou o relevo como fator adicional (LEPSCH, 2002, p.50).

A interferência do clima na formação dos solos se dá, basicamente, em função das características dos seus elementos principais, a temperatura e a

umidade, já que eles influem diretamente na intensidade do intemperismo. Além disso, também podem determinar o crescimento dos organismos e a própria distinção entre os horizontes do solo. Primavesi (1981) destaca que além da temperatura, responsável por animar a microvida e tornar muitas enzimas mais ativas, a água, que infiltra e percola no perfil do solo, seria um dos fatores mais poderosos na pedogênese.

O material de origem também influencia na intensidade do intemperismo da rocha e, conseqüentemente, na profundidade e nas características físicas e químicas do solo, na medida em que pode constituir resistência aos processos intempéricos. Lepsch (2002) agrupa os materiais de origem mais comuns em quatro categorias: materiais derivados de rochas que se formaram pela consolidação de material vulcânico, pelo metamorfismo deste ou de rochas sedimentares; materiais derivados de rochas sedimentares consolidadas, como arenitos e argilitos; sedimentos inconsolidados de idade quaternária, como os aluviões; e sedimentos inconsolidados mais antigos.

Lepsch (2002) aponta também que o relevo é responsável pela existência de diferenças perceptíveis no solo, já que influencia a distribuição da água, da luz, do calor do sol e da erosão no terreno. A água provinda das chuvas, por exemplo, não atinge toda a extensão de um terreno de forma homogênea. Parte dela escoar para locais mais rebaixados e côncavos, que acabam recebendo mais água que as partes mais elevadas. Dessa forma, o encharcamento afeta os processos intempéricos químicos e determina a formação de solos com características diferentes daqueles formados nas áreas menos úmidas, conforme destaca o autor supracitado:

Se o lugar for mal drenado, a evolução do solo ficará sujeita a condições especiais de solubilização dos óxidos de ferro e do acúmulo de matéria orgânica, devido ao excesso de água nos poros e conseqüente escassez de ar. Em razão disso, a cor do horizonte superficial será escura e, no mais profundo, cinzenta, com pequenas manchas cor de ferrugem. Uma rápida infiltração (ou boa drenagem) favorece o intemperismo químico, principalmente no que diz respeito ao grau de oxidação, e promove cores avermelhadas. A infiltração lenta da água (ou má drenagem) altera as reações do intemperismo e imprime cores claras aos solos (LEPSCH, 2002, p.61).

Assim, a distribuição de diferentes tipos de solo em uma região pode estar condicionada por diferenças topográficas, como apontam Resende et al. (2007). Latossolos estariam localizados nas elevações cuja superfície é suave e sem descontinuidades, enquanto os solos com horizonte B textural (Bt) poderiam ser

encontrados em elevações cuja superfície é irregular, com descontinuidades e rupturas de declive. Os Cambissolos estariam nas áreas de maior declive e os solos aluviais sob influência do curso d'água.

Destaca-se que, por muito tempo, o estudo dos solos se baseou apenas na análise dos perfis pedológicos, considerando, portanto, pesquisas pontuais, verticais e em escalas locais. Buscava-se entender o solo a partir da secção vertical de seus horizontes. Para tanto, utilizava-se de tradagens e abertura de trincheiras, o que também favorece essa análise vertical.

A partir da década de 1930, alguns estudos passam a tratar da análise dos solos abordando uma ideia de distribuição lateral. Milne (1935), pioneiramente, reconheceu e estudou a distribuição pedológica de maneira ordenada e relacionada à topografia, propondo a noção de catena. Kämpf e Curi (2012) destacam que o conceito de catena remete ao latim, cadeia, tendo sido utilizado por Milne em mapeamentos de solo para explicar o seu padrão de distribuição nas paisagens, considerando os solos membros interligados por meio de processos atuantes desde o interflúvio até o sopé, no fundo do vale. Desse modo, mudanças nos solos ao longo da vertente são atribuídas “a variações na drenagem subsuperficial, ao transporte diferencial e deposição de sedimentos erodidos e, à lixiviação, translocação e redeposição de materiais solúveis via superfície ou subsuperfície” (KÄMPF e CURTI, 2012, p.226). Os autores apontam, ainda, que os processos ocorrentes em cada solo da catena possuem relação direta para com os demais solos posicionados acima e abaixo do ponto de vista topográfico.

Na década de 1940, trabalhos de Bushnell (1942) e Greene (1945) destacaram a existência de uma ligação de causa e efeito associando a topografia e a distribuição dos solos, de modo a evidenciar a influência das variações da drenagem ao longo da vertente na diferenciação de perfis pedogenéticos.

Santos (2000) acrescenta o trabalho de Delvigne (1964) demonstrando que, sobre um mesmo material de origem, os mecanismos de perda, transferências e acumulações de materiais poderiam ocorrer lateralmente, do topo à base das vertentes. Assim, a partir da década de 1970 surge uma nova forma de compreender a distribuição e a variação dos solos na paisagem, denominada por pedólogos franceses de cobertura pedológica. Rios (2018) acrescenta que, na França, a atenção dada ao solo enquanto cobertura pedológica foi introduzida por pedólogos (Bocquier, 1973; Boulet, 1974; Chauvel, 1977), a partir dos resultados de estudos

realizados na África e na Guiana Francesa, e, posteriormente, na França e no Brasil, em 1980.

Salienta-se que ao tratar o solo como cobertura pedológica que se distribui lateralmente acompanhando a topografia, deve-se considerar, também, que as características topográficas influenciam tanto a circulação hídrica superficial quanto a subsuperficial, acarretando, conseqüentemente, em variações no intemperismo e na própria formação dos solos. Assim, as análises pedológicas passam a contribuir de maneira significativa para o entendimento da própria formação e evolução geomorfológica, sendo possível estabelecer uma associação entre morfogênese e pedogênese.

Conforme apontado por Espíndola (2010), a Geomorfologia e a Pedologia não surgiram na mesma época e nem no mesmo lugar, e cada uma buscava compreender a dinâmica das formações superficiais de acordo com seus objetos de estudo, sendo o relevo (morfogênese) e os solos (pedogênese), respectivamente. Porém, apesar das diferenças, quando objetivam entender tal dinâmica, ambas visam o entendimento da evolução da paisagem.

Tricart (1968) considera a existência “de um verdadeiro balanço da morfogênese-pedogênese, cujo resultado muda de sentido conforme o lugar e as circunstâncias” (TRICART, 1968, p. 9). Christofolletti (1999), explicitando a importância dos solos, acrescenta que eles compõem parte fundamental “para todos os elementos das paisagens e se formam em todas as superfícies geomorfológicas” (CHRISTOFOLLETTI, 1999, p. 187), de modo que a própria evolução da paisagem apresenta relação íntima com a formação e o desenvolvimento dos solos. Assim, as formas de relevo e os solos estão intimamente relacionados e interagem na paisagem a partir de uma série de associações espaciais e temporais (Kilian e Rosseli, 1978 *apud* Furquim, 2002).

Ehrart (1956) discute a antinomia entre os processos de pedogênese e morfogênese propondo os conceitos de biostasia e resistasia, que também são abordados por Casseti (2005) quando explicita que em uma condição de biostasia, “a vertente encontra-se revestida de cobertura vegetal (...), em meio ácido, como nas regiões intertropicais, onde a infiltração promove alteração dos silicatos de alumina (feldspatos), originando a caolinita” (CASSETI, 2005, P.133). Nessa condição, há predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, gerando um balanço morfogenético negativo que favorece processos de formação do solo. Já em uma

condição de resistasia, há um domínio da morfogênese na dinâmica da paisagem. Gera-se, então, um desequilíbrio climático, que resulta em um balanço morfogenético positivo. Há retirada de material intemperizado, o que reduz a camada pedogenizada, ou seja, os solos tendem a ser erodidos, tendo sua organização modificada.

Nota-se, portanto, que os conceitos de biostasia e resistasia são fundamentais quando se pretende analisar e compreender as relações de influência existentes entre solo e relevo. Porém, segundo Queiroz Neto (2011), quando estes conceitos começaram a ser trabalhados as contribuições repercutiram de forma considerável na Geomorfologia, mas de forma reduzida nos estudos pedológicos. Segundo Espíndola (2010), a partir da década de 1960 começam a surgir no Brasil pesquisas associando solos e relevo em sequências topográficas (topossequências), como os trabalhos de Queiroz Neto (1969), na região de São Carlos (SP), e Carvalho (1970). De acordo com Kämpf e Curi (2012), o termo topossequência tem seu conceito original associado à representação de uma hidrossequência onde mudanças nas cores dos solos são utilizadas como indicador da variação da altura do lençol freático, que, de certa maneira, também é condicionada pela diferenciação topográfica.

Bui et al. (1999) destacam a existência de um arranjo espacial entre os atributos do solo que são condicionados pelas características da topografia, ou seja, há uma relação de dependência entre o solo e a acomodação do relevo. Conseqüentemente, os aspectos topográficos interferem de maneira marcante nas características pedológicas, já que condicionam os fluxos da água e podem orientar tanto a erosão quanto a deposição de materiais (Barthold et al., 2008).

Resende et al. (2007), ao abordarem as relações solo x relevo, salientam que no território brasileiro, em termos gerais, os compartimentos de relevo mais antigos e que, portanto, estão sujeitos ao intemperismo há mais tempo, correspondem as grandes e altas chapadas. Nestes locais, os autores afirmam que os solos tendem a ser mais evoluídos, lixiviados e distróficos. Estudos sobre as regiões intertropicais, onde o regime hídrico é marcado por duas estações bem definidas que resultam em mecanismos alternados de umidificação e secagem do solo, destacam, ainda, outras características importantes sobre as interrelações entre os solos e o relevo, como salienta Ruellan (1988):

No meio intertropical, a importância dos fenômenos de alteração química, de subtrações de matéria e de concentrações minerais residuais permitiu mostrar que, na elaboração dos relevos, o papel dos mecanismos geoquímicos e dos mecanismos de diferenciação da cobertura pedológica não se reduz à simples preparação de um material mais fácil de ser erodido. Há também uma retificação dos relevos pelas transformações mineralógicas, por subtrações geoquímicas e por modificações da circulação da água no interior e no topo dos solos (RUELLAN, 1988, p.409).

Demattê et al. (1994) *apud* Campos (2012) acrescentam, ainda, que as características dos atributos cor e estrutura do solo são condicionados por parâmetros associados ao comportamento hídrico na vertente, por exemplo, já que envolvem a influência do movimento da água no sentido do declive e dos fluxos superficial e subsuperficial, como já abordado antes. Assim, é possível afirmar que são atributos influenciados pela posição do solo na paisagem.

Segundo Souza et al. (2014), o entendimento da relação solo-paisagem, incluindo a influência do relevo, contribui de maneira significativa para estudos que visam a gênese do solo. Isso porque ao entender de que forma a evolução da paisagem se deu, quais fatores atuaram com maior força e as modificações nela ocorridas ao longo do tempo, a quarta dimensão da análise, temporal, é estabelecida. Desse modo, a análise de perfis e horizontes do solo, e de como estes se organizam na topografia da vertente, torna-se fundamental em pesquisas de detalhe que abordem a associação entre pedogênese e morfogênese, de modo que “descrições morfológicas apuradas devem preceder essas investigações, levando em conta as minuciosas variações das condições topográficas” (ESPÍNDOLA, 2010, p.78).

Observa-se, assim, que a análise do solo realizada a partir de topossequências distribuídas sobre uma cobertura pedológica pode tornar possível o entendimento das relações existentes entre estruturação dos horizontes pedológicos e heranças geomorfológicas e geológicas na paisagem. Santos (2000) acrescenta que a utilização da cobertura pedológica como unidade de análise pelos franceses resultou na metodologia que passou a ser denominada como Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, tendo sido amplamente desenvolvida na França, resultando num mapa de Sistemas de Solo (Ruellan e Dosso, 1993) para este país, sendo disseminada em frentes de estudo que pesquisadores franceses realizaram no norte da África, Guiana Francesa e também no Brasil. A parceria entre pesquisadores franceses e brasileiros se deu por meio do convênio entre a Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Comitê Francês de Avaliação da Cooperação Universitária com o Brasil (COFECUB), firmado através da Universidade de São Paulo (USP), que em dez anos realizou cursos de capacitação em diferentes áreas brasileiras, que serviram de base para trabalhos de dissertação e teses.

Santos (2000), citando trabalhos realizados nas décadas de 1980 e 1990, afirma que o estudo da gênese e da evolução da cobertura pedológica requer, necessariamente, uma observação em detalhe “da sucessão vertical e lateral dos horizontes, seus limites e principalmente suas transições (...), além de suas características morfológicas internas, na perspectiva de uma filiação” (SANTOS, 2000 p. 133). Segundo o autor, Ruellan (1985) e Ruellan et al. (1989), baseados na metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica apresentada por Boulet et al. (1982a,b,c), sistematizaram a ideia de que a cobertura pedológica se organiza em vários níveis, desde organizações elementares (microestruturas) até sistemas pedológicos (paisagem).

Ruellan et al. (1989) *apud* Santos (2000) definem tais níveis em quatro escalas de organização da cobertura pedológica, a saber:

a) *as organizações elementares*, que se expressam sob a forma de constituintes do solo, tais como a fração argila (plasma), a fração silte e areia (esqueleto) e os poros que juntos, constituem o fundo matricial; b) *as assembleias*, que se caracterizam por um certo número ou conjunto de organizações elementares; c) *os horizontes*, que são descritos pela presença de um ou vários tipos de assembleias e d) *os sistemas pedológicos*, que representam na escala da unidade do relevo, os horizontes e sua relação entre horizontes, ou seja, como eles se superpõem verticalmente e se sucedem lateralmente do topo à base das vertentes (SANTOS, 2000, p.133).

Dessa forma, a análise da cobertura pedológica deve envolver estes vários níveis, englobando desde imagens de satélite e materiais cartográficos até a utilização de microscópio. Boulet (1978) também destacava a importância das análises em escalas maiores a fim de se entender as organizações e microestruturas do solo. Assim, destaca-se a Micromorfologia, também chamada de Micropedologia, ciência cujo objetivo é a análise dos solos em nível de microestrutura. De acordo com Resende et al. (2007), tal ciência estuda a organização do solo, em escala microscópica, por meio de seções finas de aproximadamente 25 μm de espessura, permitindo análises em alto grau de

detalhamento. Logo, é possível identificar os constituintes do solo em suas diferentes frações e definir possíveis interrelações entre eles.

Castro (2008) aponta como precursor do estudo em lâminas delgadas para fins pedológicos Kubiena (1938), com a obra *Micropedology*. Entretanto, destaca que a difusão da técnica se deu de forma expressiva somente a partir da década de 1970, quando a obra *Fabric and mineral analysis of soils*, de Brewer (1976), originalmente publicada em 1964, foi reeditada, seguida pelas obras de Fitzpatrick (1980) e Bullock et al. (1985). Estes são apontados como responsáveis pela primeira sistematização dos conceitos associados à descrição micromorfológica. Posteriormente, outra sistematização de nomenclaturas, inspirada no *Handbook* de Bullock et al. (1985), foi publicada por Stoops (2003), bem como uma obra que apresentava exemplos e estudos de caso com a interpretação e a descrição de diversos materiais e feições (STOOPS et al., 2010).

É importante salientar que as avaliações micromorfológicas se tornam importantes quando associadas a outros aspectos, como a paisagem, natureza do material de origem e morfologia do solo, já que este deve ser analisado como um componente do ambiente. Resende et al. (2007) destacam que, por meio da interpretação e da interdependência entre micro e macroavaliações, é possível realizar previsões mais eficientes. Assim, “a análise micromorfológica pode simultaneamente ser enriquecida e enriquecer de significado o estudo do solo” (RESENDE et al., 2007, p. 245).

2.2 Sistemas de transformação

Conforme apresentado anteriormente, a partir da década de 1970 surgem trabalhos analisando os solos a partir de sua distribuição lateral e de como ela também poderia influenciar o modelado do relevo e sua evolução, passando a ser explicitada a noção de sistemas de transformação. Segundo Castro (1999), neste momento, alguns autores começaram a trabalhar com a ideia de que os solos possuem continuidade ao longo das encostas. Assim, estariam estruturados e organizados de maneira complexa, seguindo uma distribuição lateral. São destaques os trabalhos desenvolvidos por Bocquier (1973), Boulet (1974) e Chauvel (1977), apresentando estudos em topossequências. O solo não seria estudado como "um indivíduo em perfis verticais, mas sim como um *continuum* recobrimdo toda a

extensão das encostas" (FACCO et al., 2012, p.636). Ruellan e Dosso (1993) destacam que há uma sucessão lateral e vertical de diferentes horizontes do solo em contínuo ao longo das vertentes, desde as porções mais elevadas até os interflúvios, compondo os sistemas pedológicos.

Queiroz Neto (2002) considera o solo como uma cobertura pedológica, corpo contínuo, organizado e estruturado, que apresenta diferenciações laterais ao longo das encostas, sendo que tais diferenças não se manifestam, necessariamente e simultaneamente, em todos os horizontes sob o ponto de vista apenas vertical, ou seja, os horizontes "não se sucedem apenas verticalmente, como se observa numa trincheira, mas também lateralmente" (QUEIROZ NETO, 2002, p.78). Percebe-se que o estudo dos atributos e do comportamento dos solos, com o tempo, tornou-se mais complexo e, ao mesmo tempo, aumentou sua contribuição para o entendimento da pedogênese na medida em que se evidencia, por exemplo, a importância de processos associados à circulação lateral das soluções no solo. As organizações verticais e laterais que caracterizam os horizontes dos solos formam-se e renovam-se, já que as próprias condições do meio podem se modificar no tempo e no espaço.

O estudo do solo enquanto cobertura pedológica favorece o entendimento de aspectos associados ao comportamento e à evolução da paisagem de uma determinada área. No que tange a evolução da cobertura pedológica, Ruellan (1970) *apud* Santos (2000) acrescenta que ela é contínua e se reflete na transformação dos constituintes do solo (sejam eles as frações argila, silte, areia ou os poros), na maneira como eles se organizam e nas alterações de propriedades físicas, químicas e mecânicas do solo, explicitando a importância da dimensão temporal na análise da cobertura pedológica. Boulet et al. (1984), traduzido por Espíndola (1990), destacam que

os horizontes são mais ou menos concordantes com as superfícies que ocupam. As organizações laterais que os caracterizam formam-se e renovam-se: pode-se considerar que essas coberturas estão em equilíbrio dinâmico com o meio. Entretanto, se as condições do meio se modificam no espaço e/ou tempo, suficientemente para que as condições pedobioclimáticas escapem do domínio de equilíbrio das organizações elementares, aquelas tornam-se instáveis: elas se transformam, para dar nascimento a novas estruturas, em equilíbrio com as novas condições pedobioclimáticas (BOULET et al., 1984, traduzido por ESPÍNDOLA, 1990, p.46).

Nota-se que alterações no meio podem influenciar de maneira direta as características e a forma como se organizam os constituintes do solo, acarretando, assim, em mudanças na organização lateral da cobertura pedológica. Os autores supracitados evocam o conceito de sistemas de transformação para fazer referência “à transformação de uma cobertura inicial em uma outra cobertura, com organização e dinâmica por vezes muito diferente” (BOULET et al., 1984 traduzido por ESPÍNDOLA, 1990, p.46), ou seja, haveria uma cobertura inicial, com características definidas e dotada de uma organização que se sucede de forma ordenada. Com o tempo, alterações no ambiente podem originar mudanças nesta cobertura, em sua totalidade ou em um trecho dela. Ainda haveria organizações com certo grau de ordenamento se propagando lateralmente, porém, agora, distintas (até mesmo podendo ser discordantes), daquela cobertura inicial, originando associações organizadas que caracterizariam um sistema de transformação. Os autores apontam duas causas possíveis para a ocorrência de transformações pedológicas, sendo variações climáticas e variações regionais do nível de base, sejam elas de origem eustática ou tectônica.

O trabalho de Boulet et al. (1984), traduzido por Espíndola (1990), apresenta a ideia de que as organizações verticais e laterais que definem os horizontes dos solos podem se transformar originando novas estruturas, caracterizando sistemas de transformações que podem ser ordenados “levando em consideração os processos ocorrentes ou as estruturas que os caracterizam” (Boulet et al., 1984, traduzido por Espíndola, 1990, p.46). Dessa forma, os autores apresentam quatro exemplos: a – sistemas de transformações sem transferências laterais internas; b – sistemas de transformações com transferência lateral interna; c – sistemas de transformações sem transporte na forma de partícula; d – sistemas de transformações com esqueleto mantido nos horizontes transformados.

Queiroz Neto (2011) aponta como exemplo paradigmático de sistema de transformação pedológica a sucessão de Latossolos e Argissolos em uma vertente, sendo aqueles nos topos e estes a partir das meias encostas. Segundo o autor, “esses solos aparecem, nas classificações pedológicas, em ordens e/ou classes geneticamente diferentes” (QUEIROZ NETO, 2011, p.17), o que justifica estudos que visem entender tal transformação. Assim, destacam-se os trabalhos de Lucas et al. (1984), Fernandes Barros et al. (1983), Fernandes Barros (1985), Castro (1990), Demattê et al. (1996), Dias Ferreira (1997), Vidal Torrado et al. (1999), Carvalho

(2000), Santos e Castro (2006), Zaparoli e Gasparetto (2008), Alves (2015) e Rubira et al. (2017).

Lucas et al (1984) analisaram as variações de uma cobertura pedológica localizada próxima a Manaus (AM), onde foram identificadas transições entre Latossolos, Argissolos e Podzois (atuais Espodossolos) arenosos. Para tanto, fizeram uso da fotointerpretação para estudar a morfologia da região e da metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica em duas sequências pedológicas. Realizaram análises granulométricas e micromorfológicas dos horizontes dos solos descritos, com a identificação de feições pedológicas que apontaram relação entre a diferenciação da cobertura pedológica e a evolução topográfica regional.

Fernandes Barros et al. (1983), Fernandes Barros (1985) e Castro (1990) desenvolveram suas pesquisas em topossequências em vertentes no Planalto Ocidental Paulista, em Marília (SP). Os trabalhos envolveram o levantamento de aspectos morfológicos, físicos, químicos e micromorfológicos dos perfis analisados, sendo identificadas transformações de B latossólico (Bw) para B textural causadas por modificação da topografia das vertentes. Nesse sentido, foram identificadas, por exemplo, áreas de concentração de argila marcadas pela ocorrência de cerosidade, além de preenchimento dos poros, comprovando a movimentação lateral da argila por meio da circulação subsuperficial.

Demattê et al. (1996) analisaram solos em áreas de tabuleiros associados a depressões próximos a Maceió (AL), destacando como objetivo a investigação das causas das diferenciações pedológicas, já que outros trabalhos na região já haviam se dedicado à caracterização, especialmente macromorfológica, dos solos. Os autores identificaram sequências de Latossolos e Argissolos e, após análise da morfologia, da granulometria, da argila dispersa em água (ADA), de análises químicas e mineralógicas, apontaram a influência da topografia na drenagem como responsável pelas transformações observadas nos solos. Segundo os autores

aparentemente os solos estudados são originados de um mesmo material de origem (...), com o Latossolo Amarelo sendo o membro de melhor drenagem e o Podzol, o representante de pior drenagem. (...) O desenvolvimento das formações especiais fragipã, duripã e as lamelas de óxidos de ferro, tendem a se desenvolver a medida que a drenagem fica mais restrita (DEMATTÊ et al., 1996, p.11).

Vidal Torrado et al. (1999) estudaram sete perfis em sequência Latossolo-Podzólico (atual Argissolo) situada na borda de um platô, em área limítrofe entre os municípios de Piracicaba e Santa Bárbara d'Oeste (SP). Os autores descreveram cada perfil e também constataram, após análises físicas, químicas e micromorfológica, a influência dos fluxos hídricos na transformação lateral do Bw para Bt.

Carvalho (2000) identificou um sistema de transformação no Município de Espírito Santo do Pinhal (SP), região situada em zona de contato entre a Depressão Periférica Paulista e o Planalto Ocidental Paulista. A autora analisou 16 perfis a partir da aplicação da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e baseou a pesquisa em análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas, identificando frentes de transformação também condicionadas pelo comportamento hídrico ao longo da vertente. Os resultados obtidos possibilitaram identificar que a estrutura latossólica encontrada nos perfis do topo da vertente é gradativamente transformada em estrutura textural na meia vertente em função de fluxo subsuperficial lateral, com concentração dos minerais de argila na porosidade original. As análises mineralógicas e micromorfológicas permitiram inferir que os horizontes latossólicos predominavam inicialmente na vertente, sendo substituídos gradativamente pela outra estrutura. A autora identificou também que a existência de um canal de primeira ordem represado na base da vertente condicionou a formação de um sistema de transformação à remontante, onde os horizontes hidromórficos invadem os horizontes texturais (Bt) e latossólicos (Bw), sendo estes últimos encontrados ainda na base dos perfis.

Santos e Castro (2006), analisando concentrações de argila em Argissolo localizado no Platô de Bauru (SP), apontam que o sistema Latossolo-Argissolo em estudo, sugere evolução morfopedológica, onde o rebaixamento da topografia teria favorecido a dissecação e potencializado o rebaixamento topográfico, demandando um novo reajuste hidráulico da vertente. A partir de análises morfológicas, micromorfológicas e físico-hídricas, os autores identificaram duas frentes de transformação: entre o terço superior e médio da vertente, na transição Bw-Bt; na baixa vertente, uma frente responsável pela destruição do horizonte, influenciada por processos de hidromorfia. Segundo os autores, “no conjunto o processo é e-iluvial, onde a eluviação é o motor e a iluviação um mecanismo coadjuvante e temporário

que não recupera a perda da argila e do óxido de ferro” (SANTOS e CASTRO, 2006, p.58).

Morais (2007), ao estudar a infiltração em áreas de recarga no Complexo do Bação (MG), destacou que diferenças nas formas do relevo interferem diretamente na velocidade de infiltração da água e nas características dos solos. O autor aponta que nas áreas de saliências, com maiores taxas de infiltração, predominam solos bem desenvolvidos com alto grau de intemperismo, como os Latossolos vermelho-amarelos. Já nos trechos mais íngremes e côncavos predominam Argissolos e Cambissolos. Nas concavidades o autor identificou, também, maior ocorrência de voçorocas.

Zaparoli e Gasparetto (2008), também analisando uma sequência de Latossolo-Argissolo através da descrição morfológica e de análises físicas, verificaram que o sistema pedológico se baseava em duas frentes de transformação. Uma frente no terço superior da vertente, em segmento retilíneo-côncavo, originando horizonte Bt vinculado à circulação hídrica lateral. Outra frente, no terço inferior da vertente, condicionada pelo acúmulo e saturação de água do solo, e favorecida pela maior declividade, culminando com a destruição do Bt. Para os autores, a distribuição dos solos é influenciada pela forma da vertente, que determina a circulação hídrica interna.

Alves (2015) estudou a cobertura pedológica com o objetivo de compreender os processos pedogenéticos que influenciam na formação e evolução de depressões fechadas em um compartimento geomorfológico do Planalto Ocidental Paulista, no município de Maracaí (SP). Para tanto, a autora realizou uma análise multiescalar, envolvendo a observação da paisagem, a aplicação da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, o levantamento topográfico e análises físicas, químicas e mineralógicas, concluindo que a latossolização, a hidromorfia e a iluviação são os processos mais ocorrentes na área. Alves (2015) considera que primeiramente teria ocorrido a latossolização e a partir da hidromorfia, combinada com a iluviação, há a transformação dos horizontes, originando Argissolos. Assim, a hidromorfia é apontada como responsável pelo processo inicial de formação das depressões, enquanto a iluviação teria papel importante no aprofundamento e alargamento delas.

Rubira et al. (2017) analisaram a cobertura pedológica em um segmento de vertente em Maringá (PR) e destacaram que seus resultados corroboram com as ideias abordadas por Fernandes Barros et al. (1983), Fernandes Barros (1985)

Castro (1990) e Dias Ferreira (1997) em estudos em São Pedro (SP). Segundo os autores, há um processo remontante, iniciando na base da vertente e avançando para o topo, que influencia na transformação do horizonte latossólico em textural, sendo esta condicionada pelos fluxos hídricos subsuperficiais e influenciada por possível mudança do nível de base. Dessa forma, as perdas progressivas de argila se acentuam e causam uma modificação na vertente que culmina em ligeira concavização.

Esses trabalhos, realizados em diferentes regiões brasileiras, apontam para a existência de sistemas de transformação pedológica que alteram horizontes inicialmente latossólicos em horizontes texturais. Essa mudança ocorre basicamente em função da mudança da topografia da vertente e, conseqüentemente, da circulação hídrica subsuperficial. Destaca-se que tais mudanças, são, comumente, comandadas por algum processo geomorfológico de maior grandeza (como o rebaixamento da topografia por erosão), por alterações no nível de base regional, pela existência de grande gradiente topográfico (como a expansão de áreas deprimidas sobre regiões planálticas).

2.3 Gênese dos solos da área de estudo

A região em análise neste trabalho está inserida no contexto dos degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais. Cherem (2012) faz referência a essa seqüência de planaltos como sendo composta pelo Planalto Superior, drenado por afluentes dos rios Grande e São Francisco, Planalto Intermediário, drenado por afluentes do rio Doce e Planalto Inferior, drenado por afluentes do rio Paraíba do Sul. Em compartimentação geomorfológica regional mais recente, Marent e Valadão (2015) fazem referência a estes planaltos denominando-os de Degraus. Assim, nomeiam, seguindo a seqüência apresentada anteriormente por Cherem (2012), como Degrau Paraná-São Francisco, Degrau Doce e Degrau Paraíba do Sul. Salienta-se que tais patamares possuem como divisores escarpamentos denudacionais, sendo a Escarpa de Cristiano Otoni a borda interplanáltica entre os Degraus Paraná-São Francisco e Doce, e a Escarpa de São Geraldo a borda entre os Degraus Doce e Paraíba do Sul.

Ao tratar da origem dos planaltos escalonados, Cherem (2012) destaca que a formação se deu a partir de três episódios tectônicos distensivos, sendo o primeiro após a separação da Gondwana, com a instalação de margem continental passiva, seguido pelo Sistema de Riftes Cenozoicos no Sudeste do Brasil desenvolvido a partir de tectônica distensiva do Terciário, e, por fim, atividade tectônica que teria se mantido ativa no Quaternário. Por meio da identificação e análise de capturas fluviais na região, o autor conclui que há um processo ativo de retração dos degraus, sendo que as capturas são responsáveis pela incorporação de terrenos dos reversos dos degraus pelos terrenos que drenam suas frentes, comprovando o recuo das escarpas (Cherem, 2012).

De acordo com Fernandes Filho et al. (2008), a Serra de São Geraldo também demarca a divisão entre Latossolos a noroeste e Argissolos a sudeste. Souza et al. (2009), corroborando com Baruqui (1982), apontam que na Zona da Mata, de modo geral, são identificados, em termos de classes de solo, Latossolos Vermelho-Amarelo nas áreas mais elevadas da paisagem, Argissolos Vermelho-Amarelos Câmbicos nas baixadas, solos aluviais nos leitos maiores e solos hidromórficos nas partes mais rebaixadas. Além disso, os autores apontam a ocorrência de Nitossolos pontuais, quando associados a diques de rochas máficas. Christopherson (2012) aponta que as rochas ígneas máficas são derivadas, tanto em composição quanto em nome, do magnésio e do ferro. “Os minerais máficos tem pouca sílica, são ricos em magnésio e ferro e tem pontos de fusão altos. As rochas formadas de minerais máficos tem cor mais escura e mais densidade do que as rochas minerais félsicas” (CHRISTOPHERSON, 2012, p.332).

Quando se trata da gênese dos Latossolos e, especialmente, dos Argissolos algumas questões podem ser destacadas. Espíndola (2010) discute aspectos associados a autoctonia e aloctonia dos solos, apontando que nos levantamentos pedológicos realizados pela Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas (SNPA) em 1958 e 1960 defendia-se a ideia de

uma evolução progressiva dos solos e relevo no sentido rocha → litossolo → solo com Bt → solo com B latossólico, chegando a um estágio final máximo ou clímax. A transformação do Bt em B latossólico dar-se-ia por uma ação homogeneizadora promovida pela fauna edáfica (ESPÍNDOLA, 2010, p.78).

O autor supracitado discute, entretanto, alguns trabalhos, como os de Schaetzi e Anderson (2005), que apontam a possibilidade de transformações diretas rocha → Bw, sem passar, necessariamente, por Bt; de Queiroz Neto (1976), que destaca a existência de perfis “com características intermediárias (*intergrades*), com Bt sobreposto a Bw, resultado da progressiva diminuição no arraste de finos do Bt e de maior perda de bases” (QUEIROZ NETO, 1976 *apud* Espíndola, 2010, p.79); e de Lepsch et al. (1977), que também salientam a origem de um horizonte Bt provindo de materiais alterados de Latossolos em função da movimentação hídrica lateral.

Vidal-Torrado et al. (1999), analisando uma sequência Latossolo-Podzólico (atual Argissolo) em platô localizado na Depressão Periférica Paulista, concluem que a transformação lateral de Bw para Bt teria ocorrido a partir de mudanças na dinâmica hídrica da vertente em função de possível entalhamento da superfície cimeira do platô. A partir de então, a ação mecânica do fluxo hídrico lateral causou o adensamento do manto latossólico. Consequentemente, houve um favorecimento ao transporte de argilas, provocando o preenchimento parcial ou total dos poros. Esse processo também foi identificado por Carvalho (2000), ao estudar área localizada no contato da Depressão Periférica Paulista com o Planalto Ocidental Paulista.

A presença de gradiente textural, característica determinante para a classificação dos Argissolos, é tratada por Mafra et al. (2001) quando elencam justificativas para sua ocorrência. Os autores afirmam que dois grupos de processos podem estar associados ao desenvolvimento do gradiente textural, um grupo de natureza litológica e outro de ordem pedogênica. O primeiro grupo envolve as próprias características da rocha mãe, já que a não uniformidade do material de origem poderia ser herdada ao solo. Já o segundo grupo faz referência à migração da argila do horizonte A para o B pelo processo de lessivagem ou argiluviação, sendo este um dos processos mais comuns.

Espíndola (2010) discute a ocorrência de perfis pedológicos com características intermediárias, como por exemplo, a presença de Bt sobreposto a Bw em função de uma diminuição progressiva da movimentação de finos do Bt e maior perda de bases. O autor acrescenta que Coltrinari et al. (1978) demonstram outra possibilidade para a sobreposição dos horizontes. Neste caso, o Bt se organizaria “no topo de um horizonte de perfil latossólico, com migração de argilas até uma certa profundidade, em consequência de desequilíbrios no regime hídrico operante, sobretudo por remoção da cobertura vegetal” (ESPÍNDOLA, 2010, p.79).

Santos et al. (2010) destacam que, no conjunto de colinas típicas de ambiente de Mar de Morros (Ab'Saber, 1970), em locais cujo material de origem são granitos e gnaisses, é comum a presença de topossequências formadas por Latossolos, Cambissolos e Argissolos. Os autores exemplificam tal contexto com o trabalho de Anjos et al. (1998), desenvolvido na microbacia Caetés, em Paty do Alferes (RJ), que identificaram Latossolos nas áreas mais planas e de maiores altitudes, Cambissolos Háplicos onde houve maior perda de material e Argissolos nos locais com maior fluxo lateral de água e com remoção superficial de argila.

Na região de Viçosa (MG), também caracterizada pelo domínio dos Mares de Morros, especificamente nas bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul, Nunes et al. (2000; 2001) apontam, em áreas de embasamento cristalino de rochas gnáissicas, o predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos, além de, em alguns locais (terraços e planícies aluviais), Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Resultados semelhantes foram obtidos por Fragassi (2001).

Este autor, em estudo sobre a erodibilidade de solos residuais de gnaiss da Serra de São Geraldo e de Viçosa (MG), apontou a presença de Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo, Argissolo Vermelho-Amarelo e solos hidromórficos. Os Latossolos Vermelho-Amarelos são caracterizados, segundo o autor, como solos com alto grau de intemperismo e lixiviação, tornando os perfis profundos. Além disso, destaca que, em termos de mineralogia, a caulinita se destaca na fração argila dos Latossolos de Viçosa, de maneira que uma moderada expansão tem sido observada em tais solos. Em relação aos Cambissolos, o autor afirma que são solos rasos, com relação silte/argila maior que a de outros solos da região e com influência de intenso intemperismo químico, fazendo com que apenas minerais secundários e óxidos se tornem presentes. Já os Argissolos Vermelho-Amarelos se caracterizam pelo horizonte Bt, formado a partir da translocação de argila do horizonte A para o B e, “mineralogicamente, apresentam quartzo, caulinita e gibbsita nas frações silte e argila”, além de goethita como forma dominante em termos de óxidos de ferro (FRAGASSI, 2001, P.42). Os solos hidromórficos encontram-se em áreas de topografia plana, nas margens de cursos d'água ou em áreas mais rebaixadas do terreno.

Em estudo sobre as relações pedomorfogenéticas nas bordas dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais, Cherem (2012) destaca características de diferentes perfis, sendo dois deles localizados em topos de morros no Planalto

Inferior (correspondente ao Degrau Paraíba do Sul), localizados próximos ao sopé da Serra de São Geraldo (MG). O autor fez uso das caracterizações macromorfológica, mineralógica, química e micromorfológica, identificando um Argissolo Vermelho e um Latossolo, tendo destacado as concentrações de alumínio, silício e ferro (entre 10,0 e 22,5%, entre 50,0 e 57,5%, entre 5,0 e 15,0%, respectivamente). Cherem (2012) conclui que existem diferentes graus de evolução dos mantos de alteração nestes planaltos, sendo o Planalto Superior (Degrau Paraná-São Francisco) o mais velho e evoluído e o Planalto Inferior (Degrau Paraíba do Sul) o mais jovem e menos evoluído. Os perfis revelam “uma cronossequência em diferentes estágios de evolução em consequência da evolução da paisagem, devido ao recuo dos degraus denudacionais” (CHEREM, 2012, p. 67).

Pereira (2019) analisa do ponto de vista do grau de evolução, Latossolos desenvolvidos sobre mesmo material de origem, gnaisses, e localizados em topos de diferentes superfícies geomórficas também na região dos degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais. O autor partiu da caracterização de atributos físicos, químicos, mineralógicos e micromorfológicos e obteve resultados que corroboram com aqueles apontados por Cherem (2012), de que o patamar superior é mais antigo e possui Latossolos mais evoluídos quando comparados aos do patamar inferior, com menor grau de evolução.

3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA ÁREA

A área de estudo se localiza na porção sudeste de Minas Gerais, em região drenada pela bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Figura 2). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado pode ser subdividido em 12 mesorregiões, estando a área de estudo inserida na Zona da Mata. Em termos de cobertura vegetal original, destaca-se o predomínio da Mata Atlântica (Figura 3), ainda que na atualidade a mesma não seja expressiva em função das intervenções antrópicas no ambiente.

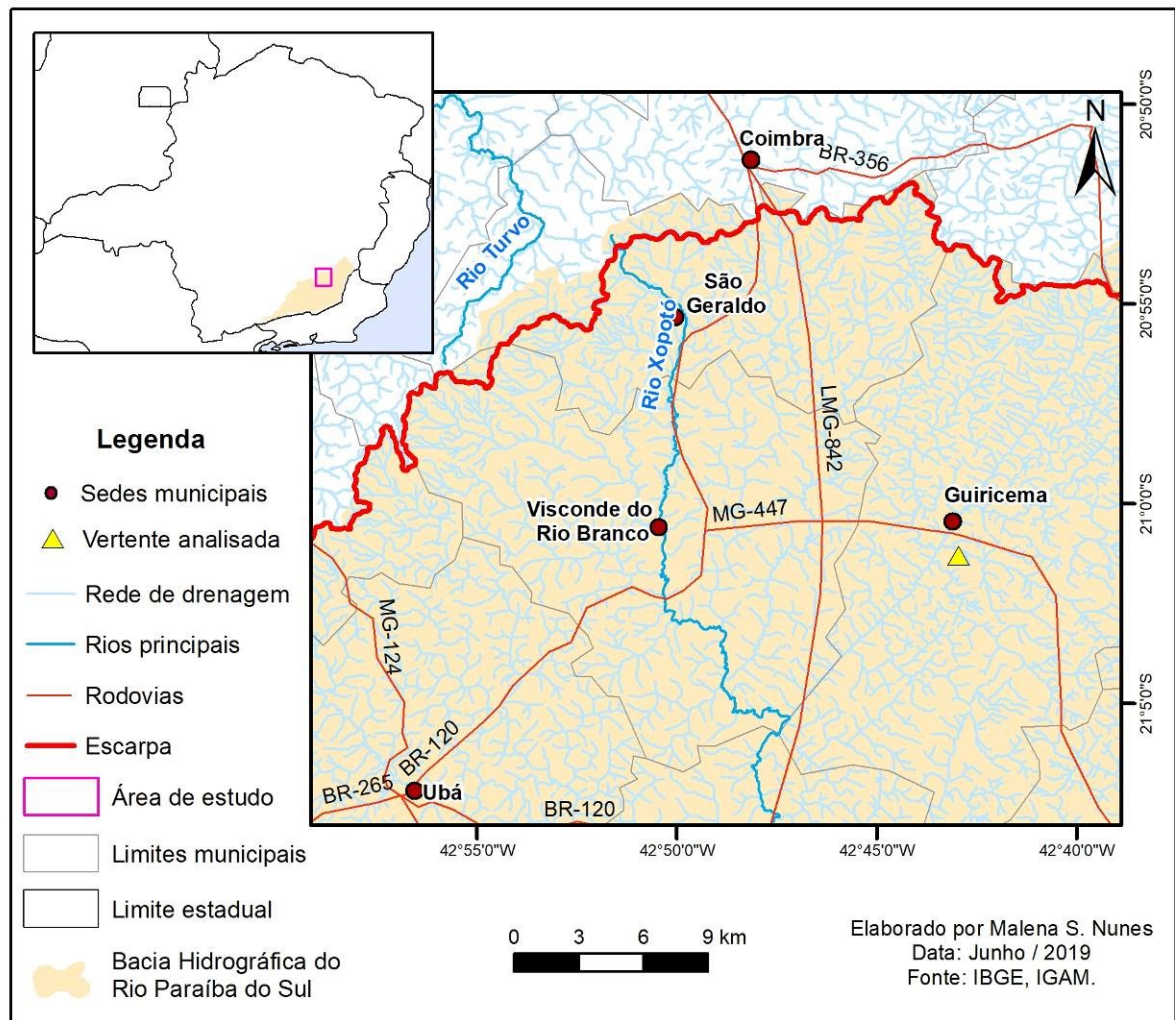


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo.

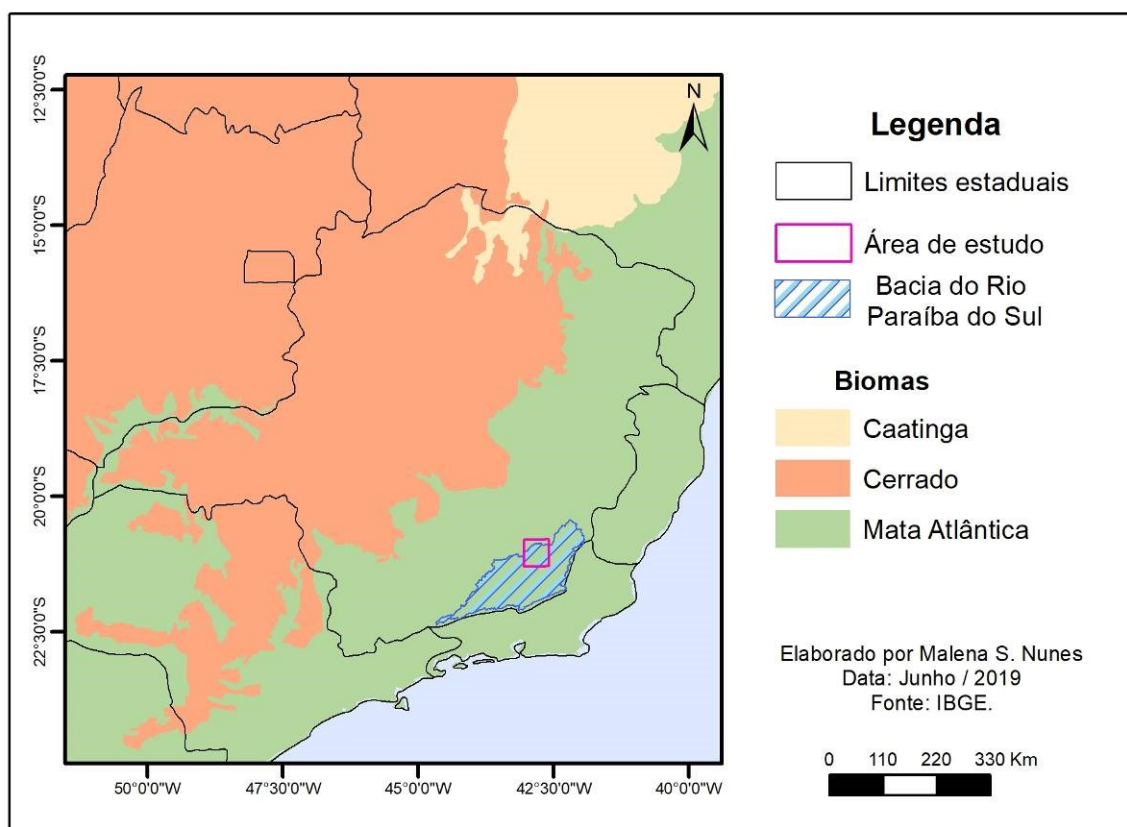


Figura 3: Mapa de biomas de Minas Gerais.

Os morros são formas frequentes na região, caracterizando um relevo formado por Mares de Morro, que segundo Ab'Saber (2003) constitui "área de mamelonização extensiva, afetando todos os níveis da topografia (...), mascarando superfícies aplainadas de cimeira ou intermontanas, patamares de pedimentação e eventuais terraços" (AB'SABER, 2003, p.16). Salienta-se que tais morros configuram degraus escalonados, nos quais Marent e Valadão (2015) identificaram três compartimentos: Degrau Paraná - São Francisco, Degrau Doce, e Degrau Paraíba do Sul (Figura 4). Estes foram definidos a partir de critérios associados à geologia, dissecação do relevo e amplitude topográfica, e foram, ainda, subdivididos em unidades que variam segundo as formas do relevo.

Os autores supracitados caracterizam o Degrau Paraíba do Sul como uma depressão escalonada em quatro níveis altimétricos (Unidades), de modo que este trabalho se concentra na análise de uma cobertura pedológica na Unidade IV, região mais rebaixada deste Degrau, com altitudes entre 140 e 650 metros e relevo dissecado, com presença de morros com topos variados, conferindo aspecto

mamelonar à Unidade (MARENT e VALADÃO, 2015). Dessa forma, a vertente representativa analisada reflete, no contexto regional, os patamares identificados pelos autores.

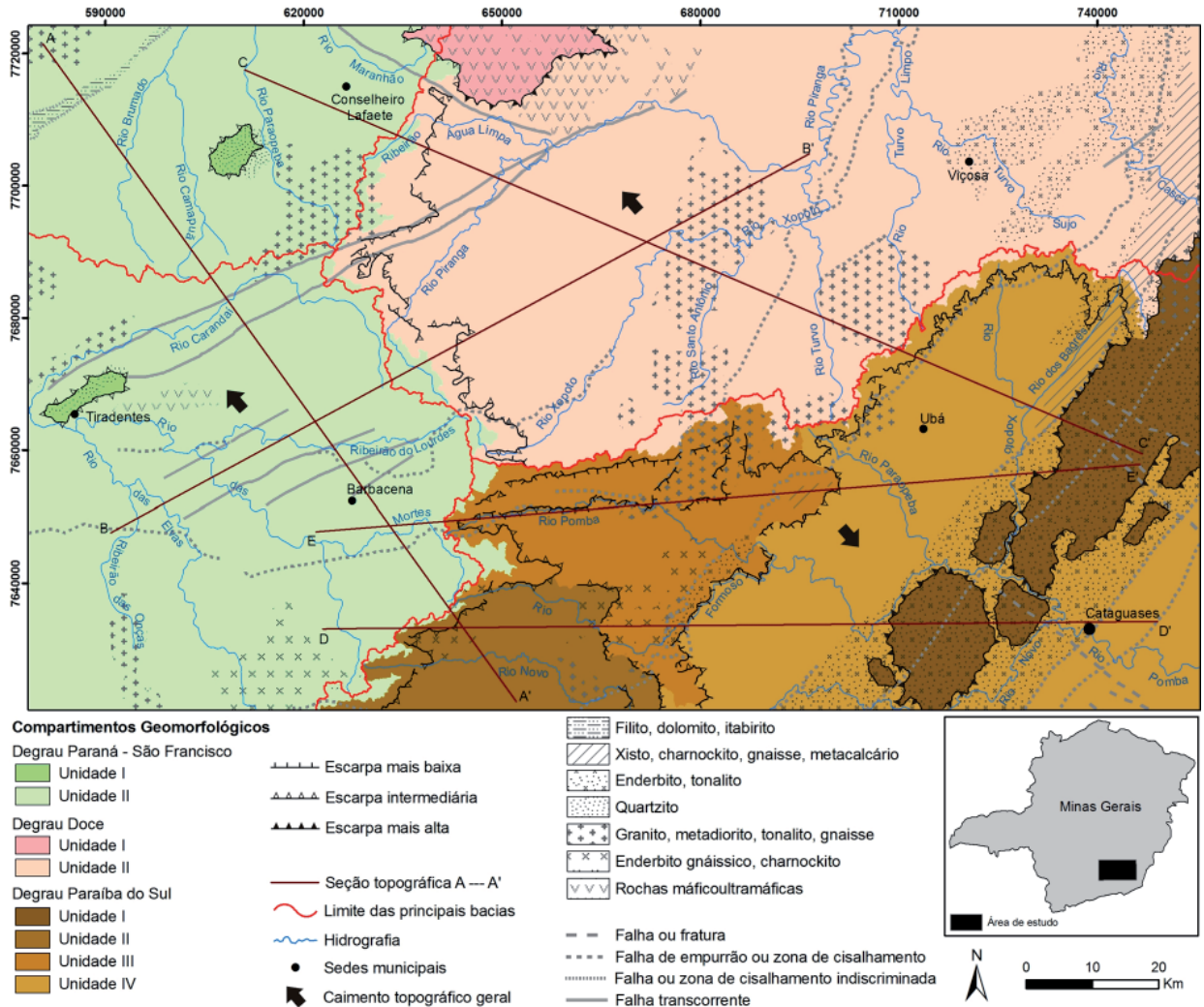


Figura 4: Compartimentação geomorfológica do sudeste de Minas Gerais.

Fonte: MARENT e VALADÃO, 2015, p. 259.

A vertente estudada encontra-se próxima a sede municipal de Guiricema, em região drenada pelo Rio dos Bagres. A partir da análise do mapa hipsométrico da área (Figura 5), é possível observar diferença altimétrica significativa entre a área mais rebaixada, que corresponde à Unidade IV do Degrau Paraíba do Sul, e a área mais elevada, já equivalente ao Degrau Doce. A cobertura pedológica em análise encontra-se em vertente cuja altitude varia de 333 a 400 metros. Destaca-se que, ainda na Figura 5, é possível identificar aspectos na hipsometria que apontam para a

expansão da área deprimida, como as reentrâncias no limite do escarpamento e os morros residuais.

Em relação à geologia da região, Delgado et al. (2003) apontam que a área compreende as províncias geotectônicas São Francisco e Mantiqueira. Os autores destacam que a primeira também é referida em algumas bibliografias como Cráton São Francisco e se caracteriza pela presença de rochas metavulcanossedimentares de *greenstones* do Arqueano, metassedimentos do Proterozoico Inferior, além de batólitos e granitóides. Já a província Mantiqueira apresenta metamorfitos orto e paraderivados da fácies anfibolito e granulito do Arqueano e do Proterozoico Inferior, além de metagranitos e metabasitos (Brandalise e Viana, 1993).

A Figura 6 apresenta as unidades litológicas identificadas na área de estudo, de modo que se observa, na Província São Francisco, rochas do Complexo Mantiqueira, agrupando gnaisses bandados ou foliados e migmatitos. Englobando a Província Mantiqueira encontram-se os Complexos Paraíba do Sul, Juiz de Fora, Piedade, Acaiaca, as Suítes Mercês-Ubari, Serra das Matolas e os Corpos Divinésia, Silverânea, Jacuba, São José da Soledade, dentre outros. Heineck et al. (2003) apontam que, no Complexo Paraíba do Sul, há ocorrência de diversas litologias, sendo possível destacar xistos, gnaisses e metacalcários; no Complexo Juiz de Fora, observam-se gnaisses enderbíticos e tonalitos; no Complexo Piedade, os autores destacam a presença de gnaisses e migmatitos; e no Complexo Acaiaca, há ocorrência de gnaisses enderbíticos, granulíticos e noritos. Granitos são observados na Suítes Mercês-Ubari e nos Corpos Divinésia e Silverânea. Já nos Corpos Jacuba e São José da Soledade há presença de metadiorito e gnaisse, respectivamente.

Este trabalho analisa uma cobertura pedológica desenvolvida sobre o mesmo arcabouço geológico, tendo sido estudados solos desenvolvidos em locais onde há predominância de embasamento com rochas do Complexo Paraíba do Sul.

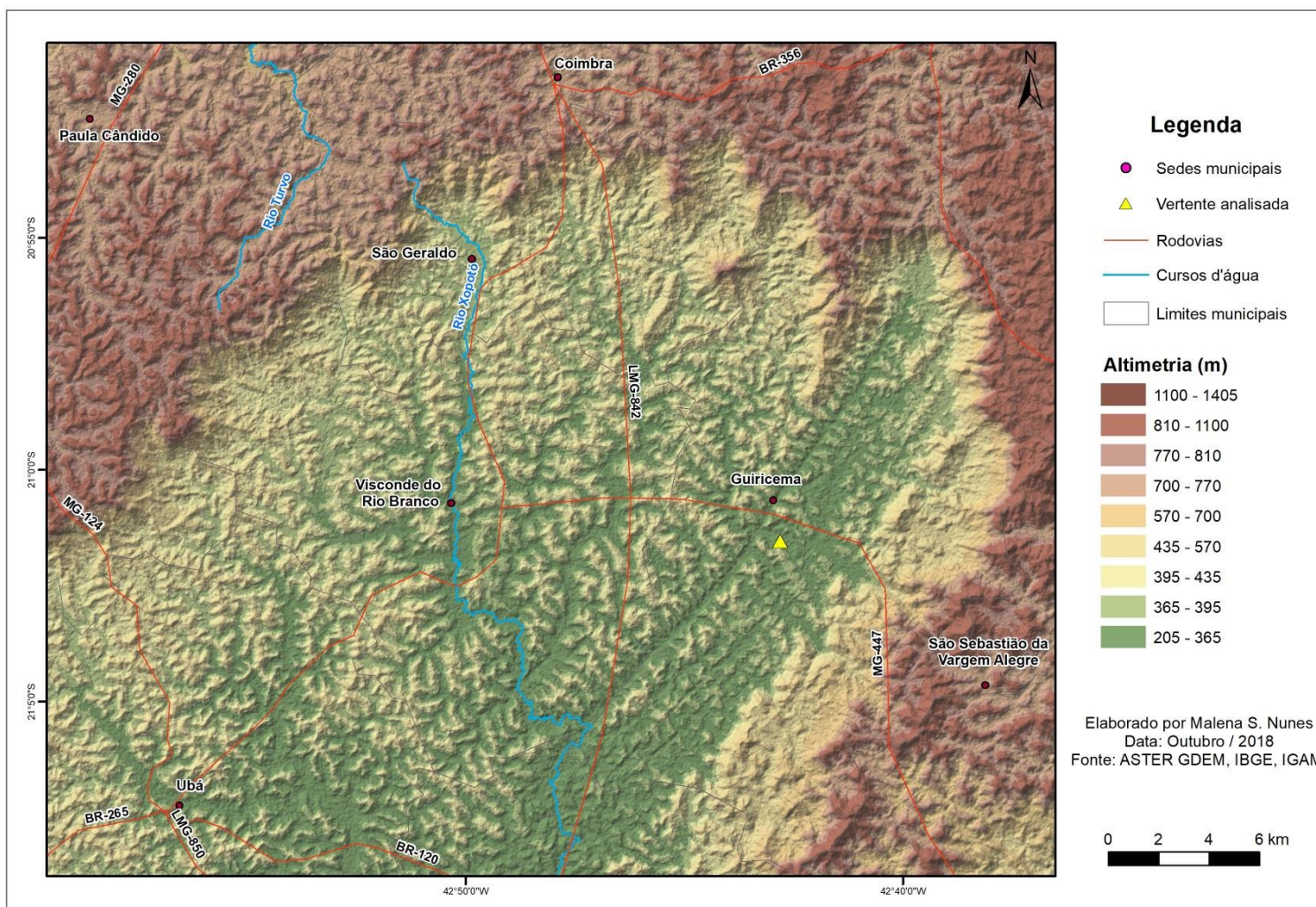


Figura 5: Mapa hipsométrico da área de estudo.

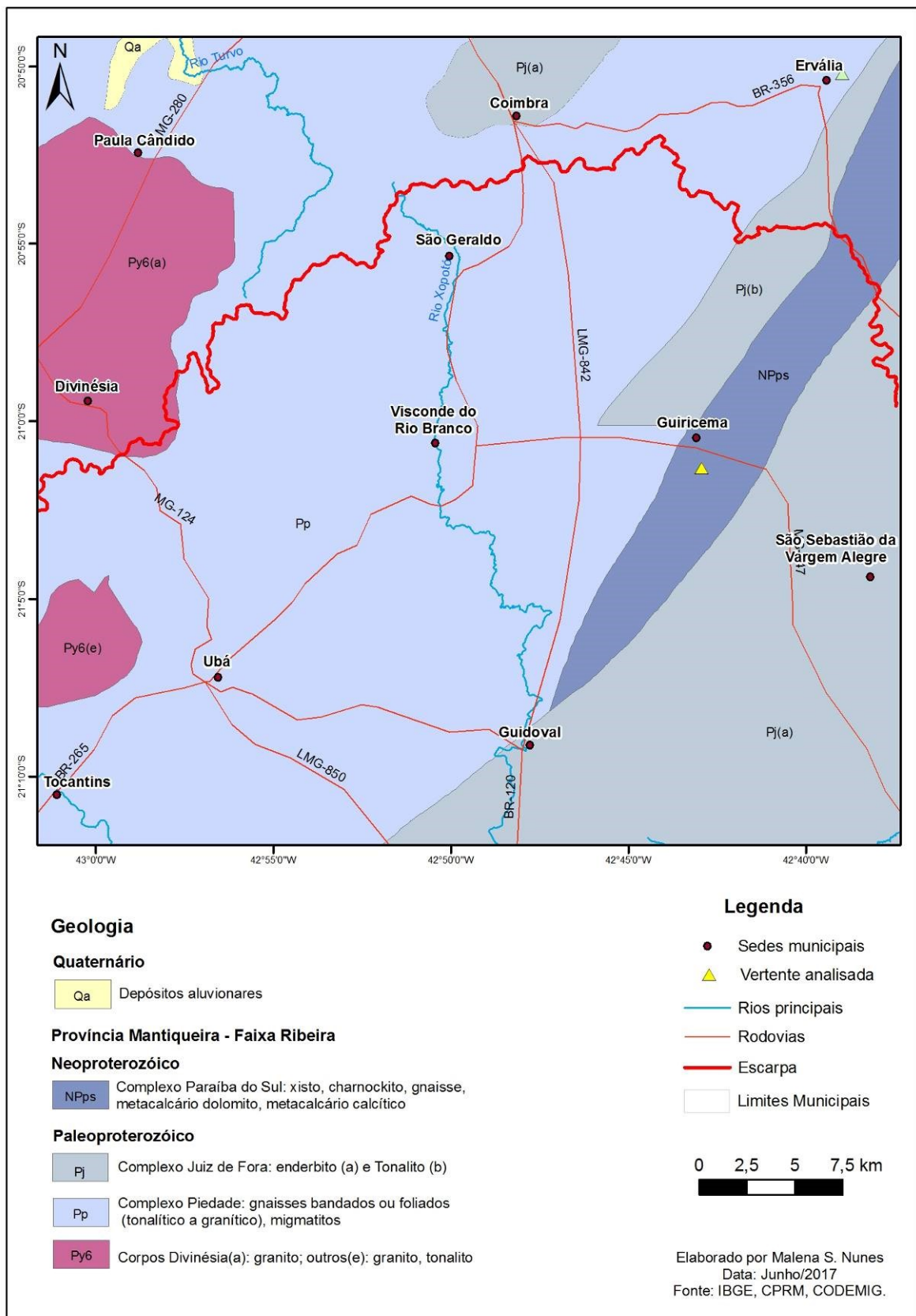


Figura 6: Mapa geológico da área de estudo.

Em termos de classificação de solos, de acordo com dados disponibilizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente, há ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo Háplico e predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo na região (Figura 7). Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocupam o interior da depressão, os Cambissolos Háplicos se concentram nas proximidades do escarpamento que delimita a área planáltica e a depressão e os Latossolos Vermelho-Amarelos estão no entorno dos Argissolos e dos Cambissolos.

Tal mapeamento foi elaborado a partir de levantamento de reconhecimento de média intensidade, em escala 1:650.000. Os mapeamentos pedológicos são produzidos, em geral, a partir de escalas generalizadas, não conferindo grau de detalhe nos mapas. Neste trabalho, pretende-se detalhar a cobertura pedológica da vertente representativa analisada, de modo que serão evidenciadas as classes de solos identificadas, bem como um possível padrão de distribuição pedológica na depressão.

O clima na região possui regime de chuvas tipicamente tropical, ou seja, se concentram no verão quando a temperatura se eleva, enquanto no inverno a precipitação e a temperatura diminuem (NIMER, 1989). Os dados relativos aos elementos climáticos temperatura e precipitação foram obtidos a partir das Normais Climatológicas (1961-1990) disponíveis para as estações meteorológicas de Viçosa e Cataguases, que são as mais próximas da área de estudo. A escolha das duas estações se deu em função da localização, já que Viçosa encontra-se na área mais elevada (Degrau Doce) e Cataguases na área deprimida (Degrau Paraíba do Sul).

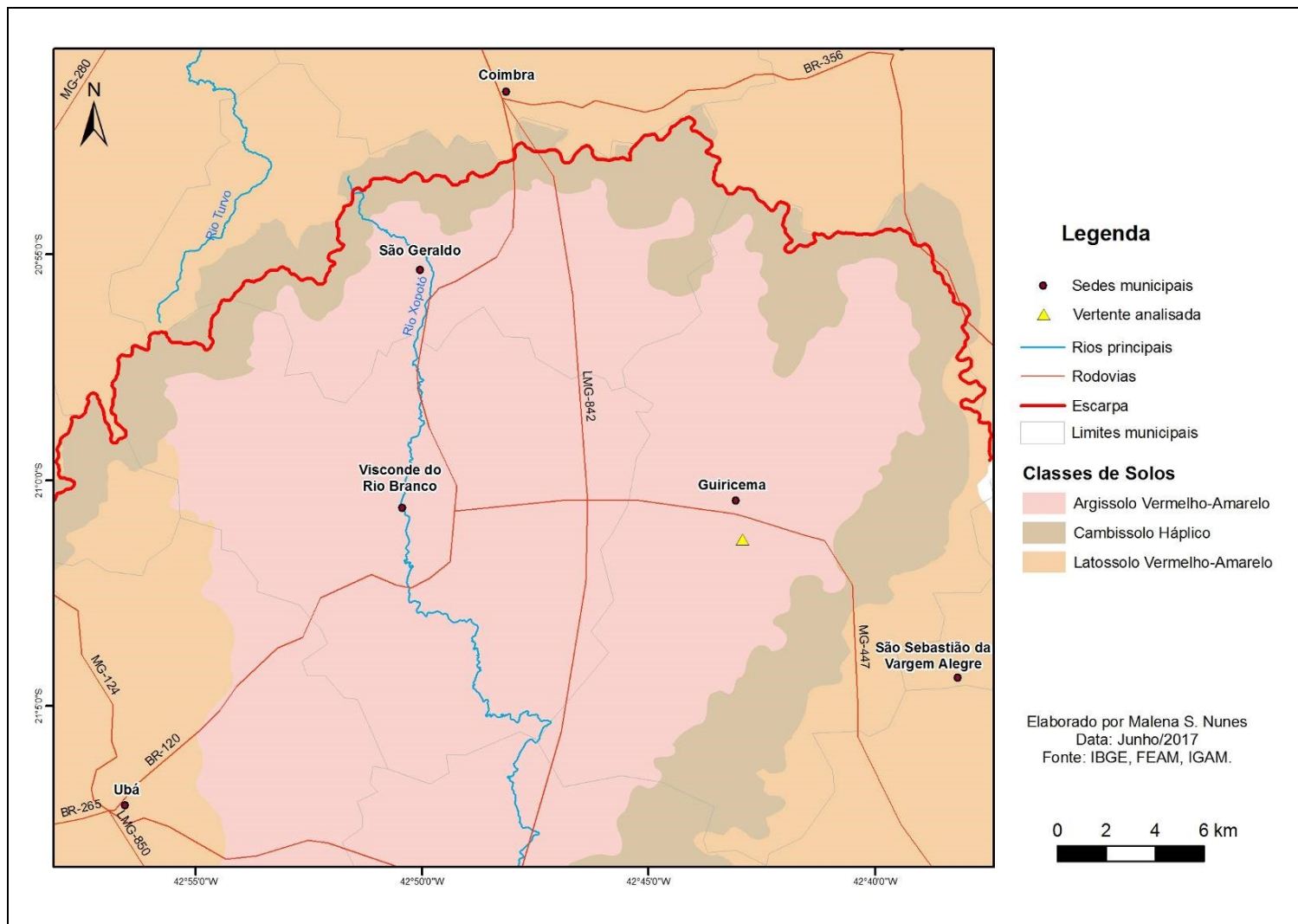


Figura 7: Mapa pedológico da área de estudo.

De toda forma, de acordo com as Normais Climatológicas (1961-1990), em termos de temperatura média mensal, em Viçosa as maiores temperaturas ocorrem entre outubro e março, sendo a máxima de 22,2 °C, em fevereiro, e a mínima de 15,5 °C em julho. A temperatura média anual é de 19,4 °C. Em relação a Cataguases, observa-se que as maiores temperaturas ocorrem entre dezembro e março, sendo a máxima de 26,1 °C em fevereiro, e a mínima de 19,4 °C em julho. A temperatura média anual é de 23,1 °C. Logo, ainda que em ambas as cidades seja verificado o aumento da temperatura no verão e a diminuição no inverno, em Cataguases ela é maior em todos os meses, o que pode ser justificado pela diferença de altitude entre as duas cidades.

Em relação à precipitação acumulada mensal, em Viçosa as chuvas se concentram nos meses de outubro a fevereiro, sendo a maior de 211 mm em dezembro e a menor de 17,1 mm em junho. A precipitação acumulada anual é de 1.165,5 mm. Em Cataguases, nota-se concentração das chuvas nos meses de novembro a fevereiro, sendo a maior de 215,9 mm em dezembro e a menor de 12,3 mm em junho. A precipitação acumulada anual é de 1.179,5 mm. Nos dois locais, portanto, as chuvas se concentram no verão, ainda que em termos de acumulada anual, em Cataguases tenha sido levemente superior.

O balanço hídrico para a Estação Viçosa, no período entre 1961 a 1990 (Figura 8), revela que há excedente hídrico entre os meses de novembro e março, enquanto os déficits são comuns entre abril e setembro. Na Estação Cataguases, para o mesmo período (Figura 9), há excedente hídrico entre os meses de dezembro e fevereiro, enquanto os déficits são comuns entre março e outubro.

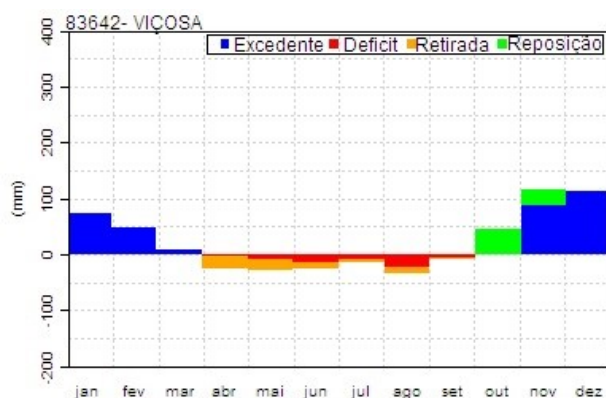


Figura 8: Balanço hídrico climatológico em Viçosa para o período entre 1961 e 1990.
Fonte: Dados da Rede do INMET, acesso em 18 de abril de 2017.

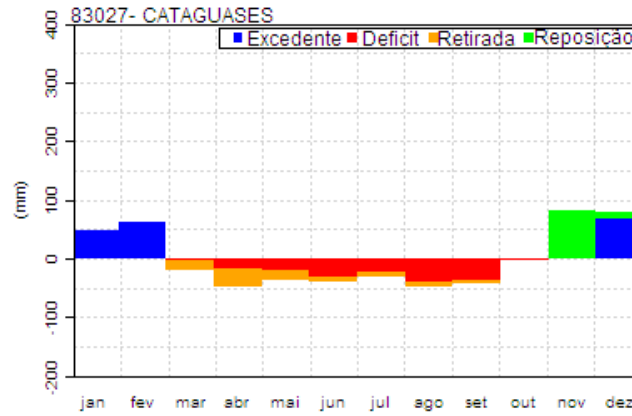


Figura 9: Balanço hídrico climatológico em Cataguases para o período entre 1961 e 1990.
Fonte: Dados da Rede do INMET, acesso em 18 de abril de 2017.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos da pesquisa envolveram desde estudos iniciais, em gabinete, até análises laboratoriais dos materiais coletados em campo, conforme apresentado de maneira esquemática no organograma da Figura 10. Tais procedimentos encontram-se organizados em cinco etapas, sendo uma dependente da outra, conforme detalhamento adiante.

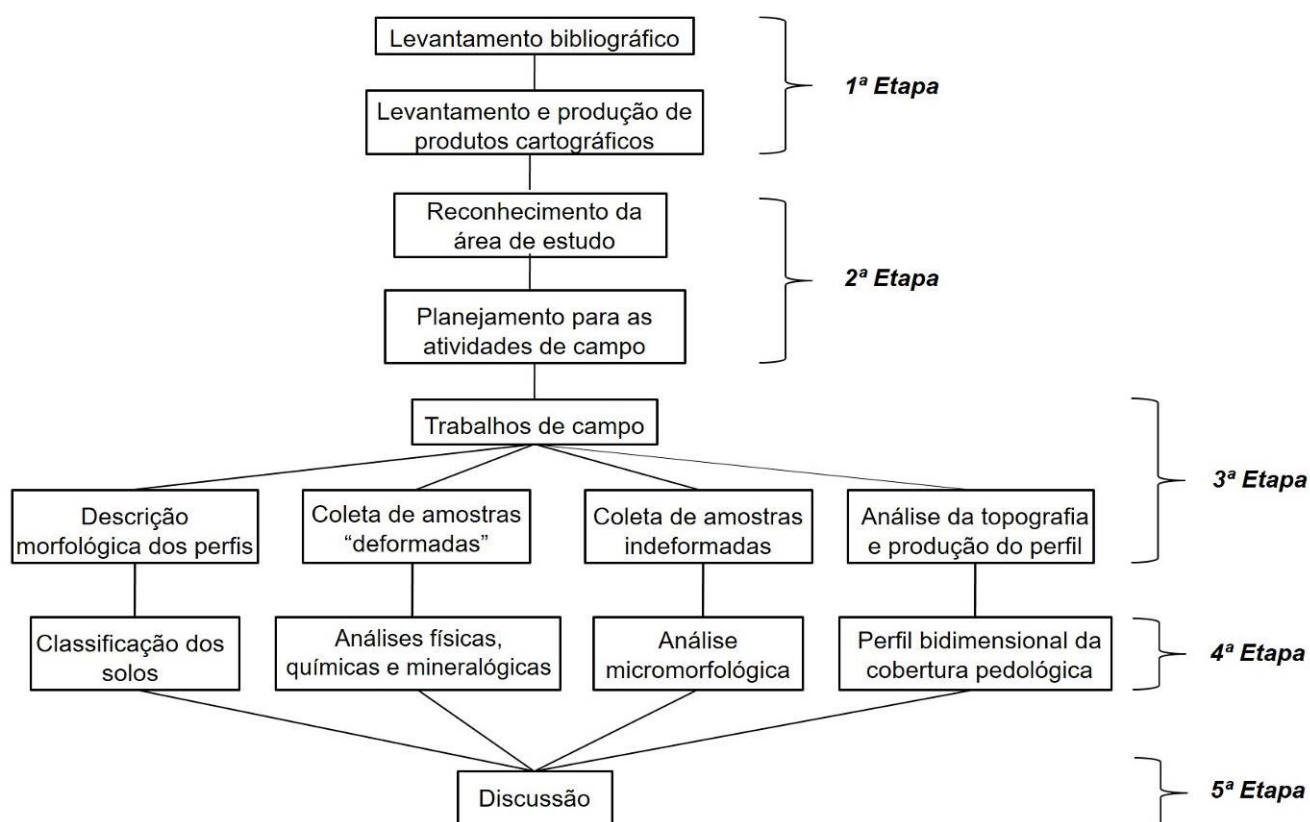


Figura 10: Organograma dos procedimentos metodológicos adotados.

4.1 Primeira Etapa

A primeira etapa consistiu no desenvolvimento das atividades de gabinete, que incluíram o levantamento bibliográfico sobre as temáticas abarcadas na pesquisa e a produção de material cartográfico para levantamento das características da região de estudo. Destaca-se que esta etapa foi de fundamental importância tendo em vista que embasou toda a pesquisa desenvolvida, inclusive subsidiando as hipóteses e justificativas propostas.

Em termos de definição da área de estudo, inicialmente, o trabalho de Marent e Valadão (2015) contribuiu de forma significativa especialmente quando trata da compartimentação e da caracterização do Degrau Paraíba do Sul. Posteriormente, foram elencados e sistematizados trabalhos que pudessem compor o capítulo de “Revisão Bibliográfica” e embasar as discussões dos resultados.

4.2 Segunda Etapa

O levantamento de bases cartográficas e a consequente confecção dos materiais cartográficos, especialmente os mapas, orientou a segunda etapa, pois permitiu a realização do primeiro trabalho de campo, em abril de 2017, fundamental para o reconhecimento da área de estudo. Neste momento, foi identificada uma vertente representativa onde seria aplicada a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica. A escolha da vertente se baseou no fato da mesma estar totalmente inserida na área de depressão, ter altitude e formato similar às demais encontradas na área, mas estar próxima o suficiente da escarpa que separa os dois compartimentos de relevo, podendo indicar a ocorrência de processos relativamente recentes quando se considera a hipótese do avanço da depressão sobre a área planáltica. Os proprietários dos terrenos em que a vertente está localizada, Sr. Luís e Sr. Jader, foram contatados para permissões dos trabalhos, especialmente em relação à abertura das trincheiras e coleta das amostras. A partir dessa definição iniciaram-se os preparativos para os trabalhos de campo para descrição dos perfis e coleta das amostras.

4.3 Terceira Etapa

Realizada em outubro de 2017, junho e novembro de 2018, a terceira etapa consistiu em trabalhos de campo para a identificação dos locais de abertura das trincheiras, coleta das amostras e realização do levantamento topográfico da vertente. A metodologia proposta por Boulet et al. (1982a,b,c), Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, é baseada na análise por meio da abertura de trincheiras, a partir de uma compartimentação topográfica, ao longo de uma determinada vertente

de modo a constituir uma topossequência. Quando a vertente possui até 50 metros de extensão, faz-se duas tradagens, uma a montante e outra a jusante. Quando a extensão é maior, são estudados segmentos de aproximadamente 50 metros, sendo que, a princípio, são abertas três trincheiras, uma em alta vertente, outra em meia e a terceira em baixa vertente (Figura 11). Após a identificação e análise preliminar dos solos nestas áreas, é verificada a necessidade de abertura de outras trincheiras, o que deve ser feito, segundo os referidos autores, quando se constata grandes diferenciações entre os materiais observados e coletados.

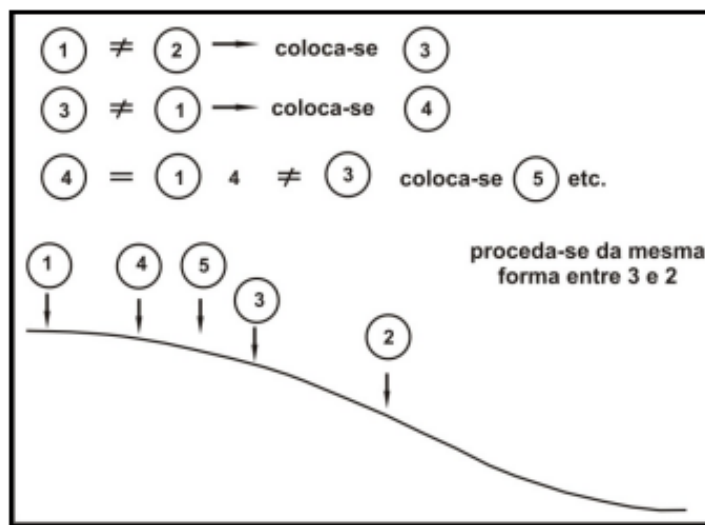


Figura 11: Método para implantação de tradagens e trincheiras ao longo da vertente.

Fonte: Boulet (1988).

Dessa maneira, a princípio, foram definidos três pontos para análise de perfis de solo, conforme Boulet (1988): um no topo da vertente, consistindo em abertura de trincheira, outra em meia, coincidindo com um corte de estrada e outro em baixa, também em corte de estrada. Após a identificação e análise preliminar dos solos nestas áreas, foi verificada a necessidade de abertura de outra trincheira entre o topo e o meio da vertente, já que se constataram diferenciações entre os materiais.

Ressalta-se que a definição dos pontos de coleta se baseou em análises em campo e tradagens, visando a escolha de locais representativos. Conforme salienta Castro (2008),

a concepção do plano de amostragem deriva dos objetivos da pesquisa e das observações de campo que permitiram caracterizar a morfologia do solo tal como ela se apresenta. O plano de amostragem reflete uma estratégia adotada para que a investigação possa responder às questões formuladas (...) (CASTRO, 2008, p.21)

Em função de variações observadas que culminaram, inclusive, na identificação de classes de solos distintas, foram realizadas tradagens entre os perfis culminando na descrição de outros dois perfis. Dessa maneira, a cobertura pedológica em questão foi analisada a partir da descrição e caracterização de aspectos de seis perfis¹, sendo eles P1, P2, P3, P4, P5 e P6. P1 encontra-se no topo da vertente, P2, P3, P4 e P5 no meio da vertente e P6, na parte baixa da vertente. As paisagens observadas nos locais de cada perfil são apresentadas nas Figuras 12, 13, 14, 15, 16 e 17. Além destes seis perfis, foi descrito outro perfil, denominado por P3.1², localizado em meia vertente, com alinhamento lateral ao P3 (Figura 18).

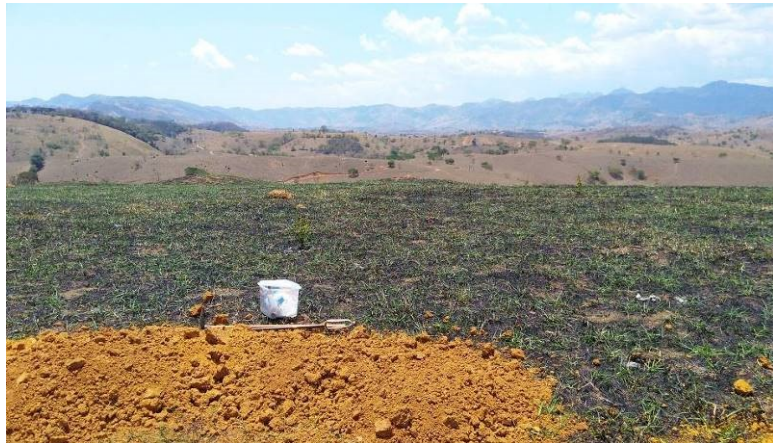


Figura 12: Vista do topo da vertente - Localização do P1

¹ A localização dos perfis, em termos de coordenadas (23K UTM):

P1 - 737491,518947 ; 7673380,87626 / P2 - 737470,791430 ; 7673547,31591 /
P3 - 737454,915191 ; 7673649,07491 / P4 - 737458,595860 ; 7673704,40319 /
P5 - 737436,678697 ; 7673787,78827 / P6 - 737445,959672 ; 7673830,72952.

² A localização do P3.1, em termos de coordenadas (23K UTM) é: 737354,884214 ; 7673724,34750.



Figura 13: Vista da meia vertente - Localização do P2



Figura 14: Vista da meia vertente - Localização do P3



Figura 15: Vista da meia vertente - Localização do P3.1



Figura 16: Vista a partir do corte de estrada, meia vertente - Localização do P4



Figura 17: Vista a partir do corte de estrada - Localização do P5
Fonte: Google Earth. Acesso em 28 de junho de 2018.



Figura 18: Vista da baixa vertente - Localização do P6

A Figura 19 apresenta a localização dos perfis na vertente em estudo tendo como fundo a topografia. Destaca-se que a verificação da repetição do padrão observado na vertente ao longo da Bacia foi feita a partir de análises dos materiais cartográficos, bem como das visitas em campo.

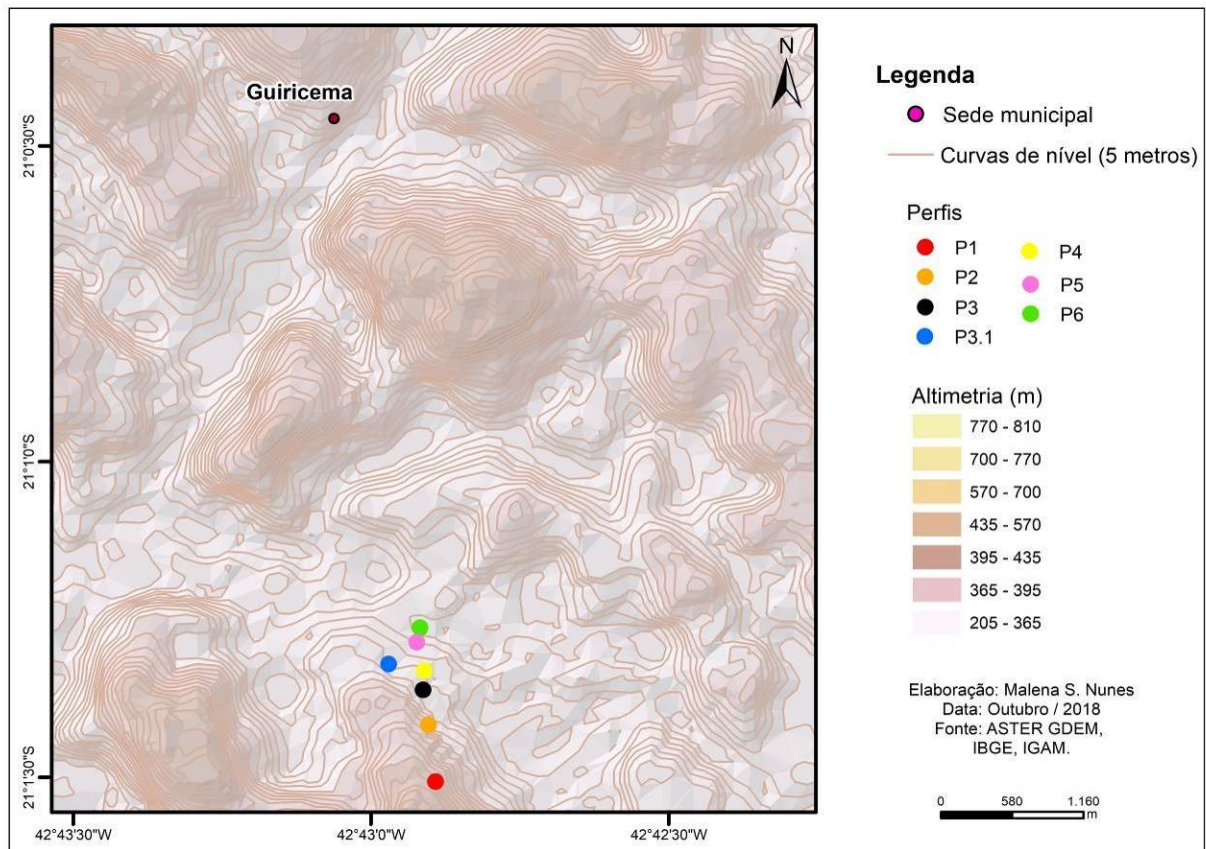


Figura 19: Mapa de localização dos perfis.

A terceira etapa envolveu, portanto: descrição de cada um dos 28 horizontes encontrados nos sete perfis, realizada conforme Lemos e Santos (2013), a partir de uma ficha descritiva modelo (Anexo I), sendo as cores obtidas conforme Munsell (2000); coleta de 56 amostras, entre deformadas e indeformadas, sendo estas coletadas a partir de metodologia proposta, pioneiramente, por Kubiena (1938), e adaptada com a utilização de caixas de papel cartão de forma a evitar que se deformassem ou desagregassem durante a coleta; levantamento topográfico da vertente para posterior produção do perfil topográfico.

A descrição de cada perfil se baseou na identificação dos diferentes horizontes, tendo sido avaliados os seguintes aspectos: características gerais da

paisagem onde o perfil se encontrava, profundidade e espessura de cada horizonte, nitidez e forma na transição entre os horizontes, pedregosidade, rochosidade, declividade, drenagem, ocorrência de erosão, cor predominante no horizonte, cor do mosqueado, se houver, textura, estrutura, porosidade, consistência, características das raízes, presença de cerosidade, cimentação e nódulos.

Após a descrição dos horizontes, foram feitas as coletas das amostras. Castro (2008, p.23) destaca a importância da coleta de amostras indeformadas dos horizontes para “esclarecer descontinuidades litológicas ou filiação genética com a rocha ou com horizontes de solo pré-existent”, além de contribuir para o entendimento da sequência da evolução pedológica (Figura 20). De acordo com Resende et al. (2007)

deve-se ajustar a caixa ao bloco esculpido na parede do perfil do solo de modo a acondicioná-lo o mais perfeitamente possível, tampar o lado externo, soltar o outro lado do bloco do perfil usando a faca, desbastar o excesso e fechar a caixa. (...) A identificação da amostra deve ser feita na própria caixa, com tinta não solúvel em água, anotando-se todos os dados relevantes como o número do perfil, horizonte e profundidade da amostragem. Indicar a orientação, por exemplo, com uma seta apontando para a superfície do solo. Envolver a caixa com fita adesiva, transportando-a em embalagem acolchoada (RESENDE et al., 2007, p.236).



Figura 20: a.b. Coleta de amostra indeformada.

Salienta-se que a orientação da amostra nos estudos micromorfológicos permite observar aspectos importantes em termos de pedogênese, como, por exemplo, possíveis acúmulos de materiais orgânicos e minerais resultantes de processos de migração, como iluviação.

Foi detectada a necessidade de um mapeamento topográfico de maior precisão para elaboração do perfil da vertente. Assim, no trabalho de campo de novembro de 2018, foi feito o levantamento topográfico da vertente com os seguintes equipamentos eletrônicos: dois receptores geodésicos de dupla frequência, portadora L1/L2 Código C/A e Estação Total, ES 105, leitura angular de 1 segundo, precisão angular de 7 segundos, alcance com prisma de até 5.000 m, e sem prisma de 80 m, com precisão $5 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$, sendo os equipamentos da marca Topcon. Para o apoio foi implantado dois marcos geodésicos para transporte de coordenadas da estação GNSS Juiz de Fora (Figura 21, a e b).



Figura 21: Estação total (a) e receptor geodésico (b) utilizados no levantamento topográfico.

A implantação de coordenadas verdadeiras foi apoiada na Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), sistema usado pelo IBGE, cujas características são apresentadas em Costa e Fortes (2000). Para este trabalho utilizou-se os dados da Estação localizada nas dependências do Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), que possui o identificador MGJF, código internacional 48038M001 e par ordenado de coordenadas geográficas $21^{\circ} 46' 36,59761''$ e $43^{\circ} 22'$

21,27987", em uma altitude do elipsoide de 921,357 m. O sistema de referência geodésico utilizado foi o SIRGAS 2000.

Os dois receptores geodésicos de dupla frequência trabalharam no modo estático com precisão de 5 mm + 1 ppm, com taxa de navegação de um segundo e tempo de rastreamento de 2 horas em cada ponto. Esses receptores possuem 24 canais e recebem os sinais C/A e L1/L2. Foi definido o mínimo de cinco satélites e Diluição da Precisão de Posição (PDOP) máximo de 6 e ângulo de corte de 15° para obter precisão da ordem de centímetros ou até milímetros. Os receptores fizeram o transporte de coordenadas da estação MFJF/UFJF para a base de referência na área.

Os dados coletados com o GPS (*Global Positioning System*) foram descarregados no *software* Datatransfer, e processados no *software* TopconTools, no qual fez-se o processamento diferencial do código e portadora L1/L2 na identificação das coordenadas verdadeiras nos marcos implantados na área, bem como a geração de relatórios das informações corrigidas de posição geográfica, altitude e incertezas, utilizadas para a redução gravimétrica.

Com a estação total fez-se o levantamento dos pontos do terreno natural (TN), partindo dos pontos de referência e com coordenadas conhecidas, numa poligonal aberta. Para o cálculo da poligonal, dos pontos irradiados, bem como a geração das curvas de nível utilizou-se o *software* Topograph 98. Os dados gráficos, pontos, feições e desenho da planta foram executados no *software* AutoCad e a elaboração dos materiais cartográficos no ArcMap.

4.4 Quarta Etapa

A quarta etapa envolveu as atividades de laboratório, incluindo: classificação dos solos descritos, análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas, além da elaboração do perfil topográfico com representação da cobertura pedológica. A classificação dos solos foi possível a partir da descrição em campo e de outros atributos resultantes das análises em laboratório, tendo seguido as definições do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Santos et al., 2018). Para tanto, primeiramente foram classificados os horizontes A e B para, em seguida, definir a classe do solo.

As amostras deformadas foram utilizadas para análises físicas, químicas e mineralógicas. Em termos de análises físicas, foram realizados procedimentos para determinação da granulometria e da argila dispersa em água (ADA), que permitiram o cálculo da relação silte/argila e do grau de floculação, respectivamente. Já as análises químicas consistiram em determinação de pH em água e em KCl, carbono orgânico total (C.O.) e fertilidade (Capacidade de Troca Catiônica – CTC). Também foi determinada a mineralogia da fração argila. Destaca-se que as análises físicas e aquelas relativas a pH e carbono orgânico foram realizadas no Laboratório de Geomorfologia do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A determinação dos dados relativos à fertilidade se deu no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e a mineralogia no Laboratório de Difração de Raio-X do Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa (CPMTC) da UFMG.

As análises físicas seguiram os procedimentos adotados por Almeida et al. (2012) e visaram identificar as características granulométricas dos perfis, além de subsidiar a caracterização dos constituintes cujo arranjo será descrito nas seções delgadas. Para a determinação das frações granulométricas as amostras foram preparadas, sendo deixadas em local ventilado e seco para a dessecação. Em seguida, foi feito o destorroamento e peneiramento das amostras, de modo a separar o material maior que 2 mm de diâmetro da terra fina seca ao ar (TFSA). O método da pipeta foi utilizado para a separação das frações areia (tendo sido determinadas as areias grossa e fina por peneiramento), silte e argila. A partir da determinação da composição granulométrica, a relação silte/argila foi calculada objetivando a obtenção de indicativos do grau de intemperismo dos solos (Santos et al., 2018).

Além da granulometria, também foi determinada a argila dispersa em água (ADA) por meio da dispersão mecânica em água de maneira lenta, seguida da separação da fração argila por sedimentação do silte. A partir da ADA foi calculado o grau de floculação, conforme Teixeira et al. (2017). Estas informações permitiram inferir o grau de agregação e estabilidade dos agregados. Neste momento foi feita a separação e coleta da fração argila para posterior análise mineralógica. A identificação da composição mineralógica do solo revela aspectos associados à sua origem, além de interferir diretamente no comportamento das propriedades físicas e químicas dos solos. Assim, utilizando difratômetro modelo X'Pert-PRO (tensão de 40

kv e corrente de 45 mA), foi feita a análise de difratometria de raios-X, sendo as amostras lidas em pó.

Ainda no Laboratório de Geomorfologia do IGC, foi realizada a medição do potencial hidrogeniônico por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido em água e em KCl, com o intuito de obter o valor do ΔpH^3 . Este indica se há predomínio de cargas positivas ou negativas no solo, podendo ser utilizado como indicador do grau evolutivo dos solos. O carbono orgânico total foi determinado a partir da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em meio ácido, definindo a composição orgânica e contribuindo para classificação especialmente do horizonte A. Tais procedimentos seguiram as recomendações do Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (Teixeira et al., 2017).

As análises associadas à fertilidade refletem o comportamento das bases, o que também permite inferências acerca da evolução dos solos. Assim, elas foram realizadas no laboratório do IMA e envolveram as determinações de cálcio, magnésio, potássio, sódio e alumínio trocáveis, fósforo disponível e acidez potencial. A partir dos dados levantados, foram calculadas a soma de bases, a capacidade de troca catiônica (CTC), a percentagem de saturação por bases e por alumínio (valores S^4 , T^5 , V^6 e m^7 , respectivamente).

A partir das amostras indeformadas, compostas por monolitos, foram confeccionadas lâminas delgadas⁸ para descrição micromorfológica. As lâminas foram analisadas em microscópio óptico polarizante trinocular (modelo Axioskop 40, Zeiss), de maneira a permitir a visualização do comportamento de cada horizonte em nível de microestrutura. Este tipo de análise torna-se relevante na medida em que permite evidenciar processos específicos atuantes a partir de sua influência na organização do solo.

Salienta-se que, para fins de comparação com descrições apresentadas em outros trabalhos, a descrição micromorfológica seguiu os preceitos de Stoops

³ $\Delta\text{pH} = \text{pH}(\text{KCl}) - \text{pH}(\text{H}_2\text{O})$

⁴ $S = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$

⁵ $T = S + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$

⁶ $V = \frac{100 \times S}{T}$

⁷ $m = \frac{100 \times \text{Al}^{3+}}{S + \text{Al}^{3+}}$

⁸ Em campo, foram coletadas mais de uma amostra indeformada por horizonte para garantir a estabilidade de, pelo menos, um monolito. Após o retorno da atividade de campo, foram selecionadas amostras representativas de cada perfil. Os monolitos foram encaminhados para laboratório onde foi feita a impregnação com resina para confecção das lâminas delgadas, totalizando em 24 lâminas.

(2003), Stoops et al. (2010) e Castro (2019). Assim, foram descritas características relativas à fábrica, microestrutura, ao fundo matricial (caracterização dos constituintes, sendo eles constituintes grossos, constituintes finos e poros), incluindo características quanto à organização (distribuição relativa), estruturas plásmicas (fábricas birrefringentes) e possíveis feições pedológicas, como nódulos e concentrações plásmicas. As descrições foram feitas em fichas-modelo (Anexo II), tal como feito por Ávila (2009), com adaptações e atualização dos termos utilizados. As traduções dos termos tiveram como referência os trabalhos de Castro (2008, 2019). Além disso, as descrições seguiram critérios gerais elencados pela referida autora, sendo considerada a orientação das lâminas, a observação de cada uma delas em microscópio a partir de aumentos progressivamente maiores sob luz natural e polarizada e a seleção de campos representativos das organizações analisadas. Os aspectos principais identificados em cada lâmina foram fotografados em câmera digital, da marca Canon, acoplada ao microscópio, produzindo fotomicrografias.

Por questões adversas, envolvendo logística e disponibilidade de recursos, as análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas foram realizadas para horizontes selecionados, sendo que a escolha considerou critérios como importância relativa (priorizando os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais), conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Relação das análises realizadas por horizonte

Perfil 1								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			
Bw1	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Bw2	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
BC	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Perfil 2								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
Bw1	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Bw2	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
BC	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Perfil 3								
A1	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			
A2	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
AB	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
Bt1	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Bt2	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>

BC	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Perfil 3.1								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			
E	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
Bt	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Perfil 4								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
BA	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
Bt	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Bw	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
C	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>		<i>Micromorfologia</i>
Perfil 5								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
AB	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			<i>Micromorfologia</i>
Bt	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
Perfil 6								
A	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>			
Bi	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>
BC	<i>Textura</i>	<i>ADA</i>	<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH(KCl)</i>	<i>C.O.</i>	<i>CTC</i>	<i>Mineralogia</i>	<i>Micromorfologia</i>

4.5 Quinta Etapa

A partir das descrições morfológicas, dos resultados obtidos por meio das análises físicas, químicas, mineralógicas e da caracterização micromorfológica de cada amostra foi possível confeccionar tabelas e quadros síntese apresentando as informações de forma sistematizada, o que facilita a visualização e evidencia as possíveis relações entre elas. A discussão dos resultados foi realizada comparando-os com aqueles obtidos em trabalhos anteriores na área de estudo e em estudos que fizeram uso de procedimentos semelhantes. Assim, foi possível analisar os processos ocorrentes na cobertura pedológica e avaliar de que maneira a morfologia da vertente interfere na organização dos solos da região.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Topografia da vertente

O levantamento topográfico da vertente permitiu a elaboração do perfil topográfico com maior nível de precisão quando comparado ao confeccionado a partir de imagens de satélite. Dessa maneira, é possível observar na Figura 22, as diferenciações observadas na vertente em estudo, bem como a localização dos perfis. Destaca-se que existem concavidades e convexidades na área de estudo que, aparentemente, determinam a diferenciação dos solos descritos neste trabalho. Assim, pode-se inferir que os aspectos topográficos influem em aspectos pedogenéticos que se expressam na paisagem em questão.

Em termos de localização dos perfis na vertente a partir de sua compartimentação em segmentos, conforme Ruhe (1960), é possível afirmar que P1 encontra-se no topo da vertente, onde o relevo se caracteriza como aplainado. P2 localiza-se no ombro da vertente, onde o relevo possui um declive suave e a vertente apresenta convexidade. A partir deste local, há um ligeiro degrau e se inicia um segmento côncavo, onde está localizado o P3 (encosta superior). Alinhado lateralmente a este perfil, encontra-se o P3.1, localizado também em uma área côncava, coincidente com trecho de escoamento preferencial da água. Em um corte de estrada, também em trecho côncavo, encontra-se o P4 (encosta média) e, em direção a jusante, coincidente com outro corte, o P5 (encosta inferior). No sopé da vertente, em relevo aplainado, encontra-se localizado o P6.

Kampf e Curi (2012) apontam que a área do topo da superfície tende a ser mais estável, tendo em vista que a maior parte da água da chuva fica retida, predominando, portanto, o movimento hídrico vertical, culminando em um solo mais homogêneo. A convexidade no ombro da vertente é responsável por maior escoamento superficial, quando comparado ao topo, resultando em uma superfície mais instável. Na encosta predominam os processos de transporte lateral de material e de água. Já no sopé haveria a deposição de materiais.

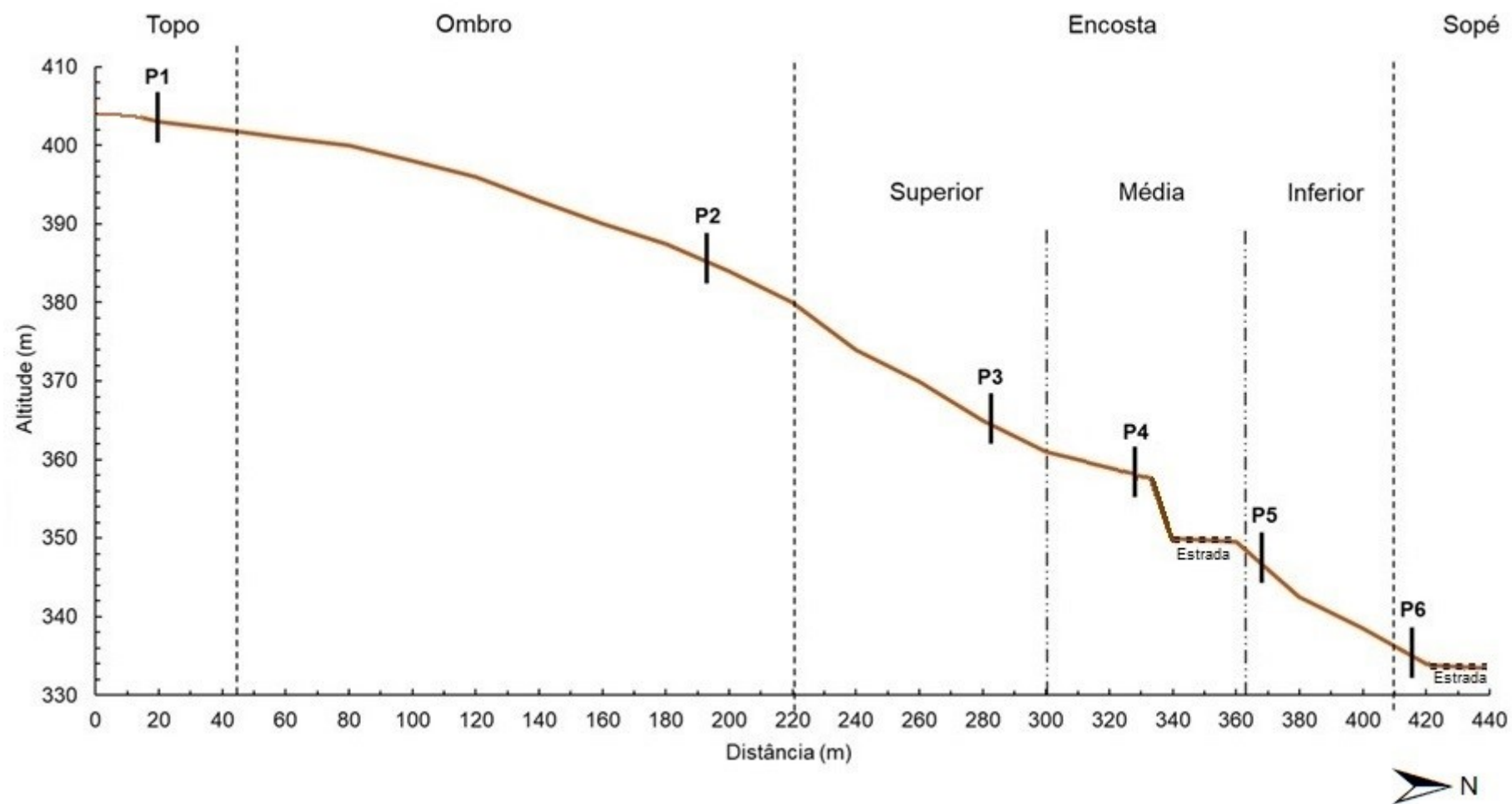


Figura 22: Perfil topográfico da vertente

5.2 Descrição morfológica e aspectos gerais dos solos

A partir da caracterização morfológica realizada em campo por meio de fichas descritivas (Anexo I), foram identificados os principais atributos macromorfológicos dos horizontes de cada perfil, sendo eles profundidade, transição entre horizontes, cor, estrutura, consistência e cerosidade (Quadro 2; Anexo III). Processos erosivos leves e ligeiramente aparentes foram observados na porção da vertente abrangida pelo alinhamento dos perfis 1 a 6. Já na porção onde se localiza o P3.1 foram observados processos erosivos em fluxo concentrado, com presença de sulcos. A cobertura vegetal na vertente é composta por gramíneas e o uso do solo se dá, basicamente, para pastagem. A classificação dos solos foi feita com base nos atributos de campo confirmados pelas primeiras análises realizadas em laboratório, no caso as análises físicas e químicas, que serão apresentadas nos itens 5.3 e 5.4, respectivamente.

P1 foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico (Figura 23), sendo nele identificados os horizontes A, Bw1, Bw2 e um transicional BC. O perfil encontra-se no topo da vertente, em altitude aproximada de 403 metros, em área de baixa declividade e relevo aplainado. O solo se caracteriza como acentuadamente drenado.

No P2, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (Figura 24), também foram identificados quatro horizontes, A, Bw1, Bw2 e BC. O perfil encontra-se no ombro da vertente, em relevo suave ondulado convexo, com altitude de aproximadamente 385 metros. Trata-se de um solo bem drenado.

Na encosta superior foi descrito o P3, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, constituído pelos horizontes A1, A2, AB, Bt1, Bt2 e BC (Figura 25). O perfil encontra-se em relevo suave ondulado com certa concavidade, com aproximadamente 365 metros de altitude, foi considerado moderadamente drenado. Foram identificados mosqueados de coloração amarelada (2,5Y6/8) no horizonte BC (Figura 26), além de fragmentos de rocha (litorelíqueas).

O Perfil P3.1, também em encosta superior, se trata de um ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto, com presença de horizonte de eluviação (Figura 27), e se encontra em alinhamento lateral aos perfis 3 e 4, seguindo a linha de nível do perfil 3 (Figura 19). Nele, foram identificados três horizontes, A, E e Bt, ou seja, foi observado horizonte típico de perda de material, além de cerosidade comum em Bt.

O relevo no local se caracteriza como suave ondulado côncavo, com altitude aproximada de 367 metros. O local coincide com área de drenagem e escoamento preferencial, com incidência de sulcos inclusive.

O P4, seguindo a classificação do SiBCS, é definido como ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, encontra-se na encosta média, em um corte de estrada de cerca de 6,8 metros de profundidade. Foram identificados cinco horizontes: A, AB, Bt, Bw e C (Figura 28). Destaca-se que, neste caso, a presença de horizonte Bw com todas as características que o definem como latossólico, faz com que tal perfil seja tratado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico⁹. A altitude aproximada do local é de 360 metros, com relevo ondulado a fortemente ondulado. O solo se caracteriza como acentuadamente drenado. Foram notados fragmentos de quartzo no horizonte C, além de cerosidade abundante forte.

P5, também classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto, encontra-se na encosta inferior da vertente, em um corte a 348 metros de altitude. Foram identificados os horizontes A, AB e Bt (Figura 29). O solo se caracteriza como moderadamente drenado. Foi observada cerosidade moderada a forte no horizonte Bt.

No sopé, P6 apresenta características típicas de Argissolos, especialmente em termos de estrutura, consistência e presença de cerosidade no horizonte BC. Porém, no momento da classificação do perfil, os horizontes não apresentaram mudança e gradiente textural, ficando definido como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico (Figura 30). Foram identificados três horizontes: A, Bi e BC, sendo que neste último foi observada a ocorrência de mosqueados com cores amareladas e avermelhadas. O perfil encontra-se em local de relevo suave ondulado, com altitude aproximada de 335 metros e é moderadamente drenado.

A Figura 31 apresenta a localização dos perfis e a distribuição dos principais horizontes descritos ao longo da vertente, de modo a representar, verticalmente e lateralmente, a distribuição da cobertura pedológica.

⁹ O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos não reconhece o “latossólico” como 4º nível categórico para ARGISSOLOS AMARELOS. Porém, pelas características dos horizontes diagnósticos do P4, este foi identificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico. Sua descrição morfológica, bem como os resultados das análises feitas para suas amostras deverão ser encaminhadas para o comitê específico da EMBRAPA SOLOS como forma de incluir tal classificação ao SiBCS.

Quadro 2 - Síntese da descrição morfológica dos solos

Horizontes	Profundidade	Transição	Cor		Estrutura	Consistência	Cerosidade
			Seca	Úmida			
Perfil 1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico							
A	0 – 16	Clara plana	10YR 4/6	10YR 3/4	Fraca a moderada pequena granular	Ligeiramente duro; firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
Bw1	16 – 65	Difusa plana	7,5YR 5/6	7,5YR 4/4	Fraca a moderada média a grande blocos subangulares	Duro; firme plástico ligeiramente pegajoso	-
Bw2	65 – 125	Clara plana	7,5YR 4/6	7,5YR 4/4	Fraca a moderada pequena a média blocos subangulares	Duro; firme plástico ligeiramente pegajoso	-
BC	125 - 155 +	-	7,5YR 5/8	7,5YR 4/6	Fraca a moderada pequena a média blocos subangulares	Duro; firme plástico ligeiramente pegajoso	-
Perfil 2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico							
A	0 – 23	Clara plana	10YR 4/4	10YR 3/6	Fraca a moderada pequena granular	Firme; ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
Bw1	23 – 36	Gradual plana	7,5YR 4/6	5YR 4/6	Fraca a moderada pequena blocos subangulares	Ligeiramente duro; friável a firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
Bw2	36 – 67	Difusa plana	5YR 5/6	5YR 4/6	Fraca a moderada média blocos subangulares	Ligeiramente duro; friável ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
BC	67 - 150 +	-	5YR 5/6	5YR 4/6	Fraca a moderada média blocos subangulares	Ligeiramente duro; friável plástico ligeiramente pegajoso	-
Perfil 3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico							
A1	0 – 6	Gradual plana	7,5YR 4/4	7,5YR 3/4	Forte média blocos angulares e subangulares	Duro; firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
A2	6 – 15	Gradual plana	7,5YR 5/6	7,5YR 4/6	Moderada pequena blocos subangulares	Ligeiramente duro; muito friável plástico pegajoso	-
AB	15 – 34	Clara plana	7,5YR 5/6	7,5YR 4/6	Fraca média blocos angulares e subangulares	Macio; muito friável plástico pegajoso	-
Bt1	34 – 71	Difusa plana	-	5YR 4/6	Moderada a forte média a grande blocos subangulares	Friável muito plástico pegajoso	-
Bt2	71 – 109	Difusa plana	-	2,5YR 4/6	Moderada grande blocos angulares e subangulares	Friável plástico pegajoso	-
BC	109 - 155 +	-	-	5YR 5/8	Fraca a moderada pequena a média blocos angulares que se desfazem em grumos	Muito friável plástico pegajoso	-

Perfil 3.1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico							
A	0 – 14	Clara plana	10YR 4/2	10YR 3/2	Fraca pequena granular	Ligeiramente duro	-
E	14 – 50	Clara plana	10YR 5/4	10YR 3/6	Fraca pequena a média blocos subangulares	Macio	-
Bt	50 - 78 +	-	10YR 4/6	10YR 4/6	Moderada pequena a média blocos subangulares	Ligeiramente duro	Comum
Perfil 4 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico							
A	0 – 90	Clara plana	10YR 5/8	10YR 3/4	Moderada média blocos subangulares	Ligeiramente duro; firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
BA	90 – 180	Clara plana	7,5YR 6/6	7,5YR 4/6	Forte média a grande blocos angulares	Duro; friável plástico pegajoso	-
Bt	180 – 330	Difusa ondulada	10YR 7/6	7,5YR 5/6	Moderada a forte média blocos subangulares	Duro; firme plástico pegajoso	-
Bw	330 – 500	Abrupta plana	7,5YR 6/8	5YR 5/6	Fraca média a grande blocos subangulares	Macio; friável plástico ligeiramente pegajoso	-
C	500 - 680 +	-	2,5YR 5/8	2,5YR 4/8	Moderada a forte pequena blocos subangulares	Duro; firme a muito firme plástico pegajoso	Abundante forte
Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico							
A	0 – 15	Gradual ondulada	5YR 4/4	5YR 3/4	Fraca pequena a média blocos subangulares	Macio; friável ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso	-
AB	15 – 30	Clara ondulada	5YR 4/6	5YR 3/4	Fraca pequena blocos subangulares	Ligeiramente duro; friável plástico pegajoso	-
Bt	30 - 140 +	-	7,5YR 5/8	7,5YR 4/6	Moderada pequena blocos angulares e média blocos subangulares	Muito duro; firme plástico pegajoso	Moderada a forte
Perfil 6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico							
A	0 – 57	Gradual plana	10YR 5/8	10YR 3/6	Forte pequena a média grumos	Macio; friável plástico pegajoso	-
Bi	57 – 110	Abrupta plana	10YR 6/6	10YR 4/6	Moderada média a grande blocos subangulares	Macio; friável a firme plástico pegajoso	-
BC	110 - 170 +	-	10YR6/8	10YR 5/6	Moderada a forte média a grande blocos angulares	Duro; firme plástico pegajoso	Fraca

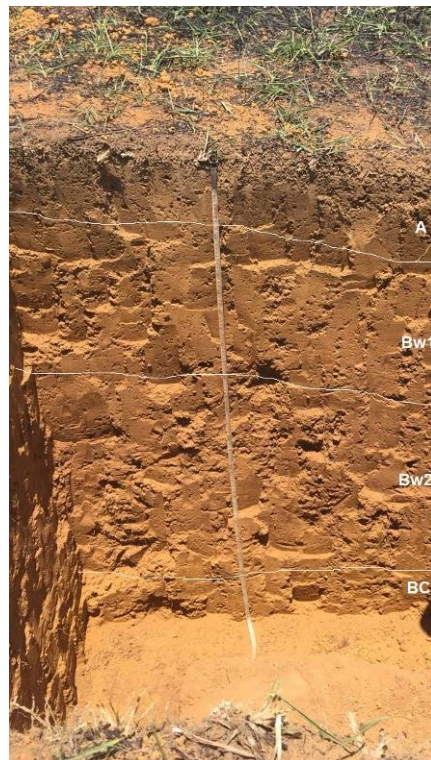


Figura 23: P1 – LATOSSOLO AMARELO
Distrófico argissólico



Figura 24: P2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO
Distrófico típico

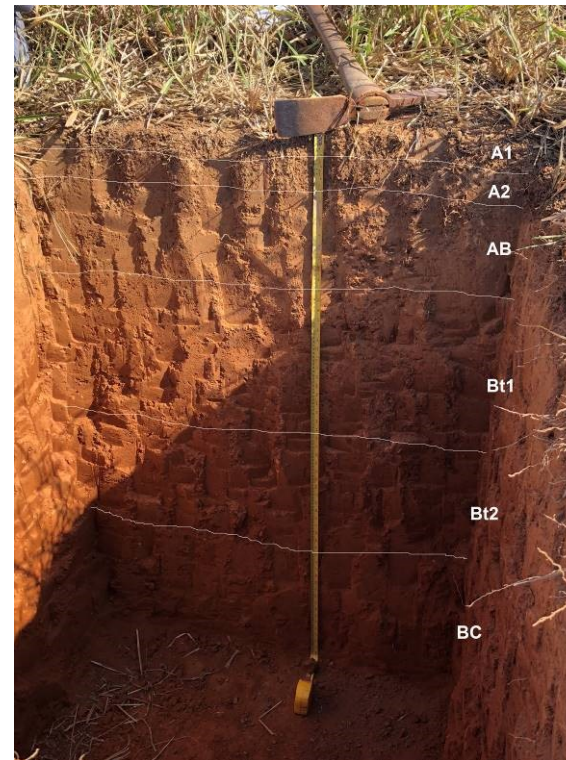


Figura 25: P3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
Distrófico típico



Figura 26: Mosqueado no horizonte BC do P3



Figura 27: P3.1 - ARGISSOLO AMARELO
Distrófico abruptico

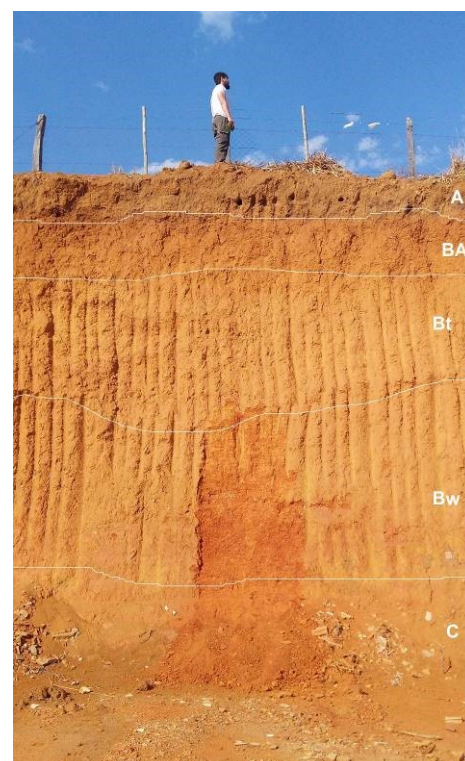


Figura 28: P4 - ARGISSOLO AMARELO
Distrófico latossólico



Figura 29: P5 – ARGISSOLO AMARELO
Distrófico abruptico



Figura 30: P6 - CAMBISSOLO HÁPLICO
Tb Distrófico argissólico

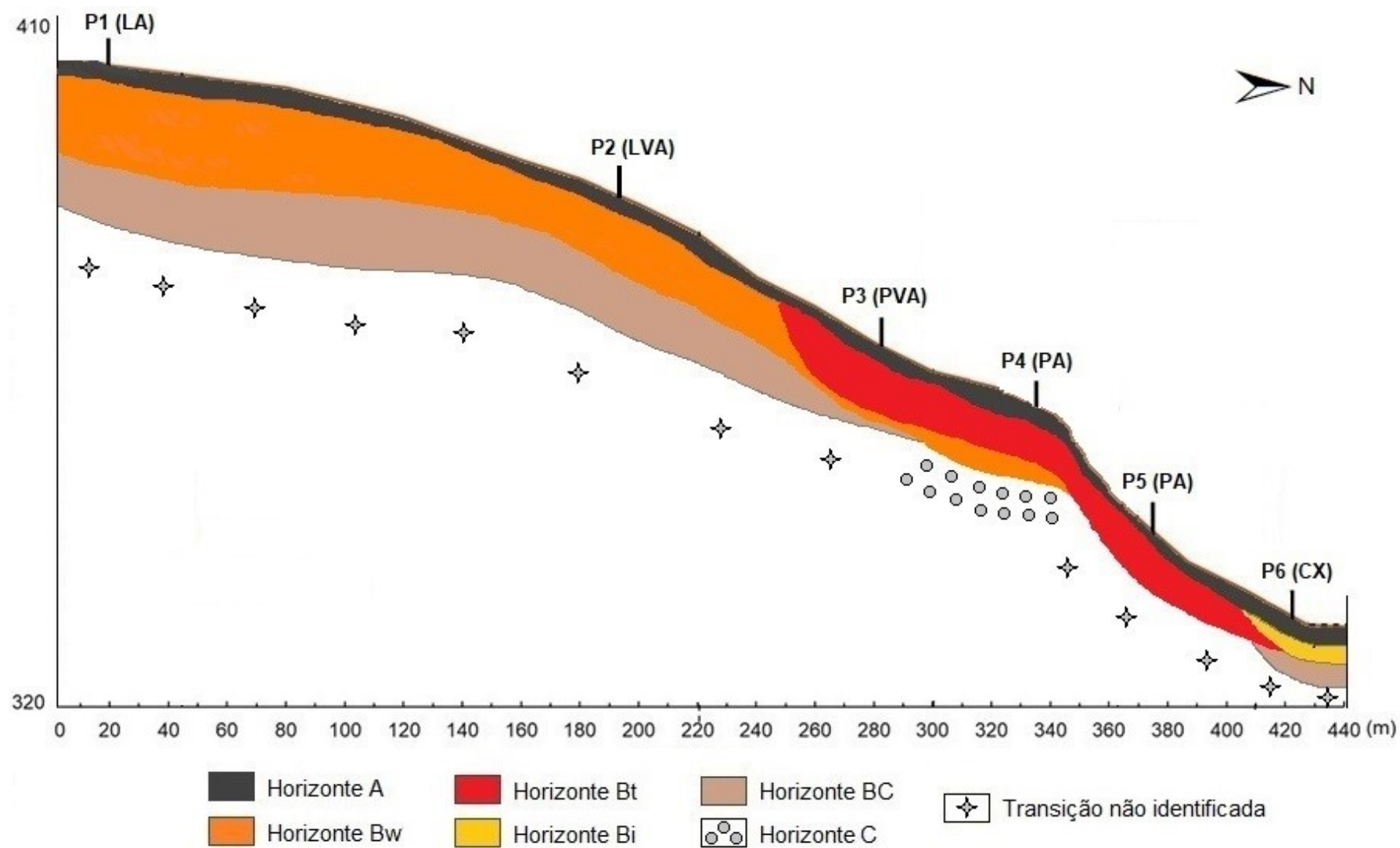


Figura 31: Distribuição da cobertura pedológica na vertente.

5.3 Análises físicas

Os resultados das análises físicas, que envolveram as composições granulométricas e a ADA, são apresentados na Tabela 1. Observa-se que em todos os horizontes A e nos transicionais AB há predomínio de areia, seguida por argila (inclusive no horizonte E, do P3.1). Já em relação aos horizontes B (e transicionais BA e BC) nota-se predomínio de argila, seguida por areia, com exceção do horizonte BC do P6, cuja tendência é semelhante à dos horizontes A (maior presença de areia, seguida de argila). O único horizonte com comportamento distinto é o C do P4, onde é observado 662 g/kg de silte, 293 g/kg de areia e apenas 44 g/kg de argila. No P3.1, verificou-se que os horizontes A e E possuem maiores quantidades de areia (superior a 670 g/kg em ambos os horizontes). Já no horizonte Bt há aproximadamente 600 g/kg de argila e 354 g/kg de areia.

Quando se compara o conteúdo de argila dos horizontes superficiais com os subsuperficiais, nota-se ocorrência de gradiente textural na encosta da vertente (perfis P3, P3.1, P4 e P5), contribuindo para a definição destes perfis como Argissolos. Salienta-se que, além da ocorrência de mudança textural, a porcentagem de areia é considerável especialmente nos horizontes superficiais dos perfis P3.1, P4 e P5. Os horizontes dos perfis P1 e P2, classificados como Latossolos, possuem comportamento semelhante em termos de distribuição textural. Também se verifica a predominância de silte apenas no horizonte C do P4 e elevada concentração de argila no horizonte Bt comparada à dos outros dois horizontes do P3.1.

Tabela 1 – Atributos físicos dos solos

Horizontes	Profundidade (cm)	Espessura (cm)	Composição Granulométrica (g/kg)				Classe Textural	Silte/Argila	Argila Dispersa em Água (g/kg)	Grau de Floculação (%)
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
Perfil 1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico										
A	0 - 16	16	344	210	124	322	Franco-argilo-arenosa	0,38	56,9	82,3
Bw1	16 - 65	49	204	191	112	493	Argilosa	0,23	16,1	96,7
Bw2	65 - 125	60	189	236	116	459	Argilosa	0,25	1,1	99,8
BC	125 - 155 +	30 +	188	192	100	520	Argilosa	0,19	0,9	99,8
Perfil 2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico										
A	0 - 23	23	273	224	144	360	Argilo-arenosa	0,40	55,5	84,6
Bw1	23 - 36	13	196	212	126	466	Argilosa	0,27	74,6	84,0
Bw2	36 - 67	31	128	154	108	610	Muito Argilosa	0,18	1,0	99,8
BC	67 - 150 +	83 +	143	164	88	605	Muito Argilosa	0,15	1,7	99,7
Perfil 3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico										
A1	0 - 6	6	290	253	120	337	Franco-argilo-arenosa	0,36	58,3	82,7
A2	6 - 15	9	261	261	171	307	Franco-argilo-arenosa	0,56	62,1	79,8
AB	15 - 34	19	263	278	111	347	Franco-argilo-arenosa	0,32	65,1	81,2
Bt1	34 - 71	37	161	220	126	493	Argilosa	0,26	73,1	85,2
Bt2	71 - 109	38	129	152	82	637	Muito argilosa	0,13	3,5	99,4
BC	109 - 155 +	46 +	133	190	104	574	Argilosa	0,18	0,7	99,9
Perfil 3.1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto										
A	0 - 14	14	353	335	101	211	Franco-argilo-arenosa	0,48	12,1	94,3
E	14 - 50	36	300	371	135	194	Franco-arenosa	0,70	16,7	91,4
Bt	50 - 78 +	28 +	163	191	49	597	Argilosa	0,08	2,5	99,6

Perfil 4 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico										
A	0 - 90	90	270	327	114	290	Franco-argilo-arenosa	0,39	46,7	83,9
BA	90 - 180	90	126	161	95	618	Muito Argilosa	0,15	0,6	99,9
Bt	180 - 330	150	152	190	109	549	Argilosa	0,20	0,7	99,9
Bw	330 - 500	170	160	215	153	472	Argilosa	0,32	0,5	99,9
C	500 - 680 +	180 +	149	144	662	45	Franco-siltosa	14,86	0,5	98,8
Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupático										
A	0 - 15	15	292	354	97	257	Franco-argilo-arenosa	0,38	46,0	82,1
AB	15 - 30	30	263	326	125	286	Franco-argilo-arenosa	0,44	54,0	81,1
Bt	30 - 140 +	110 +	147	168	89	596	Argilosa	0,15	0,9	99,9
Perfil 6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico										
A	0 - 57	57	275	250	137	338	Franco-argilo-arenosa	0,41	26,1	92,3
Bi	57 - 110	53	202	212	74	512	Argilosa	0,14	1,3	99,8
BC	110 - 170 +	60 +	221	234	105	439	Argilo-arenosa	0,24	1,5	99,7

De acordo com Santos et al. (2018), a relação silte/argila pode ser utilizada como indicador do estágio de intemperismo de solos em regiões tropicais. Assim, considera-se que intemperismo de alto grau é verificado em solos com textura média que possuem valores para relação silte/argila menores que 0,7 na maior parte do horizonte B, e em solos com textura argilosa ou muito argilosa com valor inferior a 0,6.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que, ao longo da vertente, os horizontes B apresentaram, em geral, textura argilosa. Analisando a relação silte/argila nos horizontes B, observam-se valores menores que 0,3, o que pode indicar alto grau de intemperismo. Apenas o horizonte C do P4 apresentou relação silte/argila consideravelmente superior a todos os outros horizontes (14,86). É importante considerar, entretanto, que os maiores valores de argila não indicam, necessariamente, gênese associada ao intemperismo da rocha matriz, especialmente quando se analisam os horizontes Bt. Nestes, a presença da argila está relacionada a processos de migração lateral e vertical ao longo do perfil e da vertente, o que pode provocar o enriquecimento absoluto de tal partícula.

Em termos gerais, a relação silte/argila tende a diminuir nos horizontes mais profundos dos perfis, com exceção para o P4, e aparenta ligeiro crescimento médio com a diminuição da altitude, conforme também observado por Demattê et al. (1996) em topossequência Latossolo-Argissolo e por Campos et al. (2007) em sequência de Latossolos. Os referidos trabalhos destacam a associação entre a relação silte/argila e o grau de intemperismo, de modo que Campos et al. (2007) encontraram maiores valores da relação na escarpa e no sopé, sob a justificativa de que teriam sido “influenciados grandemente pelo declive mais acentuado, o que dificulta a ação do intemperismo” (CAMPOS et al., 2007, p.523). Campos et al. (2012) também apontaram relação silte/argila maior em superfície geomórfica considerada menos evoluída quando analisaram uma topossequência em Humaitá (AM). Salienta-se que, considerando a pedogênese *in situ*, a tendência seria de aumento da concentração de silte e diminuição da concentração da argila com a profundidade. A observância de uma situação contrária na vertente pode ser uma evidência da movimentação vertical e lateral da argila, o que acentua sua concentração em maior profundidade.

Almeida Neto et al. (2009) apontam que a argila dispersa em água permite uma avaliação relativa em termos de grau de estruturação dos solos, de maneira

que solos mais estruturados apresentam, comumente, argila floculada e de menor susceptibilidade à dispersão. Salienta-se que tal comportamento pode estar presente em solos mais antigos tendo em vista que o maior tempo permitiria o desenvolvimento de uma estrutura mais forte. Os maiores valores para a ADA foram observados, de maneira geral, nos horizontes superficiais. Demattê et al. (1996) também observaram maiores valores de ADA nos horizontes superficiais, justificando a relação para com a matéria orgânica. Ker (1997) destaca, ainda, a tendência geral de maiores teores de argila dispersa em água nos horizontes superficiais e subsuperficiais de Latossolos e Argissolos. O autor aponta a influência da matéria orgânica nos horizontes superficiais e, nos subsuperficiais, tanto dos “componentes orgânicos como pela sílica, ambos contribuindo para o rebaixamento do ponto de carga zero (PCZ), gerando mais cargas negativas e, conseqüentemente, maior dispersão” (KER, 1997, p.25).

No solo, com um todo, os valores mais baixos para a ADA foram verificados no P3.1. Destaca-se, ainda que a forma do relevo interfere de maneira direta no comportamento hídrico dos solos, tendo em vista que influencia na ocorrência de ciclos de umedecimento e secagem, o que diminui, conseqüentemente, a estabilidade dos agregados. Assim, há aumento da ADA, favorecendo a migração de argila e a formação do Bt. Os valores relativos à ADA foram utilizados para o cálculo do grau de floclação¹⁰. Todos os horizontes superiores A e transicionais AB apresentaram valores mais baixos. Os valores elevados, próximo a 100%, nos horizontes mais inferiores dos Latossolos são semelhantes àqueles apresentados por Ker (1997) para Latossolos Amarelos. Santos et al. (2010), analisando uma topossequência composta por Cambissolo, Argissolo e Gleissolo no Vale do Paraíba do Sul (SP), verificaram que o menor grau de floclação “nos horizontes superficiais favorece a remoção seletiva das argilas e o mecanismo de translocação e, conseqüentemente, a elevação do gradiente textural” nos perfis classificados como Argissolos (SANTOS et al., 2010, p.1301). Nunes et al. (2000), analisando Latossolos e Argissolos na Zona da Mata Mineira, observam maiores valores de ADA em horizonte AB quando comparada a horizontes subjacentes, que

¹⁰ $G_{fio} = \frac{(a - b)}{a} \times 100$

Em que: G_{fio} = grau de floclação, em dag kg⁻¹ (%); a = concentração de argila total (g kg⁻¹); b = concentração de argila dispersa em água (g kg⁻¹).

apresentaram maior grau de floculação. Os autores corroboram, então, com observações de Perecin (1973) e Moniz (1996), apontando que horizontes B latossólicos evoluem para horizontes B texturais, quando existem condições físico-hídricas para que ocorra iluviação de argila. Assim, “a presença de argila dispersa nos horizontes superiores pode ser o fator que dispara, ou um processo de argiluviação com conseqüente entupimento de poros em subsuperfície, ou sua remoção lateral” (NUNES et al., 2000, p.106).

5.4 Análises químicas

Os resultados das análises relativas a pH, carbono orgânico total e fertilidade encontram-se na Tabela 2. O ΔpH é um índice que expressa a diferença entre o pH em KCl e o pH em água, sendo correlacionado ao balanço de cargas elétricas do solo. Quando o pH em água é maior que o pH em KCl, há predomínio de cargas negativas no solo, e quando o pH em KCl supera o pH em água predominam cargas positivas. Os óxidos, em geral, tendem a possuir cargas variáveis que se tornam positivas quando em condições de pH baixo, ou seja, quando há predomínio de cargas positivas no solo, pode-se estabelecer uma relação com a predominância de óxidos, e, conseqüentemente com o grau de evolução do solo, tendo em vista que solos mais evoluídos tendem a possuir maior quantidade de óxidos.

Bt	180 - 330	6,00	5,85	-0,15	0,96	1,70	0,63	0,02	0,04	3,1	1,61	0,06	2,39	4,00	59,75	2,45	
Bw	330 - 500	5,92	4,54	-1,38	0,12	0,27	0,09	0,02	0,05	1,0	2,19	0,29	0,43	2,62	16,41	40,28	
C	500 - 680 +	5,15	4,2	-0,95	0,37	0,35	0,09	0,01	0,04	2,1	3,87	1,23	0,49	4,36	11,24	71,51	
Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico																	
A	0 - 15	5,48	4,28	-1,2	4,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AB	15 - 30	5,63	4,32	-1,31	3,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bt	30 - 140 +	5,07	5,19	0,12	0,56	1,20	1,23	0,02	0,02	2,7	2,10	0,07	2,47	4,57	54,05	2,76	
Perfil 6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico																	
A	0 - 57	4,62	3,93	-0,69	4,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	57 - 110	5,11	4,91	-0,2	2,22	1,75	1,00	0,05	0,04	1,9	1,84	0,03	2,84	4,68	60,68	1,05	
BC	110 - 170 +	5,66	4,67	-0,99	1,38	0,90	0,77	0,02	0,03	3,5	2,17	0,15	1,72	3,89	44,22	8,02	

Observa-se que todos os horizontes analisados apresentaram valores negativos para o ΔpH , excetuando o horizonte Bt do P5. Além disso, verifica-se que do topo da vertente até a encosta superior tal parâmetro fica menos negativo no horizonte mais profundo, BC, ao contrário do que ocorre no sopé, quando o horizonte BC do P6 possui maior carga negativa para o ΔpH . Salienta-se, ainda, que o perfil com maior carga negativa foi o P2 e aquele com menor carga foi o P5 (inclusive com carga positiva no horizonte Bt). O ΔpH do Bt do P3.1 é semelhante aos valores dos Bt do P3, estando os perfis alinhados lateralmente. Campos et al. (2007) observaram maiores valores no balanço de cargas líquidas negativas, expresso pelo ΔpH , nos horizontes B de solos em superfície geomórfica mais rejuvenescida, ou seja, onde ocorrem solos com menor grau de evolução. A mesma situação foi verificada por Campos et al. (2012), ou seja, ΔpH mais negativo em superfície geomórfica menos evoluída, indicando, ainda, solos mais intemperizados na área de maior altitude da paisagem analisada.

A análise do carbono orgânico total foi utilizada com o intuito de contribuir para a classificação dos horizontes e dos perfis em estudo, sendo que o teor deste é significativamente maior nos horizontes superiores, influenciado pela matéria orgânica, e diminui com o aumento da profundidade, conforme também observado por Demattê et al. (1996).

As análises relativas à fertilidade apontam que a soma de bases (valor S), em geral, diminui com o aumento da profundidade, sendo que os menores valores são observados no Latossolo do topo e os maiores no Cambissolo no sopé. Salienta-se que o relevo aplainado no topo proporciona maior infiltração da água e, conseqüentemente, maior lixiviação, o que pode justificar os menores valores para a soma de bases neste local. A capacidade de troca catiônica (valor T) diminui com o aumento da profundidade, exceto no Argissolo da encosta média (P4), onde no horizonte C é encontrado o maior valor. Os menores valores são encontrados no P4 e os maiores no Latossolo do topo (P1), influenciado especificamente pelas maiores concentrações de H^+ e Al^{3+} . A porcentagem de saturação por bases (V%) diminui com o aumento da profundidade, exceto no P3, quando diminui do Bt1 para o Bt2, mas aumenta no horizonte C. Os menores valores são observados no Latossolo do topo (P1) enquanto os maiores estão no Cambissolo (P6), seguido pelo Argissolo da encosta inferior (P5). A porcentagem de saturação por alumínio (m%) aumenta com a profundidade, exceto no P4, quando aumenta no Bt2 e diminui no horizonte C. Os

menores valores são notados no Argissolo da encosta média (P5), seguido pelo Cambissolo (P6), e os maiores são do Latossolo do topo (P1).

5.5 Análises mineralógicas

Em todos os horizontes subsuperficiais (B e transicionais BC) dos sete perfis, o mineral predominante identificado nos difratogramas de raios X da fração argila foi a caulinita (Quadro 3). Kampf et al. (2012) apontam que a composição eminentemente caulínica dos solos brasileiros se deve à possibilidade de sua formação a partir de diferentes minerais, necessitando, apenas, da remoção de cátions básicos e sílica. Segundo os autores, “o processo de dessilicação parcial, dominante nas regiões de clima quente e úmido, favorece a formação e a estabilidade da caulinita nos solos” (KAMPF et al., 2012, p.89).

Quadro 3 – Constituição mineralógica da fração argila

Horizontes	Prof. (cm)	Mineralogia
Perfil 1 – LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico		
Bw1	16 - 65	Caulinita; Gibbsita
Bw2	65 - 125	Caulinita; Goethita
BC	125 - 155 +	Caulinita; Quartzo; Goethita
Perfil 2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico		
Bw1	23 - 36	Caulinita; Goethita
Bw2	36 - 67	Caulinita; Goethita; Gibbsita
BC	67 - 150 +	Caulinita; Goethita
Perfil 3 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico		
Bt1	34 - 71	Caulinita; Goethita
Bt2	71 - 109	Caulinita; Ilita; Goethita
BC	109 - 155 +	Caulinita; Gibbsita
Perfil 3.1 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico		
Bt	50 - 78 +	Caulinita; Sílica
Perfil 4 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico		
Bt	180 - 330	Caulinita; Goethita
Bw	330 - 500	Caulinita; Gibbsita

Perfil 5 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto		
Bt	30 - 140 +	Caulinita; Sílica
Perfil 6 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico		
Bi	57 - 110	Caulinita; Goethita
BC	110 - 170 +	Caulinita; Goethita

Ker (1997) destaca como característica típica dos Latossolos, o predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio na fração argila, sendo a goethita e a gibbsita também identificadas nos perfis. Melo et al. (2001) destacam que normalmente estes óxidos influenciam na determinação da cor e nas características da estrutura e das reações de troca iônica dos solos. Os autores afirmam que dentre os fatores que favorecem a formação da goethita estão as baixas temperaturas, valores de pH mais baixos, alta umidade e maior teor de matéria orgânica. Em relação à presença da gibbsita, Vendrame et al. (2011) apontam que ela está associada ao intenso intemperismo, que é favorecido por temperaturas elevadas e circulação hídrica intensa, promovendo a saída de sílica e de bases. Ávila e Carvalho (2012), analisando Latossolos na Depressão de Gouveia (MG), relacionam a presença de gibbsita ao processo de alitização, apontando que em condições de lixiviação acentuada ocorre uma dessilicatização completa (alitização) e a caulinita se decompõe, formando hidróxidos de alumínio. Kampf et al. (2012) também afirmam que em muitos solos tropicais é comum a precipitação da gibbsita a partir da dissolução da caulinita. A análise mineralógica do estudo de Cherem (2012), analisando Argissolos e Latossolos nos planaltos escalonados do sudeste mineiro, apontou para maiores concentrações de alumínio, silício e ferro, corroborando com os dados apresentados, com predomínio de caulinita na fração argila, além da ocorrência também de ilita, hematita, goethita e gibbsita.

Os perfis 1 e 2, ambos Latossolos, apresentaram caulinita, gibbsita, goethita e sílica, sendo que nos horizontes Bw1 e Bw2 a caulinita esteve presente de forma bastante marcante quando comparada aos outros minerais. Em P1, o horizonte Bw1 apresentou, ainda, gibbsita e Bw2 goethita. No P2, o horizonte Bw1 apresentou goethita e o Bw2 goethita e gibbsita. No horizonte BC do P1 houve, além da caulinita, quartzo e goethita. Já no BC do P2, além da caulinita, foi identificada goethita. Observa-se que a goethita aparece, portanto, a partir do Bw2 do P1. Nos

Argissolos também foram identificados, além da caulinita, goethita, ilita, gibbsita e quartzo. No perfil 3 o Bt1 também apresentou goethita, o Bt2 ilita e goethita e o BC gibbsita. Comparando-se este perfil com os perfis subjacentes constata-se uma diferenciação em razão da presença da ilita, mineral secundário do tipo 2:1 do grupo das micas. No horizonte Bt do P3.1 houve quartzo, além da caulinita. Nos horizontes do P4 foram identificadas goethita no Bt e gibbsita no Bw. Já no Bt do P5 apenas quartzo foi identificado, além da caulinita, comportamento semelhante ao Bt do P3.1. No Cambissolo da base da vertente, ambos os horizontes, Bi e BC, apresentaram caulinita e goethita.

Constata-se que, em geral a constituição mineral dos horizontes revela alto grau evolutivo da cobertura tendo em vista a predominância de caulinita e óxidos. A única exceção é em relação ao P3, quando a ilita esteve presente no horizonte Bt2. Saliencia-se, ainda, que a similaridade em termos de composição mineralógica dos perfis evidencia a natureza similar do material de origem. Além disso, nota-se a influência hídrica na presença de alguns minerais e, conseqüentemente, na determinação das classes de solos, na medida em que a cor amarela do Latossolo Amarelo do topo, por exemplo, pode se justificar pela presença de hidróxido de ferro (goethita), enquanto que no Latossolo Vermelho-Amarelo pela de óxidos de ferro (hematita).

5.6 Análises micromorfológicas

As análises micromorfológicas dos perfis permitiram o entendimento do comportamento dos horizontes em nível de microestrutura. Assim, procurou-se estabelecer relações entre os horizontes, identificando aspectos que evidenciassem o caráter evolutivo da cobertura pedológica. Nesse sentido, são apresentados os dados relevantes, associados à descrição de cada lâmina delgada.

A caracterização do fundo matricial partiu da análise da distribuição relativa dos materiais, tendo sido identificadas, portanto, as concentrações de material grosso, material fino e poros em cada horizonte (Tabela 3). Observa-se que a distribuição relativa dos constituintes, em termos de porcentagem da área da lâmina ocupada, revela aspectos importantes do solo, apresentando comportamento distinto entre os horizontes e perfis apresentados.

Nos Latossolos, de maneira geral, há aumento da concentração relativa de material grosso com o aumento da profundidade dos perfis, ainda que tenha havido uma diminuição considerável do Bw1 para o Bw2 do P2. O P3.1 apresentou características que corroboram com a identificação como um Argissolo típico, ou seja, presença de horizonte E com predominância de material grosso (65%) e diminuição significativa deste para o horizonte Bt, com 30%. Destaca-se que o material fino segue tendência inversa nestes horizontes, ou seja, aumenta de maneira considerável do horizonte E para o Bt (de 20 para 50%). Nos outros Argissolos, P3, P4 e P5, os poros diminuem com o aumento da profundidade. Em P3 e P5 os materiais grossos também diminuem com a profundidade e os finos aumentam nos horizontes mais profundos. Já no P4 há aumento dos grossos acompanhando a profundidade e diminuição dos finos no mesmo sentido. No Cambissolo, houve diminuição do material grosso com o aumento da profundidade, porém a presença de finos se manteve constante no perfil.

Tabela 3 – Distribuição relativa dos constituintes do fundo matricial por horizonte

Horizonte	Profundidade (cm)	Material Grosso (%)	Material Fino (%)	Poros (%)
Perfil 1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico				
A	0 - 16	-	-	-
Bw1	16 - 65	30	45	25
Bw2	65 - 125	40	45	15
BC	125 - 155 +	40	45	15
Perfil 2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico				
A	0 - 23	30	50	20
Bw1	23 - 36	55	30	15
Bw2	36 - 67	30	50	20
BC	67 - 150 +	40	45	15
Perfil 3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico				
A1	0 - 6	-	-	-
A2	6 - 15	40	20	40
AB	15 - 34	35	40	25
Bt1	34 - 71	30	50	20
Bt2	71 - 109	30	55	15
BC	109 - 155 +	30	55	15
Perfil 3.1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico				
A	0 - 14	-	-	-
E	14 - 50	65	20	15
Bt	50 - 78 +	30	50	20
Perfil 4 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico				

A	0 - 90	20	55	25
BA	90 - 180	25	55	20
Bt	180 - 330	25	55	20
Bw	330 - 500	35	40	25
C	500 - 680 +	35	45	20
Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico				
A	0 - 15	35	35	30
AB	15 - 30	35	45	20
Bt	30 - 140 +	30	55	15
Perfil 6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico				
A	0 - 57	-	-	-
Bi	57 - 110	40	45	15
BC	110 - 170 +	35	45	20

A partir da definição da distribuição relativa do fundo matricial, foi feita a descrição de cada constituinte (material grosso, material fino/micromassa e poros), além da microestrutura (agregados/pedalidade), da distribuição relativa e de possíveis feições pedológicas. Todos os elementos foram descritos e sintetizados no Quadro 4. Salienta-se que em termos de microestrutura foram caracterizados o grau de desenvolvimento dos agregados e seleção, classes e formas e grau de arredondamento. Em relação ao fundo matricial, o material grosso foi descrito quanto ao grau de seleção, dimensão, frequência, mineralogia, grau de arredondamento e exoscopia; o material fino quanto à cor, orientação de base e relativa; e os poros quanto à dimensão, classificação morfológica, classe de alisamento, distribuição, orientação e gênese. As feições pedológicas identificadas também foram devidamente caracterizadas quanto ao tipo, distribuição e características internas.

Quadro 4 – Síntese da descrição micromorfológica dos solos

Horizonte	Profundidade (cm)	Microestrutura, pedaliidade e porosidade	Fundo Matricial			Feições Pedológicas
			Material Grosso	Micromassa	Distribuição relativa	
Perfil 1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico						
Bw1	16 - 65	Blocos e grânulos subarredondados (microagregados). Pedaliidade moderada. Poros intergranulares, lineares e agrupados. Pedoporos.	Moderadamente selecionado; frequentes. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados e cariados.	Bruno. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica.	Feição de preenchimento circular, denso completo, discreto. Nódulo ferruginoso esférico e irregular.
Bw2	65 - 125	Blocos e grânulos subarredondados (microagregados). Pedaliidade desenvolvida. Poros intergranulares, aleatórios. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados e cariados.	Bruno. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica.	Nódulo ferruginoso esférico.
BC	125 - 155 +	Blocos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares, lineares. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados e cariados.	Bruno forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Porfírica a enáulica.	Nódulo ferruginoso esférico e irregular.
Perfil 2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico						
A	0 - 23	Blocos e grânulos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares e planares, lineares e bandados. Pedoporos.	Moderadamente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados.	Bruno-amarelado-escuro. Orientação não resolvível e estriada. Trama sépica.	Porfírica a enáulica.	Concentrações plásmicas em torno dos poros.
Bw1	23 - 36	Blocos e grânulos subarredondados (microagregados). Pedaliidade moderada. Poros em cavidades, agrupados. Pedoporos.	Moderadamente selecionado; dominante. Areia fina e média. Quartzos angulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama assépica.	Porfírica para gefúrica.	Nódulo ferruginoso esférico e irregular.
Bw2	36 - 67	Blocos e grânulos subarredondados (microagregados). Pedaliidade moderada. Poros intergranulares e planares, lineares e bandados. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Porfírica a enáulica.	Feição de preenchimento planar, denso incompleto, discreto. Nódulo ferruginoso elipsoidal.
BC	67 - 150 +	Blocos subangulares. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares, lineares e agrupados. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Porfírica a enáulica.	Nódulo ferruginoso esférico.
Perfil 3 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico						
A2	6 - 15	Blocos e grânulos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares e canais, lineares e bandados. Pedoporos e bioporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos angulares e subangulares, fragmentados.	Bruno-forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica.	Feição de preenchimento circular, denso completo, discreto.
AB	15 - 34	Blocos e grânulos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares e canais, lineares e bandados. Pedoporos e bioporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	-
Bt1	34 - 71	Blocos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares e canais, lineares. Pedoporos e bioporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural ocasionais. Feição de preenchimento circular, denso completo, discreto.
Bt2	71 - 109	Blocos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares, lineares. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Vermelho. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural ocasionais.
BC	109 - 155 +	Blocos subarredondados. Pedaliidade moderada. Poros intergranulares, lineares. Pedoporos.	Pobremente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Nódulo ferruginoso esférico.
Perfil 3.1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico						

E	14 - 50	Blocos e grânulos subarredondados. Pedalidade moderada a desenvolvida. Poros intergranulares, lineares. Pedoporos.	Moderadamente selecionado; dominante. Areia fina e média. Quartzos subangulares, fragmentados, cariados e alguns ferruginizados.	Bruno-amarelado-escuro. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Gefúrica.	Feição de preenchimento linear, denso completo, discreto.
Bt	50 - 78 +	Blocos e grânulos subarredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares, lineares. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; frequentes. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural numerosas.
Perfil 4 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico						
A	0 - 90	Blocos e grânulos arredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares (algumas câmaras), lineares e agrupados. Pedoporos.	Moderadamente selecionado; frequentes. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-amarelado-escuro. Orientação moderada, manchada e estriada. Trama sépica.	Porfírica a enáulica.	Feições de revestimento textural abundantes.
BA	90 - 180	Blocos e grânulos arredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares (algumas câmaras), lineares e agrupados. Pedoporos.	Mal selecionado; frequentes. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-forte. Orientação moderada e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural abundantes.
Bt	180 - 330	Blocos arredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares (algumas câmaras), lineares e agrupados. Pedoporos.	Mal selecionado; frequentes. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-forte. Orientação moderada e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural abundantes. Feição de preenchimento, solto contínuo, discreto.
Bw	330 - 500	Blocos e grânulos subarredondados (microagregados). Pedalidade moderada a desenvolvida. Poros intergranulares, lineares e agrupados. Não orientados. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média (grãos maiores). Quartzos subarredondados, fragmentados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	-
C	500 - 680 +	Blocos subarredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares (algumas câmaras), lineares e agrupados. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média (grãos maiores). Quartzos, em geral, angulares e subangulares, fragmentados.	Vermelho. Não orientado e contínua. Trama assépica.	Enáulica a porfírica.	Feição de preenchimento circular, solto contínuo, discreto.
Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico						
A	0 - 15	Blocos e grânulos subarredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares, aleatórios. Pedoporos e bioporos.	Moderadamente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados.	Bruno-avermelhado. Não orientado e contínua. Trama sépica.	Enáulica.	Feições de revestimento textural ocasionais. Feição de preenchimento circular, denso completo, discreto.
AB	15 - 30	Blocos e grânulos subarredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares e planares, lineares. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Vermelho-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	-
Bt	30 - 140 +	Blocos subarredondados. Pedalidade moderada. Poros intergranulares e canais, lineares aleatórios. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados.	Bruno-forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica a porfírica.	Feições de revestimento textural numerosas.
Perfil 6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico						
Bi	57 - 110	Blocos e grânulos subarredondados. Pedalidade moderada a desenvolvida. Poros intergranulares e câmaras, agrupados. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares e subarredondados, fragmentados e cariados.	Bruno-forte. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica.	Feições de revestimento textural abundantes. Feição de preenchimento circular, solto contínuo, discreto.
BC	110 - 170 +	Blocos arredondados. Pedalidade moderada a desenvolvida. Poros intergranulares, lineares e bandados. Pedoporos.	Pobrememente selecionado; comuns. Areia fina e média. Quartzos subangulares, fragmentados e cariados.	Bruno-amarelado. Orientação não resolvível e manchada. Trama sépica.	Enáulica.	Feições de revestimento textural abundantes. Feição de preenchimento linear, denso solto, discreto.

No LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, P1, foram analisadas seções delgadas dos horizontes Bw1, Bw2 e BC, tendo sido observadas características semelhantes em termos de microestrutura (Figura 32). O material fino e os poros apresentaram comportamento similar, inclusive em relação à coloração da micromassa, especialmente nos horizontes Bw1 e Bw2. Já o material grosso encontra-se em maior quantidade e tamanho no horizonte BC, corroborando com os dados da tabela 3. Nos três horizontes são notados fragmentos de quartzo.

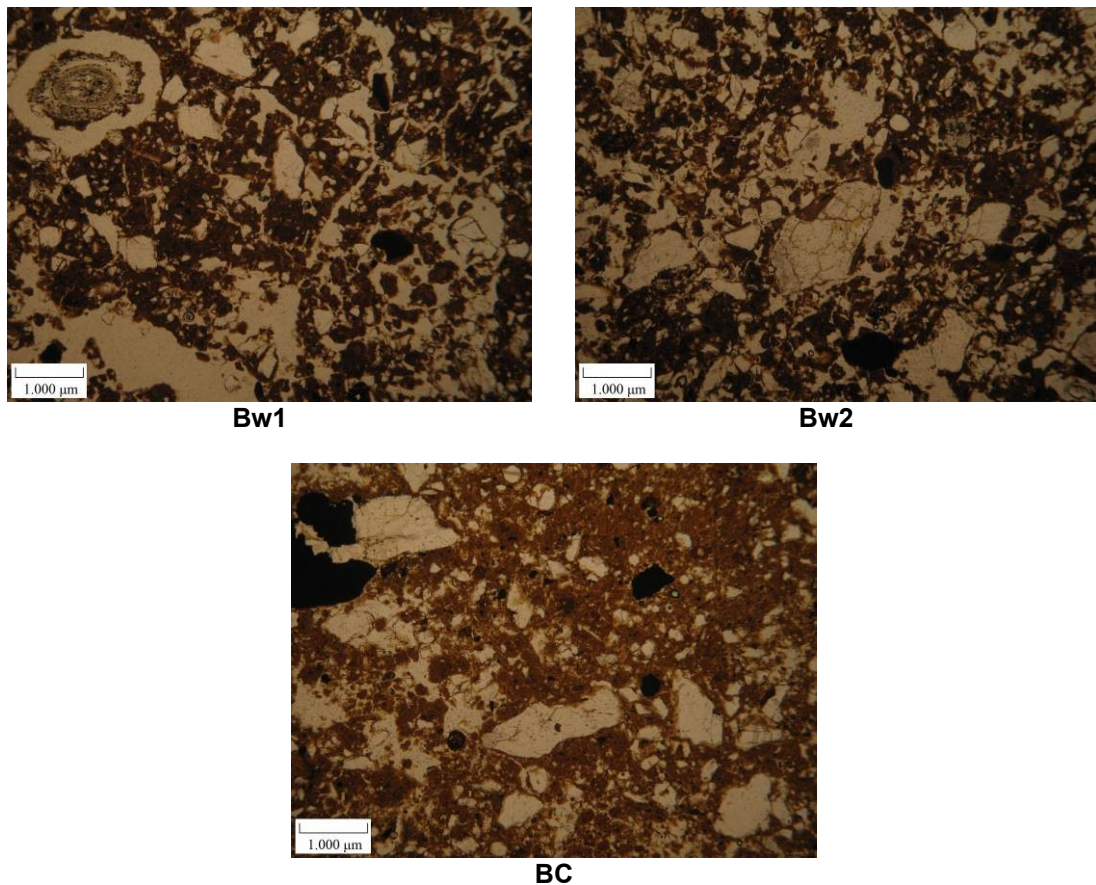


Figura 32: Fotomicrografias do P1 (aumento – 2,5X). Observa-se microestrutura, material grosso e micromassa com comportamento semelhante nos horizontes. O material grosso, composto basicamente por quartzo, é encontrado em maior quantidade e tamanho no horizonte mais subsuperficial, BC.

Em termos de feições pedológicas, são recorrentes, nos três horizontes, nódulos ferruginosos com trama indiferenciada. Na Figura 33a é possível observar em detalhe, com aumento de 10X, uma feição de preenchimento circular, preenchido por raiz no horizonte Bw1. No BC foram notadas feições semelhantes a concentrações plásmicas e nódulos ferruginosos (Figura 33b). Destaca-se, ainda,

que a presença de distribuição relativa enáulica nos três horizontes indica a ocorrência de abertura do plasma, com material fino sendo dissociado do grosso, favorecendo a formação de agregados menores (microagregados).

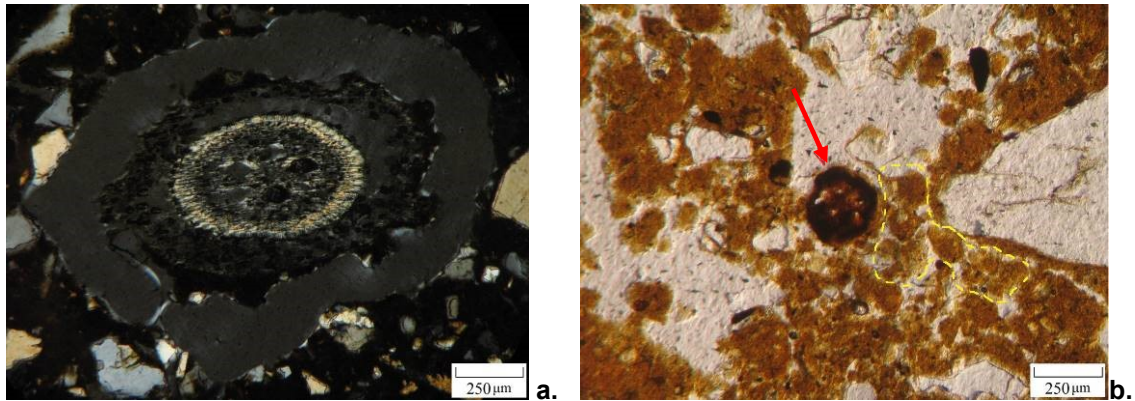


Figura 33: Fotomicrografias dos horizontes Bw1 e BC do P1 (aumento – 10X); a. Feição de preenchimento por raiz no horizonte Bw1, observada com nicóis cruzados; b. Nódulo ferruginoso no horizonte BC (seta vermelha), indícios de microagregação (linha tracejada amarela).

No LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, P2, foram analisados os horizontes A, Bw1, Bw2 e BC, sendo possível observar com nitidez a diferença na coloração do horizonte superior, mais amarelado que os demais, conforme definido, também, na descrição morfológica (Figura 34). A concentração de material grosso, composto basicamente por quartzo, aumenta com a profundidade, sendo em maior quantidade e mais fragmentados do que aqueles identificados em P1. As características gerais da micromassa e dos poros apresentam similaridade entre os horizontes. Aspectos associados a feições pedológicas se destacam, como a ocorrência de concentrações plásmicas no entorno dos poros no horizonte A e feição de preenchimento planar no Bw2. Nos horizontes Bw1, Bw2 e BC foram observados, ainda, nódulos ferruginosos de tamanho superior aos do P1.

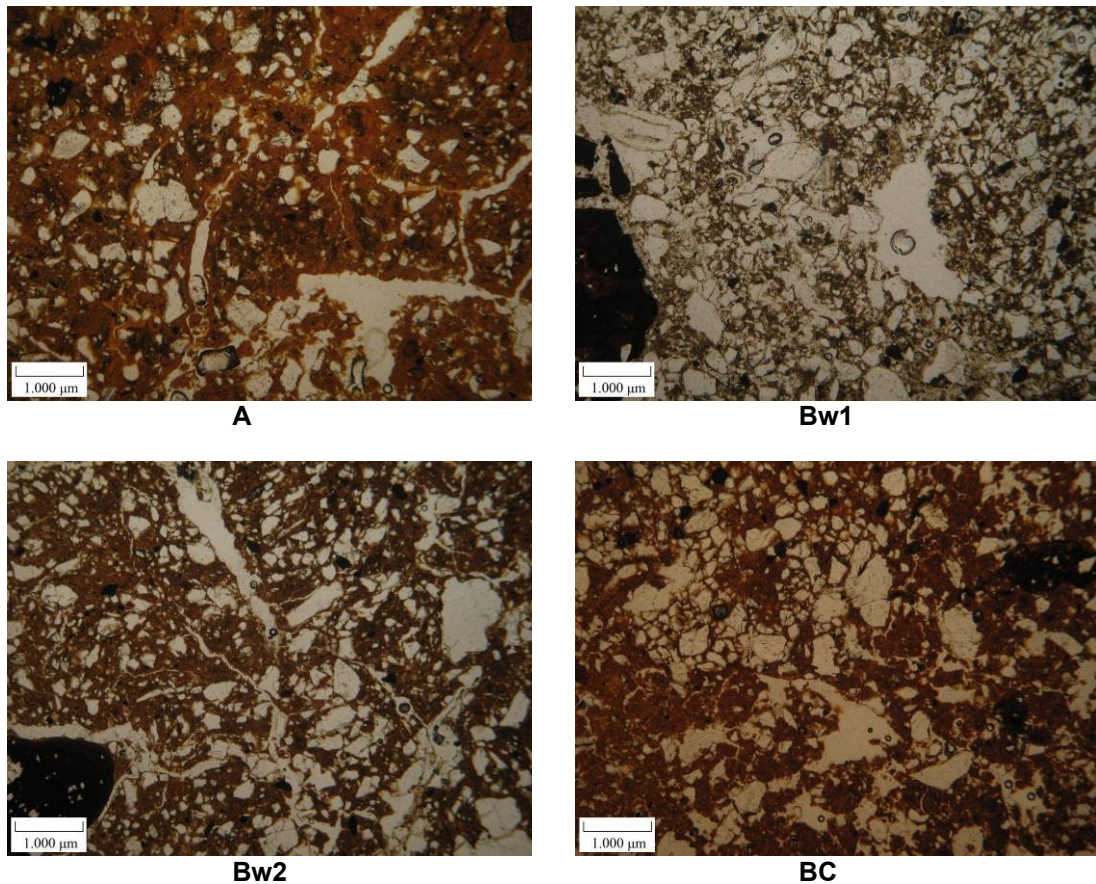


Figura 34: Fotomicrografias dos horizontes A, Bw1, Bw2 e BC do P2 (aumento – 2,5X). Observam-se concentrações plásmicas no entorno de alguns poros no horizonte A, horizonte com coloração bastante distinta dos demais, mais amarelado. Concentração de material grosso aumenta com a profundidade (sendo os quartzos mais fragmentados que aqueles presentes no P1).

Em termos gerais, P2 apresentou organização do fundo matricial caracterizando distribuição relativa tendendo a porfírica, indicando, portanto, adensamento do plasma, especialmente quando comparado ao P1. Tal adensamento pode ser justificado pela maior concentração de argila, o que pode ser corroborado pelos dados texturais da Tabela 1. Ainda em relação à distribuição relativa, no horizonte BC ela é enáulica na porção superior esquerda da lâmina e porfírica nas porções inferior e direita.

As Figuras 35 a 37 apresentam, com maior detalhamento (aumento de 10X), os principais aspectos identificados em cada horizonte do P2. Observam-se, no horizonte A, concentrações plásmicas no entorno de alguns poros, aparentando movimentação de argila (Figura 35). No horizonte Bw1, foi observada a presença de nódulos com coloração e aspecto distintos daqueles observadas no horizonte superior (Figura 36).

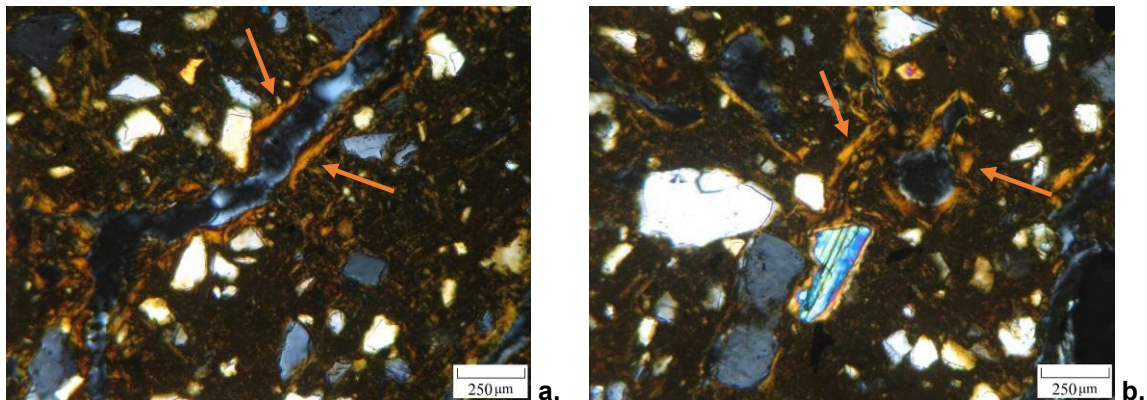


Figura 35: Fotomicrografias do horizonte A do P2 (aumento – 10X); a.b. Concentrações plásmicas, evidenciando movimentação de argila, no horizonte A (setas laranjas), observadas com nicóis cruzados.

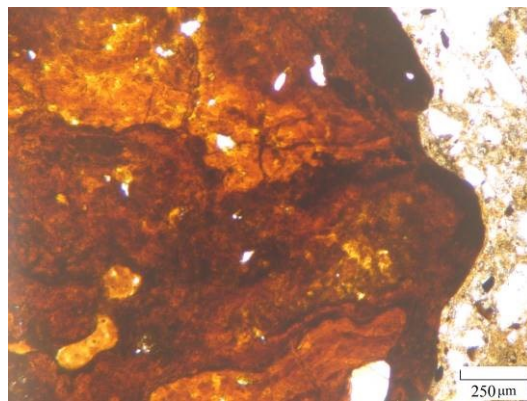


Figura 36: Nódulo no horizonte Bw1 do P2 (aumento – 10X). Destaque para a coloração vermelha escura e amarela, com borda ondulada e fragmentos de material grosso em seu interior.

Em Bw2, também há ocorrência de nódulo ferruginoso, feição de preenchimento e concentrações plásmicas (Figura 37a;b). Nota-se que, diferentemente do que ocorre em Bw1, o nódulo apresenta uma coloração mais escura internamente e mais clara nas bordas. Além disso, há maior presença de material grosso em seu interior. No horizonte BC também foram observados nódulos ferruginosos (menores quando comparados aos horizontes Bw1 e Bw2) (Figura 37c). O nódulo presente no horizonte BC também possui coloração vermelha escura no interior e as bordas aparentam alterações que sugerem sua desintegração.

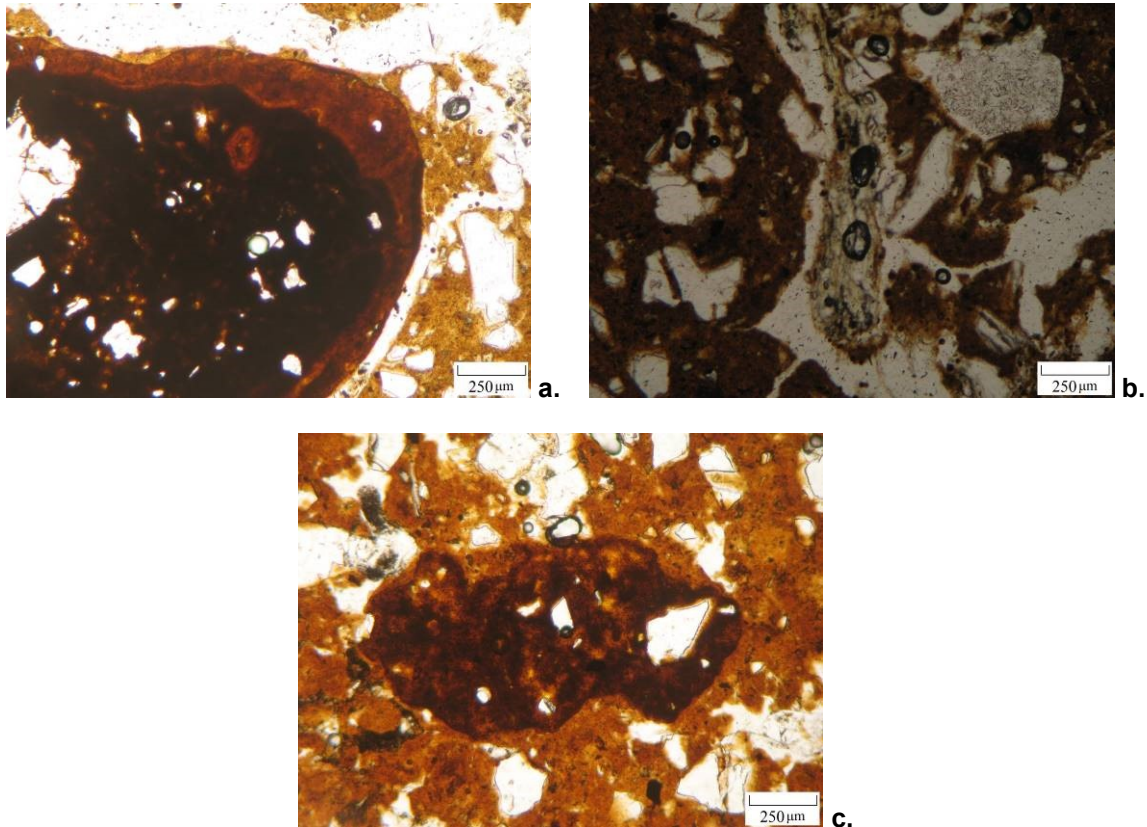


Figura 37: Fotomicrografias dos horizontes Bw2 e BC do P2 (aumento – 10X); a. Nódulo com coloração mais escura e com maior quantidade de material grosso no interior, no horizonte Bw2; b. Feição de preenchimento, pedotúbulo, no horizonte Bw2; c. Nódulo com aspecto diferenciado quando comparado aos dos horizontes superiores, no horizonte BC.

No ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, P3, foram analisadas características micromorfológicas dos horizontes A2, AB, Bt1, Bt2 e BC (Figura 38). Observam-se fragmentos de quartzos em todos os horizontes, sendo que a concentração do material grosso diminui com o aumento da profundidade. A micromassa apresenta coloração distinta, sendo, no horizonte A2, mais escura que nos outros horizontes (o que se justifica pela maior influência da matéria orgânica). Há concentrações plásmicas e nódulos no perfil, sendo as primeiras especialmente em Bt1 e Bt2, e aqueles em BC. A distribuição relativa é enáulica em A2 e enáulica a porfírica nos demais horizontes, sugerindo menor agregação e maior adensamento da micromassa quando comparado a P1 e P2.

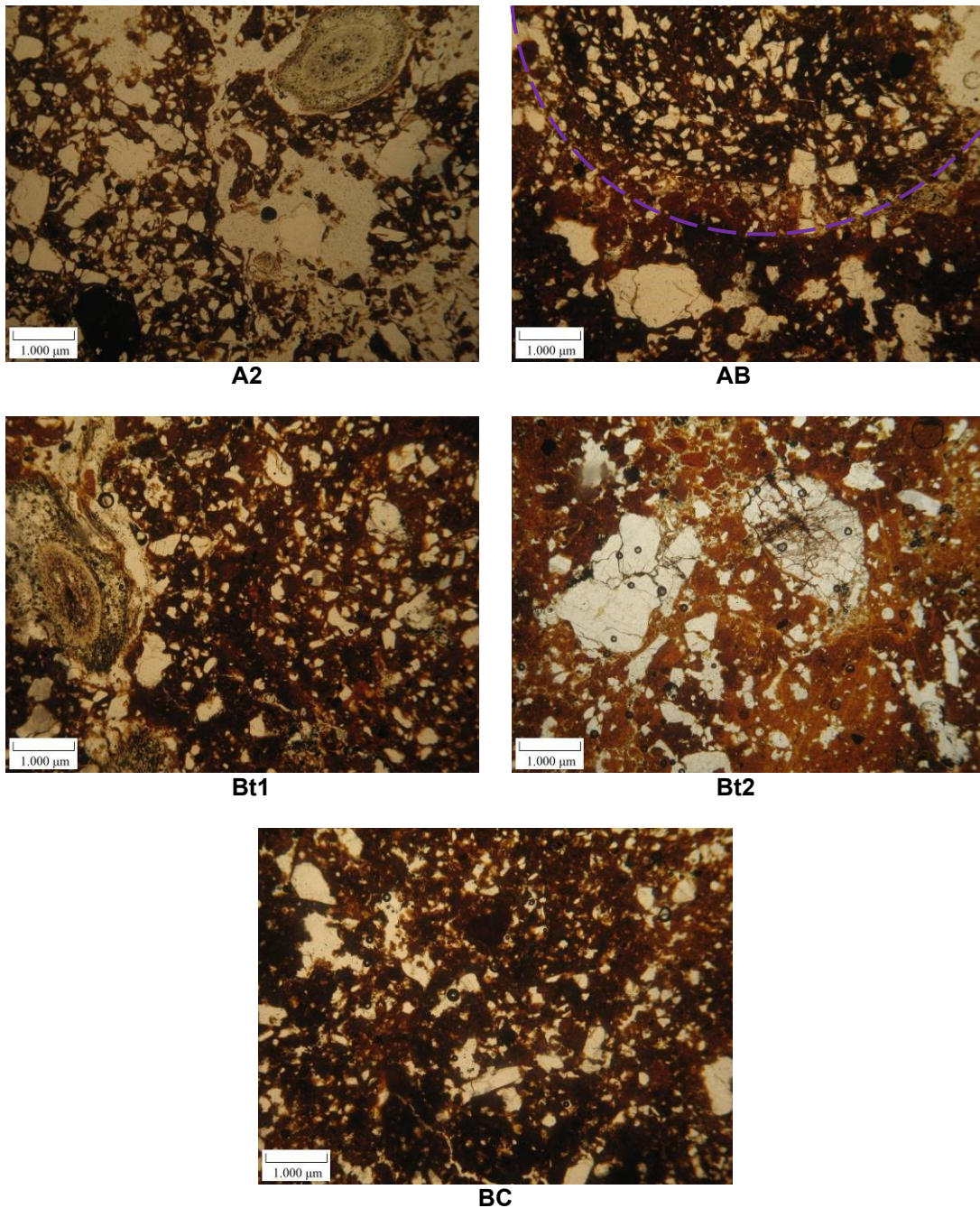


Figura 38: Fotomicrografias dos horizontes A2, AB, Bt1, Bt2 e BC do P3 (aumento – 2,5X). Observam-se feições de preenchimento, raiz, nos horizontes A2 e Bt1; diferenciações significativas na distribuição relativa do horizonte AB (linha tracejada roxa); coloração distinta no horizonte Bt2, com porções amarelas claras, evidenciando possível movimentação e perda de material (argila). Nota-se, ainda menor agregação e maior adensamento da micromassa quando comparado a P1 e P2.

Na análise em detalhe de cada horizonte do P3 (aumento de 10x) é possível evidenciar processos associados à movimentação da argila, especialmente nos horizontes diagnósticos Bt1 e Bt2. As Figuras 39 a 45 apresentam os principais aspectos descritos, já apresentados no Quadro 3. No horizonte A2 há ocorrência de

feição de preenchimento, raiz, e em AB, se destaca no fundo matricial, uma feição de preenchimento, indicando influência da bioturbação (Figura 39a). As Figuras 39b e 39c destacam concentrações plásmicas e feições pedológicas de revestimento texturais originadas a partir de translocações e deposições, ou seja, indicam processos de eluviação/iluviação típicos de horizontes texturais e de Argissolos. Observa-se que, diferentemente das concentrações plásmicas descritas no P2, estas estão restritas basicamente aos entornos dos poros e de alguns grãos, sendo dos tipos crescente e pendente. Silva et al. (2010) associam feições pedológicas de revestimento texturais de canal (crescente) e de capeamento de grãos em horizonte Bt com processo inicial de transferência de matéria entre horizontes.

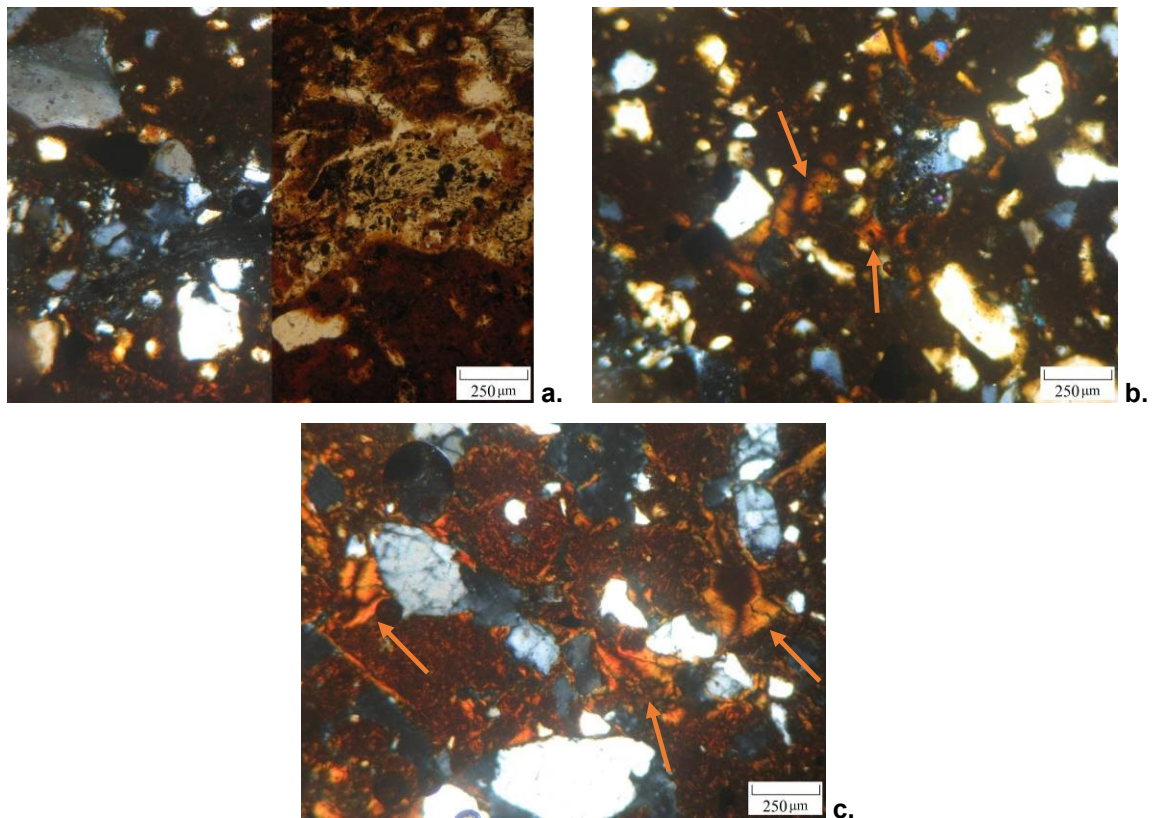


Figura 39: Feições pedológicas observadas com nicóis cruzados no P3 (aumento – 10X); a. Feição de preenchimento no horizonte AB (bioturbação); b. Concentrações plásmicas (setas laranjas) no horizonte Bt1; c. Concentrações plásmicas (setas laranjas) no horizonte Bt2.

No Bt2 foram identificados, ainda, quartzos com descontinuidades abruptas de forma, que podem estar associadas à erosão e transporte ou a esforços e tensões, além de cariados e ferruginizados, ou seja, carcomidos por corrosão ou dissolução e com deposição de óxidos e hidróxidos de ferro na superfície,

respectivamente (Figura 40). Já em BC foram notados alguns nódulos distintos daqueles apresentados nos perfis anteriores, já que não apresentam definições nítidas nas bordas, nem material grosso em seu interior (Figura 41).

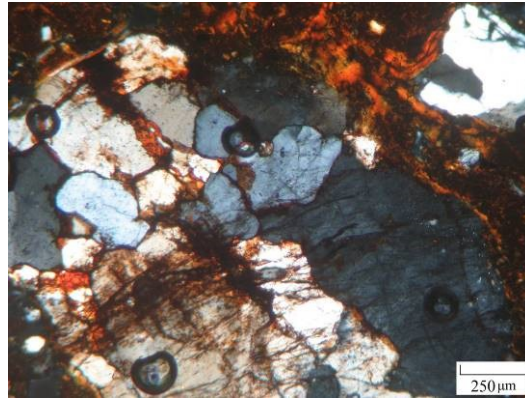


Figura 40: Quartzo fragmentado no horizonte Bt2 do P3, observado com nicóis cruzados (aumento – 10X). Nota-se o aspecto cariado e ferruginizado, indicando processos de fragmentação no material grosso.

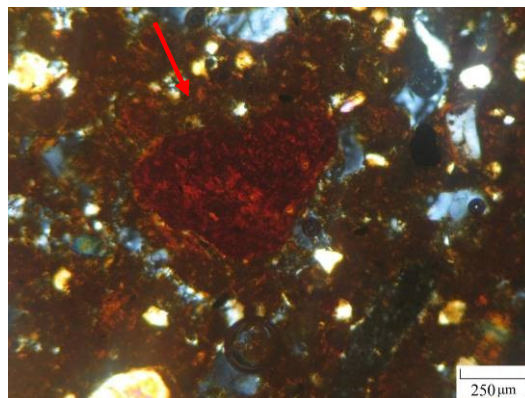


Figura 41: Horizonte BC, observado com nicóis cruzados (aumento – 10X). Observa-se nódulo, seta vermelha, com aspecto diferenciado quando comparado aos nódulos de horizontes e perfis anteriores, já que aqui há uma coloração escura única, além de não apresentar definição nítida nas bordas e material grosso no interior.

O P3.1, classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico, foi o único Argissolo com presença de horizonte típico de eluviação (horizonte E), tendo sido descritas e analisadas as características micromorfológicas dos horizontes E e Bt (Figura 42). Observa-se a concentração significativa de material grosso no horizonte E, em detrimento da micromassa, já lavada, e dos poros. A coloração da

micromassa é consideravelmente distinta nos dois horizontes, sendo mais amarelada no E. O material grosso é composto por quartzos e micaxistos em tamanhos diversos. As diferenças na organização do fundo matricial culminam na definição da distribuição relativa do horizonte E, como gefúrica, e do Bt como transição, de enáulica (porção inferior esquerda da lâmina) a porfírica (porção superior direita).

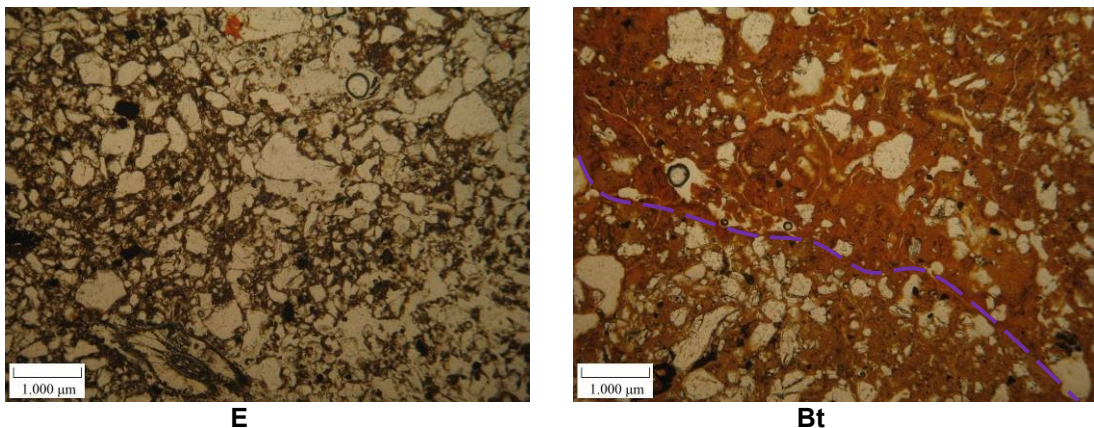


Figura 42: Fotomicrografias dos horizontes E e Bt do P3.1 (aumento – 2,5X). Concentração de material grosso maior e micromassa mais amarela no E. Distribuição relativa deste horizonte como gefúrica e do B de enáulica a porfírica.

No horizonte E há, ainda, feições pedológicas de preenchimento, com a presença de uma com aspecto circular, sendo uma raiz, além de quartzos fragmentados, possíveis de serem observados em detalhe nas Figuras 43 (a, b). Já no Bt, são visíveis numerosas feições pedológicas de revestimento texturais, de grãos e de poros, ou seja, feições típicas que evidenciam movimentação de argila no solo, além de feições de preenchimento (Figuras 44 a, b, c).

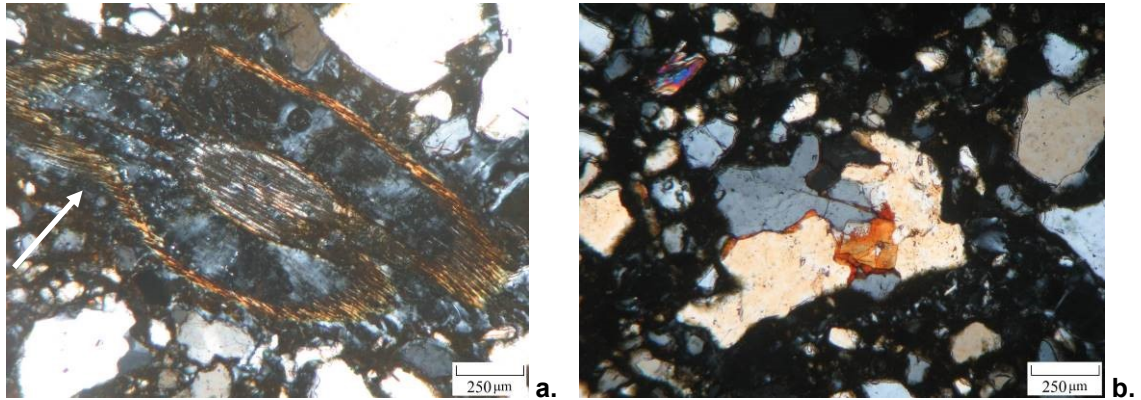


Figura 43: Horizonte E observado com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Feição de preenchimento por raiz; b. Quartzos de tamanho variado, com destaque para um de maior tamanho, cariado e fragmentado.

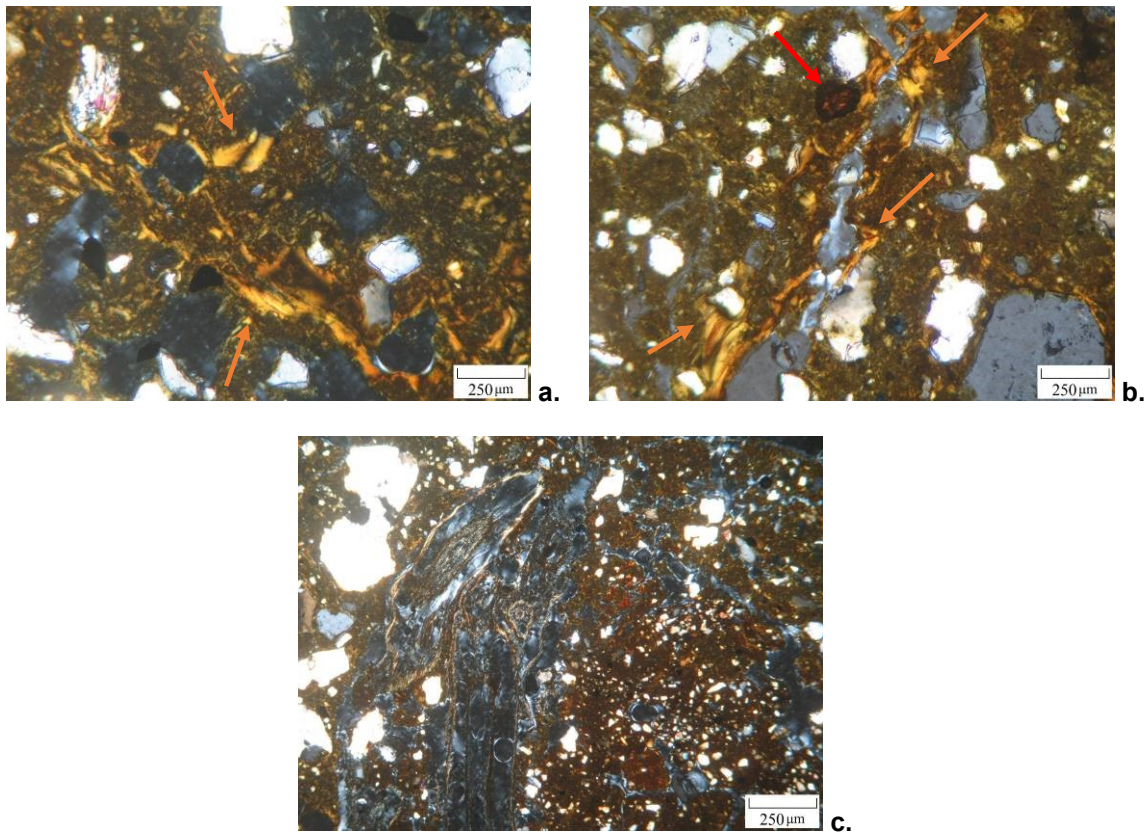
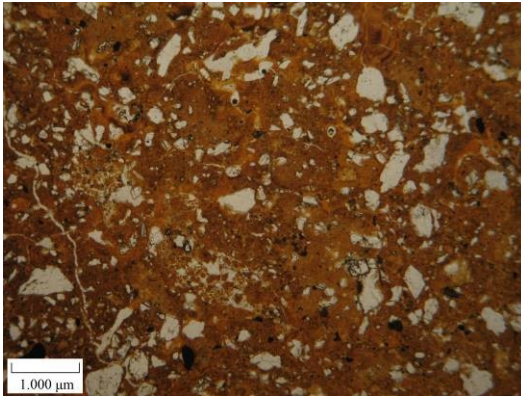
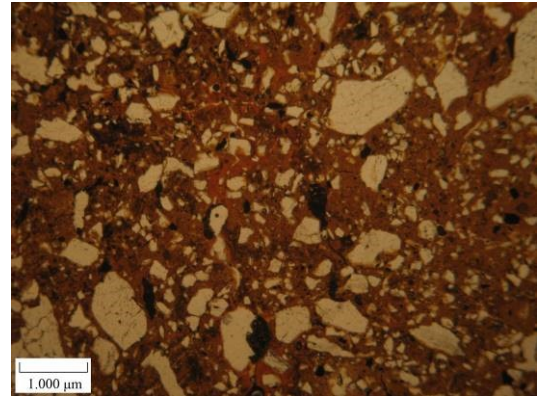
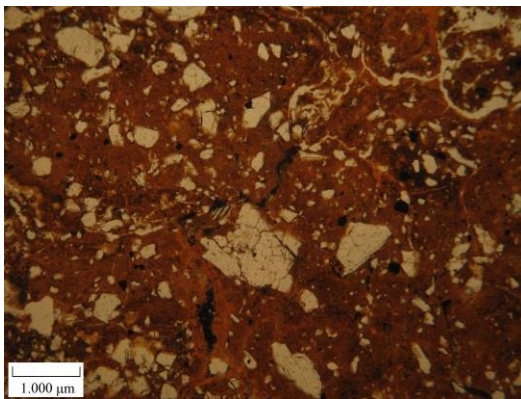
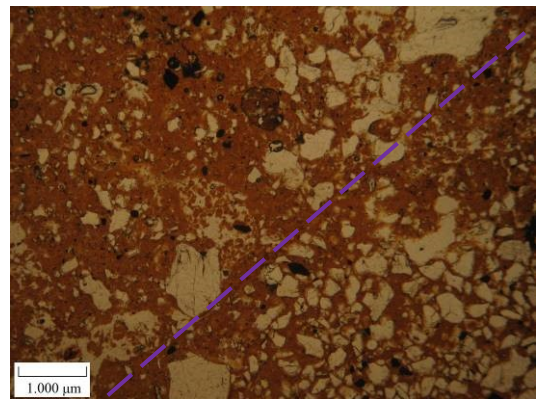
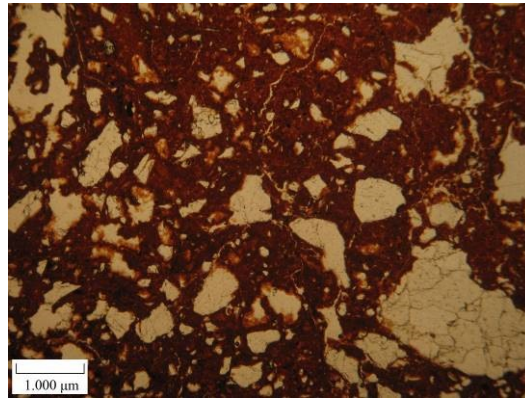


Figura 44: Feições pedológicas no horizonte Bt do P3.1, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. b. Concentrações plásmicas e feições pedológicas de revestimento texturais (setas laranjas); b. Presença de nódulo semelhante ao notado no horizonte BC do P3 (seta vermelha); c. Feições de preenchimento, pedotúbulos.

No ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, P4, foram analisadas lâminas delgadas dos horizontes A, BA, Bt, Bw e C (Figura 45), tendo sido identificadas, também, feições pedológicas de revestimento texturais nos três

primeiros. A coloração da micromassa se diferencia de maneira nítida, especialmente no horizonte C, mais avermelhada. Nos horizontes A, BA e Bt foram observados quartzos, em geral, e micaxistos fragmentados e cariados, enquanto nos horizontes Bw e C foram identificados majoritariamente quartzos, também fragmentados. No horizonte Bw é possível observar uma diferença significativa na característica da distribuição relativa, sendo na porção superior e esquerda porfírica e na porção inferior direita enáulica, ou seja, há indícios de microagregação em maior profundidade.

**A****BA****Bt****Bw**



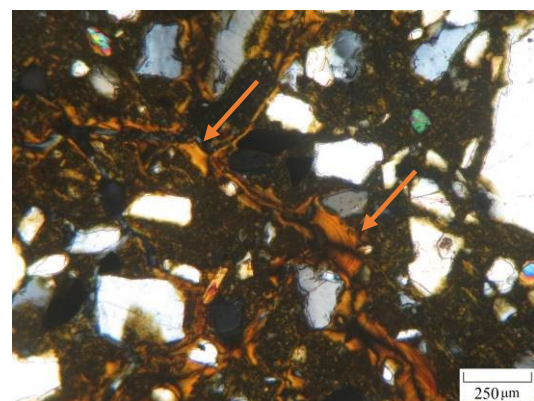
C

Figura 45: Fotomicrografias dos horizontes A, BA, Bt, Bw e C do P4 (aumento – 2,5X). Micromassa mais vermelha no horizonte C; nos horizontes todos os horizontes há ocorrência de quartzos fragmentados e cariados; destaque para a distribuição relativa do horizonte Bw (linha tracejada roxa), cuja porção superior esquerda se caracteriza como porfírica e a porção inferior direita como enáulica, podendo indicar microagregação em profundidade.

As Figuras 46 (a,b,c,d) evidenciam os aspectos mais significativos identificados em detalhe (aumento de 10x). No horizonte A, foram notadas feições pedológicas de revestimento texturais de iluviação e de poros abundantes, além de quartzos e micaxistos fragmentados (Figura 46a). No horizonte BA as concentrações plásmicas e as feições pedológicas de revestimento texturais de iluviação também são bastante evidentes (Figura 46, b e c). Tais ocorrências também podem ser notadas no horizonte Bt, onde os micaxistos são comuns (Figura 46d).



a.



b.

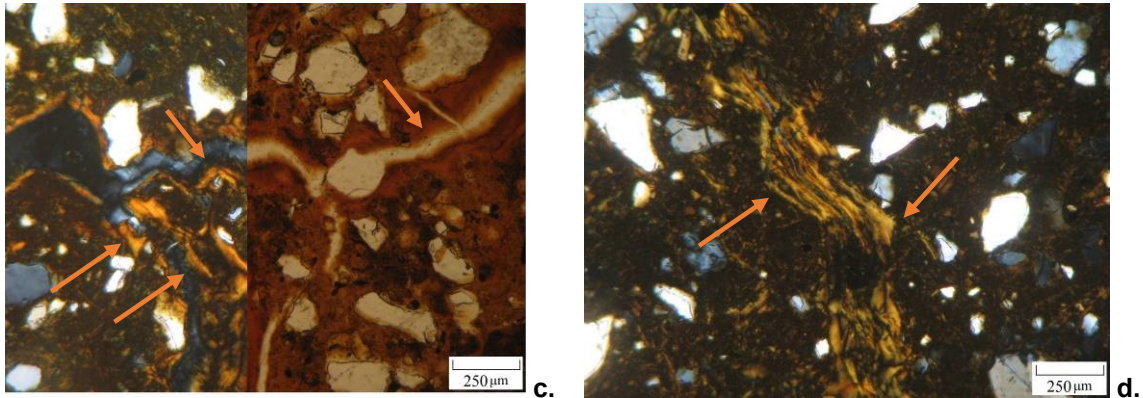


Figura 46: Feições de revestimento texturais (setas laranjas) no P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Feição pedológica de revestimento textural no horizonte A; b.c. Feições revestimentos texturais no horizonte BA; d. Revestimentos texturais e concentrações plásmicas no horizonte Bt.

No horizonte Bw, não há feições que apontem para movimentação de argila. Foram observados apenas concentrações plásmicas com aspecto nodular e quartzos em tamanho considerável, já bastante fragmentados (Figura 47). Por fim, no horizonte C, os quartzos possuem tamanho maior e, também, se encontram fragmentados. Diferenças significativas podem ser notadas na coloração da micromassa, em geral avermelhada, porém com porções amareladas (Figura 48). Salienta-se que o aspecto da micromassa, com manchas amarelas, como um desbotado, também pode indicar perda de material.

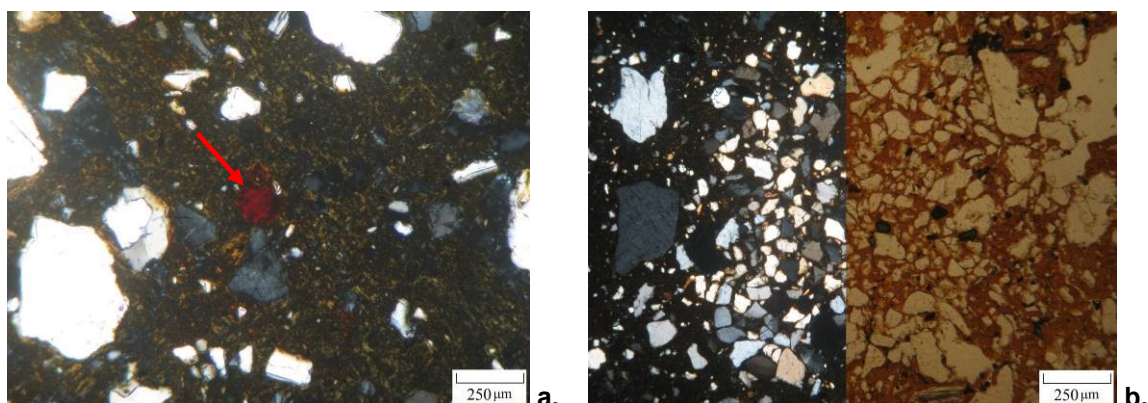


Figura 47: Características do horizonte Bw do P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Nódulo com coloração única, sem material no interior (seta vermelha); b. Quartzos fragmentados.

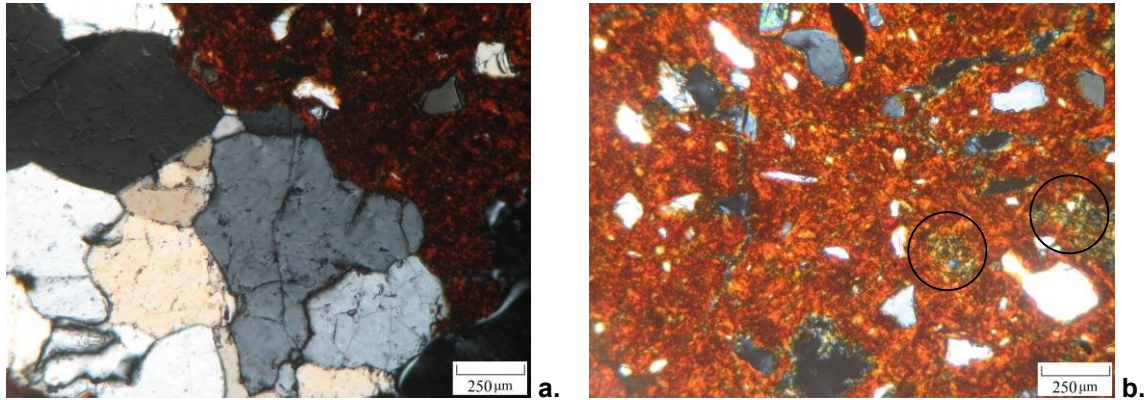
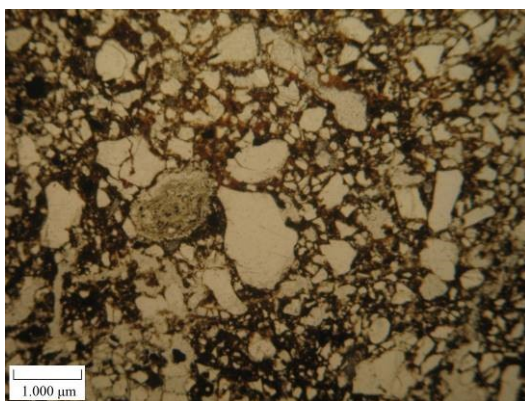
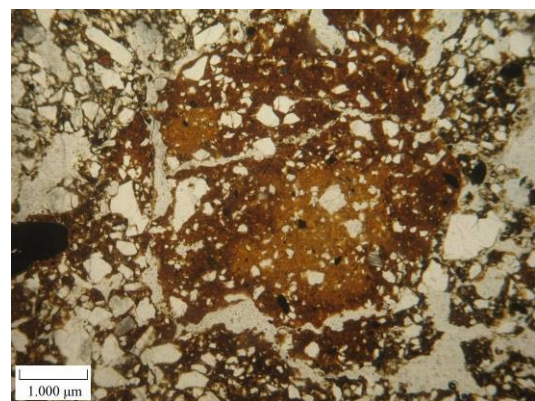


Figura 48: Características do horizonte C do P4, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Quartzo fragmentado; b. Diferenças na coloração da micromassa, com tons amarelo claros, indicando perda de material.

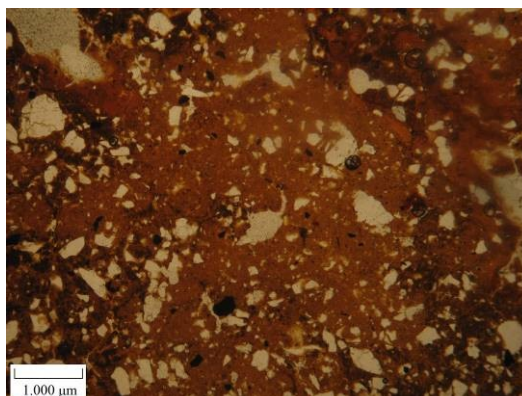
No ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto, P5, foram analisadas lâminas delgadas dos horizontes A, AB, Bt, tendo sido observadas concentrações plásmicas desde o horizonte superior (Figura 49). A concentração de material grosso diminui com o aumento da profundidade, aparentando também diminuição do tamanho dos grãos de quartzo no mesmo sentido. Os horizontes A e AB possuem micromassa com coloração mais escura quando comparada a do Bt. Ainda que haja concentrações plásmicas nos três horizontes, elas se destacam em quantidade e intensidade no horizonte diagnóstico.



A



AB



Bt

Figura 49: Fotomicrografias dos horizontes A, AB e Bt do P5 (aumento – 2,5X). Observa-se que o material grosso diminui com a profundidade. Os horizontes superiores, A e AB possuem micromassa com coloração mais escura que a do Bt. Nota-se considerável adensamento da micromassa neste horizonte.

Observam-se nas Figuras 50 e 51, em detalhe, as principais características e feições identificadas em cada horizonte do P5, sendo que, no horizonte A, se destaca a presença de feição de preenchimento por raiz e algumas áreas com concentrações plásmicas apresentando birrefringência (Figura 50). Já no horizonte transicional AB, além das referidas concentrações, constatam-se quartzos de tamanho considerável em estágio de fragmentação e em alguns pontos ferruginizados (Figura 51a,b). No Bt, as concentrações plásmicas e as feições pedológicas de revestimento texturais se destacam, indicando a ocorrência de processos subsuperficiais de movimentação da argila. É possível notar feições de revestimento de dos tipos típico e pendente (Figura 51c,d).

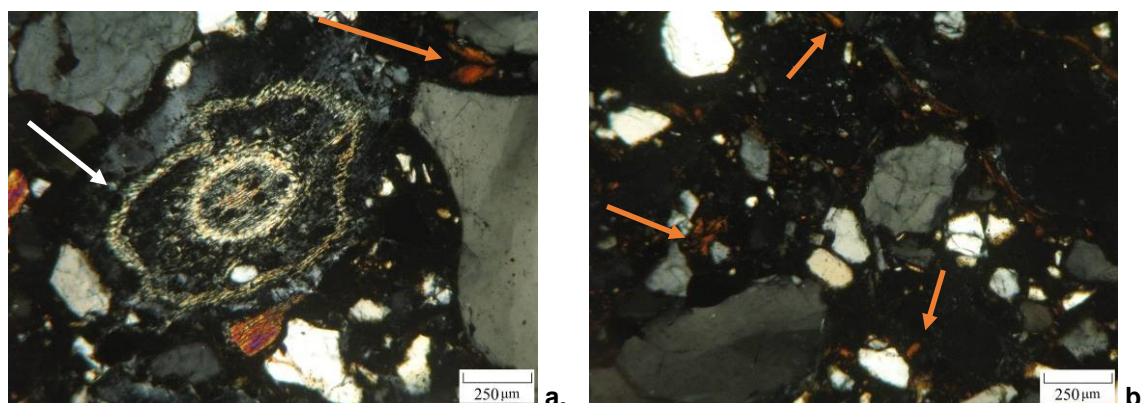


Figura 50: Feições no horizonte A do P5, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Raiz (seta branca); a.b. Concentrações plásmicas (setas laranjas).

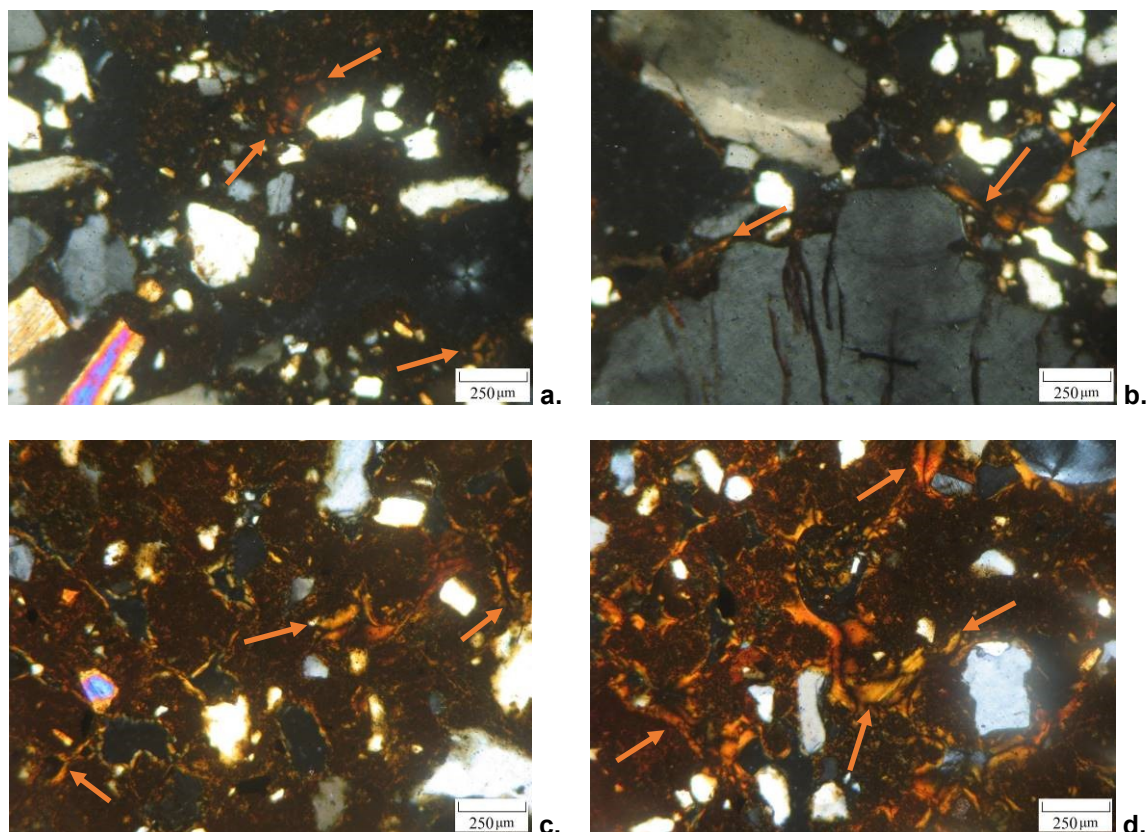


Figura 51: Feições nos horizontes AB e Bt do P5, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Concentrações plásmicas (setas laranjas) no horizonte AB; b. Quartzo fragmentado e concentrações plásmicas (setas laranjas) no horizonte AB; c.d. Concentrações plásmicas e feições de revestimento texturais (setas laranjas) no horizonte Bt.

No P6, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico, foram analisados os horizontes Bi e BC, tendo sido observadas diferenças na coloração da micromassa, mais amarela no Bi e mais vermelha no BC (Figura 52). Em termos de material grosso foram identificados quartzos, sendo maiores no horizonte Bi, porém em menor concentração. Em ambos os horizontes foram identificadas concentrações plásmicas e feições pedológicas de revestimento texturais, de poros, e bioturbação, com feições de preenchimento.

A Figura 53 apresenta, em detalhes (aumento de 10x), concentrações plásmicas e revestimentos texturais no horizonte Bi, evidenciando o aspecto argissólico identificado na classificação deste perfil. Já na Figura 54 podem ser constatadas a presença de feição de preenchimento e revestimentos texturais no horizonte BC.

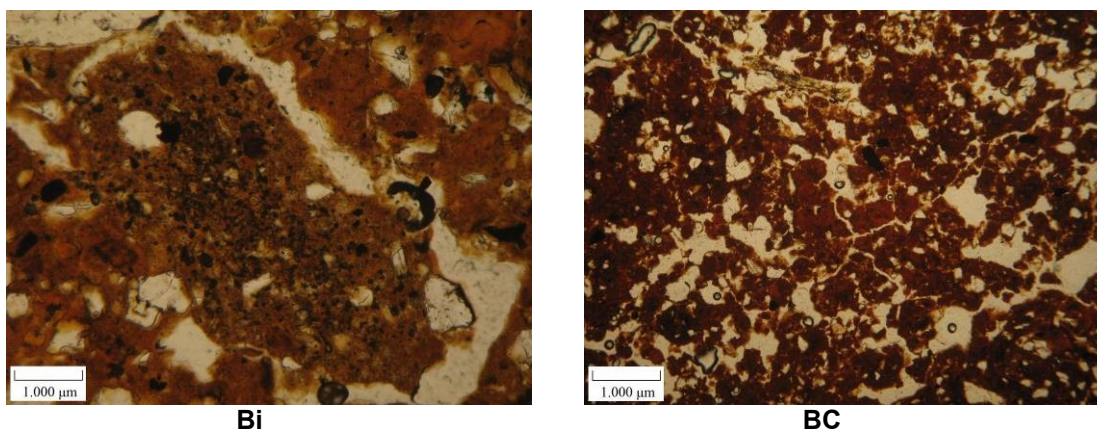


Figura 52: Fotomicrografias dos horizontes Bi e BC do P6 (aumento – 2,5X). Observa-se micromassa com coloração mais amarela no Bi e mais vermelha no BC. O material grosso aparenta maior tamanho no Bi.

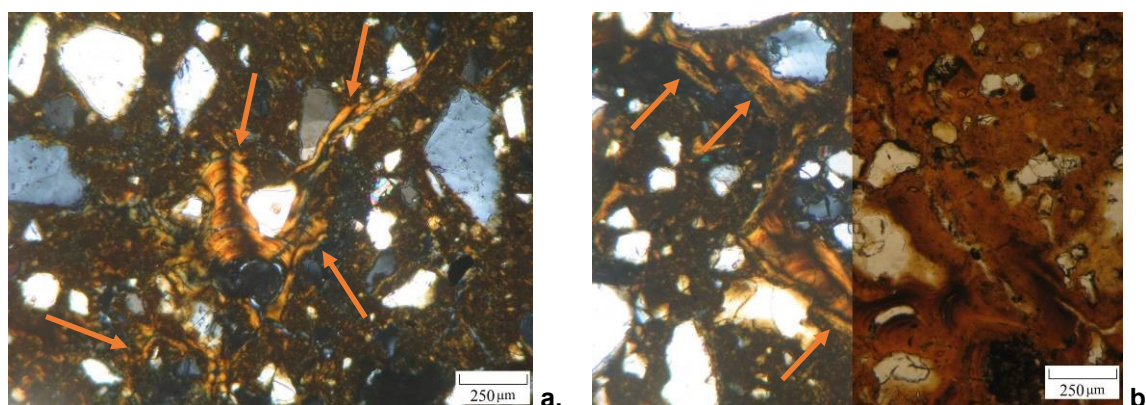


Figura 53: Feições no horizonte Bi do P6, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a.b. Concentrações plásmicas e revestimentos texturais (setas laranjas), definindo, portanto, o aspecto argissólico do perfil.

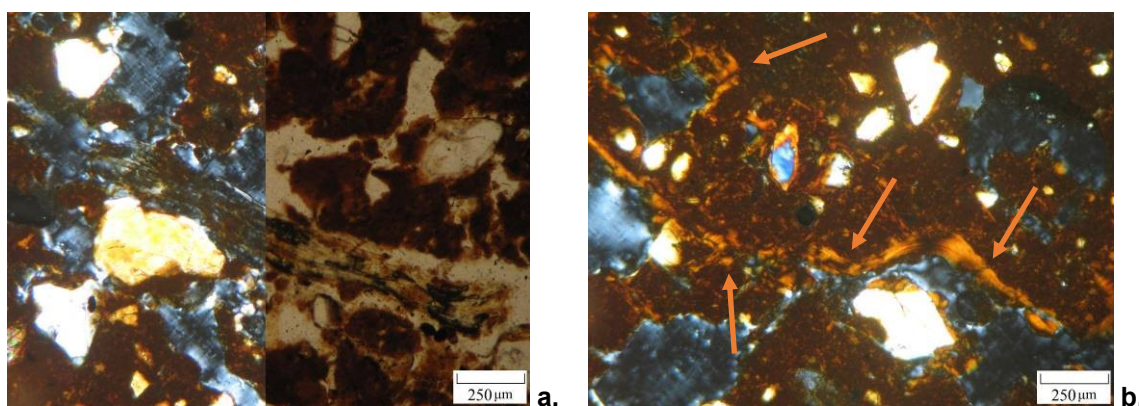


Figura 54: Feições no horizonte BC do P6, observadas com nicóis cruzados (aumento – 10X); a. Feição de preenchimento; b. Feições de revestimentos texturais (setas laranjas).

Em uma visão geral sobre a análise micromorfológica, é possível afirmar que ela endossa e evidencia aspectos apresentados e discutidos anteriormente em outras análises, a exemplo da própria descrição e caracterização morfológica dos perfis. A ocorrência de algumas feições, como os nódulos nos perfis P1 e P2, contribuem para a confirmação da definição dos Latossolos nos trechos menos declivosos da vertente, topo e ombro. E a ocorrência destes no horizonte BC do P3 pode ser entendida como pedorelíquias de características latossólicas anteriores no perfil. Da mesma maneira que a presença de um horizonte Bt sobreposto a um Bw no P4 também se traduz como indicativo da transformação pedológica e de uma possível substituição de um perfil latossólico para um argissólico, com a imposição deste último sobre o primeiro.

Em relação às concentrações plásmicas, ainda que elas já sejam visíveis no Latossolo do P2, se tornam abundantes e significativas a partir do P3, inclusive com a ocorrência de feições pedológicas de revestimento texturais de iluviação, de grãos e de poros. Assim, torna-se possível afirmar que há movimentação da argila ao longo da vertente, assim como também ocorre um deslocamento vertical desta nos perfis. Destaca-se que, ainda que não tenha sido observada cerosidade moderada a forte no P6 (Cambissolo) quando realizada sua análise morfológica em campo, a identificação de revestimentos texturais abundantes nos horizontes Bi e BC na análise micromorfológica contribuiu para a definição do aspecto argissólico na classificação deste.

5.7 Síntese do entendimento pedológico regional

Pereira (2019), analisando Latossolos nos topos de morro da Zona da Mata Mineira, definiu uma cronologia relativa na região, de maneira que aqueles localizados no Degrau Doce foram considerados mais evoluídos que os do Degrau Paraíba do Sul. O autor destacou que os solos do patamar superior apresentaram

maior teor de argila, textura muito argilosa, relação silte/argila menor, menor condutividade elétrica, maior concentração de óxidos de ferro, alumínio e titânio, além de apresentarem relações moleculares Ki e Kr inferiores. A mineralogia dos solos do patamar superior contou com a presença de gibbsita, diferentemente dos solos do patamar inferior, que apresentaram muscovita e sillimanita, minerais muito presentes em solos menos evoluídos. A micromorfologia para os solos do patamar superior constatou maior distribuição relativa de micromassa e, conseqüentemente, menor

concentração de material grosso, além de menor ocorrência de mica (PEREIRA, 2019, p 92).

Assim, o patamar superior corresponderia à superfície geomórfica mais evoluída, enquanto o patamar inferior equivale à superfície mais rejuvenescida. Marent (2016) considera que os degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais sugerem que o desenvolvimento da rede hidrográfica se deu a partir da degradação “de bacias costeiras ajustadas a diferentes níveis de base ao longo do tempo, decorrentes de tectônica mesocenozoica, através da incisão vertical da rede de drenagem acompanhada pela retração lateral das bordas escarpadas” (MARENT, 2016, p.24). Nesse sentido, seria possível indicar três momentos fundamentais para transformações na cobertura pedológica:

- Primeiro momento demarcado pela presença de uma região de altitude mais elevada e aplainada, com solos profundos e evoluídos, predominando os Latossolos;

- Segundo momento caracterizado por uma interferência, provavelmente associada à movimentação tectônica capaz de causar diferenças altimétricas significativas na paisagem regional. Há, assim, mudança do nível de base no Degrau Paraíba do Sul, ocasionando um processo de erosão remontante que origina a área deprimida. A partir de então, ocorrem processos em superfície e em subsuperfície que determinam alterações nos solos, gerando Cambissolos;

- Terceiro momento envolve a expansão da área deprimida e o conseqüente recuo da área mais elevada, sendo a Escarpa da Serra de São Geraldo, a demarcação da frente de expansão. Assim, nos topos dos morros na área deprimida predominam Latossolos remanescentes daqueles existentes em um primeiro momento. A dissecação nas escarpas promove alterações no comportamento do fluxo hídrico que resulta em processos de movimentação e acúmulo de argila. Assim, há uma frente de transformação dos Latossolos dos topos para os Argissolos em meia vertente, especialmente nos locais em que a declividade se acentua. Já na base da vertente a presença dos Cambissolos, solos menos evoluídos que os supracitados, se justifica pelo fato de, ainda, não haver uma estabilização suficiente, em termos geomorfológicos, na região (corroborando com Cherem, 2012). Estes Cambissolos são também, conseqüentes do rebaixamento da área, que hoje se encontra deprimida. Considerando que ainda há um processo de expansão da depressão, promovido, também, em função de alterações nos canais fluviais (conforme Oliveira et al., 2018), os solos na base dos morros tendem a estar em

alteração mais recente causada por processos geomorfológicos mais amplos, ainda que sofram influência de processos laterais na vertente. Daí, por exemplo, a presença da característica argissólica no Cambissolo, P6.

Observa-se, assim, a existência de duas frentes de transformação da cobertura pedológica na área deprimida. Uma constituindo o sistema de transformação Latossolo-Argissolo, caracterizado pelas alterações do topo para a meia vertente. Este sistema pode se enquadrar no exemplo “b” apresentado por Boulet et al. (1984) e denominado como sistema de transformação com transferência lateral interna. A outra frente se origina da meia vertente para sua base, onde encontram-se os Cambissolos, desenvolvidos em consequência ao rebaixamento do relevo. Estes, com o passar do tempo, sofrem influência dos processos hídricos laterais e verticais, assumindo características associadas à iluviação da argila, de maneira que tenderão a evoluir para Argissolos, o que já pode ser notado pelas evidências de feições de revestimento texturais presentes tanto no horizonte Bi quanto no horizonte BC. Assim, constitui-se um sistema de transformação Cambissolo-Argissolo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vertente em estudo localizada na área deprimida, correspondente ao Degrau Paraíba do Sul, apresentou Latossolos no topo e, com o aumento da declividade, coincidindo com áreas de concavidade, Argissolos. Na base da vertente há presença de Cambissolo com aspecto argissólico. O estudo de detalhe possibilitou inferir que a organização da cobertura pedológica é complexa e permitiu entender como as relações entre os solos e o relevo ocorrem, sendo possível, inclusive, estabelecer uma sequência cronológica dos processos.

A análise da cobertura pedológica apontou para a ocorrência de dois sistemas de transformação. Um do topo para meia vertente, caracterizado como Latossolo-Argissolo que se justifica em função, basicamente, das modificações ocorrentes na paisagem e em diferenças no comportamento hídrico local. Houve mudanças na circulação hídrica ao longo da vertente, resultantes do avanço da área deprimida em relação ao patamar mais elevado, tendo a Serra de São Geraldo como marcador da diferenciação de nível. Assim, a instalação de processos de erosão remontante que alteram a declividade nas vertentes geraram modificações no fluxo de água subsuperficial e propiciaram a ocorrência de ciclos de umedecimento e secagem que contribuíram para a dispersão da argila. Conseqüentemente, houve maior poder de movimentação dos minerais de argila, resultando na transformação de um Bw original em Bt. Nos topos das vertentes alteradas, tendo em vista que preservam áreas de menor declividade, há um favorecimento de maior infiltração e, conseqüentemente, os solos tendem a ser mais evoluídos, mantendo a presença de horizonte B latossólico. Em contrapartida, com o aumento da declividade na meia vertente, o solo tende a ser menos evoluído. Salienta-se que nessa porção da vertente, a presença de concavidades favorece o acúmulo de argila, culminando na ocorrência dos Argissolos. Destaca-se que a presença de horizonte B textural torna-se possível a partir da iluviação lateral e vertical da argila. É importante destacar que a movimentação da argila, causando maior concentração, entupimento dos poros e adensamento também podem contribuir para a formação de concavidades na vertente, ou seja, os processos pedológicos poderiam, também, interferir e determinar a forma da vertente.

As análises físicas, químicas e mineralógicas apresentaram resultados que indicam serem solos evoluídos, o que corrobora com a ideia de que se trata,

também, de uma cobertura pedológica em transformação há bastante tempo. Inclusive, a presença da gibbsita nos perfis 3 e 4 pode ser um indicativo da transformação do que antes eram Latossolos para o que hoje está sendo identificado como Argissolo.

Na análise micromorfológica foram identificados microagregados nos perfis 1 e 2, Latossolos, onde também foram notados nódulos ferruginosos. Nos Argissolos são presentes feições pedológicas típicas de movimentação de argila, como os revestimentos texturais. No Cambissolo da base da vertente, apesar da baixa cerosidade observada em campo, a análise micromorfológica permitiu a identificação de feições nítidas indicando iluviação, definindo o aspecto argissólico do perfil e indicando a possibilidade de que se trata de outro sistema de transformação, sendo, neste caso, Cambissolo-Argissolo.

A expansão da área deprimida (Degrau Paraíba do Sul), com conseqüente recuo das escarpas (Degrau Doce), já apresentada em trabalhos anteriores por meio da análise das capturas fluviais, pode justificar, portanto, as transformações pedológicas observadas na vertente. Há trabalhos que apontam o rebaixamento do relevo em diferentes áreas da Depressão Periférica Paulista como responsável por alterar os fluxos hídricos laterais culminando na transformação do Bw em Bt. O horizonte Bt sobreposto ao Bw no P4 corrobora com a ideia de que havia um manto latossólico que se adensou e, influenciado pelo fluxo hídrico lateral que se criou com a mudança da declividade da vertente, favoreceu o transporte de argila, causando o preenchimento dos poros.

O fato de semelhantes processos terem sido encontrados em diferentes regiões brasileiras demonstra a necessidade de realização de trabalhos futuros em outras áreas de contato entre diferentes patamares do relevo, onde a instalação de áreas deprimidas também possam evidenciar a ocorrência de sistemas de transformações pedológicas Latossolos-Argissolos e Cambissolos-Argissolos e, assim, permitir a inferência de um possível modelo de interação entre solo e relevo. Evidencia-se, portanto, a importância de estudos de detalhe que possam abordar a associação entre morfogênese e pedogênese como subsídio para o entendimento da evolução da paisagem em nível regional.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, 20:26-52, 1970.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.

ALMEIDA, B. G., DONAGEMMA, G. K., RUIZ, H. A., BRAIDA, J. A., VIANA, J. H. M., REICHERT, J. M. M., OLIVEIRA, L. B., CEDDIA, M. B., WADT, P. S., FERNANDES, R. B. A., PASSOS, R. R., DECHEN, S. C. F., KLEIN, V. A., TEIXEIRA, W. G. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Comunicado técnico. Embrapa: Rio de Janeiro, 1ª ed., 2012.

ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A.T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 33, 2009, p.1571-1581.

ALVES, G. B. O estudo da cobertura pedológica e sua relação com a formação e evolução de depressões no sudoeste de Maracá (SP). Tese - Universidade de São Paulo. São Paulo. 189f. 2015.

ANJOS, L.H.C.; FERNANDES, M.R.; PEREIRA, M.G.; FRANZMEIER, D.P. Landscape and pedogenesis of an Oxisol-Inceptisol-Ultisol sequence in Southeastern Brazil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 62:1651-1658, 1998.

ÁVILA, F. F. Análise da cobertura pedológica em uma topossequência na Bacia do Córrego dos Pereiras – Depressão de Gouveia/MG. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 135f. 2009.

ÁVILA, F. F.; CARVALHO, V. L. M. Morfogênese, pedogênese e etchplanação: análise integrada dos aspectos geoquímicos, mineralógicos e micromorfológicos dos solos de uma topossequência na Depressão de Gouveia – Serra do Espinhaço – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, (Abr-Jun) p.223-233, 2012.

BARTHOLD, F.K.; STALLARD, R.F.; ELSENBEER, H. Soil nutrient–landscape relationships in a lowland tropical rainforest in Panama. **For. Ecol. Manag.**, 255:1135-1148, 2008.

BARUQUI, F. M. Interrelações solo-pastagens nas regiões Mata e Rio Doce do estado Minas Gerais. Dissertação – Universidade Federal de Viçosa. 119p. 1982.

BOCQUIER, G. Génese et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. **Thèse Sciences**, Strasbourg et Mém. ORSTOM, no 62, 1973, 350 p.

BOULET, R. Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta. Équilibre et déséquilibre pedobioclimatique. Tese - Université de Strasbourg. Paris, 1974. 272p.

BOULET, R. Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais: un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. **Science du Sol**, n. 2, p. 75-82, 1978.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. (In): MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.; FREITAS, S.S. (coords.) **Responsabilidade social da ciência do solo: e os simpósios Microbiologia do solo: só simbioses?** e A importância do conhecimento da cobertura pedológica: a análise estrutural. Campinas: SBCS, p.79-90. 1988.

BOULET, R., CHAUVEL, A., HUMBEL, F. X., LUCAS, Y. Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982a.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie II. Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 323-339, 1982b.

_____. Analyse structurale et cartographie en pédologie III. Passage de la phase analytique à une cartographie général synthétique. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 341- 351, 1982c.

BOULET, R., CHAUVEL, A., LUCAS, Y. Os sistemas de transformação em pedologia. 1984. Traduzido por ESPÍNDOLA, C. R. **Boletim de Geografia Teorética**, vol. 20(39), p.46-63, 1990.

BRANDALISE, L. A.; VIANA, H. S. Programa de Levantamentos Geológicos do Brasil, Rio Pomba - Folha SF.23-X-D-I - texto explicativo. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. Org. BRANDALISE, L. A.; VIANA, H. S. Brasília, DNPM-CPRM, 1993. 176 p.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. Huntington, New York: Robert E. Krieger Publications Co., 1964.

BUI, E.N.; LOUGHEAD, A.; CORNER, R. Extracting soil landform rules from previous soil surveys. **Austr. J. Soil Res.**, 37:495-508, 1999.

BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TURSINA, T., Handbook for soil thin section description. **Wolverhampton: Waine Research Publications**, 1985. 152p.

BUSHNELL, T.M. Some aspects of the soil catena concept. **Soil Science Society of America Journal**, v. 7, p.466-476, 1942.

CAMPOS, M. C. C. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v.8 n.3 p.963-982 Set./Dez. 2012.

CAMPOS, M. C. C., JÚNIOR, J. M., PEREIRA, G. T., MONTANARI, R., CAMARGO, L. A. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:519-529, 2007.

CAMPOS, M. C. C., RIBEIRO, M. R., JÚNIOR, V. S. S., FILHO, M. R. R., ALMEIDA, M. C. Relações Solo-Superfície Geomórfica em uma Topossequência Várzea-Terra Firme na Região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:325-336, 2012.

CARVALHO, A. A study of Terra Roxa Estruturada and Latossolo Roxo on a topographic sequence in São Paulo State, Brazil. Tese - University New Castle upon Tyne, New Castle upon Tyne. 93p. 1970.

CARVALHO, V. L. M. Sistemas de transformação pedológica em uma vertente do município de Espírito Santo do Pinhal (SP). Tese - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP. 143f. 2000.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. 212p. Disponível em: <https://geografiaambiental.files.wordpress.com/2010/12/geomorfologia.pdf>. Acesso em 26 de julho de 2019.

CASTRO, S. S. Sistemas de transformação pedológica em Marília: B latossólicos e B texturais. Tese – Universidade de São Paulo, São Paulo. 274f. 1990.

CASTRO, S.S. Micromorfologia de Solos Aplicada ao Diagnóstico de Erosão. (In): GUERRA et al. (org.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 127-163. 1999.

CASTRO, S. S. **Micromorfologia de Solos**: Bases para descrição de lâminas delgadas. UFG-IESA, UNICAMP-IG-DGEO, Goiânia/Campinas. 2ª ed. 2008. 143 p.

CASTRO, S. S.; COOPER, M. **Fundamentos de Micromorfologia de Solos**. Viçosa, Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1ªed. 2019. 240p.

CHAUVEL, A. Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques de la zone tropicale à saisons contrastées. Tese - Université de Strasbourg, Paris. 532 p. 1977.

CHEREM, L.F.S. Morfopedogênese das bordas dos planaltos escalonados do sudeste mineiro. Tese - Universidade Federal de Ouro Preto. 103f. 2012.

CHEREM, L. F. S., VARAJÃO, C. A. C., SALGADO, A. A. R., VARAJÃO, A. F. D. C., BRAUCHER, R., BOURLÉS, D., JÚNIOR, A. P. M., JÚNIOR, H. A. N. Denudação química e rebaixamento do relevo em bordas interplanálticas com substrato granítico: dois exemplos no SE de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, (Jan-Mar) p. 73-84. 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1ªed. 1999. 236p.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas**: uma introdução à Geografia Física. Porto Alegre: Bookman, 7ª ed. 2012. 728p.

COLTRINARI, L.; COUTARD, J.P.; NAKASHIMA, P. Itinerário de excursão ao Vale do Parateí, SP. (*In*): FFLCH-USP, Colóquio Interdisciplinar franco-brasileiro Estudo e cartografia de formações superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. São Paulo, Guias das Excursões, 2: 11-28. 1978.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS - CODEMIG. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/>. Acesso em 10 de março de 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS - CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>. Acesso em 10 de março de 2017.

COSTA, S. M. A.; FORTES, L. P. S. Nova hierarquia da rede planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro. (*In*): Anais do I Seminário sobre Referencial Geocêntrico no Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

DELGADO, I. M., SOUZA, J. D., SILVA, L. C., SILVEIRA FILHO, N. C., SANTOS, R. A., PEDREIRA, A. J., GUIMARÃES, J. T., ANGELIM, L. A. A., VASCONCELOS, A. M., GOMES, I. P., LACERDA FILHO, J. V., VALENTE, C. R., PERROTTA, M. M., HEINECK, C. A. Geotectônica do Escudo Atlântico. (*In*): BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, R. M., VIDOTTI, R. M., GONÇALVES, J. H. (Eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília. 227-334 p. 2003.

DELVIGNE, J. **Pédogénese em zone tropicale**. 1964. 177p.

DEMATTÊ J.A.M.; ALOISI, R.R.; DEMATTÊ, J.L.I. Sequência Latossolo Amarelo - Podzólico Amarelo - Areias Quartzosas sob material da formação barreiras na região de Tucuruí, estado do Pará. **Sci. Agric.**, 51:345-356, 1994.

DEMATTÊ, J. L. I., MAZZA, J. A., DEMATTÊ, J. A. M. Caracterização e gênese de uma topossequência Latossolo Amarelo-Podzol originado de material da Formação Barreiras – Estado de Alagoas. **Sci. agric.** vol. 53 n. 1. Piracicaba, jan. p. 1-12. 1996.

DIAS FERREIRA, R. P. Solos e morfogênese em São Pedro, SP. Tese – Universidade de São Paulo, São Paulo. 157p. 1997.

ERHART, H. La theorie bio-rexistasique et les problèmes biogéographiques et paleobiologiques. **Soc. Biogeogr.** França, CNRS (288):43-53, 1956.

ESPÍNDOLA, C. R. Os sistemas de transformação em pedologia. **Boletim de Geografia Teórica**, vol. 20(39), p.46-63, 1990.

ESPÍNDOLA, C. R. A pedologia e a evolução das paisagens. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 67-92, 2010.

FACCO, R., NASCIMENTO, V. B., WERLANG, M. K., AITA, R. Propriedades físicas e cobertura pedológica de uma topossequência numa secção de vertente no distrito de Pains, município de Santa Maria - RS. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V. 2, N. 4, p. 634-645. 2012.

FERNANDES BARROS, O. N. Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília/SP: ensaio metodológico. Dissertação – Universidade de São Paulo, São Paulo. 146f. 1985.

FERNANDES BARROS, O. N., CASTRO, S. S., MANFREDINI, S., PELLERIN, J., TOLEDO, G. S., QUEIROZ NETO, J. P. Caracterização e representação de volumes pedológicos em Marília (SP). **Rev. Dep. Geografia**. São Paulo: USP, 2:73-80, 1983.

FERNANDES FILHO, E. I., MAROTTA, G. S., PORTES, R. C., FRANÇA, M. M., VIEIRA, E. M., MOREIRA, G. F., SOUSA E. **Mapa de Solos do estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV. 2008.

FITZPATRICK, E.A. **The micromorphology of soils**. Scotland: University of Aberden, Dep. of Soil Science, 1980.

FRAGASSI, P. F. M. Estudo da erodibilidade dos solos residuais de gnaiss da Serra de São Geraldo e de Viçosa (MG). Dissertação - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 119p. 2001.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - FEAM. Disponível em: <http://www.feam.br/>. Acesso em 5 de março de 2017.

FURQUIM, S.A.C. Interações entre modelado do solo no transecto Espreado, São Pedro, SP. Dissertação - Universidade de São Paulo. 183p. 2002.

GREENE, H. Classification and use of tropical soils. **Soil Science Society of Amerian Proceedings**, v. 10, p. 392-396. 1945.

HEINECK, C. A., LEITE, C. A. S., SILVA, M. A., VIEIRA, V. S. **Mapa Geológico de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2003. Convênio CPRM/COMIG. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em 15 de abril de 2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/>. Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET – Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 18 de abril de 2017.

KAMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). (In): KER, J. C.; CURI, M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (eds). **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa, Minas Gerais, SBCS, 207-302. 2012.

KAMPF, N.; MARQUES, J.J.; CURI, N. Mineralogia de solos brasileiros. *In*: KER, J. C.; CURI, M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (eds). **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa, Minas Gerais, SBCS, 2012. 81-145.

KER, J. C. **Latosolos do Brasil**: uma revisão. Belo Horizonte: CPMTC / IGC / UFMG, n. 5, 1997, p. 17-40.

KILIAN, J.; ROSSELI, J.P. La Cartographie Morphopédologique de L'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et Cultives Vivrières. (In): IXeme Conférence Internationale de Cartographie (communication), Maryland, USA. 1978.

KUBIENA, W.L. **Micropedology**. Ames: Collegiate Press, 1938. 243 p.

LAND PROCESSES DISTRIBUTED ACTIVE ARCHIVE CENTER – LP DAAC. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/node/1079>. Acesso: 17 de junho de 2018.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W.; DANIELS, R.B. Soil-landscape relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State, Brazil. II. Soil morphology, genesis, and classification. **Soil Science Society of America Journal**, 41: 109-115. 1977.

LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANI, G.; SCATOLINI, F. Transição latossolos - podzois sobre Formação Barreiras na região de Manaus. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 325- 335, 1984.

MAFRA, A. L., SILVA, E. F., COOPER, M., DEMATTÊ, J. L. I. Pedogênese de uma sequência de solos desenvolvidos de arenito na região de Piracicaba (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:355-369, 2001.

MARENT, B. R. Geomorfogênese dos degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais. Tese - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 189 f. 2016.

MARENT, B. R.; VALADÃO, R. C. Compartimentação Geomorfológica dos Planaltos Escalonados do Sudeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.2, (Abr-Jun.) p.255-270, 2015.

MARENT, B. R., VALADÃO, R. C., MANFRÉ, L. A., NÓBREGA, R. A. A. Espacialidade e evolução da incisão de vales fluviais a partir da dissecação do relevo nos degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.19, n.4, (Out-Dez) p.709-719, 2018.

MELO, V.F.; FONTES, M.P.F.; NOVAIS, R.F.; SINGH, B.; SCHAEFER, C.E.G.R. Caracterização dos óxidos de ferro e de alumínio de diferentes classes de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:19-32, 2001.

MENEZES, M. L. N. Caracterização micromorfológica das formações superficiais do Córrego do Quebra Depressão de Gouveia MG. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 103 f. 2006.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils. Londres, **Soil Research**, v. 4, n. 2, p.183-98. 1935.

MONIZ, A.C. Evolução de conceitos no estudo da gênese de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:349-362, 1996.

MORAIS, F. Estudo dos fatores pedogeomorfológicos intervenientes na infiltração em zonas de recarga no complexo metamórfico Bação-MG. Tese - Universidade Federal de Ouro Preto. 132f. 2007.

MUNSELL, COLOR. **Soil color charts**. Baltimore: Koelmorgen, 2000.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989, p. 422.

NUNES, W. A. G. A.; SCHAEFER, C. E. R.; KER, J. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Caracterização micropedológica de alguns solos da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:103-115, 2000.

NUNES, W. A. G. A.; KER, J. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; GOMES, F. H. Relação solo-paisagem-material de origem e gênese de alguns solos no domínio do “Mar de Morro”, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 25, núm. 2, pp. 341-354. 2001.

OLIVEIRA, L. A. F., COTA, G. E. M., LIMA, L. B. S., MAGALHÃES JUNIOR, A. P., CARVALHO, A. Aplicação da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) como Subsídio aos Estudos de Capturas Fluviais Quaternárias: o caso da Serra da Mantiqueira (Zona da Mata de Minas Gerais). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.19, n.4, (Out-Dez) p.679-690, 2018.

PERECIN, D. **Observações micromorfológicas em sete perfis de solos do município de Piracicaba**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1973. 95p.

PEREIRA, B. C. Caracterização de Latossolos de Mares de Morros Florestados – MG como subsídio para o entendimento da evolução dos compartimentos geomorfológicos. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 110p. 2019.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. 2ª Ed. São Paulo: Nobel. 1981. 541p.

QUEIROZ NETO, J.P. Interpretação dos solos da Serra de Santana para fins de classificação. Tese - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 135p. 1969.

QUEIROZ NETO, J.P. Tendências atuais das pesquisas de solos em São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, 50: 37-56. 1976.

QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica: uma experiência de ensino e pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**, 15 (2002) p. 77-90.

QUEIROZ NETO, J. P. Relações entre as vertentes e os solos: uma revisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, p.15-24, 2011.

RAPOSO, A. A.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento das unidades do relevo da região dos divisores de águas das bacias hidrográficas dos rios São Francisco/Doce/Paraíba do Sul. (*In*): Anais da XIX Semana de Iniciação Científica da UFMG, Belo Horizonte. 2010.

RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B., CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5ª Ed. Lavras: Editora UFLA. 2007. 322p.

RIOS, A. P. Caracterización de la cobertura edáfica em la región sur de la Presa Valsequillo, Puebla. Tese – Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 132p. 2018.

ROCHA, L. C. Caracterização pedológica em duas vertentes na Bacia do Córrego do Quebra - Gouveia/MG. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 107 f. 2004.

RUBIRA, F. G., FILHO, A. P., MELO, G. V. Análise macromorfológica da cobertura pedológica e perfil da topossequência realizada em um segmento da vertente da FEI/UEM. (*In*): Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas, 28 de junho a 02 de julho de 2017. p.5917-5930.

RUELLAN, A. Contribution a la Connaissance des Sols des Régions Méditerranéennes: les sols a profil calcaire différencié des Plaines de la Basse Moulouya (Maroc Oriental). **CNRS – A. 04086**, 1970. 482p.

RUELLAN, A. Les apports de la connaissance des sols intertropicaux au développement de la pédologie: la contribution des pédologues français. **Catena**, Braunschweig, v. 12, n. 1, p. 87-88, 1985.

RUELLAN, A. Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, 1988, Campinas. (*In*): Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas: SBCS, 1988. p. 405 – 414.

RUELLAN, A.; DOSSO, M.; FRITSCH, E. L'analyse structurale de la couverture pédologique. **Science du Sol**, v. 27, p. 319-334, 1989.

RUELLAN, A., DOSSO, M. **Regards sur le sol**. Paris. Universités Francophones. Les Éditions Foucher. 1993. 192p.

RUHE, R. V. Elements of the soil lanscape. Transactions of the 7th International Congress of Soil Science. **Int. Soc. of Soil Science**. Madison. 4:165-170, 1960.

SALGADO, A. A. R., SOBRINHO, L. C. G., CHEREM, L. F. S., VARAJÃO, C. A. C., BOURLÈS, D., BRAUCHER, R., MARENT, B. R. Estudo da evolução da escarpa entre as bacias do Doce/Paraná em Minas Gerais através da quantificação das taxas de desnudação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n.2, p. 213-221, 2012.

SANTOS, L. J. C. Contribuição da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica ao desenvolvimento da ciência do solo. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n. 4, p. 131-138. 2000.

SANTOS, J. C. S., CASTRO, S. S. Lamelas (bandas onduladas) em Argissolo Vermelho-Amarelo como indicadores da evolução do relevo: o caso das colinas médias do Platô de Bauru (SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, nº 1, p. 43-46. 2006.

SANTOS, A. C., PEREIRA, M. G., ANJOS, L. H. C., BERNINI, T. A., COOPER, M., NUMMER, A. R., FRANCELINO, M. R. Gênese e classificação de solos numa topossequência no ambiente de Mar de Morros do médio vale do Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1297-1314, 2010.

SANTOS, H. G. et al. (editores técnicos). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., ver. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 306 p.

SCHAETZL, R.J.; ANDERSON, S. **Soil genesis and geomorphology**. Cabridge Univ. Press, Cambridge. 2005. 817 p.

SILVA, A. S.; POLIVANOV, H.; ANTUNES, F. S.; GUERRA, A. J. T.; PORTO, C. G. Micromorfologia dos solos de uma topossequência em Petrópolis (RJ-Brasil). (*In*): Anais do VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, maio de 2010.

SOUZA, E., TOLEDO, C. C., FERNANDES FILHO, E. I. Uso do solo na Zona da Mata, Minas Gerais. (*In*): Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa – Minas Gerais, 6 a 10 de julho de 2009.

SOUZA, B. B. de, PRADO, T. A. B., PRADO, R. C., VITTI, A. C., PRADO, H. Relação solo-paisagem em topossequência na região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais (BR). (*In*): Anais do XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco, 9 a 15 de novembro de 2014.

STOOPS, Georges. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections**. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 2003.

STOOPS, G; MARCELINO, V; MEES, F. **Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths**. Elsevier, Amsterdam, 2010.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.

TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. (*In*): **Notícia Geomorfológica**, 8. Campinas, p. 5-18, JUN (Trad. A. Christofolletti). 1968.

VALADÃO, R. C. Evolução de longo termo do relevo do Cráton do São Francisco (denudação, paleosuperfícies e movimentos crustais). Tese – Universidade Federal da Bahia. Salvador. 343 f. 1998.

VENDRAME, P. R. S.; EBERHARDT, D. N.; BRITO, O. R.; MARCHÃO, R. L.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. Formas de ferro e alumínio e suas relações com textura, mineralogia e carbono orgânico em Latossolos do Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1657-1666, 2011.

VIDAL-TORRADO, P., LEPSCH, I. F., CASTRO, S. S., COOPER, M. Pedogênese em uma sequência latossolo-podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 1999, vol.23, n.4, p.909-921.

ZAPAROLI, F. C. M.; GASPARETTO, N. V. L. Transformações Pedológicas Verificadas na Litotoposeqüência do Sítio São José, Córrego Aratu, Florai-PR. (*In*): Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO) e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, Belo Horizonte-MG. P. 1-12. 2008.

ANEXO I - MODELO DE FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE PERFIS

I. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1. Perfil n°	Foto n°	2. Litologia:
3. Formação Geológica:	4. Relevo Regional:	
5. Vegetação Primária	6. Uso Atual:	
7. Profundidade do Lençol Freático	8. Data da Descrição:	
9. Localização, Município, Estado e Coordenadas	10. Descrito por:	11. Classificação:

II. HORIZONTES DO SOLO

Símbolo									
Profundidade									
Espessura									

II.1. TRANSIÇÃO ENTRE HORIZONTES

A. NITIDEZ OU CONTRASTE

Transição									
ABRUPTA									
CLARA									
GRADUAL									
DIFUSA									

B. TOPOGRAFIA DA LINHA DE SEPARAÇÃO

Transição									
PLANA									
ONDULADA									
IRREGULAR									
DESCONTÍNUA									

III. OUTRAS CARACTERÍSTICAS GERAIS

1. PEDREGOSIDADE

NÃO PEDREGOSA	
LIGEIRAMENTE PEDREGOSA	
MODERADAMENTE PEDREGOSA	
PEDREGOSA	
MUITO PEDREGOSA	
EXTREMAMENTE PEDREGOSA	

2. ROCHOSIDADE

NÃO ROCHOSA	
LIGEIRAMENTE ROCHOSA	
MODERADAMENTE ROCHOSA	
ROCHOSA	
MUITO ROCHOSA	
EXTREMAMENTE ROCHOSA	

3. RELEVO E DECLIVIDADE

PLANO (< 3%)	
SUAVE ONDULADO (3-8%)	
ONDULADO (8-20%)	
FORTE ONDULADO (20-45%)	
MONTANHOSO (45-75%)	
ESCARPADO (>75%)	

4. DRENAGEM

EXCESSIVAMENTE DRENADO	
FORTEMENTE DRENADO	
ACENTUADAMENTE DRENADO	
BEM DRENADO	
MODERADAMENTE DRENADO	
IMPERFEITAMENTE DRENADO	
MAL DRENADO	
MUITO MAL DRENADO	

5. EROSÃO

NÃO APARENTE	
LIGEIRA	
MODERADA	
FORTE	
MUITO FORTE	
EXTREMAMENTE	

Observações:

IV. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

1. COR

Horizonte									
10R	S								
	U								
2.5	S								
	U								
5	S								
	U								
7.5	S								
	U								
10	S								
	U								
2.5	S								
	U								
5 Y	S								
	U								

2. COR (MOSQUEADO)

Horizonte									
10R	S								
	U								
2.5	S								
	U								
5	S								
	U								
7.5	S								
	U								
10	S								
	U								
2.5	S								
	U								
5 Y	S								
	U								

1.1. MOSQUEADO (NOTAÇÃO)

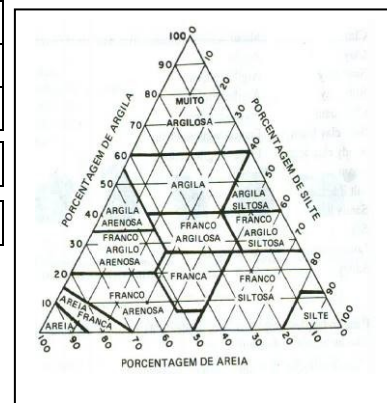
A. QUANTIDADE					B. TAMANHO					C. CONTRASTE				
Horizonte					Horizonte					Horizonte				
POUCO					PEQUENO					DISTINTO				
COMUM					MÉDIO					DIFUSO				
ABUNDANTE					GRANDE					PROEMINENTE				

2. TEXTURA

Horizonte				
MUITO ARGILOSO				
ARGILA				
ARGILA ARENOSA				
ARGILA SILTOSA				
FRANCO-ARGILOSO				
FRANCO-ARGILO-SILTOSO				
FRANCO-ARGILO-ARENOSO				
FRANCO				
FRANCO-SILTOSO				
FRANCO-ARENOSO				
SILTE				
AREIA FRANCA				
AREIA				

2.1. FRAÇÕES GROSSEIRAS

A. CASCALHO (0,2 mm-2 cm)				
MUITO CASCALHENTA				
CASCALHENTA				
B. CALHAU (Ø 2 cm-20 cm)				
C. MATAÇÃO (Ø > 20 cm)				



2.1.1. GRAU DE ARRENDONDAMENTO

ANGULAR				
SUBANGULAR				
SUBARRENDODADA				
ARRENDODADA				
BEM ARRENDODADA				

3. ESTRUTURA

3.1. TIPO

Horizonte				
LAMINAR				
PRISMÁTICA				
COLUNAR				
BLOCOS ANGULARES				
BLOCOS SUBANGULARES				
GRANULAR				

3.2. TAMANHO

Horizonte				
MUITO PEQUENO				
PEQUENO				
MÉDIO				
GRANDE				
MUITO GRANDE				

3.3. GRAU

Horizonte				
GRÃOS SIMPLES				
MACIÇA				
FRACA				
MODERADA				
FORTE				

4. POROSIDADE

4.1. TAMANHO

Horizonte				
MUITO PEQUENOS (<1mm)				
PEQUENOS (1-2 mm)				
MÉDIOS (2-5 mm)				
GRANDES (5-10 mm)				
MUITO GRANDES (>10 mm)				

4.2. QUANTIDADE

Horizonte				
POUCOS				
COMUNS				
MUITOS				

5. CONSISTÊNCIA

5.1. SOLO SECO

Horizonte				
SOLTO				
MACIO				
LIGEIRAMENTE DURO				
DURO				
MUITO DURO				
EXTREMAMENTE DURO				

5.2. SOLO ÚMIDO

Horizonte				
SOLTO				
MUITO FRIÁVEL				
FRIÁVEL				
FIRME				
MUITO FIRME				
EXTREMAMENTE FIRME				

5.3. SOLO MOLHADO

A. PLASTICIDADE

Horizonte				
NÃO PLÁSTICO				
LIGEIRAMENTE PLÁSTICO				
PLÁSTICO				
MUITO PLÁSTICO				

B. PEGAJOSIDADE

Horizonte				
NÃO PEGAJOSO				
LIGEIRAMENTE PEGAJOSO				
PEGAJOSO				
MUITO PEGAJOSO				

6. CEROSIDADE

Horizonte				
-----------	--	--	--	--

7. CIMENTAÇÃO

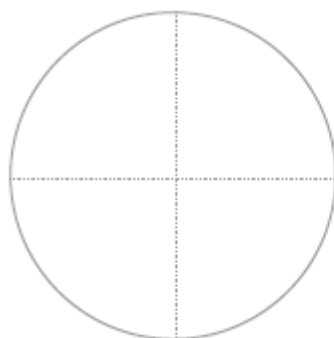
Horizonte				
-----------	--	--	--	--

ANEXO II - MODELO DE FICHA DE DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA DOS HORIZONTES

Análise mínima da assembléia do fundo matricial e das feições pedológicas

Lâmina: _____

Origem: _____

Campo visual do microscópio – aumento de 2,5x (diâmetro = 5mm)**Desenho (diâmetro = 5cm)**

Legenda



Componentes	Material Grosso	Material Fino	Poros
%			

1. Fábrica

- Características gerais da lâmina:

• Se material apédico:

- Seleção: _____
- Dimensão: _____
- Distribuição de base: _____
- Distribuição referida: _____

• Se material pédico: (Microestrutura)

- Pedalidade:
- Grau de desenvolvimento
- Grau de seleção
- Classes e formas
- Grau de arredondamento
- Distribuição relativa (ou estrutura de base)

(Obs.: deve ser observada com zoom, através da lente de aumento 10x)**2. Fundo Matricial****2.1. Material Grosso**

- Grau de seleção
- Dimensão
- Frequência
- Mineralogia
- Grau de arredondamento
- Orientação
- Distribuição de base

- Distribuição referida
- Distribuição relativa
- Organização funcional entre esqueleto e plasma

2.2. Micromassa

- Cor do plasma:
 - Orientação de base
 - Grau de orientação:
 - Natureza da orientação:
 - Orientação relativa:
- (Obs.: deve ser observada com zoom, através da lente de aumento 10x)**

2.3. Poros (intra-agregados)

- Dimensão
- Classificação morfológica
- Classe de alisamento
- Distribuição
- Orientação
- Gênese

3. Feições Pedológicas

• Revestimentos texturais

- distribuição geral
- forma geral do revestimento
- natureza dos constituintes
- contraste
- adesividade
- fábrica interna
- classificação morfológica
- genética

• Feições de preenchimento

- forma externa
- dimensão
- fábrica interna
- densidade de fábrica
- individualização
- origem

ANEXO III – DESCRIÇÃO DOS PERFIS

Perfil 1 – LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico

- Localização: 737491,518947; 7673380,87626 (23K UTM)

- Características gerais: relevo de topo plano, altitude de 400m; não pedregosa; não rochosa; acentuadamente drenado; erosão não aparente.

- **Horizonte A:** 0 - 16; 10YR4/6(s), 10YR3/4(u); granular pequeno
fraca a moderada; poros muitos pequenos; ligeiramente duro;
firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes
comuns finas; transição clara plana.
- **Horizonte Bw1:** 16 - 65; 7,5YR5/6(s), 7,5YR4/4(u); blocos subangulares
médios a grandes fraca a moderada; poros comuns pequenos
a médios; duro; firme plástico ligeiramente pegajoso; raízes
comuns finas; transição difusa plana.
- **Horizonte Bw2:** 65 - 125; 7,5YR4/6(s), 7,5YR4/4(u); blocos subangulares
pequenos a médios fraca a moderada; poros comuns
pequenos a médios; duro; firme plástico ligeiramente pegajoso;
raízes poucas finas; transição clara plana.
- **Horizonte BC:** 125 - 155+; 7,5YR5/8(s), 7,5YR4/6(u); blocos
subangulares pequenos a médios fraca a moderada; poros
comuns pequenos; duro; firme plástico ligeiramente pegajoso;
raízes poucas finas.

Perfil 2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico

- Localização: 737470,791430; 7673547,31591 (23K UTM)

- Características gerais: relevo suave ondulado, altitude de 385m; não pedregosa; não rochosa; bem drenado; erosão não aparente.

- **Horizonte A:** 0 - 23; 10YR4/4(s), 10YR3/6(u); granular pequeno fraca a
moderada; poros muitos pequenos; duro; firme ligeiramente
plástico ligeiramente pegajoso; raízes abundantes finas a
médias; transição clara plana.
- **Horizonte Bw1:** 23 - 36; 7,5YR4/6(s), 5YR4/6(u); blocos subangulares

pequenos fraca a moderada; poros comuns pequenos a médios; ligeiramente duro; friável a firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes comuns finas; transição gradual plana.

- **Horizonte Bw2:** 36 - 67; 5YR5/6(s), 5YR4/6(u); blocos subangulares médios fraca a moderada; poros poucos médios; ligeiramente duro; friável ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes poucas finas; transição difusa plana.
- **Horizonte BC:** 67 - 150+; 5YR5/6(s), 5YR4/6(u); blocos subangulares médios fraca a moderada; poros poucos médios; ligeiramente duro; friável plástico ligeiramente pegajoso; raízes poucas finas.

Perfil 3 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico

- Localização: 737454,915191; 7673649,07491 (23K UTM)

- Características gerais: relevo suave ondulado, altitude de 373m; não pedregosa; não rochosa; moderadamente drenado; erosão não aparente. Mosqueados no horizonte BC com cor amarelada - 2,5Y6/8(u).

- **Horizonte A1:** 0 - 6; 7,5YR4/4(s), 7,5YR3/4(u); blocos angulares e subangulares médios forte; poros muitos grandes; duro; firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes abundantes finas a médias; transição gradual plana.
- **Horizonte A2:** 6 - 15; 7,5YR5/6(s), 7,5YR4/6(u); blocos subangulares pequenos moderada; poros muitos médios; ligeiramente duro; muito friável plástico pegajoso; raízes muitas médias poucas finas; transição gradual plana.
- **Horizonte AB:** 15 - 34; 7,5YR5/6(s), 7,5YR4/6(u); blocos angulares e subangulares médios fraca; poros poucos pequenos; macio; muito friável plástico pegajoso; raízes poucas finas comuns médias; transição clara plana.
- **Horizonte Bt1:** 34 - 71; 5YR4/6(u); blocos subangulares médios a grandes

moderada a forte; poros poucos pequenos; friável muito plástico pegajoso; raízes poucas médias raras finas; transição difusa plana. Cerosidade pouca moderada.

- **Horizonte Bt2:** 71 - 109; 2,5YR4/6(u); blocos angulares e subangulares grandes moderada; poros poucos pequenos; friável plástico pegajoso; raízes raras médias; transição difusa plana. Cerosidade pouca moderada.
- **Horizonte BC:** 109 - 155+; 5YR5/8(u); blocos angulares pequenos a médios que se desfazem em grumos fraca a moderada; poros poucos pequenos; muito friável plástico pegajoso; raízes raras muito finas. Cerosidade pouco fraca. Presença de litorelíqueas.

Perfil 3.1 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto

- Localização: 737354,884214; 7673724,34750 (23K UTM)

- Características gerais: relevo suave ondulado, altitude de 363m; não pedregosa; não rochosa; acentuadamente drenado; erosão não aparente.

- **Horizonte A:** 0 - 14; 10YR4/2(s), 10YR3/2(u); granular pequenos fraca; poros muitos pequenos; ligeiramente duro; (consistência úmida?!); raízes abundantes finas a médias; transição clara plana.
- **Horizonte E:** 14 - 50; 10YR5/4(s), 10YR3/6(u); blocos subangulares pequenos a médios fraca; poros comuns médios a grandes; macio; (consistência úmida?!); raízes muitas finas; transição clara plana.
- **Horizonte Bt:** 50 - 78+; 10YR4/6(s), 10YR4/6(u); blocos subangulares pequenos a médios moderada; poros poucos pequenos; ligeiramente duro; raízes raras muito finas. Cerosidade comum fraca.

Perfil 4 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico

- Localização: 737458,595860; 7673704,40319 (23K UTM)

- Características gerais: relevo ondulado a fortemente ondulado, altitude de 358m; não pedregosa; não rochosa; acentuadamente drenado; erosão não aparente. Fragmentos de quartzo no horizonte C.

- **Horizonte A**: 0 - 90; 10YR5/8(s), 10YR3/4(u); blocos subangulares médios moderada; poros muitos grandes; ligeiramente duro; firme ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes muitas finas; transição clara plana.
- **Horizonte BA**: 90 - 180; 7,5YR6/6(s), 7,5YR4/6(u); blocos angulares médios a grandes forte; poros poucos médios; duro; friável plástico pegajoso; raízes comuns finas; transição clara plana. Cerosidade pouco fraca.
- **Horizonte Bt**: 180 - 500; 10YR7/6(s), 7,5YR5/6(u); blocos subangulares médios moderada a forte; poros poucos médios; duro; firme plástico pegajoso; raízes comuns finas; transição difusa plana. Cerosidade pouco fraca.
- **Horizonte Bw**: 180 - 500; 7,5YR6/8(s), 5YR5/6(u); blocos subangulares médios a grandes fraca; poros muitos pequenos (bioturbação); macio; friável plástico ligeiramente pegajoso; raízes ausentes; transição abrupta plana.
- **Horizonte C**: 500 - 680+; 2,5YR5/8(s), 2,5YR4/8(u); blocos subangulares pequenos a médios moderada a forte; poros muitos grandes; duro; firme a muito firme plástico pegajoso; raízes ausentes. Cerosidade abundante forte.

Perfil 5 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico

- Localização: 737436,678697; 7673787,78827 (23K UTM)

- Características gerais: relevo suave ondulado, altitude de 342m; não pedregosa; não rochosa; moderadamente drenado; erosão não aparente.

- **Horizonte A**: 0 - 15; 5YR4/4(s), 5YR3/4(u); blocos subangulares pequenos a médios fraca; poros muitos grandes; macio; friável ligeiramente plástico ligeiramente pegajoso; raízes abundantes finas; transição gradual ondulada.

- **Horizonte AB:** 15 - 30; 5YR4/6(s), 5YR3/4(u); blocos subangulares pequenos fraca; poros muitos médios; ligeiramente duro; friável plástico pegajoso; raízes comuns finas; transição clara ondulada.
- **Horizonte Bt:** 30 - 140+; 7,5YR5/8(s), 7,5YR4/6(u); blocos subangulares médios e angulares pequenos moderada; poros poucos muito pequenos; muito duro; firme plástico pegajoso; raízes raras. Cerosidade moderada a forte.

Perfil 6 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico

- Localização: 737445,959672; 7673830,72952 (23K UTM)

- Características gerais: relevo suave ondulado, altitude de 333m; não pedregosa; não rochosa; moderadamente drenado; erosão não aparente. Mosqueados no horizonte BC com cores amareladas e avermelhadas.

- **Horizonte A:** 0 - 57; 10YR5/8(s), 10YR3/6(u); grumos pequenos a médios forte; poros muitos pequenos a médios; macio; friável plástico pegajoso; raízes muitas médias; transição gradual plana.
- **Horizonte Bi:** 57 - 110; 10YR6/6(s), 7,5YR4/6(u); blocos subangulares médios a grandes moderada; poros muitos médios a grandes; macio; friável a firme plástico pegajoso; raízes comuns finas; transição abrupta plana.
- **Horizonte BC:** 110 - 170+; 10YR6/8(s), 10YR5/6(u); blocos angulares médios a grandes moderada a forte; poros poucos médios; duro; firme plástico pegajoso; raízes raras muito finas. Cerosidade pouco fraca.